

A reálopció-s megközelítés alkalmazása az építészetben¹

Csapi Vivien – Rattig Anita

Pécsi Tudományegyetem

A komplex építészeti projekteket körülvevő jelentős mértékű bizonytalanságnak, valamint a magas elsüllyedt költségek és a beruházás időzítésének rugalmassága közötti interakció kombinálásában rejlő potenciálnak együttese különösen érdekes területté teszi a reálopció-elmélet számára. Tanulmányunk célja, hogy rávilágítsunk az építészeti projektek tervezésében, működésében rejlő bizonytalansági és rugalmassági karakterisztikákra, illetve a reálopció-s megközelítés alkalmazási lehetőségeire. Az ingatlanberuházók által viselt kockázat azonosítása kulcskérdés az innovatív, fenntartható épületekbe való beruházás vonzerejének emelése szempontjából.

Kulcsszavak:
bizonytalanság;
rugalmasság; fenntartható-,
zöld épület; reálopció

BEVEZETÉS

A standard értékelési eljárások legújabb és egyben azok legtöbb hiányosságának kiküszöbölésére alkalmas bővítése a reálopció-elmélet. A reálopció kifejezést Stewart Myers használta elsőként 1977-ben az opció-árazás alkalmazásának lehetőségeit vizsgálva a nem pénzügyi, elsődlegesen ingatlan befektetések értékelése területén, ahol a rugalmasság, és ezzel többletértéken 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 opció-elméletről a közgazdászok hamar felismerték, hogy a reál-beruházásokról hozott döntések számára figyelemreméltó hozzáadott értéket képes nyújtani (Black-Scholes, 1973; Merton, 1973). A pénzügyi opciókhoz hasonlóan a reálopciók birtoklásával jogok és nem kötelezettségek, tehát olyan működési/termelési fedezeti mechanizmusok tulajdonosává válunk, melyek a rugalmasságot, a környezetre való aktív reagálás képességét viszik be a menedzseri eszköztárba azzal, hogy a pénzügyi termékeknel jelen lévő lehetőségeket fizikai eszközökre értelmezik.

A reálopció-elmélet alapjai

A téma először az 1980-as és '90-es években keltette fel a tudósok mérsékelt figyelmét, azonban a széleskörű elterjedés váratott magára. A '90-es évek közepén² a reálopciók teremtették meg az átmenetet az opció-elmélet iránti visszafogott, specializált érdeklődéstől a tudomány és a szakma szempontjából is általánosan elfogadott főáramig (Borison, 2005).

A könnyen alkalmazható, instruktív diszkontált pénzáram alapú megközelítések a menedzsment passzív hozzáállását feltételezik (Kogut-Kulatilaka, 1994); implicit módon azzal a feltételezéssel élnek, hogy a projekt azonnal megkezdődik, és a várható hasznos élettartam végéig

folyamatosan működik, még akkor is, ha a jövő bizonytalan. Ennek következtében, a diszkontált pénzáram eljárások 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 alul-beruházáshoz, 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 reálopció-elmélet központi premiszszája szerint a menedzsment döntések fókuszában a flexibilitást növelő, a bizonytalanságot csökkentő opciók létrehozatala, majd ezek lehívása (érvényesítése) vagy le nem hívása (nem érvényesítése) áll. A reálopció-elmélet alapvető logikája emellett azon a felismerésen alapszik, hogy *a jövőbeli befektetési lehetőségek a korábbi beruházási elköteleződésnek közvetlen függvényei.*

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 projekt-működtetők milyen mértékű szabadságot kapnak az eszköz, vagy a projekt kezelése során. Ezek a kategóriák, a teljesség igénye nélkül, a következők lehetnek: *az időbeli dimenzió*n belül várakozási/halasztási reálopció, elvetési reálopció, leállítási/újraindítási reálopció; *a kiterjedési dimenzió*n belül bővítési reálopció, összehúzódsági reálopció, váltási reálopció, növekedési reálopció, összetett reálopció, feltárási reálopció, kiszervezési reálopció, szivárvány-opciók (Trigeorgis, 1996; Amram – Kulatilaka, 1998; Benaroch,

2002; Copeland – Antikarov, 2003). Amilyen hasznosnak tűnik az „opciós nyelvezet” a vállalatban jelenlévő cselekvési játékterek 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.

*Növekedési reálopció*² A növekedési vagy unlocking reálopció szerint egy adott beruházás előfutára vagy kiindulási alapja lehet egymással összefüggő projektek láncolatának, megnyitva ezzel jövőbeli növekedési lehetőségeket (pl.: új projektek, új folyamatok megvalósítása; új piac-penetráció; az alapkompenciák erősítése) (Kester, 1984). Ezeket a források *stratégiai növekedési lehetősége*eknek vagy *innovációs opció*knak is nevezik. A növekedési reálopciók célja sok esetben nem, illetve nem csupán az azonnali értékkeremtés, sokkal inkább jövőbeli üzleti lehetőségek előteremtése. A menedzsment számára a növekedési opciók jelentik a kiindulási alapot ahhoz, hogy pótlólagos projektek illetőleg 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.* Opciók szempontból úgy is felfoghatók a növeke-

„A reálopció-elmélet központi premiszszája szerint a menedzsment döntések fókuszában a flexibilitást növelő, a bizonytalanságot csökkentő opciók létrehozatala, majd ezek lehívása (érvényesítése) vagy le nem hívása (nem érvényesítése) áll. A reálopció-elmélet alapvető logikája emellett azon a felismerésen alapszik, hogy a jövőbeli befektetési lehetőségek a korábbi beruházási elköteleződésnek közvetlen függvényei.”

dési opciók, mint esetleges pótlólagos projektek tökéértékére kiírt vételi opciók (Courtney, 2001; Hungenberg, 2001). A vállalati gyakorlatban ezek az opciók a vállalat speciális humántőkéjén, technológiai tudásán vagy domináns piaci pozíción 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 leál-lás, illetve és/vagy operatív alkalmazkodás formájában. A növekedési opciókkal ellentétben a biztosítási reálopciók védik a vállalatot az esetleges veszteség kockázatokkal szemben olyan módon, hogy azok elkerüljék pénzáramaik csökkenését (Copeland – Hove, 2002). A biztosítási logikától füg-gően 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 (Trigeorgis – Mason, 2001). Tipikus biztosítási reálopciók a *bővítési/összehúzási (azaz méretezési) opciók*, ahol a bővítési reál-opció 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, hatóköré-nek korlátozására vonatkozó lehetőségeit mérlegeli a vállalkozás. A biztosítási reál-opciók közé soroljuk a *váltási reálopciókat*, melyek lehetővé teszik a projekt működtető számára, hogy az eszközön a piaci követelményeket követve átváltsion 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 gyárt tulajdonos megváltoztathatja a gyár termelési kosarát, vagy ugyanazt a kimenetet nyújtja, megváltoztatott alapanyagokból (Hommel, 2000). Végül szintén a bizto-

sítási opciók között találkozhatunk a *leállítási és újraindítási reálopciókkal*. Ha rossz-szak a piaci feltételek, akkor a vállalat leál-líthatja a termelést. A piaci helyzet javulá-sakor végrehajthatja a termelés újraindí-tásába irányuló befektetést. A leállítási és újraindítási reálopció lényegében nem más, mint két egymással összekapcsolt lehetősé-g. Lehetőséget kedvezőtlen piaci felté-telek esetén a beruházás befagyasztására, amennyiben a projektből származó pénz-áramok nem képesek a változó költségek fedezetére, majd a kedvezőre forduló piaci körülmények esetében következhet a máso-dik lehetőség lehívása, a beruházás újrain-dítása (McDonald – Siegel, 1985; Brennan – Schwartz, 1978).

Egy tanulási reálopció, Copeland és Keenen (1998) kategorizálása szerint a harmadik reálopciók csoport, lehetővé teszi a befektetési döntéshozatal kitolását, csök-kenti annak a kockázatot, hogy a menedzs-ment hiányos információk alapján visszafordíthatatlan döntéseket hozzon, és így kedvezőtlen következményeket szenvedjen el. A tanulási opció értéke, ebből követke-zően, a visszafordíthatatlan befektetés adott bizonytalansági tényezők melletti halasztá-sának lehetőségéből eredeztethető, tehát a (ki)várás értékéből. Vagyis egy vételi opci-óval egyenértékű, aminek tárgya maga a döntés (Brach, 2003; Pritsch, 2000). Ide tar-tozik a *halasztási reálopció*. Az a vállalat, amely a beruházások időzítésének képes-ségét, az időzítési rugalmasságát már bir-tokolja azért, hogy feladja ezt a rugalmas-ságot jogosan vár el pénzügyi kompenzá-ciót az azonnali megvalósítás esetében, az új információkra való várakozás helyett (Blyth et. al. 2007). Egy beruházás elha-lasztása a kezdő pénzáram eszközölését megelőzően értéket képvisel a befektető számára (Dixit – Pindyck, 1994; Ingesoll – Ross, 1992; McDonald – Siegel, 1986). Minél nagyobb bizonytalanság vesz körül egy döntést, a vállalatvezetők annál inkább preferálják a projekt kivitelezés *halasztását*, fenntartva annak a lehetőségét, hogy a pro-jektet egy jövőbeli időpontban valósítsák

meg (Myers, 1977). Mivel a termelés vagy a későbbi termelés elérhetőségét determináló tevékenységek nem halaszthatóak a végtelességgig, 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 leállításával mellett, a benne foglalt eszközök, tőkejavak likvidálása, majd a likvidálásból származó összegek máshol történő felhasználása mellett (Myers – Majd, 1990; Hubbard, 1994). Az elvetés lehetősége csak abban az esetben 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

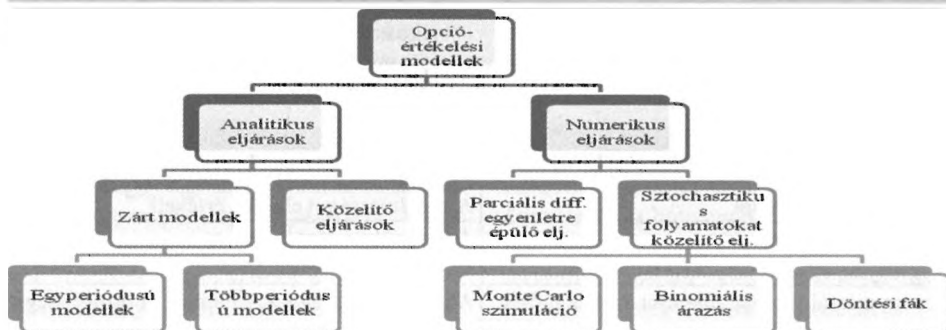
Amennyiben az opció-elméletet, és ezen belül is a reálopciókat választottuk a beruházási döntéshozatal támogató módszerként, felmerül a kérdés, hogy milyen konkrét opció-értékelési eljárást alkalmazunk. A tradicionális pénzügyi iroda-

lom hangsúlyozza, hogy egy eszköz értékét jövőbeli pénzáramai határozzák meg. Amíg ezek a pénzáramok biztosak, illetve a pénzáramok biztosságát feltételezzük az értékelő legkritikusabb feladata megtalálni a megfelelő diszkontrátát. A bizonytalanság feltételezése, illetve megjelenése bonyolítja elsőként ezt a feladatot, hiszen immáron nem csupán a pénz időértékét, de a kockázati attitűdöt is figyelembe kívánjuk venni. Erre tett kísérletet a kockázati prémiummal, bizonyossági egyenértékessel eljárásal a szakirodalom (Sharpe, 1964; Robichek – Myers, 1966).

Az értékelési probléma komplexitását fokozza ha a pénzáramok a kockázat változó nemlineáris függvényeként alakulnak. Erre megoldást jelenthet a pénzáramok múltbeli adatok alapján történő származtatása, vagyis az ún. forward indukciós módszer bevetése. Az eljárás korlátja, hogy csupán abban az esetben alkalmazható, amennyiben a jelenlegi pénzáramok nem függenek jövőbeli eseményektől. Nyilvánvaló, hogy ez a feltevés a jelen beruházásai esetében nem állja meg a helyét. Abban az esetben, ha a vizsgált pénzáramok nem csupán múltbeli, de jövőbeli tényezők függvényei, az ún. backward indukciót célszerű alkalmazni (Cortazar, 2000).

Az 1. számú ábra a reálopciók értékelési módszerek rendszerezését mutatja be. Ezek az értékelési eljárások az adott döntési szituációban egyedi előnyökkel és hátrányok-

1. ábra: Az opcióértékelési eljárások osztályozása



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

kal rendelkezhetnek. Emiatt fontos 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 sok esetben 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 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 precizításban sok esetben alulmarad a B/S-moddellel szemben, eredményei az értékorientált vállalatirányítás számára elegendően pontosnak, könnyen illusztrálhatónak minősülnek, mely grafikus ábrázolási

lehetőség javítja a modell-transzparenciát és hozzáférhetőséget.

A reálopció-elmélet kiterjesztése

Az utóbbi évtizedben a reálopció-elmélet kiterjesztéseként a *reál-projektekre* értelmezett opciók mellett megjelent a *reál-projektekben* értelmezett opcionális fogalma. A projektekre értelmezett reálopciókra tekinthetünk úgy, mint egy-egy technológiára, reáliára kiírt pénzügyi opciókra, ahol maga a technológia fekete dobozként értelmezett. Ezzel szemben a projektekben vizsgált reálopciókat azért keltették életre, hogy az aktuális technológiai rendszert megváltoztassák.

A projektekre értelmezett reálopciók jellemzően a beruházási lehetőségek értékelésével foglalkoznak, míg a projektekben foglalt reálopciók a rugalmasság kialakításával. A projektekre értelmezett reálopciók fókuszában a pontos érték meghatározáson keresztüli döntéstámogatás áll, míg a projektekben foglalt reálopciók célja a „belevágni, vagy sem” kérdések megválaszolása. Ebből is következik, hogy az utóbbi esetben maga az érték meghatározás, illetve kvantifikálás nem kap kiemelt szerepet, itt elsősorban a rugalmasságnak kvalitatív megragadásán van a hangsúly (lásd *I. számú táblázat*).

A projektekben értelmezett reálopciók kiemelt jelentőséget kapnak a műszaki rendszerek elemzésére irányuló tanulmányokban. Mindez a nagy méretű műszaki projektek három alaptulajdonságára vezethető vissza (Roos et. al., 2004):

- hosszú futamidő, hasznos élettartam (a távoli jövő keresletét szem előtt tartva kell terveznünk);

I. táblázat: Projektekre értelmezett versus projektekben foglalt reálopciók

Projektekre értelmezett reálopciók	Projektekben foglalt reálopciók
Lehetőségeket értékel	A rugalmasságot elemzi, értékeli
A hangsúly az értékelésen	A hangsúly a döntésen
Viszonylag egyszerűen definiálható	Nehezen megragadható
Az egymástól függés, valamint az útfüggőség kevésbé fontos kérdés	Az egymástól függés, valamint az útfüggőség kulcs-kérdés

Forrás: Saját szerkesztés de Neufville, 2002; de Weck et. al., 2004; Wang – de Neufville, 2004) alapján

- méretgazdaságossági megfontolások gyakran ösztönöznek különösen nagy volumenű építkezéseket;
- a távoli jövőre vonatkozó, jellemzően hibás előrejelzések folytán jelentős bizonytalanság övezi őket.

A legnagyobb problémát emellett a rugalmasság nehéz felismerhetőségének problémája okozza. Míg a projektekre értelmezett reálopciók esetében a technológiai, műszaki szempontok, a kölcsönhatások, az út-függőség nem kapnak kiemelt figyelmet, addig a projektekben foglalt reálopciók esetében a komplex technológiai korlátok gyakran eredményeznek kölcsönhatásokat, út-függőséget. Többek között ezen nehézségek, a szükséges információk szűkössége, valamint az opció értékelők számára korlátozott rendelkezése állása folytán, viszonylag szűknek tekinthető a terület szakirodalmá.

ÉPÍTÉSZETI PROJEKTEK ÉRTÉKELÉSE

A döntéstámogatásra irányuló eljárásokat ritkán alkalmazzák az építészetben, elsősorban annak heterogenitása folytán (Timmermans, 1993). Raftery (1991) a tervezési költség modellek három generációját különbözteti meg: az 1950-60-as évekre az *adatbázis alapú eljárások*, az 1970-es évektől egészen napjainkig a *regressziós modellek*, illetve az 1980-as évektől napjainkig a *bizonytalansági, és valószínűségi modellek* jellemzőek. A legújabb megközelítések leginkább az *életciklus-költség szemlélet*, az épület design értékelés terén végzett *bizonytalansági analízis* és az ingatlanok területén alkalmazott *reálopciók szemléletre* koncentrálnak jelentek meg.

A fenntarthatóság célja az, hogy elkerüljünk vagy legalábbis minimalizáljunk minden olyan, jelenlegi fogyasztási és beruházási tevékenységet, melynek káros jövőbeli következményei vannak. A tervezési és kivitelezési projektek tekintetében, melyek hosszú ideig tartanak, ez azt igényli, hogy a döntéshozó a döntéshozatal pillanatá-

ban figyelembe vegye a hosszú távú teljesítményt - pontosan ez az, aminek megragadására a teljes életciklus költség eljárások (LCC és LCA) törekednek. Az LCC és LCA technikák hátránya, hogy feltételezik a jövőbeli életciklus részletes előre jelezhetőségét, ami lehetetlen.

A fenntartható épületek pénzügyi értékelésére koncentrálnak irodalmak közül a legátfogóbb munka Kats (2003) nevéhez fűzhető, aki annak a hipotézisnek vizsgálatára vállalkozott, mely szerint a zöld épületek szignifikánsan magasabb költségeket produkálnak, mint a hagyományos épület-beruházás, illetve épület-üzemeltetés. A bizonytalanság, illetve kockázat figyelembe vételével nyert eredményei szerint a zöld épületek beruházási költségei átlagosan kevesebb, mint 2%-kal haladják meg a hagyományos épületek beruházási költségeit, mely inkrementális költségeknek akár 10-szeresét is elérhetik az életciklus során realizált működési költség megtakarítások.

Kats (2003) szerint e nem elhanyagolható mértékű költség megtakarítás realizálása több tényező függvénye. A költségkomponensek, a megtakarítási lehetőségek lehetnek viszonylag könnyen előre jelezhetőek (*az energia-, a vízfogyasztásból, a hulladék-termelésből eredő várható költségmegtakarítások*), de lehetnek relatíve bizonytalanok egyaránt, például a működési és egészségügyi konzekvenciák. Kérdés, hogy az energia-, a vízfogyasztásból, a hulladék-termelésből eredő várható költségmegtakarítások viszonylag jól előre jelezhetőek-e. Mindez több tényezőnek függvénye. A rendszer valóban a tervnek megfelelően működik? Az időjárási és éghajlati viszonyok az előzetes elemzések során figyelembe vett, tipikus lefutásnak megfelelően alakulnak? Mivel a befolyásoló paraméterek alakulását jelentős bizonytalanság övezi, ezért a hagyományos döntéstámogatási eljárások alapján tevékenykedő óvatos tervezők általában módszeresen alulértékelik a költségmegtakarítási potenciált.

A valószínűségi megközelítés a tervezési projektek különböző lehetséges elága-

zásainak feltérképezésével szolgálják a döntéshozatalt, illetve az elágazások közüli választást. Az 1950-es években szén-tüzelésű bojler volt csupán elérhető, amit az 1970-es években olaj-tüzelésű váltott le, majd az 1990-es évektől kezdve a gázbojler. Ennek előrejelzése az 1950-es években lehetetlen volt, ugyanakkor az elágazásokra számítani lehetett, ahogy azt sem tudjuk, hogy mit hoz a jövő mindössze valószínűsítjük, hogy környezeti, társadalmi, technológiai, esetleg költséghatékonysági szempontból jobbat.

A zöld építészeti megoldásokkal kapcsolatosan rendelkezésre álló reprezentatív adatok hiánya számos tényezőre vezethető vissza. A legtöbb fejlesztő saját tulajdonának tekinti a költségekre vonatkozó információkat, nem szívesen osztja meg azt másokkal. A zöld megoldások nem minden esetben kerülnek külön árazásra, szemben a hagyományos alternatívákkal. Számos megvalósult zöld épület bemutató-példánynak tekinthető, melyeken a továbbiakban olyan végső átalakításokra kerül sor, amik nem különíthetők el egyértelműen a zöld építészeti megoldásoktól. Egy vállalat első zöld épületének tervezése és kivitelezési folyamata gyakran jellemezhető jelentős tanulási költséggel és tervezés-ütemezési problémával. A zöld technológiák és rendszerek relatív újdonsága emellett taszító lehet az őket potenciálisan alkalmazó, konzervatív ügyfelek, tervezők és építészek szemében. Tülméretezhetik a zöld építészeti rendszereket, azok nem kerülnek teljes egészében integ-

rálásra az épületbe, ezzel a költségmegtakarítási és egyéb hasznok csökkennek. Ez a megfigyelés azt jelzi, hogy az innovatív, zöld építészeti technológiák használatához döntéshozatali támogatásra van szükség a pénzügyi implikációk, kockázatok és rugalmassági tényezők terén egyaránt.

Reálopciók megközelítés alkalmazása az építészetben

A reálopciók közelítés alkalmazásának nyomaira bukkanhatunk az építészetben, illetve a műszaki tudományokban. Geltner (1989) pénzügyi opció-árazási modellt alkalmazott annak érdekében, hogy elmagyarozza az üres, nem beépített városi területek jelenlegét. Geltner és társai (1996) opció-értékelési modellt alkalmaztak annak érdekében, hogy betekintést nyerjenek a földhasználati döntés hatásaiba. Patel és Paxson (2001) egy amerikai call opciók modellt alkalmaztak váltási opcióként két esetre: megmunkálás alatt álló tulajdon, illetve fejlesztésre váró tulajdon esetén. Kalligeros (2003) azonosította az épületcsoportok tervezési élettartamát, felismerve a régióban található jövőbeni kereslet bizonytalanságát. Valamennyi szerző alátámasztotta azt az érvelést, hogy az alapul szolgáló eszköz, vagyis a földtulajdon értéke geometriai Brown-mozgást követ.

Amennyiben a tervezés célját jelentős, a jövőbeli működéshez vagy működési környezethez köthető bizonytalanság veszi körül, a reálopció-elmélet szolgáltatja a megfelelő módszert a rugalmas ter-

2. ábra: A rugalmas tervezés reálopciók megközelítése



Forrás: Saját szerkesztés

vezéshez, mely lehetővé teszi az építészek és/vagy mérnökök számára egy tökéletesített terv megalkotását. A reálopciók megközelítés elősegíti a fenntartható épületek létrejöttét a helykihasználás rugalmasságán keresztül elért hasznos élettartam növekedéssel, illetve a nem standard, innovatív technológiák alkalmazásával megvalósuló rugalmas tervezéssel, melyek végső soron a kockázatok csökkenését eredményezik.

A megközelítés azon tervező csapatok munkáját kívánja segíteni, akik alapvetően már fontolóra vették a rugalmasság beépítését a tervezési folyamatba, illetve a kialakítandó tervezési célobjektumok kivitelezésébe és működésébe. Az ábra első két lépése, vagyis a bizonytalanság azonosítás, illetve a rugalmasság definiálása (*a lehetséges reálopciók típusok feltárása*) az információ-gyűjtési fázisban, míg a tervezés és értékelés, illetve a döntéshozatali szakaszok a tervezés-optimalizáció fázisban valósulnak meg. A reálopciók értékelési szakasz során a rugalmasság pénzügyi értékelését hajtjuk végre, ahol a rugalmasság épület (tervezési célobjektum) hasznos élettartamára definiált rugalmassági tényezők, opciók árazása történik. A teljes életciklus főkulcsa révén a reálopció elemzés tehát szoros kapcsolatot mutat a teljes életciklus költség alapú döntéstámogatási eljárásokkal azzal a különbséggel, hogy a reálopció-elmélet esetében a költségek helyett az értékteremtés kap hangsúlyt. Azonban fontos megjegyeznünk, hogy ez a rugalmassági érték csupán abban az esetben felismerhető, illetve fenntartható, amennyiben a rugalmassághoz kapcsolódó tudás fennmarad. A reálopciók megközelítés alkalmazása emellett lehetővé teszi a tervezők, illetve a tervezés célját

annak hasznos élettartama alatt üzemeltetők közötti hosszú távú kapcsolat javítását.

Bizonytalanság azonosítás

Zmeureanu és Pasqualetto (2000) irodaépület tervezés során vették figyelembe a bizonytalanságot. Pace és Gilda (1998) bizonytalanságként a külső falak költsépparamétereiben rejlő potenciális variabilitással számoltak. De Wit és Augenbroe (2002) a hőkomfort várható értékének számítása során vették figyelembe a bizonytalanságot. Tanulmányukban bevezetik a tervezés döntéshozatali folyamatába a bizonytalanságot és a hasznossági analízist, de addig nem jutnak el, hogy megnevezzék a rugalmasságot. Nem kerül sor az életciklus költségek azonosítására, és annak vizsgálatára, hogy mi befolyásolja a természetes és a mesterséges szellőzés közötti választást. Összességében e tanulmányok precedenst jelentenek a bizonytalanság figyelembe vételére az épülettervezési döntések során, azonban nem veszik figyelembe azt a flexibilitást, ami a folyamatban lévő döntések esetén merül fel a jövőben, a bizonytalanság csökkenésével párhuzamosan.

A bizonytalanság feltárásával a tervező képes lehet saját kockázatkitetttségének csökkentésére, ugyanakkor az értékteremtésre is. Értékteremtés valósulhat meg akkor, ha a tervező megtalálja az alsó ági (negatív) kockázat (*downside risk*) csökkentésének módját, a bizonytalanság kedvező (*upside*) hatásainak fenntartása mellett (Billington – Kuper, 2000). Amennyiben képesek vagyunk – ezen kettős törekvésünk szem előtt tartásával – reálopciókat létrehozni, nem egyszerűen a kockázatokkal szembeni ellenálló-képességünk javu-

2. táblázat: *Bizonytalanság a tervezés során*

Bizonytalanság a pénzügyben	Bizonytalanság a tervezés során
Piaci kockázat	Piaci bizonytalanság
	Éghajlat bizonytalanság
	Szabályozási bizonytalanság
Egyedi vagy technikai kockázat	Technológiai bizonytalanság
	Jövőbeli használatból eredő bizonytalanság

Forrás: Saját szerkesztés

lása valósulhat meg, de hosszú távon a részvényesi érték növekedése is, az alacsonyabb költségszerkezet vagy a magasabb árbevétel-szint eredményeként (Csapi, 2011).

A 2. számú táblázat az épület projektek pénzügyi teljesítményét közvetlenül befolyásoló tipikus bizonytalansági tényezőket mutatja.

Rugalmasság definiálás

A flexibilitás jelensége számos diszciplínában megjelenik. A bank és pénzügyekben a befektetők rugalmasság iránti preferenciája a likviditás jelenségében ölt testet, illetve az eszközök transzformálhatóságának könnyedségében. A termelés menedzsmentben a rugalmas termelőrendszerek helyettesítik a funkció- és termék-specifikus gépeket. A munkaerőpiacon a munkáltatók lehetővé teszik alkalmazottaik számára a rugalmas munkaidőt, hogy ezzel csábítsák őket a vállalathoz. A munkavállaló ezzel szemben a több lábbon állással, több szakképzettség megszerzésével állásajánlatok sora közül válogathat („multi skilled” munkások). A rugalmas információs rendszerek több funkcionalitást tesznek lehetővé a felhasználók számára. A villamosenergia-szektorban a rugalmassága a működési karakterisztikák, hálózati átviteli korlátok, a fűtőanyag-árak és a fűtőanyag elérhetőségének változására vonatkozó reagálás legfőbb tulajdonsága.

Számos szerző kínál eszközöket a rugalmas épülettervezési stratégiák definiálásához, és értékeléséhez, bizonytalanság megléte esetén. Prins (1993) például javasol egy tervezési és döntési folyamat az épület-flexibilitás optimalizálására és az életciklus-költségek minimalizálására vonatkozóan. A folyamat egy rugalmassági scenárió kidolgozását tartalmazza, ami része a kezdeti tervnek, és egyértelmű kijelentéseket tartalmaz valamennyi releváns társadalmi, politikai és kulturális eseményre vonatkozóan, melyek befolyásolhatják az épület használatát. Az épületváltás és a flexibilitás részei az építési költségek modelljének, ám a modell maga nem tartalmaz szimulációs lehetőségeket. Friedman

„A flexibilitás jelensége számos diszciplínában megjelenik. A bank és pénzügyekben a befektetők rugalmasság iránti preferenciája a likviditás jelenségében ölt testet, illetve az eszközök transzformálhatóságának könnyedségében. A termelés menedzsmentben a rugalmas termelőrendszerek helyettesítik a funkció- és termék-specifikus gépeket.”

(1999) a döntéelmélet használatát illusztrálta, méghozzá úgy, hogy a várható monetáris értékeket és a súlyozott hasznosságot vette figyelembe a többalakos épületek flexibilis belső felosztása közötti választás során. A szerző öt tervezési alternatívát értékelt egy döntési fa segítségével. Valamennyi alternatíva értéke úgy került megálapításra, hogy figyelembe vette a szerződő felek és a szerző becslései alapuló, dollárban kifejezett várható, potenciális életciklus-megtakarításokat. A megtakarítási lehetőségekhez rendelt valószínűségeket egyrészt meglévő projektekkel kapcsolatos kérdőívekre, másrészt pedig az építész szubjektív ítéletére alapozták. Ezek a példák is alátámasztják, hogy mint a legtöbb, jövőbeli kimenetek modellezésével kapcsolatos döntési modell esetén, a szubjektív vélemények gyakran szükségesek, főleg amikor nem léteznek összehasonlítható historikus adatok, vagy a historikus adatok valószínűleg nem megfelelően képezik le a jövőbeni eseményeket. Ezek tehát azok a területek ahol a rugalmasság egy vágyott tulajdonság, illetve célkitűzés lehet.

A rugalmasság esetében rendelkezésre álló, elsősorban tisztán kvalitatív értékelési módszertan egyrészt magában rejt a tervezett beruházás pozitív, másrészt negatív irányú manipulációjának veszélyét. A pontatlanul sok esetben egyáltalán figyelembe nem vett flexibilitás értékteremtő projektek elvetését eredményezheti, ugyanakkor ún. „árnyékpociók” indokolatlan túlértékelésekhez, közvetve szub-optimális menedzsment döntésekhez vezethetnek a fenntartható

értékteremtésben (Adner – Levinthal, 2004). Következésképpen a megfelelő döntéstámogatás érdekében a rugalmasság vizsgálatakor a beruházó kvantitatív tényeken alapuló objektív ítéletet kell, hogy hozzon. Kiindulási pont lehet az opciós pénzáramokra épülő megközelítés (Mayer, 2001), mely a rugalmassági mércéket a reálopció megszerzésének költségéből, a reálopció kötési árából (a beruházás kezdő pénzárama), valamint a reálopció alaptermékének jelenértékéből vezeti le (Damisch, 2002).

A rugalmasság, a reálopciók lehetséges típusai közül az építészetben a bővítési, a szűkítési/elvetési, valamint a váltási reálopciókkal találkozhatunk. A bővítési opció a kapacitás-bővítés lehetőségét illusztrálja, a szűkítési/elvetési rugalmasság a projektek rövid és hosszú távú időzítésére vonatkoznak, míg a váltási opció a helyiség hasznosításának, az adott helyiségekben, területen végzett tevékenységnek megváltoztatásának rugalmasságát írja le.

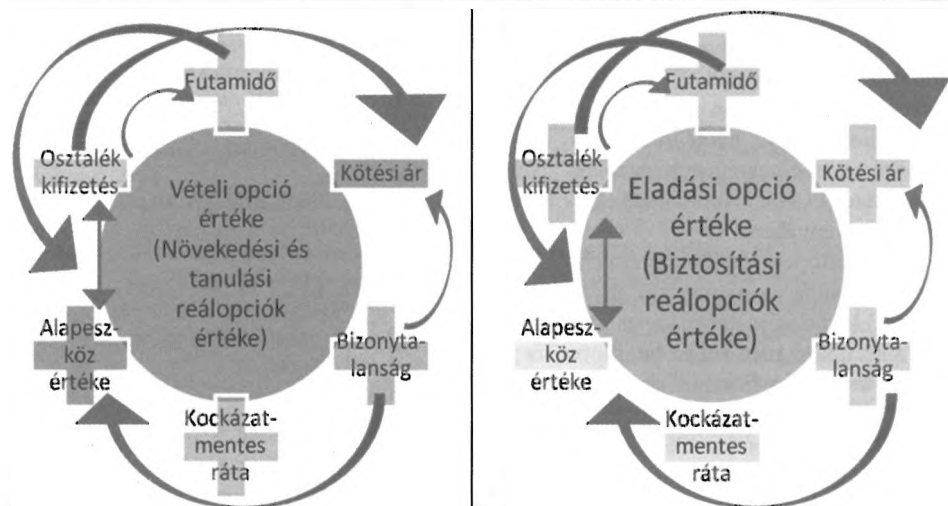
Reálopciók értékelése és döntéstámogatása
Az 1.3 fejezet részben részletesen foglalkoztunk az értékelési eljárás választás problémájával. Ezen a ponton azt tartjuk fontosnak kiemelni, hogy az eljárások komplexi-

tása, bonyolult műszaki rendszerek esetében való alkalmazásának nehézségei következtében elsősorban a kvalitatív metodika terjedt el. A következőkben a kvalitatív vagy kvantitatív úton módon azonosított értéket meghatározó tényezőket vesszük számba.

A hatékony menedzsment első lépése tehát az *értékmozgatók azonosítása*. Ezek közül is kiemelendő a bizonytalanság hatása, hiszen a paraméterek vizsgálatakor azt a meglepő kijelentést tettük, hogy minél nagyobb bizonytalanság övezi az adott projektet, annál nagyobb az adott reálopció értéke. Ezek szerint újabb és újabb kockázat-vállalással a reálopció értéke folyamatosan növelhető (Copeland et. al., 2000; Amram - Howe, 2002; Broyles, 2003). Adner és Levinthal (2004) azonban rávilágítottak, hogy az opció-elmélet ezen fundamentuma erősen félrevezető, az erre épülő menedzsment gyakorlat pedig hibás. A reálopció értékére pozitívan csak az „előnyös“ bizonytalanságok vállalása hathat, miközben az „előnytelen“ bizonytalanságok szignifikáns értékromboló hatást képviselnek.

Az értékvezérelt reálopció menedzsment következő lépése az azonosított értékteremtők közötti kölcsönhatások vizsgálata.

3. ábra: A reálopciók értéketerminánsainak kölcsönhatása



Forrás: Saját szerkesztés (Damisch, 2002) alapján

Az értékmozgatók közötti hierarchikus sorrend kialakításakor érdemes kiemelten kezelni azokat a generátorokat, melyek egységnyi változtatása a legnagyobb változást eredményezi a reálopció értékében (*ceteris paribus*), vagyis, amely paraméterek változtatására a reálopció a legérzékenyebb, illetve melyek alakulását a menedzsment legkevésbé képes befolyásolni (Leslie - Michaelis, 1997). Az előbbi tulajdonságot a tényezők közötti kölcsönhatások integrálása érdekében célszerű forгатókönyv-elemzéssel, az utóbbit pedig kvalitatív érvekkel, elsősorban „*scoring modellek*” segítségével alátámasztani.

A hierarchia élére sorolt értékteremtőkből kiindulva a következő lépésben *konkrét intézkedéseket* kell megfogalmazni az adott reálopció érték növekedésének előteremtése érdekében, ahol figyelembe kell venni a reálopció, valamint a beruházó egyedi karakterisztikáját. Pontosan az utóbbi félmondat, vagyis minden egyes értékteremtési szituáció egyedisége következtében általánosan elfogadott, kész receptek nem állnak a döntéshozó rendelkezésére.

Amennyiben sikerült az adott reálopció értékének növekedését célzó intézkedések katalógusát megalkotni, a következő lépésben azok rangsorát állítjuk fel. Górcső alá kerülnek a belső (szervezeti és technikai korlátozások), valamint a külső korlátozó tényezők (szabályozói és természetes korlátozások) (Wieland, 2002). Emellett a tervező költség-hason elemzéseket készít, melyeknek célja az adott intézkedés megvalósításra érdemességének igazolása a vele kapcsolatosan felmerülő költségek és bevételek függvényében.

Egy reálopció értéket teremteni hangsúlyosan csupán a gyakorlása által, vagyis az opció lehívása esetében képes. Amennyiben a beruházó nem ruház be, illetve megvárja a reálopció futamidejének lejártát, a kivitelező a projekten a reálopció eddigiekben ismertett menedzselésének, az értékteremtő reálopciók feltárási költségeinek következtében teljes bizonyossággal veszteséget realizál (Anderson, 2000).

KÖVETKEZTETÉSEK

Kétségtelen, hogy a komplex építészeti projekteket körülvevő jelentős mértékű bizonytalanságnak, valamint a magas elszültyedlt költségek és a beruházás időzítésének rugalmassága közötti interakció kombinálásában rejlő potenciálnak együttese különösen érdekes területté teszi a reálopció-elmélet számára. Tanulmányunk célja volt, hogy rávilágítsunk az építészeti projektek tervezésében, működésében rejlő bizonytalansági és rugalmassági karakterisztikákra, illetve a reálopció megközelítés alkalmazási lehetőségeire. Fenti megállapításaink alapján egyértelműen szükséges az ingatlanberuházók által viselt kockázat azonosítása, ezzel az innovatív, fenntartható épületekbe való beruházás vonzerejének emelése. Habár a flexibilis épülettervezés meglévő példái tényszerűen igazolják a megnövekedett értéket, a döntéshozók számára értékelési keretrendszerek szükségese a rugalmasság tervekbe ágyazására. Véleményünk szerint a reálopció-elmélet képes szolgáltatni azt a keretrendszert, mely elvezet a stratégiai tervezés és a flexibilis rendszerek értékelésének irányába. A flexibilis, reálopciókon alapuló tervezés képes csökkenteni a fenntartható épülettervezés kockázatát, illetve elősegíti az értékteremtés realizálását.

JEGYZETEK

- 1 Jelen tanulmány a TAMOP 4.2.1.B- 10/2/ KONV-2010-0002 támogatásával készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.
- 2 A növekedési lehetőségek általában amerikai vételi opciók.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Adner, R., - Levintal, D. (2002): *The Emergence Of Emerging Technologies*. California Management Review, 45(1): 50–66.
- Amram, M., Howe, K. (2002): *Capturing The Value Of Flexibility*. In: Strategic Finance, Vol. 84, No. 6 (2002): 10-13.
- Amram, N. – Kulatilaka, N. (1999): *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Boston: Harvard Business School Press.

- Anderson, T. (2000): *Real Options Analysis In Strategic Decision Making: An Applied Approach In A Dual Options Framework*, In: Journal Of Applied Management Studies, Vol. 9, No. 2 (2000): 235-255.
- Benaroch, M. (2002): *Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective*, Journal Of Management Information Systems, 19 (2): 43 – 84
- Billington, C. – Kuper, A. (2000): *Supply Chain Strategy: Real Options For Doing Business At Internet Speed*, Ascett, Vol 2, April, 2000
- Blyth, W. - Bradley, R. - Bunn, D. - Clarke, C. - Wilson, T. - Yang, M. (2007): *Investment Risks Under Uncertainty*. Energy Policy, 35, 5766 – 5773 .
- Bockemühl, M. (2001): *Realloptionstheorie Und Die Bewertung Von Produktinnovationen: Der Einfluss Von Wettbewerbseffekten*. Wiesbaden.
- Brach, M. (2003): *Real Options In Practice*, Hoboken 2003.
- Brennan, M., - Schwartz, E. (1977): *The Valuation Of American Put Options*. In: Journal Of Finance, Vol. 32, 449-462
- Broyles, J. (2003): *Financial Management And Real Options*, Chichester U. A. 2003
- Copeland, T. E. - Antikarov, V. (2003): *Real Options: A Practitioner's Guide*, 2. Aufl., New York 2003
- Copeland, T. E. - Howe, K. (2002): *Real Options And Strategic Decisions*, In: Strategic Finance, Vol. 83, No. 10 (2002): 8-11.
- Copeland, T. E. - Keenan, P. T. (1998): *How Much Is Flexibility Worth?*, In: Mckinsey Quarterly, Nr. 2, 38-49.
- Cortazar G. (2000): *Simulation - Numerical Methods In Real Options Valuation*, Working Paper, Puc De Chile, 2000.
- Courtney, H. - Kirkland, J. - Viguerie, P. (2001): *Strategy Under Uncertainty*. In: Mckinsey-Quarterly December 2001, 5 – 14.
- Cox, J. - Ross, S. - Rubinstein, M. (1979): *Option Pricing: A Simplified Approach*, In: Journal Of Financial Economics, Vol. 7, No. 3, 229-263
- Damisch, P. (2002): *Wertorientiertes Flexibilitätsmanagement Durch Den Realloptionsansatz*, Wiesbaden 2002.
- De Neufville, R. (2002): *Class Notes For Engineering Systems Analysis For Design*, MIT Engineering School-Wide Elective, Cambridge
- De Weck, O. (2004): *Staged Deployment Of Communications Satellite Constellations In Low Earth Orbit*, Journal Of Aerospace Computing, Information, And Communication, March, 119-136.
- De Wit, S. - Augenbroe, G. (2002): Analysis of uncertainty in building design evaluations and its implications. Energy and Buildings. Vol. 34. pp. 951-958.
- Dixit, A. K. – Pindyck, R. S. (1994): *Investment Under Uncertainty*, Princeton: Princeton University Press, 1994: 93-132,135-136
- Dörner, W. (2003): *It-Investitionen: Investitionstheoretische Behandlung Von Unsicherheit*, Hamburg 2003
- Drews, J. (2003): *Strategic Trends In The Drug Industry*. Drug Discovery Today. 8/9., 411-420.
- Friedman, A. (1993): A Decision-Making Process for Choice of a Flexible Internal partition Option in Multi-Unit Housing Using Decision-Theory Techniques. In Design and Decision Support Systems in Architecture, Timmermans, H. ed. pp. 179-188. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Geltner, D. (1989): On the Use of the Financial Option Price Model to Value and Explain Vacant Urban Land. AREUEA Journal. Vol. 17. No. 2. pp. 142-158.
- 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, 113-129.
- Hommel, U. - Pritsch G. (1999): *Marktorientierte Investitionsbewertung Mit Dem Realloptionsansatz*. Finanzmarkt und Portfoliomanagement, 13/2., 121-144
- Hungenberg, H. (2001): *Strategisches Management In Unternehmen: Ziele - Prozesse - Verfahren*, 2. Aufl., Wiesbaden 2001.
- Ingersoll, J. - Ross, S. (1992): *Waiting To Invest: Investment And Uncertainty*, In: Journal Of Business, Vol. 65, No. 1 (January): 1-29.
- Kalligeros, K. (2003): Framework for the Optimal Design of Corporate Facilities for Contracting Operations. The Sixth SMESME International Conference. 1-4 June 2003. Athens, Greece.
- Kats, G. - Alevantis, L. - Berman, A. - Mills, E. - Perlman, J. (2003): The Costs and Financial Benefits of Green Buildings: A Report to California's Sustainable Building Task Force. October 2003. Letölve: <http://www.usgbc.org/Docs/News/News477.pdf> Letöltés ideje: 2013. április 20.
- Kensinger, J. (1987): *Adding The Value Of Active Management Into The Capital Budgeting Equation*, In: Midland Corporate Finance Journal, Vol. 5, No. 1 (Spring): 31-42
- Kester, W. (1984): *Today's Options For Tomorrow's Growth*, In: Hbr, Vol. 62, No. 2 (1984): 153-160.
- Leslie, K. J. - Michaels, M. P. (1997): *The Real Power Of Real Options*, In: The Mckinsey Quarterly, No. 3, 4-22.
- Margrabe W. (1978): *The Value Of An Option To Exchange One Asset For Another*, In: Journal Of Finance, Vol. 33, No. 1, 177-186
- Mayer, A. (2001): *Strategische Flexibilität: Ein Integrativer Ansatz Unter Besonderer Berücksichtigung Von Realloptionen*, Gießen
- McDonald, R.L. – Siegel, D. (1986): *The Value Of Waiting To Invest*. Quarterly Journal Of Economics 101 (4): 707-727
- Myers, S. C. (1977): *Determinants Of Corporate Borrowing*, Journal Of Financial Economics, 5(2): 147-176.

- Myers, S. C. - Majd, S. (1990): *Abandonment Value And Project Life*, In: Advances In Futures And Options Research, Vol. 4, 1-21.
- Pace, C. - Gilda, G. (1998): Cost and Risk Analyses in Building Systems. Congress on Commuting in Civil Engineering. pp. 235-246.
- Patel, K. - Paxson, D. (2001): Real urban development options at Canary Wharf. Ch. 9 in Real Options: Evaluating corporate investment opportunities in a dynamic world. Financial Times/Prentice Hall. London, UK. pp. 163-176.
- Prins és társai (1993): A Design Decision Support System for Building Flexibility and Costs. In Design and Decision Support Systems in Architecture, Timmermans, H. ed. pp. 147-163. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Pritsch, G. (2000): *Realoptionen Als Controlling-Instrument*. Wiesbaden
- Raftery, J. (1991): Principles of building economics: An introduction. Blackwell Science Inc. Oxford, UK.
- Robichek, A. A. - Myers, S. C. (1966): *Conceptual Problems In The Use Of Risk-Adjusted Discount Rates*, Journal Of Finance, Vol. 21, No. 4 (December 1966): 727-730.
- Roos, D. (2004): *The Design And Development Of Next Generation Infrastructure Systems*, SMC, IEEE.
- 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.
- Sharpe, W. (1964): *Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk*. In: Journal Of Finance Vol. 19, No. 3, 425-442.
- Timmermans, H. ed. (1993): Design and Decision Support Systems in Architecture. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Triantis, A. - Borison, A. (2001): *Real Options: State Of The Practice*, Journal Of Applied Corporate Finance 14 (No. 2): 8-24.
- Trigeorgis, L. (1997): *Real Option, Managerial Flexibility And Strategy In Resource Allocation*[M]. Massachusetts: The Mit Press.
- Trigeorgis, L. - Mason, S. (2001): *Valuing Managerial Flexibility*, In: *Real Options And Investment Under Uncertainty: Classical Readings And Recent Contributions*, E. Schwartz, L. Trigeorgis, Cambridge 2001, 47-60.
- Wang, T. - De Neufville, R. (2004): *Building Real Options Into Physical Systems With Stochastic Mixed-Integer Programming*, 8th Annual Real Options International Conference, Montreal, Canada
- Wieland, A. (2002): *Claimholder Value: Implikationen Der Optionspreistheorie Für Die Wachstumsfinanzierung*, Wiesbaden 2002
- Witt, J. - Kaltschmitt, M. (2003): *Weltweite Nutzung Regenerativer Energien*. In: Bwk 55, 64-71.
- Zmeureanu, R. - Pasqualetto, L. (2000): Selection of Energy Conservation Measures in a Large Office Building Using Decision Models under Uncertainty. Architectural Science Review. Vol. 43. pp. 63-69.

Csapi Vivien

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet
csapiv@ktk.pte.hu

Ratting Anita

Pécsi Tudományegyetem,
Közgazdaságtudományi Kar,
Gazdálkodástudományi Intézet
rattinga@ktk.pte.hu

The Implementation of Real Options Approach in Building Design

The uncertainties surrounding architecture projects, the irreversibility of investment costs and the timing flexibility of the investments together make these projects a highly interesting field for real options theory. The aim of our paper is to highlight the uncertainty and flexibility characteristics of building design, building operations and the possible implications of real options theory. The identification of risk is the key in making sustainable building projects more attractive for investors. Although there are examples for flexible building design, which verify the value creation potential of flexibility, we need a new framework for embedding flexibility in building design. We believe, and prove with our paper that real options theory can provide this framework. A flexible, real options based design can decrease risk surrounding sustainable building design, and enforce value creation.

Vivien Csapi - Anita Ratting