

Információtechnológiai befektetési döntések: A reál opciós megközelítés helye az értékelésben

Aranyossy Márta

Ph.D. hallgató, E-Business Kutatóközpont
Egyetemi tanársegéd, Vállalkozások Pénzügyei Tanszék
Budapesti Corvinus Egyetem
marta_aranyossy@yahoo.com

ABSZTRAKT

Munkámban az információtechnológiai befektetések értékelésének új, opciós megközelítésének elméleti és gyakorlati relevanciáját vizsgálom. Elméleti szempontból az opciós értékelési formulák feltételezése a komplex IT projektek esetében csak részben teljesülnek, és paramétereikre is csak speciális esetekben létezik megbízható becslés. Gyakorlati szempontból viszont a hagyományos diszkontált pénzáramlás alapú módszerek opciós kiterjesztése indokolt a jövőbeli döntési lehetőségek hozzáadott értékének figyelembevételére. Vállalati menedzsment nézőpontból azonban egyelőre csupán a kvalitatív stratégiai eszköztár kiegészítésében kap helyet az opciós szemlélet. Ezen megállapítások alapján a következő problémák állnak jelen- és jövőbeli munkám fókuszában: (1) a komplex IT projektek jellegzetességeihez illeszkedő opcióértékelési formula (2) és ennek paramétereire a gyakorlatban könnyen alkalmazható becslési módszer keresése, (3) majd ezek összegyűrése a kvalitatív opciós megfontolásokkal. Munkám végén – az IT és a pénzügyi irodalom szintézisaként – megfogalmazott javaslataim lehetővé teszik, hogy a reál opciós értékelés egyrészt feltételezéseiben alkalmazkodjon az IT beruházások jellegzetességeihez (amerikai típusú lehívás diszkrét felülvizsgálatainak pontokon, idővel változó beruházási költségek, speciális és többlépcsős begyazott opciók) és emellett megtartsa gyakorlati relevanciáját, viszonylag átlátható és jól kommunikálható számítási módszerek segítségével.

BEVEZETÉS

Ugyan a vállalatok továbbra is sokat költenek információtechnológiai (IT) rendszerekre és a hozzájuk kapcsolódó szolgáltatásokra, az IT menedzserek számára a beruházási tervek alátámasztása mégis egyre nehezebb feladatot jelent. A vállalati vezetők ma már egyre kevésbé elégszenek meg a „versenyelőny” vagy a „stratégiai szükségszerűség” kvalitatív érveivel, szigorúan kvantitatív megtérülési mutatókat akarnak látni. Az IT befektetések üzleti értékelésének szakirodalma ezért igyekszik lépést tartani a gyakorlati kihívásokkal, és különféle módszertanokat kifejleszteni – vagy adaptálni – a probléma megoldására. A nemzetközi kutatási porondon jelenleg a diszkontált pénzáramlás alapú (DCF) módszerek mellett egyre nagyobb teret hódítanak a reál opciós technikák. A '90-es évek elején született korai IT-opciós tanulmányok után [pl. Dos Santos, 1991; Grenadier – Weiss, 1997] ez az eredetileg pénzügyi elmélet ma már az IT kutatások főáramába sorolható, s az utóbbi öt évben több mint 50 rangos folyóiratcikk jelent meg a témában. [Benaroch – Shah – Jeffery, 2006] Jelen munkámban az IT-értékelés új, opciós megközelítésének elméleti és gyakorlati relevanciáját fogom röviden vizsgálni, keresve a reál opciós szemléletmód helyét az IT-értékelés és-menedzsment területén.

Bevezetésként azonban nézzük meg röviden miért is volt szükség a mára már hagyományosnak számító DCF módszerek felülvizsgálatára. A DCF módszer IT értékelési használatát illetően a szakirodalom a következő főbb kritikai észrevételeket emeli ki [Clemons – Weber, 1990; Anandarajan – Wen, 1999, de Jong-Ribbers-van der Zee, 1999]:

- A nehezen mérhető és számszerűsíthető hozamokat és költségeket az elemzések legtöbbször figyelmen kívül hagyják, holott értékük nem feltétlenül nulla. Itt főleg olyan nehezen értékelhető hatásokról (intangibilis tényezőkről) van szó, mint a javuló teljesítmény és minőség, a versenyelőny vagy új üzleti lehetőségek – amelyek az IT projektek értékének közel sem elenyésző részét jelenthetik. Ezen gyakorlati használatból eredő felületességen túl azonban a DCF elméletileg sem képes figyelembe venni a menedzsment jövőbeli döntési rugalmasságát, jövőbeli beruházási lehetőségek és döntések hatását.
- A gyakorlatban általában a status quo fenntartása képezi a viszonyítási alapot, ami figyelmen kívül hagyja a beruházás elmaradásának költségeit, a piaci fenyegetések hatását a beruházás elmaradása esetén.
- A nagy kockázat kompenzálásaképp a tőkeköltséget gyakran túlságosan magasan határozzák meg, magasabban mint az valójában szükséges lenne, és nem veszik figyelembe a projekt különböző szakaszainak eltérő kockázatait sem. De a problémát arról az oldaláról is megfoghatjuk, hogy eleve nagyon nehéz egy IT projekt tőkeköltségét meghatározni a sokféle kockázati tényező és nagyfokú bizonytalanság miatt.

A fenti problémák eredőjeként azt monthatjuk, hogy a DCF alapú módszerek – mint például a nettó jelenérték (NPV) számítás – a gyakorlatban sokszor alulbecslik a komplex információtechnológiai beruházások értékét. A pénzáramlások alulbecslése és a

tőkeköltség felülértékelése a modell keretei közt ugyanis egyaránt negatív irányba torzítanak, így a fenti hibák akár megtérülő beruházások elutasításához is vezethetnek. Bár a felsorolt problémák egy része a DCF gyakorlati alkalmazásainak felületességéből, a paraméterbecslés tökéletlenségeiből adódik; a jövőbeli döntési rugalmasság figyelmen kívül hagyása és a kockázatok túlértékelése már koncepcionális problémát is jelent. Ez a jelenség terelte a kutatók figyelmét más értékelési módszerek irányába.

ELMÉLETI ÁTTEKINTÉS: AZ OPCIÓS ÉRTÉKELÉS ELMÉLETI RELEVANCIÁJA

A DCF módszerrel kapcsolatos fent felsorolt kritikák – vagy inkább gyakorlati kihívások – forrása tulajdonképpen két tényezőre vezethető vissza: az IT projektekkel kapcsolatos nagyfokú bizonytalanságra és a menedzsment jövőbeli döntési rugalmasságának figyelmen kívül hagyása. Az első egy gyakorlati probléma, miszerint az ex ante értékelés során az újszerű IT projekteknel viszonylag nehezen jelezhető előre a kockázatok és a pénzáramlások – mint látjuk majd, ezen a becslési problémán a reál opciós módszerek sem segítenek. Másrészt a jövőbeli rugalmasság figyelmen kívül hagyása viszont már koncepcionális probléma a DCF módszer esetében, így itt mindenképp helye lehet egy új értékelési megközelítésnek. Ráadásul a két probléma részben összefügg: minél nagyobb a bizonytalanság, minél kevésbé jelezhető előre a jövőbeli pénzáramlások, annál nagyobb értéke lehet a jövőbeli döntési lehetőségeknek, a rugalmasságnak. Ha kezdetben alig tudunk valamit egy IT rendszer megtérüléséről, akkor sokat érhet számunkra a beruházás elhalasztásának vagy lépcsőzetes bevezetésnek, esetleg a könnyű kiszállásnak a lehetősége. Ezen a ponton pedig már reál opciókról beszélhetünk.

Az opció egy jog – de nem kötelezettség – egy eszköz előre meghatározott áron való megvásárlására vagy eladására egy előre meghatározott időpontban vagy időintervallumban. A tőzsdéi eredetű opciós elmélettel szemben a reál opciók tárgya valamiféle tárgyi eszköz, magukkal az opciókkal pedig általában nem kereskednek, sokszor csak a vállalati működésben rejlő kihasználható lehetőségekként jelennek meg. Az IT projektek esetében egyes szerzők már magát a beruházási lehetőséget is egy reál opciónak tekintik (miszerint a vállalat adott eszközt szabott áron „hívhat le” egy meghatározott időintervallumon belül, [ld. Abel-Dixit-Eberly, 1996; Dewan-Shi-Gurbaxani, 2003], mások kevésbé általánosan fogalmazzák meg az IT opciók lényegét, fajtáit. MacMillan et al. [2006] szerint például akkor érdemes opciós megközelítést alkalmazni „ha a nyereség potenciális felfelé eltérése a várható értéktől nagy, ha ezt a potenciált a vállalat viszonylag alacsony költségen kiaknázhathatja, és ha a projekt könnyörtelenül leállítható a balsiker esetén”.

A következő felsorolás bemutatja az IT beruházásokkal kapcsolatban legtöbbször emlegetett opció típusokat. [Kumar, 2002; Lublóy, 2004; Benaroch – Lichtenstein – Robinson, 2006]

- Általában létezik egy kivárási opció, vagyis a projekt indítását későbbre halaszthatjuk, amikor már több információnk van az adott technológiával kapcsolatban. (*időzítési vagy tanulási opció*) Kedvezőtlen fejlemények esetén

feladhatjuk a projektet, elkerülve a további veszteségeket. (*kiszállási opció*) A kiszállást megkönnyítheti, ha lehetőség van a beruházás lízingelésére vagy a fejlesztés, illetve a funkció kiszervezésére.

- A projekt hatáskörét/méretét szűkíthetjük vagy tágíthatjuk a későbbiek során bármikor, amikor ez tűnik előnyösnek. (*skála opció*). Ennek egy speciális esetei, ha lehetőség van a lépcsőzetes beruházásra vagy egy pilot projekt megvalósítására, prototípus készítésére.
- Adott beruházással lehetőséget teremthetünk további, erre épülő, értékteremtő beruházásokra. (*interprojekt opció*)

A fent említett IT-opciók nem csak struktúrájukban hasonlítanak a tőkepiaci opciókhoz, hanem három fontos tulajdonságukban is: többnyire irreverzibilisek, rugalmasan időzíthetők, és nagyfokú bizonytalanság övezi az opció tárgyát képező eszköz értékét. [Dewan et al., 2003] Ezek alapján sokan arra is vállalkoztak, hogy a klasszikus tőkepiaci opciókra kidolgozott értékelési módszereket alkalmazzák az információtechnológiához kapcsolódó reál opciók esetében. Így például Benaroch és Kauffman [1999, 2000] a Black-Scholes [1973] formula módosított változatát használták egy electronic banking beruházás esetében, míg Taudes, Feurstein és Mild [2000] egy SAP R/2 – R/3 verzióváltási opció értékelési problémájához hívták azt segítségül. A szintén klasszikusnak számító Cox-Ross-Rubenstein-féle binomiális modell [1979] is alkalmazókra talált már az IT értékelés területén [például Ekström-Björnsson, 2003], Benaroch és Kauffman [1999] pedig a két modell párhuzamos használatával is kísérletezett.

Hiába lenne azonban a reál opciós elmélet kézenfekvő válasz a DCF alapú módszerek hiányosságaiból eredő értékelési kihívásokra, – mint a bizonytalanság és döntési rugalmasság kezelése, – a tőkepiacra kidolgozott formulák gyakran mégsem alkalmazhatók bizonyos alapvető feltételezések teljesülésének hiányában. A Black-Scholes formula például a következő fontosabb, – az IT-opciók esetében megkérdőjelezhető, – feltételezéseken alapszik [Hull, 2003, 242 old.; Tallon-Kauffman-Lucas-Whinston-Zhu, 2002. 138.old.]:

- Az opció tárgyát képező eszköz nyílt piaci kereskedés tárgya, s így a kockázatmentes portfólió kialakítható, minden egyéb tranzakciós költség nélkül – ami komplex, nem „dobozos” IT beruházások esetében általában nem teljesül. Ha ez a feltevés sérül, megkérdőjeleződik a kockázatsemleges értékelésmód adekvátsága.
- Nincs kockázatmentes arbitrázslehetőség.
- Ismert, fix kötési árfolyam – míg reál opciók esetében gyakori, hogy a beruházás költségei nem ismertek teljesen és időben változók.
- Az opció azonnali lehívása – ami estünkben általában lehetetlen, az opció tárgya egy hosszabb lefutású projekt eredménye.
- A hozam varianciája ismert és állandó – míg az IT projektek esetében a pénzáramlások varianciája nehezen becsülhető, (hiszen nem állnak rendelkezésre például olyan nagy historikus adatbázisok, mint a pénzügyi opciók tárgyát képező

részvények esetében), ráadásul egy projekt különböző szakaszaiban változhat is a variancia.

- A hozamok a várható érték körül szimmetrikusan szóródnak (normál eloszlást követnek) – míg az IT projektek folyamatos költségei többnyire asszimerikus eloszlást követnek, sokkal inkább hajlamosak felfelé kilépni a tervezett költségkeretből, mint lefelé. [van Putten – MacMillan, 2004]

A felsorolásban ugyan nem szerepel, de a Black-Scholes formula alapvetően osztalékot nem fizető, európai típusú vételi opciókra vonatkozik, ám ezeket a megszorító tényezőket – némileg a modell komplexitásának növekedése árán – sikerült kiküszöbölnie a kutatóknak [ld. például Benaroch-Kauffman, 1999]. Természetesen sokféle matematikai megoldást kifejlesztettek mára az opciók és reál opciók értékelésére, ám az IT irodalom egyelőre, (valószínűleg egyszerűségének köszönhetően,) mégis a Black-Scholes formulát részesíti előnyben [ld. pl. Tallon et al., 2002]. Az utolsó fejezetben bemutatom a többi lehetőséget is.

Az egyes értékelési módszerek és azok feltételezéseinek kérdésén túl egyes kutatók az opciós értékelés fő jellegzetességét is csak bizonyos kikötésekkel fogadják el: a bizonytalanság¹ értéknövelő hatását. A DCF alapú értékelésben a kockázat, azon túl, hogy természetesen megjelenik a pénzáramlások várható értékében, a diszkonttényező növelésén keresztül csökkenti a beruházás értékét. Ezzel ellentétben a matematikai formulák nagyobb bizonytalanság esetén nagyobb opciós értéket adnak eredményül. Ez megfelel annak az alapfeltevésnek, hogy az opció értéke abból származik, hogy bizonytalan esetben később, több információ birtokában hozhatjuk meg döntésünket, illetve hogy ez az elhalasztott döntési lehetőség annál többet ér minél nagyobb spektrumban ingadozhat az opció tárgyának értéke. Ennek ellenére van Putten és MacMillan [2004, 136. old. illetve MacMillan et al., 2006, 36. old.) azzal érvel, hogy nem felel meg a gazdasági racionalitásnak, hogy az opciós értékelés többre értékeli egy viszonylag biztos hozammal és bizonytalan költséggel jellemezhető projektet, mint egy ugyanolyan biztos hozammal és biztos költségekkel rendelkező alternatívát. Véleményem szerint ez talán valóban nem felel meg az általános gazdasági logikának, ám ez inkább abból fakad, hogy a gazdasági döntéshozók sem tökéletesen racionálisak, és jellemzően kockázatkerülők, illetve negatív pénzáramlások esetében tendenciózusan felülértékelik a biztos választást [ld. lehetőségelmélet Kahneman – Tversky, 1979]. Vagyis az opció valójában magasabb költség-bizonytalanság mellett értékesebb, hiszen ekkor ér többet várni és információt gyűjteni, majd szerencsés költségalakulás esetén pedig lehívni az opció, vagy nagyobb költségek mellett nem befektetni.

Elméleti nézőpontból tehát az IT befektetések korábbi (DCF alapú) értékelési módszereinek hiányosságai indokolhatják a reál opciós elmélet alkalmazását, hiszen az új oldalról világítja meg a bizonytalanság szerepét és beépíti a modellbe a jövőbeli döntés

¹ Fontos megjegyezni, hogy a bizonytalanság és a kockázat fogalmát itt az elfogadott normatív döntésméleti értelmében használom, azaz míg a kockázat fogalma megkívánja, hogy az alternatívák döntési valószínűsége ismert legyen a döntéshozó számára, addig bizonytalanságról megengedi, hogy a valószínűségek nem legyenek ismertek. [Zoltayné, 2002]

lehetőségek értékét. Másrészt viszont az IT opciók klasszikus opcióértékelési formulák segítségével történő értékelése, a formulák mögött rejlő elméleti feltételezések teljesülésének hiányában, csak speciális esetekben elképzelhető.

AZ OPCIÓS ÉRTÉKELÉS GYAKORLATI RELEVANCIÁJA

A reál opciós értékeléssel kapcsolatos dilemmák azonban nem korlátozódnak kizárólag elméleti kérdésekre. Az opciós értékelési módszerek alkalmazását nem csupán a feltételezések a korlátozzák, hanem a modellek paramétereinek becslésekor is akadályokba ütközhetünk. (Az 1. táblázat foglalja össze a modellek input paramétereit és az azoknak megfelelő IT-opció fogalmat.)

Az opciókhoz kapcsolódó pénzáramlások becslése nem újkeletű probléma, már a DCF alapú módszerek esetében is gondot okozott. Hasonló a helyzet a bizonytalansággal is, hiszen azt elvileg a DCF értékelés is figyelembe veszi mind a pénzáramlások várható értékében, mind a tőkeköltség becslésekor. Másrészt viszont a becslési probléma az opciók esetében komplexebb: egy innovatív IT beruházás pénzáramlásainak volatilitását szinte lehetetlen meghatározni.

1. táblázat
A tőzsdei opciók és az IT projektekben rejlő opciók összevetése

Paraméterek	Tőzsdei opciók (amerikai típusú vételi opció)	IT projekt szakaszai, mint opciók
Az opció tárgya (az opcióból származó érték)	A megszerzett pénzügyi eszköz (pl. részvény) értéke.	Az IT projektből származó hasznok, amelyek gyakran bizonytalanok, illetve további opciókat tartalmazhatnak.
Kötési árfolyam	Ezt, vagyis az úgynevezett kötési árfolyamot az opció vásárlásakor meghatározzák.	Az IT projekt következő szakaszának költsége, ami nem feltétlenül előre meghatározott.
Bizonytalanság (volatilitás vagy valószínűségek)	Az opció tárgyát képező pénzügyi eszköz piaci árfolyama az egyetlen bizonytalansági tényező, ennek volatilitását vagy árfolyam-változási valószínűségét és annak mértékét használják a formulák.	A projektből származó költségek és hasznok bizonytalansága sokrétű, a volatilitásuk vagy elmozdulási valószínűségük nehezen, gyakran csak szubjektív módszerekkel becsülhető.
Lejáratig fizetett osztalék	A késleltetett vásárlással időközben elveszített osztalék.	A beruházás késleltetése okán a kiesett időre jutó elmaradt haszon.
Lejáratig hátralevő idő	Az opció vásárlásakor rögzített időszak.	Tapasztalati úton, a menedzsment által becsülhető.
Kockázatmentes kamatláb	Hasonló lejáratú államkötvények hozama (az időérték kifejezésére, kockázatsemleges megközelítésben).	

Forrás: Kumar, 2002, 66. old. és Brealey-Myers, 1999, II. kötet, 96. old. alapján

A fenti gyakorlati akadályok áthidalására a szakirodalom különböző alternatívákat vonultat fel. Az egyik irányzat az opcióárazási formulák használatának helyét próbálja meg minél pontosabban behatárolni, bizonyos jellegzetességekhez kötni. Schwartz és Zozaya-Gorostiza [2000] például megkülönböztetik az IT fejlesztési és az IT akvizíciós projekteket, amelyek közül inkább a második feleltethető meg egy klasszikus osztalékot fizető részvényre szóló vételi opciónak: az opció lehívása kevésbé húzódik el, a bizonytalanságok forrása is kevesebb, a paraméterekre vonatkozó piaci információ is inkább rendelkezésre áll. Dai et. al. [2000] még pontosabban meghatározza, hogy milyen típusú IT beruházások esetében releváns az opciós közelítésmód, vagyis: IT infrastruktúra, szoftver-alkalmazás prototípusok, döntéstámogató rendszerek és adattárházak illetve újszerű e-kereskedelemmel kapcsolatos technológiák esetében. Ekström és Björnsson [2003] a reál opciók neuralgikus pontjára koncentrálnak, a bizonytalanság becslésére. Ők aszerint tesznek különbséget, hogy a kockázat fő forrása inkább külső vagy belső eredetű, hiszen míg a külső kockázatok könnyebben köthetők hasonló kockázatú, nyilvános forgalomban lévő eszközök árfolyamának varianciájához (ld. az alábbi 1. példát), addig belső kockázatok esetében inkább szubjektív valószínűségbecslésre van csak lehetőség.

Van Putten és MacMillan [2004] azt tanácsolják a gyakorlati szakembereknek, hogy akkor használják az opcióértékelési technikákat, ha a befektetés nettó jelenértéke enyhén negatív vagy kismértékben pozitív – vagyis amikor a beruházási döntés a DCF értékelés alapján nem eléggé egyértelmű. Ezzel el is érkeztünk a kutatások leggyakorlatiasabb eredményéhez: a DCF módszerek és a reál opciós értékelés együttes használatához. Hiszen az IT befektetések DCF alapú értékelését ért – a bevezetőben említett – kritikák többségükben kiküszöbölhetők alaposabb információgyűjtéssel és a mára széles körben alkalmazott értékelési módszertannak az információtechnológiai jelegzetességekhez igazításával [pl. Anandarajan–Wen, 1999]. Eközben azonban a sokkal kevésbé intuitív opcióértékelési módszerek a gyakorlatban egyelőre kevésbé közkedveltek: a reál opciós megközelítéssel kísérletező amerikai vállalatok több mint fele végül elvetette ezt a kezdeményezést [Economist, 2000]. A két módszer együttes alkalmazása azonban kiküszöbölhetné gyengeségeiket, különösen a bizonytalanság kezelésével kapcsolatban [Dewan et al., 2003 vagy Van Putten-MacMillan, 2004] Dai et al [2000] vagy Van Putten és MacMillan [2004] modelljében egy projekt értéke a befektetésből származó pénzáramlások jelenértékének és a projektben rejlő opciók értékének összege – vagyis a szerzők a DCF módszer opciós értékeléssel való kiegészítését javasolják. Az 1. példa éppen egy olyan vállalati portál bevezetési szituációt mutat be [Ekström-Björnsson, 2003, által leírt eset alapján, saját számításokkal], amelynek jellemzőihez jól illeszkedik a két módszer egymást kiegészítő használata.

Mások NPV és az opciós szemlélet ötvözését tartják üdvösnek bizonyos IT-opciók értékelésére, többnyire a tőkepiaci formulák helyett döntéseméleti módszereket alkalmazva. Clemons és Gu [2003] például többlépcsős NPV analízis alkalmazott banki informatikai stratégiai döntéshozatal támogatására; Ekström és Björnsson [2003] pedig egy vezeték nélküli rendszerrel kapcsolatos opció értékelésére használ NPV alapú döntési fa elemzést.

1. példa

Opció formula használata egy IT beruházás értékelése kapcsán

PÉLDA:

Cégünk két vállalati portál beruházási lehetőség szeretne választani. A két portál egyformán hatékonyan fedí le a vállalat által igényelt funkcionalitást, ám az egyik szoftver licenzköltsége 2 millió forinttal magasabb, így míg az olcsóbb portál nettó jelenértéke 1,5 mFt, addig a drágábbé csupán -0,5 mFt. Az utóbbi azonban a jelenlegi igényeknek eleget tevő funkciókon túl, alkalmas lenne a partnerek felé történő megnyitásra is, ami további 30 mFt-os fejlesztési költséggel megvalósítható lenne.

Cégünk megvizsgálta a portál kiterjesztésének lehetőségét, ám a partnerek - közel 100 kis építész tervezőiroda - körében végzett felmérés alapján mindössze a 12% lenne hajlandó a portál használatára. Ha minden partner használná a portált, akkor négy év alatt akár 208 mFt jelenértékű haszon származhatna ebből az új funkcióból - így azonban ennek csupán 12%-a, ami 25 mFt. A partner portál ötletét így jelen pillanatban elvetették negatív nettó jelenértékre (30-25=-5 mFt) hivatkozva, így a drágább portálra sem lenne szükség.

Úgy tűnik viszont, hogy a következő 1 évben változásokra lehet számítani az építészek "portál-elfogadási hajlandóságában". Cégünk szakemberei havonta újra felmérhetik ezt a hajlandóságot és egy év múlva - mikorra kialakulnak a végleges preferenciák - újra döntést hozhatnak a partner portálról. A drágábbik portál tehát annyival többet is ér, amennyit ér a szállítói portál opció.

Az opció binomiális modell szerinti értékeléshez a következőket tudjuk:

S - az opció tárgyát képező eszköz értéke jelenleg: 25 mFt

X - kötési árfolyam: 30 mFt

n - időszakok száma: 12 hónap

R_f – kockázatmentes (éves) kamatláb: 7%

u - S lehetséges felfelé elmozdulásának szorzója havonta: 1.1195

d - S lehetséges lefelé elmozdulásának szorzója havonta: 0.8932

Az u és a d becslésekor azt feltételeztük, hogy az építészek befogadási hajlandósága hasonlóképp változik, mint ahogyan a CAD szoftverek gyártóinak részvényárfolyama a kezdeti években, hiszen a bizonytalanság forrása a két esetben nagyon hasonló. Négy ilyen részvényárfolyam éves varianciájának mediánja 15,4% (ld. Ekström-Björnsson, 2003, 13. old.).

Így a következő Cox-Ross-Rubinstein (1979) formula alapján:

$$C = \frac{1}{R^n} \sum_{j=0}^n \frac{n!}{j!(n-j)!} * p^j * (1-p)^{n-j} * \max(0, u^j d^{n-j} S - X) \quad \text{ahol } p = \frac{R_f - d}{u - d}$$

az opció értéke 2,8 mFt. Vagyis ha ezzel kiegészítjük a drágább portál értékét (most 2,3 mFt), akkor nemcsak hogy pozitívvá válik a termelt érték, de meghaladja a konkurens portál értékét is.

Bármennyire is hasonlítanak azonban a fent említett értékelések a klasszikus NPV számításhoz, az opciós szemlélet alkalmazása nélkül nem létezhetnének. Mára sok szakember felismerte, hogy a gyakorlati beruházási döntéseknél könnyen tévedhetünk, ha figyelmen kívül hagyjuk a jövőbeli döntési lehetőségeket. Bár értékelésükre a legkritikább esetben alkalmasak a tőkepiacra kidolgozott opcióárazási formulák, valamilyen megoldást mégis érdemes találni a reál opciók számszerűsítésére. Különösen igaz ez az olyan nagy bizonytalansággal terhelt beruházások esetében, mint a komplex IT rendszerek bevezetése. Sőt, ennél pontosabban is meghatározhatjuk az IT-opciók megjelenésének két legfontosabb típusát: egyrészt a menedzsment szinte mindig rendelkezik a beruházás késletetésével kapcsolatos rugalmassággal, legyen ennek eszköze egy pilot projekt vagy akár a beruházás szakaszolása; másrészt az infrastrukturális IT beruházások gyakran újabb, egyelőre bizonytalan kimenetelű beruházásokra teremtenek lehetőséget.

AZ OPCIÓS ÉRTÉKELÉS MENEDZSMENT RELEVANCIÁJA

Lehetséges azonban, hogy a vállalati gyakorlat egyelőre még nem készült fel a kvantitatív opcióértékelés módszerek alkalmazására IT értékelésben, a menedzserek gyakran panaszkodnak a formulák matematikai komplexitása vagy a valóságtól elrugaszkodott feltételezései miatt [pl. Arnold-Crack, 2004], vagy esetleg a módszer kommunikálhatóságának gyengeségeire. Ennek ellenére az IT beruházások reál opciós megközelítése talán mégis halálra ítélve – mint ahogy Ribbers, de Jong és van der Zee írja „Option pricing for IT valuation: a dead end” című cikkében. Csupán át kell helyezni a hangsúlyt a számítások precizitásáról a menedzsment szemléletmódra. [Zhu in Tallon et al., 2002] Egyrészt miközben a szakemberek egy beruházási lehetőség opciós értékelését előkészítik, részletesen felméri a projekt kockázati forrásait és a lehetséges jövőbeli döntési pontokat, ez pedig önmagában is elengedhetetlen a hatékony projektmenedzsmenthez. Vagyis ezen álláspont szerint nem pontos számszerű eredményre, hanem inkább a különböző alternatívák rangsorolására kell helyezni a hangsúlyt. [van Putten – McMillan, 2004, 139. old.] Másrészt a beruházásokban rejlő opciók célzott keresése és tudatosítása a menedzsment részéről az első lépés ahhoz, hogy valóban profitálni tudjanak ezekből a lehetőségekből.

A reál opciós elméletnek menedzsment szemléletmódként való alkalmazása jól illeszkedik a startégia befektetések opcióalapú megközelítésébe [pl. Smit-Trigeorgis, 2004 vagy Majlender, 2003]. Ma már az IT kockázat menedzsment kutatásainak főáramába tartozik a reál opciós megközelítés alkalmazása a kockázatkezelés területén [ld. pl. Benaroch et al., 2006]. Továbbmenve, az opciós szemléletmód közel áll az ismert kompetencia alapú szervezetelmélethez, és az alapvető képességek valójában stratégiai opciókként szemlélhetők: lehetőségek a jövőbeli értékteremtésre. [Kogut-Kulatilaka, 2001; Clemons-Gu, 2003] De nem csak a kutatók tartják megalapozottnak a reál opciós megközelítés bevonását a gyakorlati IT menedzsment területére, hanem mára már a vállalatok is befogadták ezt az új elméletet. Egy 119 informatikai vezetőre kiterjedő amerikai vizsgálat szerint a vállalatok 6%-a használ a reál opciós technikákat az IT befektetési lehetőségek elemzésére, és a vállalatok azon csoportjánál, ahol elégedettek az alkalmazott módszerekkel, ott ez az arány eléri a 10%-ot [Alter, 2006]. Így például a HP amellett, hogy DCF módszerrel számszerűsíti potenciális befektetési értékét, ma már reál opciós értékelést (mégpedig Black-Scholes formulát) is alkalmaz, különösen a projektek kezdeti lépéseinek értékelésekor. [Green – Maranhao, 2006, 58. old.]

KÖVETKEZTETÉSEK

Megvizsgálva a reál opciós megközelítés helyét az információtechnológiai befektetési döntéshozatalban, a következő következtetések vonhatók le – a kutatások jelenlegi állása alapján:

- A klasszikus opcióértékelési formulák – mint a Black-Scholes formula vagy a Cox-Ross-Rubinstein modell – feltételezései a komplex IT projektek esetében csak

részben teljesülnek, és paramétereikre is csak speciális esetekben létezik megbízható piaci becslés (ld. 1. példa).

- A hagyományos diszkontált pénzáramlás alapú módszerek opciós szemléletű kiterjesztése viszont a legtöbb esetben hasznos lehet, mivel így megakadályozhatjuk, hogy a DCF alulbecsülje az újszerű és sok intangibilis hatásokkal jellemezhető IT projektek jelenértékét, és figyelembe vehetjük a jövőbeli döntési lehetőségek értéknövelő hatását.
- Ha mint értékelési módszert nem is használja a reál opciós közelítést a vállalati gyakorlat, de mint szemléletmód kiszélesítheti a stratégiai IT (és vállalati) menedzsment látókörét.

Ezen megállapítások alapján a következő problémák megoldása jelentheti a következő lépéseket egy elméleti és gyakorlati igényeket egyaránt kielégítő IT opció értékelési módszer kidolgozásának irányába:

- (1) a komplex IT projektek jellegzetességeihez – feltételezéseiben és kezelt paramétereiben egyaránt – illeszkedő opcióértékelési formula azonosítása vagy kifejlesztése,
- (2) ezen formula paramétereire a gyakorlatban könnyen alkalmazható becslési módszer keresése,
- (3) végül az elemző, kvalitatív értékelési lépések és menedzsment megfontolások a kvantitatív formulák mellé illesztése.

A fent felsoroltak közül az első probléma feltárására teszek kísérletet a dolgozat hátralevő részében röviden. Először is az IT opciók (matematikai) jellegzetességeinek feltárásához fel kell tennünk néhány kérdést [Taudes, 1998, 171. old.]: „Mi az opció tárgya és hogy határozzuk meg annak értékét? Milyen sztochasztikus folyamattal írható le az érték változása és hogyan becsülhetjük ennek paramétereit? Fenntartható a pénzügyi opcióknál feltételezett 'no arbitrázs' kondíció esetünkben? Létezik esetünkre megfelelő zárt értékelési formula és milyen megkötések mellett alkalmazható az?” Vagyis meg kell vizsgálnunk az értékelni kívánt IT opció pénzügyi tulajdonságait majd következő lépésként ez alapján ki kell választanunk a megfelelő opció értékelési módszert. A „megfelelő” értékelési módszer alatt elsősorban azt értem, hogy az adott numerikus módszer feltételezései teljesülnek, vagyis egyfajta elméleti megfelelést. Másodsorban azonban a fenti fejezetek alátámasztják, hogy a választott módszernek nem csak elméletileg megfelelőnek, hanem gyakorlatban viszonylag könnyen alkalmazhatónak is kell lennie, különben elveszíti relevanciáját a vállalati vezetők számára. Egy értékelési technika akkor tekinthető könnyen alkalmazhatónak, ha zárt matematikai formulaként megfogalmazható, illetve ha reális lehetőség van a szükséges input adatok megszerzésének, becslésének.

EGY LÉPÉS ELŐRE

A 2. táblázat ízelítőt nyújt az IT-irodalom reál opciós esettanulmányaiból, összefoglalja, hogy a különböző IT opciók esetében milyen értékelési módszert

2. táblázat
A tőzsdei opciók és az IT projektekben rejlő opciók összevetése

	Jellegzetességek, előnyök:	Opció típusok:				
		időzítési (tanulási) opció	kiszállási opció	skála (lépcsőzetes) opció	interprojekt opció	
Értékelési technika:	Döntési fa	- kockázatmentes közelítésmód - vizuális kommunikálhatóság - az NPV opciós szemléletű kiterjesztése	(6) banki middleware technológia	(6) banki middleware technológia	(6) banki middleware technológia (8) pilot (10) banki dokumentumkezelő pilot	(16) SAP R2 - R3 verzióváltás
	Black-Scholes	- egyszerű, ismert, zárt formula				(7) GUI infrastruktúra
	Cox - Ross - Rubinstein binomiális formula	- viuzuálisan jól kommunikálható - az alapgondolat alapján a módszer "testre szabható"	(13) P2P fizetési rendszer bevezetés	(13) P2P fizetési rendszer bevezetés	(9) kórházi kézi számítógép pilot (13) P2P fizetési rendszer bevezetés	(8) ERP alapú követő prpjekt
	Black's approximation	- amerikai típusú opcióra - "osztaléket" fizető eszközre - egyszerűség mellett viszonylagos pontosság	(1) (2) Yankee banki POS hálózat kiépítés			(15) EDI platform
	Módosított Black-Scholes, piaccal nem rendelkező eszközre	- piaccal nem rendelkező eszköz esetén sem kell megválnunk a kockázatmentes nézőponttól	(2) Yankee banki POS hálózat kiépítés			(16) SAP R2 - R3 verzióváltás
	MacVan Adjusted Option Value	- külön kezeli a költségek és hozamok volatilitását		(12) Biotechnológiai kutatás		
	Margrabe csere opció	- megfelelő, ha a felkészülés az implementációra nem időigényes, de a költsége bizonytalan				(15) EDI platform (18) FedEx webalapú információrendszer
	Geske formula	- megfelelő, ha a felkészülés az implementációra időigényes, de a költsége előre meghatározott				(15) EDI platform
	Majd and Pindyck formula szekvenciális opciókra	- explicit módon modellezi az időigényes implementációt és szekvenciális bevezetést			(11) CAD rendszer a Boeingnél	
	Pindyck model	- a beruházás költségeinek jövőbeli változását is figyelembe képes venni	(14) Yankee banki POS hálózat kiépítés			
	Carr módosított formulája beágyazott opciókra	- elméletileg is pontosan kezeli a szekvenciális opciók beágyazott értékét - pseudo amerikai opció				(3) számpélda interprojekt beágyazott opciókra (15) EDI platform
	Trigeorgis opciós formulái			(4) Lastimute.com utazási játék	(4) Lastimute.com utazási játék	(4) Lastimute.com utazási játék
	Egyedi, esetre szabott matematikai számítások	- stratégiai opciókra nincs standard, zárt matematikai formula		(17) vállalatspecifikus szoftverfejlesztés	(17) vállalatspecifikus szoftverfejlesztés	(5) banki stratégiát támogató szoftver bevezetés

- (1) Benaroch, M. - Kauffman, R. J. (1999) (7) de Jong, B. et al. (1999) (13) Mehler-Bicher, A. et al. (2002)
(2) Benaroch, M. - Kauffman, R. J. (2000) (8) Ekström, M. A. - Björnsson, H. C. (2003) (14) Schwartz, E. S. - Zozaya-Gorostiza, C. (2000)
(3) Benaroch, M. et al. (2006) (9) Kambil, A. et al. (1993) (15) Taudes, A. (1998)
(4) Bräutigam J. et al. (2003) (10) Kulatilaka, N. et al. (1999) (16) Taudes, A. et al. (2000)
(5) Clemons, E. K. - Gu, B. (2002) (11) Kumar, R. L. (1997) (17) Whang, S. (1992)
(6) Dai, Q. et al. (2000) (12) MacMillan, I. et al. (2006) (18) Zhu, K. (1999)

használtak az egyes szerzők. A táblázatból látható, hogy az IT kutatók többnyire az egyszerűbb módszereket használták – a döntési fákat illetve a klasszikus Cox-Ross vagy a Black-Scholes formulák alap vagy módosított változatait – vagyis inkább a gyakorlatias követelményeknek igyekeztek eleget tenni. A táblázatban ismertetett esettanulmányok illetve az opciós technikák és az IT beruházások (az első fejezetekben ismertetett) karakterisztikáinak alapján a következő javaslatot tehetjük:

- Ahhoz, hogy a vállalati gyakorlatban elterjedhessen az opciós értékelés mindenképp viszonylag ismert (legalább a gyakorló gazdasági szakemberek körében), egyszerű (zárt matematikai formulával leírható) és jól kommunikálható (grafikusan szemléltethető). Ezek alapján a két klasszikus modell – azaz a Black-Scholes és a Cox-Ross-féle modellek – közül a Cox-féle binomiális modell tűnik célravezetőbbnek. Egyrészt mert grafikusan jól szemléltethető (döntési fával), másrészt mert a binomiális modell logikájának megértésével könnyen „testreszabható” lesz az opcióértékelés, némi gyakorlattal az értékelő egyedül is túl tud lépni a modell határain.
- Míg a Black-Scholes folyamatos időbeli változást modellez, addig binomiális modell diszkrét változási pontokat és ezzel diszkrét döntési pontokat feltételez. Utóbbi talán közelebb is áll a projektmenedzsment gyakorlatnak a mérföldkövekhez kötött döntés-felülvizsgálati rendjéhez.
- Bár a binomiális modell a Black-Scholeshoz hasonlóan szigorú feltételezéseken nyugszik: binomiális eloszlású jövőbeli projektérték, állandó volatilitás, fix beruházási költség, az eszköznek piaca van és nincs kockázatmentes arbitrázslehetőség [ld. pl. Benaroch– Kauffman, 1999, 76. old.], európai opcióra vonatkozik, és nem számol a döntés késleltetése miatt elvesztett pénzáramlások létevel sem. Különböző módosításokkal azonban ezen feltételezéseken lazíthatunk:
- A fix beruházási költségek helyettesíthetők egy innovatív technológia esetében egyrészt sztochasztikus változóval. Többnyire azonban elegendő, ha a beruházás árát az idő függvényében fejezzük ki, hiszen ismert modellek találhatóak a (információ) technológia diffúziójára és az ezzel párhuzamos árcsökkenésre. Az idő függvényében kifejezett beruházási költségek pedig csupán amerikai típusú, azaz lejáratig folyamatosan lehívható opciók esetében teszik bonyolultabbá a számításokat, és akkor is könnyedén hozzárendelhetők különböző árak az egyes döntési pontokhoz.
- Ha a döntés késleltetése miatt elveszített pénzáramlásokat is figyelembe szeretnénk venni, akkor ezt is hozzá tudjuk rendelni az egyes döntési pontokhoz, akár az opció értékét befolyásoló valószínűségi változó függvényeként kifejezve, akár fix összegként.
- Ha az eredeti feltételezések mellett akarunk áttérni európairól amerikai opcióra, akkor a korábban lehívás lehetősége nem növeli az opció értékét, vagyis az eredeti modell továbbra is érvényes marad. [ld. Hull, 2003, 175. old.] Am ha a döntés késleltetése miatt elveszítünk bizonyos pénzáramlásokat, akkor már minden lejárat előtti döntési pontban felül kell vizsgálnunk az opció értékét. Ha viszonylag kevés

(maximum 5) felülvizsgálati pontról van szó, akkor ezek kiértékelése még viszonylag gyorsan megtehető.

- A komplex vállalati IT beruházásoknak többnyire nincs piaca, így ahhoz hogy alkalmazhassuk a kockázatsemleges értékelésmódot, a beruházási érték elvart növekedési ütemét, elvart hozamát kell csökkentenünk. [Hull, 2003, 662. old.] Ez a módosítás egyszerűbben megoldható ugyan a Black-Scholes formulán [Benaroch – Kauffman, 2000], de a binomiális modellt is szükséges lenne eszerint módosítani.
- Ezen túl természetesen figyelembe lehet venni az egymásba ágyazott opciókat is – pl. egy többlépcsős információs rendszer bevezetésénél – ilyenkor figyelni kell, hogy a beágyazott opció számított értékét nem a megelőző opció tárgyának folyamatosan változó értékéhez kell hozzáadni, hanem a fix kötési árából kell levonni, így elkerülve a volatilitás halmozott figyelembe vételét. [ld. Benaroch et al., 2006, 246. old.]
- Ezek az opciós értékelési módszerek többnyire európai típusú késleltetési értelmezhetők könnyedén, de természetesen transzformálható más típusú IT opciókra is. Trigeorgis [1991] a következő transzformációkat javasolja:

3. táblázat
Különféle beágyazott opció típusok kiértékelése

Opció típusa	Opció kiértékelése (ahol R mindig az opció nélküli beruházási érték az adott időpontban)
Kiszállási opció S kiszállási értéken	$R' = \max(R, S)$
Növekedési opció e növekedéssel	$R' = R + \max(eV - X, 0)$
Kiszereződési opció c mértékben	$R' = R + \max(X - cV, 0)$
Késleltetési opció (amerikai típusú)	$R' = \max(R_j, \exp(-r \cdot T/N) \cdot E(R_{j+1}))$

Forrás: Trigeorgis, 1991 idézi: Bräutigam et al., 2003, 12. old.

Összességében tehát a fenti javaslatok lehetővé teszik, hogy az reál opciós értékelés egyrészt feltételezéseiben alkalmazkodjon az IT beruházások jellegzetességeihez (amerikai típusú lehívás diszkrét felülvizsgálatai pontokon, idővel változó beruházási költségek, speciális és többlépcsős beágyazott opciók) és emellett megtartsa gyakorlati relevanciáját viszonylag átlátható és jól kommunikálható számítási módszerek segítségével. (Ezt illusztrálta az 1. példa is.)

Emellett első lépésként természetesen továbbra is szükséges a DCF módszerre támaszkodó beruházás-értékelés, vagyis a különböző kvantitatív módszerek egymást kiegészítő használata írja le legpontosabban az IT beruházások jövőbeli értékteremtő képességét. Természetesen a modell még így is sem ír le minden IT beruházási szituációt, azonban ezen túl is van még néhány fontos megoldandó kutatási kérdés. Egyrészt találni kell megbízható, ám egyszerű előrejelzési módszereket a formulák input adatainak becslésére – ezen a téren ígéretes lehet a Monte Carlo szimuláció gyakorlati alkalmazásával kapcsolatos tanulmányok. És végül helyére kell tenni az egyes előrejelzési módszereket, kvantitatív és kvalitatív értékelési technikákat egy átfogó IT értékelési keretben.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abel, A.B. – Dixit, A.K. – Eberly, J.B. – Pindyck, R.S. (1996): „Options, the Value of Capital, and Investment”, NBER Working Papers 5227, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Alter, A. E. (2006): July 2006 survey: „What's the value of IT? At many companies, it's just guesswork.” CIOInsight. July 25, 2006.
<http://www.cioinsight.com/article2/0,1540,1987873,00.asp> (10.09.2006)
- Anandarajan, A. – Wen, H. J. (1999): „Evaluation of information technology investment”, Management Decision, Vol. 37 Issue 3/4, p.329-337.
- Arnold, T. – Crack, T. F. (2004): „Using the WACC to Value Real Options”. Financial Analysts Journal, Vol. 60, No. 6, p.78-82
- Benaroch, M. – Kauffman, R.J. (1999): „A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments” Information Systems Research, Vol. 10, No. 1, p.70-86
- Benaroch, M. – Kauffman, R.J. (2000): „Justifying Electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis”, MIS Quarterly, Vol. 24, No. 2, p.197-225.
- Benaroch, M. - Lichtenstein, Y. - Robinson, K. (2006): “Real options in information technology risk management: An empirical validation of risk-option relationship” MIS Quarterly, Vol. 30. No. 4. p. 827-864.
- Benaroch, M. - Shah, S. - Jeffery, M. (2006): “On the valuation of multistage information technology investments embedding nested real options” Journal of Management Information Systems, Vol. 23. No. 1. p. 239-261.
- Black, F. – Scholes, M. (1973): „The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, Journal of Political Economy, Vol. 81, p.637-654
- Bräutigam J. - Esche C. - Mehler-Bicher A. (2003): „Uncertainty as a key value driver of real options” In: Proceedings of the Seventh Conference on Real Options: Theory Meets Practice. Washington, DC. July 9-10, 2003.
- Brealey – Myers (1999): „Modern vállalati pénzügyek”, Panem, Budapest, II. kötet, p.79-133.
- Clemons, E.K. – Gu, B. (2003): „Justifying Information Technology Investments: Balancing the Need for Speed of Action With Certainty before Action”, Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, January 06 - 09, 2003
- Clemons, E. K. – Weber, B. W. (1990): „Strategic Information Technology Investment: Guidelines for Decision Making”, Journal of Management Information Systems, Vol. 7 No. 2, p.9-28.
- Cox – Ross – Rubinstein (1979): „Option Pricing: A Simplified Approach”, Journal of Financial Economics 7, p.229-263
- Dai, Q. - Kauffman, R.J. - March, S.T. (2000): „Analyzing Investments in Object-oriented Middleware: An Options Perspective” Working Paper. Carlson School of Management. University of Minnesota

- Dewan, S. - Shi, C. – Gurbaxani, V. (2003): „Investigating the Risk-Return Relationship of Information Technology Investment: Firm-Level Empirical Analysis” Working Paper, <http://web.gsm.uci.edu/~cshi/External%20Documents/RiskReturnofIT-August2003.pdf> (2005. 03. 03-án)
- Dos Santos, B.L. (1991): „Justifying Investment in New Information Technologies” Journal of Management Information Systems, Vol. 7. No. 4. p. 71-89.
- Economist (2000): „Fading Fads”, April 22, 2000, p. 60-61
- Ekström, M.A. – Björnsson, H.C. (2003): „Evaluating IT investments in Construction Accounting for strategic flexibility”, CIFE Technical Report Nr. 136, Stanford University
- Green, C. - Maranhao, C. (2006): „Beyond budget”. PM Network. September 2006. www.pmi.org. (08.12.2006) p. 56-60.
- Grenadier, S. - Weiss, A. (1997): „Optimal migration strategies for firms facing technological innovations: An option pricing approach” Working Paper, Stanford Business School
- Hull, J.C. (2003): „Options, Futures, and Other Derivatives” Fifth Edition. Prentice-Hall. New Jersey
- de Jong, B. - Ribbers, P.M.A. - van der Zee, H.T.M. (1999) : „Option pricing for IT valuation: a dead end”, Electronic Journal of Information System Evaluation, Vol. 2. Issue 1., <http://www.ejise.com/volume-2/volume2-issue1/issue1-art1.htm>
- Kahneman, D. – Tversky, A. (1979): Prospect Theory: „An Anaysis of Decisions under Risk” Econometrica. Vol. 47. No. 2. p. 263-292.
- Kambil, A. - Henderson, J. C. - Mohsenzadeh, H. (1993): „Strategic management of information technology: An options perspective” In: Strategic information technology management: Perspectives on organizational growth and competitive advantage. R. D. Banker - R. J. Kauffman - M. A. Mahmood (eds.). Idea Group Publishing. Middletown. 1993. p. 161-178.
- Kogut, B. – Kulatilaka, N. (2001): „Capabilities as Real Options”, Organization Science, Vol. 12, No. 6, Nov-Dec 2001, p.744-758
- Kulatilaka, N. - Balasubramanian, P. - Strock, J. (1999): „Using real options to frame the IT investment problem” In: Real options and business strategy: Applications to decision-making. L.Trigeorgis (ed.). Risk Books. London. 1999. p. 59-84.
- Kumar, R. L. (1997): „Understanding the value of information technology enabled responsiveness” Electronic Journal of Information Systems Evaluation. Vol. 1. No. 1. www.ejise.com/volume-1/volume1-issue1/vol1-issue1-papers.htm
- Kumar, R.L. (2002): „Managing risks in IT projects: an options perspective”, Information & Management 40., p.63-74.
- Lublóy, Ágnes (2004): „Evaluation of IT projects”, előadás a Budapesti Corvinus Egyetemen
- MacMillan, I. - van Putten, A.B. - Gunther McGrath, R. - Thompson, J.D. (2006): „Using real options discipline for highly uncertain technology investments” Research Technology Management, January-February, p. 29-37.

- Majlender, P. (2003): „Strategic Investment Planning by Using Dynamic Decision Trees”, Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, January 06-09, 2003
- Mehler-Bicher, A. - Bräutigam, J. - Behrens, S. (2002): „Portal PowerPay. A promising investment?” European Case Clearing House. No. 2002-01
- van Putten, A. B. – MacMillan, I. C. (2004): „Making Real Options Really Work”, Harvard Business Review, December 2004
- Schwartz, E. S. - Zozaya-Gorostiza, C. (2000): “Valuation of Information Technology Investments as Real Options”, Working Paper Series, November 18, 2000, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=246576 , (2005. 02. 08-án)
- Smit, H. T. J. – Trigeorgis, L. (2004): „Strategic Investment: Real Options and Games”, Princeton University Press
- Tallon, P.P. – Kauffman, R.J. – Lucas, H.C. – Whinston, A.B. – Zhu, K. (2002): „Using Real Options Analysis for Evaluating Uncertain Investments in Information Technology: Insights from ICIS 2001 Debate”, Communications of the Association for Information Systems, Vol. 9. p.136-167.
- Taudes, A. (1998): „Software growth options” Journal of Management Information Systems. Vol. 15. No. 1. p. 165-185.
- Taudes, A. – Feurstein, M. – Mild, A. (2000): „Options Analysis of Software Platform Decisions: A Case Study”, MIS Quarterly, Vol. 24, No. 2, p.227-243.
- Trigeorgis, L. (1991). „A log-transformed binomial numerical analysis method for valuing complex multi-option investments” Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 26. No. 3. p. 309-326.
- Whang, S. (1992): „Contracting for Software Development” Management Science Vol. 38. No. 3. p. 307-325.
- Zhu, K. (1999): „Evaluating information technology investment: Cash flows or growth options” Extended abstract for WISE'99. September 10, 1999
- Zoltayné Paprika Zita (2002): „Döntéelmélet” Alinea Kiadó. Budapest