

Optimalizálás és kockázatelemzés szimulációja a beruházási döntésekben

Katona Szilvia¹ – Ertsey Imre²

¹Központi Statisztikai Hivatal,

Statisztikai kutatási és oktatási főosztály,

Mintavételi és módszertani osztály, Budapest

²Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,

Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar,

Gazdaságelemzési és Statisztikai Tanszék, Debrecen

szkatona@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Minden beruházás kockázatot hordoz magában, mivel a jövőbeni adatok csak tervezett adatok, értékük pontosan nem ismert, így beruházásunk megvalósíthatósági elemzését ki kell egészíteni kockázatelemzéssel. Szimulációs matematikai-statisztikai módszerek alkalmazásával célunk az egyes, előre nem pontosan ismert adatok, mint kockázati tényezők hatásának vizsgálata a beruházás-gazdaságossági mutatók eredményeire. Másrészt döntésoptimalizáló módszerek felhasználásával célunk a beruházás finanszírozására vonatkozó optimális döntés meghozatala.

Kulcsszavak: beruházási döntések, valószínűségi becslés, kockázatelemzés, szimuláció, döntésoptimalizálási módszerek

SUMMARY

Investments always contain risks, as data referring to the future are planned and uncertain. Therefore, besides feasibility analyses we need to perform risk analyses, as well. Through statistic simulation methods, our aim is to examine how uncertain and prospective data as risk factors affect investment-profitability indices. On the other hand, our aim is to find out the optimal innovation – financing decisions by using decision optimizing methods.

Keywords: investment decisions, profitability calculations, risk analysis, simulation, decision optimizing methods

BEVEZETÉS

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk óta egyre inkább előtérbe kerül a vállalkozások hatékonysági versenyben való helytállása, amely alaposan megtervezett és kivitelezett beruházások révén valósítható meg. Tervezett beruházásaink megvalósíthatósági elemzése különböző beruházás-gazdaságossági számítások segítségével történik. Az itt alkalmazott mutatók az állóeszköz teljes kalkulált élettartamára vonatkozó jövőbeni adatokra építenek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Tervezett beruházásaink megvalósíthatósági elemzése különböző beruházás-gazdaságossági számítások segítségével történik. Megkülönböztetünk úgynevezett statikus és dinamikus beruházás-gazdaságossági mutatókat.

Az általunk használt statikus beruházás-hatékonysági mutató a *megtérülési idő* – PP (Payment Period),

amely kifejezi, hogy az adott beruházás az átlagos eredménytöbbletből hány év alatt térül meg. A beruházás megtérülési ideje megadja, hogy hány év alatt éri el az összes várható nettó jövedelem az eredeti befektetés összegét (Brealey és Myers, 1991). A dinamikus beruházás-hatékonysági mutatók közül az alábbiak használatára került sor:

Nettó Jelenérték – NPV (Net Present Value), Belső Megtérülési Ráta – IRR (Internal Rate of Return) és Jövedelmezőségi Index – PI (Profitability Index).

A beruházás értékelése során gyakran alkalmazott mutató a *nettó jelenérték*, mely a befektetés révén megszerzett tőkejóság jelenértékének és a megszerzés, befektetés ráfordításainak különbsége (Kopányi, 2000). A nettó jövedelem jelenlegi értéke azt fejezi ki, hogy mennyi a beruházás nettó nyeresége a beruházás időpontjára diszkontálva (Kovács, 2006.) Számításakor a beruházás működése során megtermelt nyereség és amortizáció diszkontált értékeit összegezzük, és azokból levonjuk a beruházás élettartama alatt jelentkező beruházási és forgóeszköz-finanszírozási kiadásokat (Lakner és Gulyás, 2004).

A *belső megtérülési kamatláb (IRR)* a beruházás „belső” jövedelmezőségét mutatja. A befektetés annál jövedelmezőbb, minél magasabb a belső kamatláb. A beruházást akkor érdemes megvalósítani, ha annak belső kamatlába meghaladja a számításokban alkalmazott kalkulatív kamatláb nagyságát. A beruházás kölcsönből történő megvalósítása esetén, a belső kamatláb meg kell, hogy haladjon a kölcsön után fizetendő kamatláb mértékét. Ilyen értelemben a belső kamatláb a beruházás hitelképességét is mutatja (Kovács, 2006).

A *jövedelmezőségi index (PI)* kifejezi a beruházás hozamainak a beruházás tőkeigényéhez viszonyított arányát.

1. táblázat

Az NPV, az IRR, az „r” és a PI összefüggése

Esetek(1)	NPV(2)	Elvárt hozam „r” és az IRR(3)	PI(4)
1.	NPV=0	r= IRR	PI= 1
2.	NPV>0	r< IRR	PI> 1
3.	NPV<0	r> IRR	PI< 1

Forrás: Tétényi, 2001.

Table 1: Relationship between NPV, IRR and PI

Cases(1), Net Present Value(2), Required rate of return „r” and Internal Rate of Return(3), Profitability Index(4)

Az 1. táblázatban látható első két esetben elfogadható és megvalósítható, míg a harmadik esetben nem éri meg megvalósítani a beruházást.

A vállalkozások számára több lehetőség kínálkozik, amikor beruházási igényük merül fel. Adott beruházás finanszírozási változatai a következők lehetnek: sajátéres beszerzés, hitelből történő beszerzés, támogatás igénybevétele, illetve ezek kombinációja.

A választást mérlegelni kell. Először is meg kell határozni, hogy mennyi saját erővel rendelkezünk a beruházás megvalósítására. Ezt követően fel kell mérni, hogy milyen összegű támogatást vehetünk igénybe, és ezek alapján a szimuláció alkalmazása során döntésoptimalizálást végzünk arra vonatkozóan, hogy milyen mértékben használjuk fel a rendelkezésünkre álló saját erőt, valamint a támogatást, és így mennyi hitelt szükséges felvennünk.

A statikus-, valamint a dinamikus számítási módszerek a jövő gazdasági körülményeit becslés alapján határozzák meg. A becslés hibákat, illetve kockázatot tartalmaz (Pfau, 1998).

A kockázat lényegének nem a veszteséget tekintjük, hanem a negatív eltérés lehetőségét a döntés szerinti céltól, ami nem feltétlenül veszteséget, hanem elmaradt nyereséget is jelenthet. A vállalkozás működését számos kockázati tényező befolyásolja. Lehetséges kockázati tényezők többek között: a változó gazdasági-társadalmi környezet; a beruházás során létrejött termelőeszköz élettartama; az infláció, a költségek és az árak változása; a kormányzati szabályozások módosulása; káresemények bekövetkezése; pénzügyi, finanszírozási problémák; stb.

A szimulációs eljárások segítségével lehetőségünk van a hiba, a kockázat mértékének számszerűsítésére; meghatározhatjuk, hogy a beruházásunk milyen valószínűséggel képes kielégíteni a vele szemben támasztott gazdaságossági követelményeket. Információt kaphatunk arról, hogy a fenti kockázati tényezők közül melyek azok, amelyek igazán fontosak a beruházás-gazdaságossági mutatók alakulására vonatkozóan.

A valószínűség-értékelés számolva az egyes kockázati tényezők bekövetkezési értékeinek valószínűségi eloszlásával, figyelembe veszi a kockázati források együttes hatását a függő változóra, továbbá amennyiben létezik korreláció a vizsgálatba bevont kockázati tényezők között, úgy annak erősségét és irányát is rögzítik.

A sztohasztikus szimuláció általában a Monte Carlo technikán alapul, melynek lényege, hogy az egyes bizonytalan tényezőkhöz rendelt valószínűségeloszlás alapján véletlenszerűen választunk ki értékeket, amelyeket a szimulációs vizsgálat egy-egy kísérletében használunk fel (Russel és Taylor, 1998). A modell több ezer számítást végez.

A Monte Carlo szimuláció lépései

Készítünk egy modellt az elemezni kívánt beruházási tervről.

Rögzítjük többek között a befolyásoló változókat, illetve lehetséges szélsőértékeiket, valószínűség-eloszlásaikat, valamint a változók közötti kapcsolatokat. A változók adott intervallumbeli és eloszlás szerinti értékeit véletlenszám-generátorral képezzük. A modellt egymás után többször lefuttatjuk (általában 1000 kísérlettel), és így kapunk egy várhatóértéket és egy szórási tartományt a meghatározni kívánt függő változóra.

VIZSGÁLAT ÉS EREDMÉNYEK

Vizsgálatunkat egy gabonaiipari vállalkozás beruházási tervére végeztük el.

A szimulációs modellben első lépésként meg kellett adnunk a beruházás tőkeszükségletét. Ennek legkedvezőbb megoszlását a különböző finanszírozási lehetőségek között optimalizálással végeztük el. A saját erőt, hitelt és támogatást döntési változókként definiáltuk. A hitel kamatlábát normális eloszlású valószínűségi változónak állítottuk be.

A vállalkozás maximum 300.000 eFt saját erővel rendelkezik, az igényelhető támogatás a beruházás tőkeszükségletének legfeljebb 37%-a.

Az amortizációs leírás és a hitelviszafizetési adatok meghatározása után a vezetőség által elvárható hozamot is döntési változónak állítottuk be.

A szimulációs modell a 2. táblázat adatain kívül mérlegadatokat használ az állóeszköz kalkulált élettartamára vonatkozóan (6 év) úgy mint bevételek, kiadások, hiteltörlesztés, hitelkamat, adózás előtti eredmény, adó, amortizáció, adócsökkentés, adózott eredmény, cashflow, pénzáramok jelenértéke, amelyben az infláció mértékét, mint kockázati tényezőt minden évre normális eloszlású valószínűségi változónak állítottuk be.

2. táblázat

Szimulációs modell eredménytáblája

Beruházás tőkeszükséglete(1)	675000	(eFt)
Saját forrás(2)	158162	
Támogatás(3)	249750	az összes költség max.37%-a(8)
Hitel(4)	267088	
Hitel kamatlába(5)	10,00	%
Értékesítési leírás(6)	6	év lineárisan(9)
Hiteltörlesztés(7)	5	év egyenlő részekben(10)
NPV	213084	eFt 16,00% elvárt hozam esetén(11)
IRR	32,99	%
PP	3,8	év
PI	1,31	

Forrás: saját számítás(12)

Table 2: Output of the simulation model

Capital needs of investment(1), Own resources(2), Subsidy(3), Bank credit(4), Interest rate(5), Depreciation(6), Loan payment(7), Max. 37% of the total capital needs(8), Linear(9), In equal parts(10), In case of 16% required rate of return(11), Own calculation(12)

A fenti adatokból a szimulációs program 1000 futtatás alkalmával kiszámolta az NPV, IRR, PP és PI lehetséges értékeit (az egyik kedvező futási eredmény látható példaként).

A döntéselőkészítés során az optimalizáláshoz be kellett állítani különböző alapfeltételeket a beruházás tőkeszükségletére, a maximálisan rendelkezésre álló saját erőre, az igényelhető támogatásra, a vezetőség által elvárható hozamra, stb. vonatkozóan.

A meghatározott feltételek teljesülése mellett a megtérülési idő minimális értékét szeretnénk meghatározni.

Az 1. ábrán szemléltetjük az optimalizálandó PP és az NPV alakulását az 1000 lefuttatott változat során. (A PP görbére a baloldali függőleges tengely, az NPV görbére a jobboldali tengely vonatkozik.)

Látható, hogy az optimalizálás során a PP értéke egyre kisebb, míg az NPV értéke egyre magasabb lett.

Megfigyelhető továbbá az is, hogy körülbelül a 400-dik futtatás után a PP értéke egyre kisebb mértékben csökkent, szinte állandósult. Mi az általánosan elfogadott 1000 változat eredménye alapján kerestük az optimálisat, amely esetünkben a 901. változat (lásd 3. táblázat).

1. ábra: Szimuláció

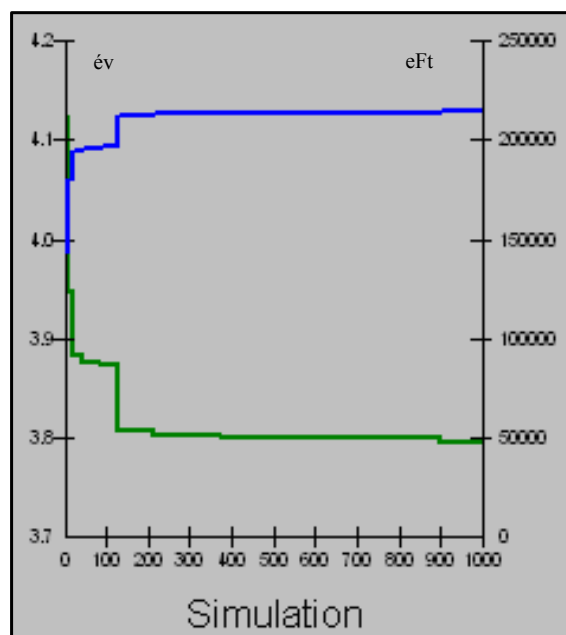


Figure 1: Simulation

3. táblázat

Optimalizálás

Változat(1)	PP(2)	PI(3)	NPV(4)	IRR(5)	Saját forrás(6)	Hitel(7)	Támogatás (8)	Elvárt hozam(9)
85	3,87292	1,29124	196587	32,9980	155115	270135	249750	17
96	3,87251	1,29136	196665	32,9981	153852	271398	249750	17
128	3,80749	1,31341	211549	32,9982	161399	263851	249750	16
210	3,80646	1,31376	211785	32,9980	167288	257962	249750	16
211	3,80264	1,31509	212688	32,9983	155510	269740	249750	16
344	3,80210	1,31527	212809	32,9982	156078	269172	249750	16
375	3,80097	1,31568	213084	32,9982	158162	267088	249750	16
477	3,80008	1,31597	213280	32,9983	155658	269614	249728	16
636	3,79962	1,31615	213399	32,9982	154645	270628	249727	16
Best. 901	3,79550	1,31755	214347	33,9983	133414	291870	249716	16

Table 3: Optimization

Case(1), Payment Period(2), Profitability Index(3), Net Present Value(4), Internal Rate of Return(5), Own resources(6), Bank credit(7), Subsidy(8), Required rate of return(9)

A szimuláció által optimálisnak minősített megoldás esetében a minimális megtérülési idő (PP) 3,7955 év, ami abban az esetben fog teljesülni, ha 133414 eFt saját forrást használunk fel, 291870 eFt hitelt veszünk fel és 249716 eFt összegű támogatást veszünk igénybe.

Ebben az esetben a beruházásunk jövedelmezőségi indexe 1,31, tehát minden egyes Forint további 0,31 Forint jövedelmet hoz, a vezetőség által elvárható hozam 16%, az NPV 214347 eFt, és az IRR 34%. Ezen értékek kielégítik a vizsgálatunk alapfeltételeit, tehát ilyen módon érdemes megvalósítani a beruházást.

Természetesen, ha az igényelhető támogatást a maximumon kívánjuk kiaknázni (249750 eFt), akkor érdemesebb a 375. futás eredményét alkalmaznunk, mivel a megtérülési idő ebben az esetben is csupán

3,8 év, viszont ekkor némileg magasabb értékű saját erő felhasználása szükséges.

Az alábbi gyakorisági táblázatokban az NPV, PI és PP előfordulási értékeit és annak eloszlását tekinthetjük meg az 1000 futási eredmény alapján. A vízszintes tengelyen az adott mutató minimum és maximum értékei közötti eloszlása látható, kiemelten jelezve az átlagos értéket, ami esetünkben megközelíti a legvalószínűbb értéket. A szimulációból nyert 1000 adatot felosztottuk 100 csoportra, így a kapott értékek skáláját 100 intervallumra. Az így kapott egy-egy adott intervallumba esés gyakorisága a jobb oldali függőleges tengelyen ezen intervallumokba esés valószínűségét mutatja.

A 2. ábrán látható, hogy a futtatások során a beruházás nettó jelenértéke milyen értékeket vett fel milyen valószínűséggel.

Az átlagos és megközelítőleg a leggyakoribb értéke 225775 eFt lesz és 84,1% a valószínűsége annak, hogy az optimális megoldáshoz szükséges 214347 eFt-nál magasabb (és 255484-nél kisebb) NPV-t érünk el.

2. ábra: Gyakorisági táblázat (NPV)

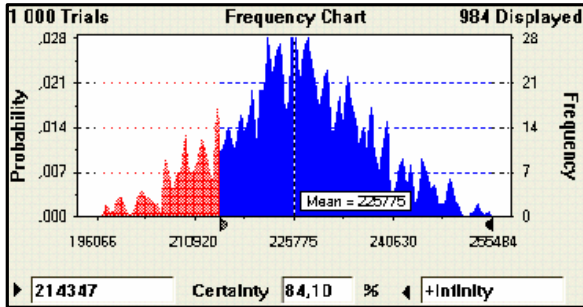


Figure 2: Frequency Chart of NPV

A 3. ábrán a jövedelmezőségi index alakulása tekinthető meg.

Az átlagos és megközelítőleg a leggyakoribb értéke 1,33, tehát minden forint 0,33 forint jövedelmet eredményez; 88,6% valószínűséggel értéke az optimális eredményt hozó 1,31755 és a maximális 1,38 közé fog esni.

3. ábra: Gyakorisági táblázat (PI)

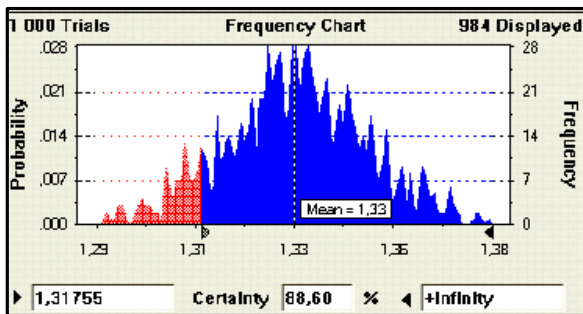


Figure 3: Frequency Chart of PI

Végül a 4. ábrán a minimalizálni kívánt megtérülési idő alakulását tekinthetjük meg. Az átlagos és közel a leggyakoribb értéke 3,75 év volt és ahogyan fentebb láttuk, optimális esetben 3,7955 év alatt fog megtérülni a beruházásunk. Az esetek 84,3%-ában 3,62 és 3,7955 év közé esett a megtérülési idő.

A 4. táblázatban látható érzékenységi szalagdiagram az NPV, PP és a PI érzékenységét mutatja az inflációra és a felvett hitel kamatára nézve, jól ábrázolja azt, hogy mely tényező fontos és melyik kevésbé fontos a modell szempontjából.

A befolyásoló tényezők a bal oldali oszlopban vannak felsorolva fontossági sorrendben, tehát kezdve azzal a faktorról, amelyre nézve a legnagyobb

a vizsgált mutatók érzékenysége. A középső oszlopban található a kockázati faktorok értékeit, míg a harmadik oszlop maga a szalagdiagram.

4. ábra: Gyakorisági táblázat (PP)

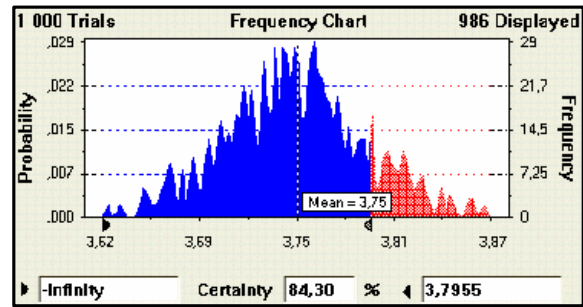


Figure 4: Frequency Chart of PP

4. táblázat

Érzékenységi diagram (NPV, PP, PI)

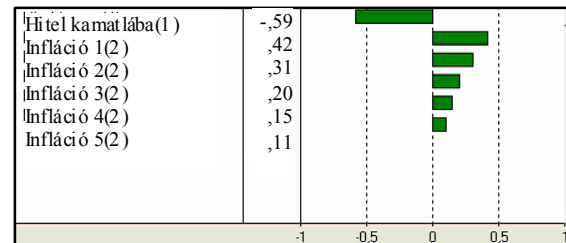


Table 4: Sensitivity chart

Interest rate(1), Inflation(2)

Az érzékenységi vizsgálatban rang korrelációt végeztünk. A korrelációs koeficiens értéke -1.0 és +1.0 között helyezkedik el, és a kapcsolat erősségére és irányára utal. A pozitív érték azt jelenti, hogy ha az egyik tényező növekszik, akkor a másik is növekedni fog, míg a negatív érték fordított kapcsolatra utal.

Ha a korrelációs koeficiens a $[-0,5; -0,25]$ vagy a $[0,25; 0,5[$ intervallumba esik, akkor gyenge sztochasztikus kapcsolatról beszélünk. Ha $[-0,75; -0,5]$ vagy $[0,5; 0,75[$ közé esik, akkor közepes, míg $[-1; -0,75]$ vagy $[0,75; 1[$ esetén szoros kapcsolat van a két tényező között.

A 4. táblázat tehát azt mutatja meg számunkra, hogy a beruházás különböző gazdaságossági mutatói mennyire érzékenyek a kiválasztott tényezőkre, azaz a következő 5 évi inflációs rátára és a felvett hitel kamatlábjára. Látható, hogy közepes negatív korreláció van a hitel kamatlábjára és a mutatóink között. Ez azt jelenti, hogy ha a hitel kamatlábjára növekedni fog, erre az NPV és a PI csökkenéssel fog reagálni és fordítva.

Hasonlóan a hitel kamatlábjának növekedése meg fogja nyújtani a megtérülési időt, illetve ha csökkenne a felvett hitel kamatlábjára, gyorsabban megtérülhetne beruházásunk.

A szimuláció arra is rámutatott, hogy gyenge pozitív korreláció van az első két éves inflációs ráta és a

mutatóink között. Ez azt jelenti, hogy ha az inflációs ráta növekedne a következő 1-2 évben, akkor arra a mutatóink enyhe növekedéssel reagálnának és fordítva. Tehát a következő 1-2 évben várható növekvő infláció a jövedelmezőségi index kismértékű növekedését váltja ki. Az azt követő 3 év inflációs rátája nincs kimutatható hatással a beruházás paramétereire.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálatunkban azt kívántuk elemezni, hogy a tervezett beruházásra az inflációs ráta és a felvett hitel kamatlába, mint kockázati tényezők milyen

hatással vannak, valamint e hatások figyelembe vétele mellett milyen finanszírozást célszerű választanunk.

Azt az eredményt kaptuk, hogy a beruházás-gazdaságossági mutatók a felvett hitel kamatára és az első két év inflációs rátájára érzékenyek bizonyultak, így szükséges ezen hatások figyelembe vétele a beruházás-gazdaságossági számításaink, és így a beruházás megvalósítása előtt.

Döntésoptimalizálással azt is meghatároztuk a szimuláció segítségével, hogy optimális esetben a támogatás igénybevétele mellett mennyi saját erőt kell felhasználni, valamint mennyi hitelt szükséges igénybe venni.

IRODALOM

Brealey, R. A.-Myers, S. C. (1991): Principles of corporate finance, 4th ed. New York: McGraw-Hill.
 Kopányi M. (2000): Mikroökonómia. Műszaki Kvk., Budapest.
 Kovács E. (2006): Hogyan döntsék a beruházásokról?
http://interm.gtk.gau.hu/szr/szr/uzl_terv.html
 Lakner Z.-Gulyás M. (2004): Élelmiszer-gazdasági beruházások tervezése és előkészítése, Környezet és Fejlődés Kiadó, Budapest.

Pfau E. (1998): A mezőgazdasági vállalkozások termelési tényezői, erőforrásai. Vider-Plusz Bt., Debrecen.
 Russel, R. S.-Taylor, B. W. (1998): Operations Management, Focusing on quality and competitiveness, New Jersey: Prentice, Hall, 610-613.
 Tétényi V. (2001): Pénzügyi és vállalkozásfinanszírozási ismeretek, Perfekt Kiadó, Budapest.