

Csapi Vivien

A reálopció-elmélet alkalmazása a villamosenergia-szektorban

ÖSSZEFOGLALÓ: A standard értékelési eljárások legújabb és egyben azok legtöbb hiányosságának kiküszöbölésére alkalmas bővítménye a reálopció-elmélet. A pénzügyi opciókhoz hasonlóan a reálopciók birtoklásával – jogok és nem kötelezettségek – olyan működési/termelési fedezeti mechanizmusok tulajdonosává válunk, amelyek a rugalmasságot, a környezetre való aktív reagálás képességét viszik be a menedzseri eszköztárba azzal, hogy a pénzügyi termékekénél jelen lévő lehetőségeket fizikai eszközökre értelmezzük. Jelen tanulmány célja a reálopciók beruházáselméleti tényszerésének, a reálopciók típusainak, azok rendelkezésre álló értékelési eljárásainak elemzése, valamint a reálopció elemzés illusztrálása volt a villamosenergia-szektor egyedi szintű beruházásainak értékelése során. A 10 villamosenergia-termelési technológia esetében végrehajtott binomiális árazás részletes ismertetésével nem elsősorban a reálopciók által azonosított stratégiai értékek megragadása, sokkal inkább magának az árazás lépéseinek ismertetése volt a célom. Az eredmények alapján a reálopció-elmélet felülmúlja a hagyományos beruházásértékelési eljárásokat mind a bizonytalanság, mind a rugalmasság kezelése terén.*

KULCSSZAVAK: reálopció, binomiális árazás, bizonytalanság, rugalmasság

JEL-KÓD: G31, G32

A REÁLOPCIÓ-ELMÉLET ALAPJAI

A reálopció kifejezést *Stewart Myers* használta elsőként 1977-ben az opcióárazás alkalmazásának lehetőségeit vizsgálva a nem pénzügyi, elsődlegesen ingatlanbefektetések értékelése területén, ahol a rugalmasság és ezzel többletértéket a halasztással tanulás jelenségét értette. Reálopciónak tekintjük a beruházások és termelési döntések – a bizonytalanság eloszlásának céljával életre keltett – halasztásának

és alakításának lehetőségét (*Triantis, 2000*). A pénzügyi opciók elemzésére létrehozott opcióelméletről a közgazdászok hamar felismerték, hogy a reálberuházásokról hozott döntések számára figyelemreméltó hozzáadott értéket képes nyújtani (*Black – Scholes, 1973; Merton, 1973*). A téma először a '80-as és '90-es években keltette fel a tudósok mérsékelt figyelmét, a széles körű elterjedés azonban váratott magára. A '90-es évek közepén a reálopciók teremtették meg az átmenetet az opcióelmélet iránti visszafogott, specializált érdeklődéstől a tudomány és a szakma szempontjából is általánosan elfogadott főáramig (*Borison, 2005*).

A könnyen alkalmazható, instruktív diszkontált pénzáramalapú megközelítések a menedzsment passzív hozzáállását feltételezik (*Kogut – Kulatilaka, 1994*); implicit módon azzal a feltételezéssel élnek, hogy a projekt azonnal megkezdődik és a várható hasznos

* A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – *Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program* című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

Levelezési e-cím: csapiv@ktk.pte.hu

élettartam végéig folyamatosan működik, még akkor is, ha a jövő bizonytalan. Ennek következtében a diszkontált pénzárameljárások figyelmen kívül hagyják a menedzsment rugalmas alkalmazkodása és innovációi által a projektbe építhető hozzáadott értéket, vagyis szisztematikusan alábecsülik a beruházások értékét (Dixit – Pindyck, 1994, 1995; Trigeorgis, 1993; Kemna, 1993; Kumar, 1995; Van Putten – MacMillan, 2004). A befektetési alternatívák alulértékelése alulberuházáshoz, valamint a versenyképes pozíció elvesztéséhez vezethet (Dean, 1951; Hayes – Abernathy, 1980). A hatékony projektértékelési eljárás figyelembe veszi mind a bizonytalanságot, mind a stratégia sikeréhez elengedhetetlen aktív döntéshozatalt (Luehrman, 1998).

A REÁLOPCIÓK TÍPUSAI

A reálopciók jellemzően két dimenzió mentén jöttek létre: az időzítésre koncentrálva, valamint a kiterjedés mentén. Ezen belül a reálopciók típusainak egy viszonylag szűkebb és egy gazdagabb tipologizálását különböztethetjük meg attól függően, hogy a projektműködtetők milyen mértékű szabadságot kapnak az eszköz vagy a projekt kezelése során. Ezek a kategóriák, a teljesség igénye nélkül, a következők lehetnek: az időbeli dimenzióon belül várakozási/halasztási reálopció, elvetési reálopció, leállítási/újraindítási reálopció, a kiterjedési dimenzióon belül bővítési reálopció, összehúzó reálopció, váltási reálopció, növekedési reálopció, összetett reálopció, feltárási reálopció, kiszervezési reálopció, szivárványopciók (Trigeorgis, 1997; Amram – Kulatilaka, 1999; Benaroch, 2002; Copeland – Antikarov, 2003). Amilyen hasznosnak tűnik az opciós nyelvezet a vállalatban jelenlévő cselekvési játékok kvalitatív leírására, a reálopciók stratégiai jelentőségét és egyben a hosszú távú vállalati cél mögött

felsorakoztatásának lehetőségét Copeland és Keenan (1998) kategorizálása hangsúlyozza a leginkább, akik növekedési, tanulási és biztosítási reálopciókat különböztetnek meg.

A NÖVEKEDÉSI REÁLOPCIÓ szerint egy adott beruházás előfutára vagy kiindulási alapja lehet egymással összefüggő projektek láncolatának, megnyitva ezzel a jövőbeli növekedési lehetőségeket (például új projektek, új folyamatok megvalósítása; új piacpenetráció; az alapkompenciák erősítése) (Kester, 1984). Ezeket a források *stratégiai növekedési lehetőségeknél* vagy *innovációs opcióknak* is nevezik. A növekedési reálopciók célja sok esetben nem, illetve nem csupán az azonnali értéktérítés, sokkal inkább jövőbeli üzleti lehetőségek előteremtése. A menedzsment számára a növekedési opciók jelentik a kiindulási alapot ahhoz, hogy pótlólagos projektek, illetve a meglévő erőforrások kiterjesztése révén a gazdasági környezet pozitív fejlődéséből profitra tegyenek szert. Az érték legnagyobb részét a feltárt lehetőségek határozzák meg, vagyis az újrabefektetés általi jövőbeni nyereséspotenciál kiaknázhatósága. Opciós szempontból úgy is felfoghatók a növekedési opciók, mint esetleges pótlólagos projektek tőkeértékére kiírt vételi opciók (Courtney, 2001; Hungenberg, 2001). A vállalati gyakorlatban ezek az opciók a vállalat speciális humán tőkéjén, technológiai tudásán vagy domináns piaci pozícióon alapulhatnak (Witt, 2003). A növekedési reálopciók elemzési nehézsége az azonosításban, illetve a Drews (2003) által „meglepetési potenciálnak” nevezett növekedési lehetőségek értékelésében rejlik.

A BIZTOSÍTÁSI OPCióK a kedvezőtlen keresleti vagy áralakulásra való reagálás lehetőségét tárják fel a menedzsment számára leállás, illetve és/vagy operatív alkalmazkodás formájában. A növekedési opciókkal ellentétben a biztosítási reálopciók védik a vállalatot az esetleges veszteségkockázatokkal szemben olyan mó-

don, hogy azok elkerüljék pénzáramaik csökkenését (Copeland – Hove, 2002). A biztosítási logikától függően ezek lehetnek vételi vagy eladási opciók. Annak a lehetősége, hogy a vállalat átálljon egy alternatív termelési folyamatra, vételi opciót jelent, miközben egy esetleges gyárbezárás eladási opcióként modellezhető. Tipikus biztosítási reálopciók a bővítési/összehúzási (azaz méretezési) opciók, ahol a bővítési reálopció azt a lehetőséget tükrözi, hogy egy beruházási projekt hatóköre jó piaci helyzet és kedvező jövedelmezőség esetében egy további beruházás értékét képes növelni; míg az összehúzási reálopció esetében egy (veszteséges) projekt méretének, hatókörének korlátozására vonatkozó lehetőségeit mérlegeli a vállalkozás. A biztosítási reálopciók közé soroljuk a váltási reálopciókat, amelyek lehetővé teszik a projektet működtető számára, hogy az eszközön a piaci követelményeket követve átváltson egy másik működési modellre – egy bizonyos költség megfizetése mellett (Margrabe, 1978; Kensinger, 1987). Ha változik a gyártott termék ára vagy az iránta való kereslet, akkor a gyártulajdonos megváltoztathatja a gyár termelési kosarát, vagy ugyanazt a kimenetet nyújtja, megváltoztatott alapanyagokból (Hommel, 2000). Végül szintén a biztosítási opciók között találkozhatunk a leállítási és újraindítási reálopciókkal. Ha rosszak a piaci feltételek, akkor a vállalat leállíthatja a termelést. A piaci helyzet javulásakor végrehajthatja a termelés újraindításába irányuló befektetést. A leállítási és újraindítási reálopció lényegében nem más, mint két egymással összekapcsolt lehetőség. Lehetőséget kedvezőtlen piaci feltételek esetén a beruházás befagyasztására, amennyiben a projektből származó pénzáramok nem képesek a változó költségek fedezetére, majd a kedvezőre forduló piaci körülmények esetében következhet a második lehetőség lehívása, a beruházás újraindítása (McDonald – Siegel, 1985; Brennan – Schwartz, 1978).

EGY TANULÁSI REÁLOPCIÓ Copeland és Keenan (1998) kategorizálása szerint a harmadik reálopció csoport lehetővé teszi a befektetési döntéshozatal kitolását, csökkenti annak a kockázatát, hogy a menedzsment hiányos információk alapján visszafordíthatatlan döntéseket hozzon és így kedvezőtlen következményeket szenvedjen el. A tanulási opció értéke ebből következően a visszafordíthatatlan befektetés adott bizonytalansági tényezők melletti halasztásának lehetőségéből eredeztethető, tehát a (ki)várás értékéből. Vagyis egy vételi opcióval egyenértékű, aminek tárgya maga a döntés (Brach, 2003; Pritsch, 2000). Idetartozik a halasztási reálopció. Az a vállalat, amely a beruházások időzítésének képességét, az időzítési rugalmasságát már birtokolja azért, hogy feladja ezt a rugalmasságot, jogosan vár el pénzügyi kompenzációt az azonnali megvalósítás esetében, az új információkra való várakozás helyett (Blyth et al., 2007). Egy beruházás elhalasztása a kezdő pénzáram eszközölését megelőzően értéket képvisel a befektető számára (Dixit – Pindyck, 1994; Ingessoll – Ross, 1992; McDonald – Siegel, 1986). Minél nagyobb bizonytalanság veszi körül egy döntést, a vállalatvezetők annál inkább preferálják a projekt kivitelezés halasztását, fenntartva annak a lehetőségét, hogy a projektet egy jövőbeli időpontban valósítsák meg (Myers, 1977). Mivel a termelés vagy a későbbi termelés elérhetőségét determináló tevékenységek nem halaszthatók a végtelenségig, a halasztási stratégia gyakran együtt jár a menedzseri flexibilitás gyakorlásának egy következő szintjével, a döntés egymást követő szakaszokra darabolásával (szakaszos reálopció) (Trigeorgis, 1996). A szintén tanulási típusú elvetési reálopció esetében, amennyiben a piaci körülmények tartósan és jelentősen romlanak, a menedzsment dönthet az adott projekt termelésének, a projekt működtetésének tartós leállítása mellett, a benne foglalt eszközök, tőkejavak likvidálása, majd a likvi-

dálásból származó összegek máshol történő felhasználása mellett (Myers – Majd, 1990; Hubbard, 1994). Az elvetés lehetősége csak abban akkor áll fenn, ha a beruházási projekt teljes irreverzibilitása nem érvényesül. Vagyis az elvetési opció létezésének egy következménye a beruházások részleges visszafordíthatósága lesz. Az elvetési opciók értékelése kapcsán a legnagyobb kihívást az elvetés optimális időpontjának megválasztása jelenti.

A REÁLOPCIÓK ÉRTÉKELÉSE

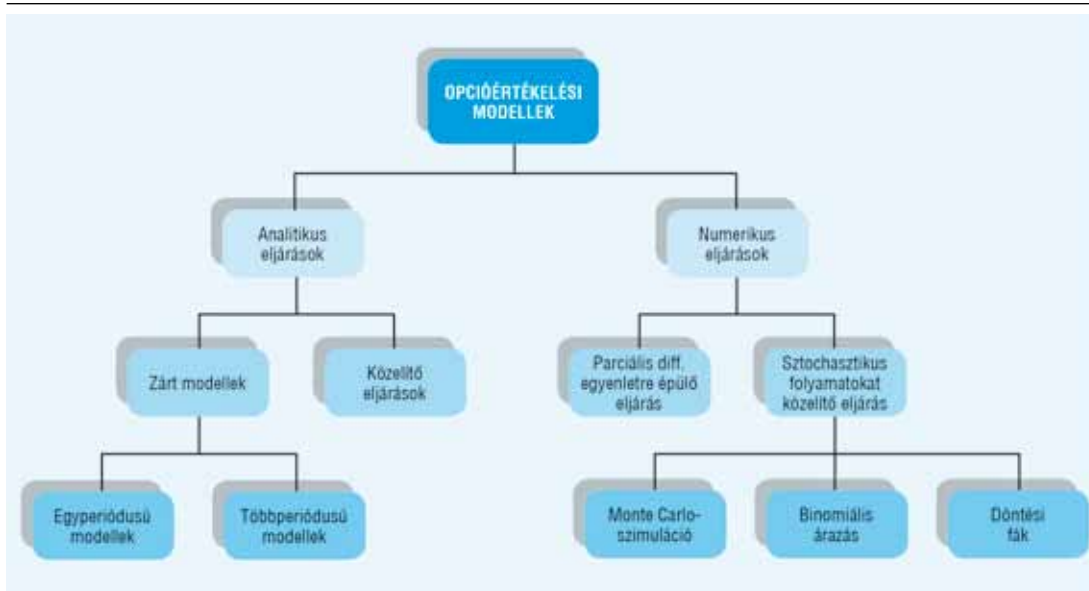
Amennyiben az opcióelméletet és ezen belül is a reálopciókat választottuk a beruházási döntéshozatal támogató módszertanként, felmerül a kérdés, hogy milyen konkrét opcióértékelési eljárást alkalmazzunk. Az 1. ábra a reálopciók értékelési módszerek rendszerezését mutatja be. Ezek az értékelési eljárások az adott döntési szituációban egyedi előnyökkel és hátrányokkal rendelkezhetnek. Emiatt fon-

tos minden egyes esetben mérlegelni, hogy melyik módszer alkalmas leginkább az adott projekt döntéstámogatására. Az értékelési eljárásokkal szembeni legfontosabb követelmények az átláthatóság, az értékelés pontossága, az értékelési folyamat sokoldalúsága, a lehető legkisebb komplexitás, illetve az alkalmazó részéről a lehető legkisebb előzetes hozzáértési követelmények.

A szakma és a gyakorlat kettévált annak a kérdésnek a megválaszolásában, hogy a Cox-, Ross- és Rubinstein- (1979) féle binomiális árazás, illetve Fisher – Black és Myron – Scholes 1973-ban publikált modellje közül melyik bizonyul használhatóbbnak. A gyakorlati szakemberek többnyire a B/S-modell mellett teszik le voksukat (Courtney et al., 2001), míg a legtöbb tudományos közlemény a binomiális eljárást alkalmazza és javasolja. Kétségtelen, hogy az egyszerű alkalmazhatóság követelménye terén a B/S-modell felülmúlja a binomiális eljárást (Amram – Kulatilaka, 1999), ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy

1. ábra

AZ OPCIOÉRTÉKELÉSI ELJÁRÁSOK OSZTÁLYOZÁSA



Forrás: saját szerkesztés (Bockemühl, 2001, 141. oldal; Hommel – Lehmann, 2001, 124. oldal; Rózsa, 2007) alapján

a reálopciók komplex modellezése támaszkodik programozási nyelvekre, következésképpen relatíve magas módszertani ismereteket feltételez (Dörner, 2003).

Pontosan ez a komplexitás teszi a B/S-képlet merev struktúrájának és feltevéseinek adaptálását kvázi lehetetlenné a reáliák esetében (Copeland – Antikarov, 2003), vagyis modell-transzparencia terén a binomiális eljárás bizonyul dominánsnak. Bár a binomiális eljárás precizitásban gyakran alulmarad a B/S-moddal szemben, eredményei az értékorientált vállalatirányítás számára elegendően pontosnak, könnyen illusztrálhatónak minősülnek, amely grafikus ábrázolási lehetőség javítja a modell-transzparenciát és hozzáférhetőséget.

REÁLOPCIÓK A VILLAMOSENERGIA-SZEKTORBAN, EMPIRIKUS KUTATÁS

A következőkben a villamosenergia-szektor beruházásainál vizsgálom meg a reálopció-elmélet alkalmazási lehetőségeit egyedi beruházásértékelési szinten. A villamosenergia-beruházások értékelését, a villamosenergia-összetétel tervezését, a szektorra jellemző beruházási projekteket, a projektek összességét vizsgálva egy, több szempontból összetett problémával van dolgunk. A beruházási döntéshozatal komplexitását eredményezik a szektor beruházásaira jellemző specialitásokból adódó értékelési nehézségek (irreverzibilitás, bizonytalanság, hosszú táv); valamint magának a szektornak az adottságai (számos, eltérő preferenciával és kockázati attitűddel rendelkező szereplő; változó regulációs és piaci környezet; a villamosenergia mint áru speciális jellege).

A villamosenergia-piaci liberalizációt megelőzően nem jellemző az opcióelmélet alkalmazása az erőmű-beruházási döntések vizsgálata során. Ennek oka az eljárásnak a

villamosenergia-szektor korábbi beruházási döntési fókuszától idegen profitorientáltsága. *Crousillat* (1989) szerint a liberalizációt megelőzően a kereslet változatlanágából, biztonságából adódóan a profitmaximalizálás célkitűzése a költségminimalizálással azonos eredményre vezetett. Mindez nem teljesül verseny-, illetve nem tökéletes piaci körülmények között, ahol az árak nem az egyensúly által jönnek létre. Az eljárás elvetése melletti érv lehetett továbbá a regulált piacok beruházási rugalmasságának hiánya.

A reálopció-értékelés megértésének legegyszerűbb módja, ha a reálopciókra mint a nettó jelenértékhez hasonló analitikus eszközökre tekintünk. Mi több, egy adott projekt reálopció értékének számítása nem sokban tér el a hagyományos diszkontált pénzárameljárástól. Jobbára azonos inputadatok alapján bizonyos körülmények között a két eljárás még azonos eredményre is vezet. Egy nagyon fontos eltérés azonban, hogy a reálopció értékének számításában a projektben rejlő stratégiai érték azonosítását is végrehajtja. A reálopció érték nem más, mint a nettó jelenértéknek, valamint e stratégiai értéknek összege, ahol a reálopció érték sosem lehet kisebb, mint a nettó jelenérték; illetve egy projekt attól függetlenül rendelkezhet értékkel, hogy annak nettó jelenértéke negatív vagy nullával egyenlő.

A stratégiai projektérték abban az esetben jelentkezik és annál nagyobb lesz, minél inkább jellemző a beruházásra a bizonytalanság és a flexibilitásnak valamilyen mértékű kombinációja. Fontos megjegyezni ezen a ponton, hogy a bizonytalanság jelenléte önmagában nem eredményez stratégiai értéket a beruházó számára anélkül, hogy a rugalmasság jelen lenne az adott projektben, lehetővé téve a bizonytalanság kezelését. Reálopció szempontból ez a rugalmasság egy lehetőség, amely a villamosenergia-szektorban lehet az erőmű-beruházás halasztásának, az erőmű leállításának, a fűtőanyag váltásának, az erőmű

földrajzi mozgatójának, a technológia megválasztásának, a piacra lépésnek, a gyorsabb leírásnak a lehetősége.

Stratégiai érték keletkezhet, amennyiben egy bizonytalan projektre egyértelműen jellemző a rugalmasság, azonban pusztán a bizonytalanság önmagában nem képes értéket generálni. A projektrugalmasság az a beruházási karakterisztika, amely képes hozzáadott értéket teremteni a bizonytalanságtól függetlenül. A halasztás, a bővítés, valamint az elvetés rugalmasságát elemeztem.

A következőkben tíz, potenciálisan a hazai összetételbe vonható villamosenergia-termelési technológiának a reálopció-értékelését hajtom végre. A reálopció-elemzés első lépése magának az értékelési eljárásnak a kiválasztása. Empirikus kutatásom során a binomiális eljárást alkalmazom. A reálopció-értékelés végrehajtásához a modell paramétereinek meghatározása szükséges.

ALAPTERMÉK A reálopció alapterméke magának a projektnek az értéke, amely nem más, mint az adott technológia üzembe helyezését

követően realizált pénzáramok jelenértéke. Az alaptermék értékének konkretizálása érdekében fontos megvizsgálunk, hogy ezen jelenértékek kalkulálása során azok alakulására vonatkozó különféle forgatókönyveket figyelembe vettük-e vagy sem. Amennyiben a jövőbeni pénzáramok jelenértékének számítása során forgatókönyv-elemzést expliciten nem hajtottunk végre, az alaptermék értéke a diszkontált pénzáram módszerrel meghatározott, az egyes erőművek hasznos élettartama alatt realizálható szabad pénzáramok¹ összege lesz. Az 1. táblázat az egyes technológiák nettó jelenérték-, illetve belső megtérülési ráta számításának eredményét mutatja,² a technológiák összehasonlíthatósága érdekében egy hipotetikus, 3,6 TWh-s villamosenergia-fogyasztást feltételezve.

A táblázatban feltüntettem a hipotetikus kereslet kielégítése érdekében kiépítendő kapacitás beruházási költségét. Az adatok alapján több mint hatszor annyiba kerül egy (az átlagos blokkméret alapján több mint 230 elemből álló) napenergiapark kiépítése,

1. táblázat

REÁLOPCIÓ ELEMZÉS 1. LÉPÉSE – A VILLOMOSENERGIA-TERMELÉSI TECHNOLÓGIÁK NPV- ÉS IRR-ADATAI 3,6 TWH-S FOGYASZTÁST FELTÉTELEZVE

Technológia	NPV \$	IRR %	Kiépítendő kapacitás MW	Beruházási költség \$	FCF
Szén	2 032 082 150	31,74	495	1 074 501 000	3 106 583 151
Kőolaj	1 924 823 959	41,55	790	698 103 267	2 622 927 226
CCGT	1 868 057 620	60,32	520	441 769 856	2 309 827 476
Földgáz CHP	1 204 207 142	32,70	1027	663 013 699	1 867 220 840
Nukleáris LRW	1 576 445 222	21,71	457	1 576 445 222	3 152 890 445
Biomassza	1 151 905 594	20,26	535	1 405 341 433	2 557 247 027
Onshore	1 651 547 521	21,51	1135	1 911 162 651	3 562 710 172
Nap PV	-3 020 621 690	3,57	1422	6 831 260 166	3 810 638 476
Nap termál	-2 694 051 361	4,30	1532	6 763 027 267	4 068 975 906
Geotermikus	1 799 968 049	24,79	479	1 496 078 187	3 296 046 236

Forrás: saját számítás

üzembe helyezése, mint egy (közepes méretű) szénéromű felépítése, felszerelése a szükséges kereslet kielégítése érdekében.

A kiszámított NPV- és IRR-értékek alapján az adott eljárás döntési szabályai lehetővé teszik a technológiák értékteremtés, illetve elvárt hozamon felüli várható hozama szerinti sorba állítását, vagyis egy új összetételbe vonási sorrend (érdemességi sorrend) felállítását.

Szükségesnek éreztem ezen a ponton az összehasonlíthatóság érdekében egy újabb korrekció, a technológiák eltérő hasznos élettartamából adódó különbségek kiszűrését és úgynevezett pótlási láncok felrajzolását. A leghosszabb élettartamú vizsgálatba vont technológia hasznos élettartam adatát (nukleáris 50 év) tekintettem etalonnak, az egyes erőműtípusok hasznos élettartama alapján megállapítottam, hogy hányszor megvalósítva képesek a stabil, konstans kereslet 50 éven keresztül kielégítésére.

Itt hívnám fel a figyelmet az előző táblázatokban feltüntetett, immáron a gyakorlatban is alkalmazott, hagyományos diszkontált pénzárameljárás korlátaira. Ez az elemzés determinisztikus kockázatbecslést hajt végre, amikor is a kockázatmentes rátán felül kockázati prémiumot is azonosít (Teisberg, 1995). Ezzel az eljárással az ár alakulás sztochasztikus jellegét nem vesszük figyelembe. Gyors technológiai fejlődéssel, a piaci bizonytalanság számos megnyilvánulási formájával (output-, inputár, karbonköltség) jellemezhető szektorban ezt a feltevést nem fogadhatjuk el. Bár csábító a kockázatelemzés egyetlen egyedi kockázattal korrigált diszkontrátába integrálásának egyszerűsége, az új kockázati tényezők meg nem értéséből, helytelen közelítéséből származó hátrányok teljes bizonyossággal meghaladják az egyszerűsítés előnyeit.

KÖTÉSI ÁR A reálopció-elemzés kivitelezése érdekében szükséges következő paraméter az

opció kötési ára, amely a villamosenergia-beruházásoknál nem más, mint a kivitelezési időszak alatt realizált pénzkáramlások jelenértéke (3,6 TWh-s fogyasztást kielégítő erőmű, illetve erőműpark beruházási költségének jelenre vetített értékét az 1. táblázat ötödik oszlopa mutatja).

FUTAMIDŐ A reálopciók különféle típusainál egy és öt év közötti futamidőt, valamint az árazás alapjául szolgáló binomiális számítások során negyedéves (ugrási) időközöket feltételeztem.

DISZKONTRÁTA A reálopció-elemzés során a kockázatmentes rátára van szükségünk. A leghosszabb futamidejű elérhető magyar állampapír (2028/A-jelű)³ 8 százalékos hozamával kalkuláltam számításaim során.

VOLATILITÁS Az alaptermék értékének meghatározását követően a projektbizonytalanság azonosításával és számszerűsítésével kezdtem foglalkozni. Reedman és társai (2006) szerint a villamosenergia-beruházási projektek bizonytalansági tényezői közül a villamosenergia piaci ára, a fűtőanyag ára, a karbonár (költség), valamint a projektérték modellezése célszerű. E kiválasztott bizonytalansági tényezők modellezésének folyamata nem más, mint a villamosenergia-piac tanulmányozása, valamint az elemzéshez szükséges múltbeli adatok beszerzését követően végrehajtott volatilitászámítás. E változékonyság becslése minden bizonnyal a reálopció-elemzés legnehezebb feladata. A pénzügyi opciók árát azok alapjául szolgáló pénzügyi termékek értékéből származtatjuk. Az opció volatilitását következőképpen levezethetjük az alapeszköz piaci árának múltbeli alakulása alapján vagy az opció piaci árára épülő B/S-modell segítségével. Egy reálopciónál a volatilitás becslése ennél jóval nehezebb feladat, hiszen nem áll rendelkezésünkre az alaptermék múltbeli hozamsora vagy jelenlegi piaci ára.

Fraye és *Uludere* (2001) egy adott erőmű hasznos élettartamával közel megegyező fu-

tamidejű (*futures*) szerződések árfolyamszórásával közelítették a reálopció-volatilitást. Copeland és Antikarov (2003) javaslata szerint a reálopció volatilitása közelíthető a projekt opció nélkül feltételezett érték (NPV-) Monte Carlo-szimulációjának eredményeként kapott kockázatbecsléssel.

E tanulmány célja nem a volatilitásközelítési eljárások közüli választás, így a továbbiakban a források által leggyakrabban alkalmazott, a gyakorlati szakembereket sem elrettentő, nem mellesleg módszertani kvalitásaimmal szinkronban lévő MC-szimulációs eljárással végzem el az egyes erőmű-beruházások volatilitásának becslését.

A kiválasztott bizonytalansági tényezők valószínűség-eloszlását, átlagértékét, valamint szórását az Oracle Crystal Ball™ alkalmazás segítségével állapítottam meg. Mivel minden bizonytalansági tényező ár, ezért feltételezhetjük, hogy azok nem vehetnek fel negatív értéket. Amennyiben elfogadjuk, hogy létezik az a tendencia, amely szerint az árak visszagravitálnak a fundamentális értékhez, akkor ez az átlaghoz való visszatérést eredményezi hosszú távon, vagyis az árfolyamok valamilyen mértékű előrejelezhetőségét, azok véletlenszerű mozgása helyett. Mindez, valamint a nemnegativitás együttesen az átlaghoz visszahúzó tulajdonsággal bíró log-normális eloszlás alkalmazását tette célszerűvé a számításaim során.

A reálopció-modell projektérték-volatilitása a projektérték-kockázat szórásával jellemezhető. A MC-szimuláció során a bizonytalansági tényezők 5000 értékpárjára kalkuláltam a vonatkozó projektérték hozamokat. Mun (2006) eljárását követtem, amikor a szimuláció első lépéseként a korábbiakban számszerűsített pénzáramadatok alapján meghatároztam a projekt éves hozamát a PV_t és PV_0 hányados logaritmusaként, ahol PV_t a jövőbeni pénzáramok piaci értékének jelenértéke a $(t+1)$ -dik évtől a T -dik

évig a következők szerint (folytonos kamatozást feltételezve):

$$PV_t = \sum_{k=t+1}^T FCF_k \times e^{-r \times (k-t)}$$

FCF_t a teljes hasznos élettartam (T) t -dik periódusának szabad pénzárama, r az elvárt hozam.

Ennek megfelelően a projekt jelenértéke t -dik periódusban (V_t) a jövőbeni pénzáramok jelenértékének (PV_t), valamint a t -dik periódus szabad pénzáramának (FCF_t) összege:

$$V_t = PV_t + FCF_t$$

Legyen z egy véletlen változó, amely a projekt t -dik és $(t+1)$ -dik periódus között értelmezett folytonos hozama. Ekkor a projekthozam eloszlásának becslési függvénye

$$z = 1n \left[\frac{V_{t+1}}{V_t} \right]$$

Copeland és Antikarov (2003) V_t és V_0 különbség logaritmusának szórását szimulálja azzal a feltevéssel, hogy V_0 várható értéke konstans. Így egy projekt volatilitása

$$z = 1n \left[\frac{V_1}{E[V_0]} \right] = 1n \left[\frac{V_1}{E[PV_0]} \right]$$

kifejezés szórása lesz. A képlet nevezőjét konstansnak feltételezve a számláló szimulációját hajtottam végre elsőként a projekthozamok gyakorisági eloszlásának származtatása érdekében, amely eloszlás szórása nem más, mint a projektérték-kockázat, amelyre a reálopció-árazás felsőági és alsóági kockázati viselkedésének modellezéséhez van szükség.

A reálopció értékelés folyamata

A reálopció elemzés során a Cox-, Ross- és Rubinstein- (1979) féle binomiális modellt írtam fel, azzal a feltételezéssel, hogy a pro-

jekt értéke minden Δt periódusban felvehet Vu értéket p valószínűséggel, illetve Vd értéket $1-p$ valószínűséggel, ahol

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}},$$

$$d = \frac{1}{u}, \text{ illetve}$$

$$p = \frac{1+r-d}{u-d}$$

(σ a projekt volatilitás). A binomiális reálopció-árazás annál pontosabban képes becsléni az opció értékét, minél kisebb időközöket feltételezünk az „ugrások” között, ezért a binomiális fák felrajzolásakor az elágazások negyedévente bekövetkeztéből indultam ki, vagyis az egyéves futamidejű reálopció négy elágazást követően öt ágból, míg egy ötéves futamidejű reálopció húsz elágazást követően 21 ágból áll. A különféle reálopció típusok

binomiális árazása során felhasznált input- adatokat, az ugrási paramétereket, valamint a kalkulált kockázatsemleges valószínűséget a 2. táblázat összegzi.

Amennyiben bevonjuk a vizsgálatba a környezeti bizonytalanságot, a fosszilis technológiák eredményei jelentősen módosulnak. A három bizonytalansági tényező együttes hatását tükröző projektérték-volatilitások drasztikusan megemelkednek (3. táblázat dőlt betűs adatsora), illetve ezáltal a binomiális árazás paraméterei is módosulnak.

Halasztási reálopció

Elsőként a halasztási opciók birtoklását feltételeztem. A kiválasztott tíz villamosener-

2. táblázat

A REÁLOPCIÓK BINOMIÁLIS ÁRAZÁSÁNAK INPUTPARAMÉTEREI

	SZÉN	Kőolaj	CCGT	Nukleáris	LRW	Onshore szél	Biomassza	Földgáz	CHP	Nap PV	Nap termál	Geotermikus
Az alaptermék jelenértéke, m\$	3 107	2 623	2 310	3 153	3 563	2 557	1 867	3 811	4 069	3 296		
	<i>2 361</i>	<i>1 987</i>	<i>1 908</i>	<i>3 153</i>	<i>3 563</i>	<i>2 578</i>	<i>1 434</i>	<i>3 811</i>	<i>4 069</i>	<i>3 269</i>		
Az alaptermék beruházási költsége, m\$	1 075	698	442	1 576	1 911	1 405	663	6 831	6 763	1 496		
Az opció futamideje (év)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Intervallumok száma	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Kockázatmentes ráta, %	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
Szórás, %	35	33	31	18	28	29	32	32	28	31		
	<i>48</i>	<i>51</i>	<i>52</i>	<i>18</i>	<i>28</i>	<i>33</i>	<i>54</i>	<i>32</i>	<i>28</i>	<i>31</i>		
Opciók paraméterek	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019		
u	1,191	1,179	1,168	1,094	1,15	1,156	1,174	1,174	1,15	1,168		
	<i>1,27</i>	<i>1,29</i>	<i>1,30</i>	<i>1,09</i>	<i>1,15</i>	<i>1,18</i>	<i>1,31</i>	<i>1,17</i>	<i>1,15</i>	<i>1,17</i>		
d	0,839	0,848	0,856	0,914	0,869	0,865	0,852	0,852	0,869	0,856		
	<i>0,79</i>	<i>0,77</i>	<i>0,77</i>	<i>0,91</i>	<i>0,87</i>	<i>0,85</i>	<i>0,76</i>	<i>0,85</i>	<i>0,87</i>	<i>0,86</i>		
Kockázatsemleges p	0,512	0,517	0,524	0,585	0,534	0,531	0,521	0,521	0,534	0,524		
	<i>0,48</i>	<i>0,47</i>	<i>0,47</i>	<i>0,59</i>	<i>0,53</i>	<i>0,52</i>	<i>0,47</i>	<i>0,52</i>	<i>0,53</i>	<i>0,52</i>		

Forrás: saját számítás

gia-termelési technológiánál egy-, két-, három-, négy-, valamint ötéves halasztási opció futamidőkből indultam ki és arra a kérdésre kerestem a választ, hogy melyik az a technológia, amelynek halasztása az adott periódusban a legkifizetődőbb. Mint várható volt, a maximális projektérték [*nettó jelenérték + opció (stratégiai) érték*] a leghosszabb opciós futamidő mellett jött létre, vagyis minél tovább halasztjuk egy adott projekt megvalósítását, az annál nagyobb értéket generál. Az igazán érdekes esetet a negatív nettó jelenérték adatokkal rendelkező szolártechnológiák szolgáltatták. A fotovoltaikus napelemek pozitív projektértékének realizálása érdekében ötéves halasztási periódusból kell kiindulnunk, míg a termál napegységek akár négyéves halasztási opció-futamidőt feltételezve is képesek (bár szerény, de pozitív) értéket teremteni a beruházó számára, vagyis a projektérték a negyedik periódusban vált pozitív előjelűre, azzal a megjegyzéssel, hogy természetesen a legnagyobb projektérték ebben az esetben is a maximális halasztásireálción-futamidőt feltételezve alakul ki.

A környezeti bizonytalanságot mellőzve minden futamidő mellett a szénerőművek teremtik a legnagyobb értéket, amely projektérték már négyéves futamidő mellett meghaladja a bármely más technológia megvalósításánál realizálható maximális értéket. Jelentősen módosult a technológiák rangsora a környezeti bizonytalanság vizsgálatba vonásánál. A környezeti terhek által szignifikánsan sújtott fosszilis technológiák elvesztették uralkodó helyüket, és két megújuló energiaforrás-alapú technológia, a geotermikus, valamint a szélerőművek domináns értékteremtését mutatják az eredmények. A nukleáris technológia követi ezeket a rangsorban, majd a számos forrás (Declercq, 2006; Federico, 2010) által legrugalmasabb technológiának kikiáltott földgázalapú termelési eljárások következnek.

Elvetési reálción

Bár, ahogyan azt az elméleti áttekintés során kiemelttem, egy elvetési reálción kritikus

3. táblázat

AZ ELVETÉSI REÁLCIÓN ÉRTÉKE HÁROM BIZONYTALANSÁGI TÉNYEZŐT FIGYELEMBE VÉVE

	Elvetési opció értéke						NPV*
	NPV	1 év	2 év	3 év	4 év	5 év	
Szén	1 286	0	0,37	0,42	0,24	0,05	1 286,42
Kőolaj	1 289	0	0,1	0,24	0,14	0,03	1 289,24
CCGT	1 466	0	0	0,02	0,03	0	1 466,03
Földgáz CHP	771	0	0,53	1,19	0,67	0,14	772,19
Nukleáris LRW	1 577	0	0	0	0	0	1 577
Biomassza	1 173	0	0	0,01	0	0	1 173,01
Onshore	1 652	0	0	0	0	0	1 652
Nap PV	-3 020	210,01	98,47	38,02	8,02	0,37	-2 810
Nap termál	-2 694	111,39	47,38	14,29	1,89	0,04	-2 582,6
Geotermikus	1 800	0	0	0	0	0	1 800

NPV*=NPV+max(stratégiai érték)

Forrás: saját számítás

pontja az elvetés optimális időpontjának megállapítása, a villamosenergia-kapacitás tervezése kapcsán még nehezebb feladat hárul a projektértékelőre az úgynevezett végérték, vagyis az elvetéskor az erőmű értékesítéséből, illetve likvidálásából származó pénzáram megállapítása kapcsán. Tekintettel a villamosenergia-termelő beruházások nagymértékű irreverzibilitására, számításaim során abból a feltevésből indultam ki, hogy az első évet követően a teljes kezdő pénzáram 50 százaléknak realizálása, majd ezt követően 10 százalékkal csökkenő mértéke, vagyis kétéves elvetési reálopció futamidőt feltételezve 40 százalék, háromnál 30 százalék, négy éves futamidő mellett 20 százalék, illetve a maximális öt éves futamidőnél 10 százalékos a végérték.

A reálopciók árazás alapján a pozitív nettó jelenértékkel bíró projekteknél a likvidálásnak ilyen körülmények között nincsen értelme, vagyis nem rendelhető stratégiai érték az egyes termelési technológiákhoz. A negatív nettó jelenértékű projekteknél minél előbb elveti a beruházó az értékromboló projekteket és megkísérli az amúgy visszafordíthatatlan beruházás egy részét megmenteni, annál nagyobb opció érték keletkezik. Fontos észrevennünk, hogy a jelentős negatív nettó jelenértékű projekteknél ez mind a környezeti bizonytalanság figyelembevétele, mind annak mellőzése esetében nem jelent mást, mint a veszteségek minimalizálását, hiszen még az egy év utáni likvidálás is jelentős értékrombolást okoz a beruházó vállalkozás életében.

Bővítési reálopció

A bővítési reálopciók alapvető karakterisztikáinak átgondolásakor kettős motiváció vezérelt. Egyrészt lehetőséget láttam a tanulási ráták, a kapacitásduplázódás következtében megvalósuló beruházási költség-csökkenés modellbe vonására, másrészt a kapacitástervezés egy

kulcskérdésének: bővítsünk vagy új beruházást hajtsunk végre kérdésének megválaszolására. E reálopciók kapcsán tehát első lépésben az egyes technológiák tanulási rátáinak azonosítását hajtottam végre európai uniós adatbázisok alapján (ECN, 2004), majd ezt követően feltételeztem, hogy az adott technológiák 50 százalékos bővítését hajtja végre a beruházó az első megvalósítást követő ötödik év végén a kezdeti tőkeszükséglethez képest a tanulási ráták 50 százaléknak megfelelő költségcsökkenés mellett. Következő lépésben a technológia duplázódását, vagyis a 100 százalékos kapacitásbővítést vizsgáltam minden technológia egyedi hasznos élettartamának végén, a beruházási költségek tanulási rátáknak megfelelő mértékű költségcsökkenésének feltevésével.

A környezeti szempontok előtérbe kerülése következtében a fosszilis technológiák, elsősorban a szén- és földgázalapú erőművek bővítése nem tűnik racionális befektetői magatartásnak. A projektérték-kockázat következtében az alacsony tanulási rátával jellemezhető technológiák bővítési reálopciójának értéke szignifikánsan csökkent, míg a jelentős költségcsökkentési potenciállal kecsegtető technológiák kockázatemelkedése a stratégiai érték növekedését okozta.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A tanulmány a hagyományos beruházásértékelési eljárások alternatívájaként emlegetett elméletnek, a reálopciók alkalmazásának stratégiai szemléletű lépéseit járta körbe elsősorban azzal a céllal, hogy megismertesse az olvasót a reálopciók alkalmazhatóságát lehetővé tevő speciális körülményekkel, a legfőbb rendelkezésre álló reálopció típusokkal, valamint azok értékelésére rendelkezésre álló eljárásokkal. A domináns villamosenergia-szektor jelenléte kapcsán az olvasóban

felmerülhet a kérdés, hogy vajon a szektor szolgálta az elméletet vagy az elmélet szolgálta a szektort a tanulmányban. A válasz nem egyszerű.

Kétségtelen, hogy a villamosenergia-szektor a beruházásait körülvevő jelentős mértékű bizonytalanságnak, valamint a magas elsüllyedt költségek és a beruházás időzítésének rugalmassága közötti interakció kombinálásában rejlő potenciálnak együttese teszi különösen érdekes területté a reálopció-elmélet számára; ugyanakkor a dolgozat empirikus eredményeinek interpretálásakor egyértelműen a reálopció-elméletnek a beruházások optimalizálásához való hozzájárulása kapott kiemelt szerepet.

Összességében a környezeti dimenzió modellbe foglalása jelentős hozzáadott érték-

ket teremtett mind a kockázatmegragadási, mind az értékteremtési szempontok kapcsán. A végrehajtott reálopció-árazás véleményem szerint lehetővé teszi a bizonytalansági tényezők pénzáramokra, projekt-kockázatra, értékteremtésre kifejtett hatásának együttes figyelembevételét. A reálopció-elemzés véleményem szerint aprólékos, és sok felhasznált elriasztóan összetett projektvolatilitás becslésén, valamint a megfelelő statisztikai és matematikai elemző szoftverek által, illetve IT-támogatott opció árazási folyamatán keresztül képes a komplex műszaki rendszerek beruházási alternatíváinak kockázat-hozam karakterisztikáját az értékteremtő mind környezeti, mind profitszempontból optimális beruházási döntéshozatalának szolgálatába állítani.

JEGYZETEK

¹ A számításaim során felhasznált paramétereket két csoportba sorolhatjuk, a műszaki, technológiai eredetű tényezőkre, valamint a pénzügyi-gazdasági becslésekre alapozott változókra. 13 adatbázisra támaszkodtam (AEO, 2008; AEO, 2011; EERE, 2008; EIA, 2010; IEA, 2010; Minicam, 2008; NREL-SEAC, 2008; Oxera, 2011; POWER SWITCH, 2003; PB, 2011; Raeng, 2004; Risto T. – AijaK. 2008; Stretton S., 2010). Az adatbázisok eltérő részletezettséggel közölnek eltérő mértékegységű, pénznemű, illetve időpontra vonatkozó információkat a technikai, valamint pénzügyi-gazdasági paramétereikről. Következésképpen számításaim kivitelezése érdekében első lépésben „közös nevezőre” kellett hoznom ezeket az adatokat, vagyis elvégeztem a megfelelő átváltásokat, illetve az egy időpontra hozattam. Ezt követően a kapott adatok továbbra is jelentős szóródást mutatnak, amelynek érdekében minimumokat, maximumokat, valamint átlagértéket számoltam,

majd minden egyes paraméternél megfelelő indoklást követően a felhasználandó adathalmazt kiválasztottam.

² Szabad pénzáramszámítás képlete:

$$FCF = \sum_{t=1}^n 8760 \times TF \times méret \times ár - O\&M FC \times 1000 \times méret - O\&M VC \times 8760 \times TF \times méret - \dot{U}A \times 8760 \times TF \times méret$$

ahol FCF =szabad pénzáram; TF = terhelési faktor; $O\&M VC$ a működési és karbantartási változó költség; $O\&M FC$ működési és karbantartási állandó költség; $\dot{U}A$ az üzemanyag költség; ár a villamosenergia mint áru piaci ára;

Nettó jelenérték-számítás képlete:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} - CC \times 1000 \times méret,$$

ahol CC a beruházási költség.

³ Forrás: <http://www.akk.hu/object.67031834-75e5-46a3-9dc9-7296e536438a.ivy>; Letöltve: 2013.02.13.

IRODALOM

- AMRAM, N. – KULATILAKA, N. (1999): *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Boston: Harvard Business School Press
- BENAROCHE, M. (2002): Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective, *Journal Of Management Information Systems*. 19 (2): pp. 43 – 84
- BLACK, F. – SCHOLES, M. (1973): The Pricing Of Option And Corporate Liabilities. In: *Journal Of Political Economy*, H. 81, pp. 637–654
- BLYTH, W. – BRADLEY, R. – BUNN, D. – CLARKE, C. – WILSON, T. – YANG, M. (2007): Investment Risks Under Uncertainty. *Energy Policy*. 35, pp. 5766–5773
- BOCKEMÜHL, M. (2001): Realloptionstheorie Und Die Bewertung Von Produktinnovationen: Der Einfluss Von Wettbewerbseffekten. Wiesbaden
- BORISON, A., (2005): Real Options Analysis: Where Are The Emperor's Clothes. *Journal Of Applied Corporate Finance*. 17 (No. 2): pp. 17–31
- BRACH, M. (2003): *Real Options in Practice*. Hoboken
- BRENNAN, M.– SCHWARTZ, E. (1988): The Case For Convertibles. *Journal Of Applied Corporate Finance*. Vol. 1, pp. 55–64
- COPELAND, T. E. – ANTIKAROV, V. (2003): *Real Options: A Practitioner's Guide*. 2. Aufl., New York
- COPELAND, T. E. – KEENAN, P. T. (1998): How Much Is Flexibility Worth? In: *Mckinsey Quarterly*, Nr. 2, pp. 38–49.
- COURTNEY, H. – KIRKLAND, J. – VIGUERIE, P. (2001): Strategy Under Uncertainty. In: *Mckinsey Quarterly*, December 2001, pp. 5–14,
- COX, J. – ROSS, S. – RUBINSTEIN, M. (1979): Option Pricing: A Simplified Approach. In: *Journal Of Financial Economics*, Vol. 7, No. 3, pp. 229–263
- DEAN, J. (1951): *Capital Budgeting*. New York: Columbia University Press
- DIXIT, A. K. – PINDYCK, R. S. (1994): *Investment Under Uncertainty*. Princeton: Princeton University Press, 1994: pp. 93–132, 135–136
- DIXIT, A. – PINDYCK, R. S. (1995): The Options Approach to Capital investment. In: *Harvard Business Review*, May–June, pp. 105–115
- DÖRNER, W. (2003): *It-Investitionen: Investitionstheoretische Behandlung Von Unsicherheit*. Hamburg
- DREWS, J. (2003): Strategic Trends. In: *The Drug Industry. Drug Discovery Today*. 8/9. pp. 411–420
- FRAYER, J. – ULUDERE, N. Z. (2001): What Is It Worth? Application of Real Options Theory to the Valuation of Generation Assets. *The Electricity Journal*. 14(8): pp. 40–51
- HAN, H. J. (2008): *Estimating Project Volatility And Developing Decision Support System*. In: *Real Options Analysis*, Phd Dissertation, Auburn University, Auburn, Alabama, 2007
- HAYES, R. – ABERNATHY, W. (1980): Managing Our Way to Economic Decline. In: *Harvard Business Review*, Vol. 60, No. 3, pp. 71–79
- HOMMEL, U. (2000): Der Realloptionsansatz Wird Bald Standard Sein. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 8.5.
- HOMMEL, U. – LEHMANN, H. (2001): Die Bewertung Von Investitionsobjekten Mit Dem Realloptionsansatz – Ein Methodenüberblick. In: Hommel, U./Vollrath, R./Scholich, M. (Hrsg.): *Realloptionen In Der Unternehmenspraxis*. Berlin, pp. 113–129

- HUBBARD, G. R. (1994): Investments Under Uncertainty: Keeping One's Options Open. *Journal Of Economic Literature*. 32 (4): pp. 1816–1831
- HUNGENBERG, H. (2001): Strategisches Management In Unternehmen: Ziele–Prozesse–Verfahren. 2. Aufl., Wiesbaden
- KEMNA, A. (1993): Case Studies on Real Options. In: *Financial Management*, Vol. 22, No. 3 (Autumn): pp. 259–270
- KENSINGER, J. (1987): Adding The Value Of Active Management Into The Capital Budgeting Equation, In: *Midland Corporate Finance Journal*, Vol. 5, No. 1 (Spring): pp. 31–42
- KESTER, W. (1984): Today's Options For Tomorrow's Growth. In: *Hbr*, Vol. 62, No. 2 (1984): pp. 153–160
- KOGUT, B. – KULATILAKA N. (1994): Operating Flexibility, Global Manufacturing, and The Option Value of A Multinational Network. *Management Science*. Vol. 40, No. 1, January, pp. 123–139
- KUMAR, R. L. (1995): An Options View of investments in Expansion-Flexible Manufacturing Systems. *International Journal of Production Economics*. 38. pp. 281–291
- LUEHRMAN, T. A. (1998): Strategy as a Portfolio of Real Options. In: *Harvard Business Review*, September-October, pp. 89–99.
- MARGRABE, W. (1978): The Value Of An Option To Exchange One Asset For Another, In: *Journal Of Finance*, Vol. 33, No. 1, pp. 177–186
- MCDONALD, R. – SIEGEL, D. (1985): Investment And The Valuation Of Firms When There Is An Option To Shut Down. *International Economic*
- MUN, J. (2006): *Real Options Analysis: tools and Techniques for Valuing Strategic investments & Decisions*. Hoboken (New Jersey).
- MYERS, S. C. – MAJD, S. (1990): Abandonment-Value And Project Life. In: *Advances In Futures And Options Research*, Vol. 4, pp. 1–21
- MYERS, S. C. (1977): Determinants Of Corporate Borrowing, *Journal Of Financial Economics*. 5(2): pp. 147–176
- PRITSCH, G. (2000): *Realoptionen Als Controlling-Instrument*. Wiesbaden
- RÓZSA A. (2007): A reálcíók lehetőségei és korlátai a stratégiai beruházások értékelésében. Bgf Külk. Kar http://elib.kkf.hu/okt_publ/szf_19_06.pdf Letöltve: 2011. 05.14.
- TEISBERG, E. (1995): Methods For Evaluating Capital Investment Decisions Under Unvertainty, In: *Real Options In Capital Investment*, Hrsg. V. L. Trigeorgis, Westport, Ct, pp. 31–46
- TRIANITIS, A. J. (2000): Real Options And Corporate Risk Management. *Journal of Applied Corporate Finance*. 13 (2): pp. 64–73
- TRIGEORGIS, L. (1993): The Nature of Option interactions and the Valuation of investments With Multiple Options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 28(1): pp. 1–20
- TRIGEORGIS, L. (1997): *Real Option, Managerial Flexibility And Strategy in Resource Allocation*[M]. Massachusetts: The Mit Press
- VAN PUTTEN, A. B. – MACMILLAN, I. C. (2004): Making Real Options Really Work. *Harvard Business Review*. 82 (No. 12): pp. 134–141
- WITT, J. – KALTSCHMITT, M. (2003): Weltweite Nutzung Regenerativer Energien. In: *Bwk* 55, pp. 64–71