

Az átfutási idő eltolódásának hatása a beruházás-gazdaságossági mutatókra

A gazdaságossági számítások különböző gondolatmeneteit — a hagyományos eljárásoktól az operációkutatási modellekig — ismételten befolyásolja a jelentős számú tényezőtől eredő bizonytalanság. E hatások komplex figyelembevételére mind az adatok, mind pedig a modellalkotás oldaláról számos problémát vet fel, s az elkészült vizsgálatok is még sok nyitott kérdést hagynak hátra. Munkánk e gondolkörben, keresztmetszeti jelleggel készült, egy általában figyelmen kívül hagyott tényezőnek, az átfutási idő eltolódásának számbavételi lehetőségét vizsgálja, s teszi gyakorlati elemzés tárgyává. Az eljárás, értelemszerű módosításokkal más problémák tárgyalására is átvihető.

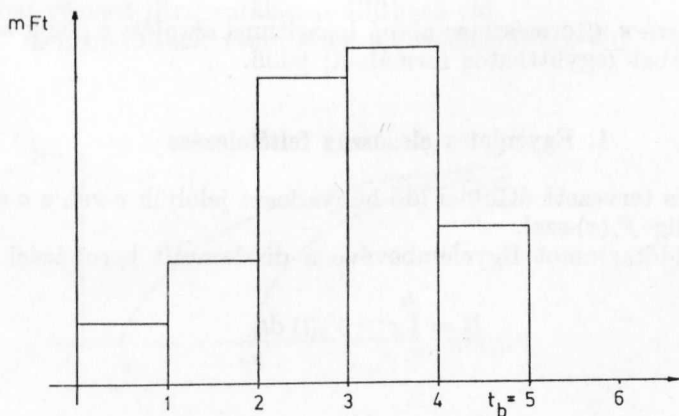
A különböző beruházás-gazdaságossági mutatók általában csak a tényezők meglehetősen széles körére támaszkodva számszerűsíthetők. A meggondolásaink középpontjában álló átfutási idő eltolódása azonban, — bár lényegesen befolyásolhatja az eredő gazdaságosságot — explicit alakban nem kap helyet a mutatók kifejezésében. Általában elmondható, hogy az átfutási idő rövidülésével javul a gazdaságossági mutatók értéke, növekedésével pedig romlik. E változásokra vonatkozó kvantitatív eredmények az operatív irányítás számára feltétlenül értékes információkat nyújthatnak. Egy lépéssel tovább menve, az időeltolódás véletlen jellege miatt a gazdaságossági mutatók valószínűségi változókká alakulnak át, s érdekessé válik eloszlásuk és várható értékük meghatározása is.

A cikkben az egyszerűbb tárgyalhatóság kedvéért általában „függvények” segítségével fogalmazzuk meg a problémákat.

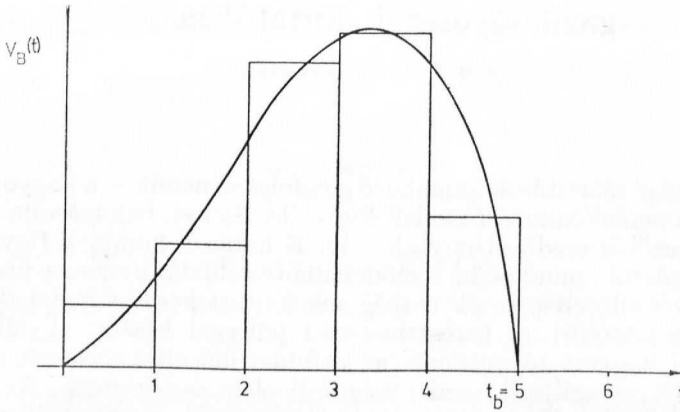
Mit jelent a *beruházási költség függvénye*, és mit tartalmaz a *jövedelem függvénye*?

(A t -vel az időt, t_b a tervezett átfutási időt, t_0 -al a termelés megkezdésének időpontját, N -nel a vizsgálat időhorizontját jelöljük.)

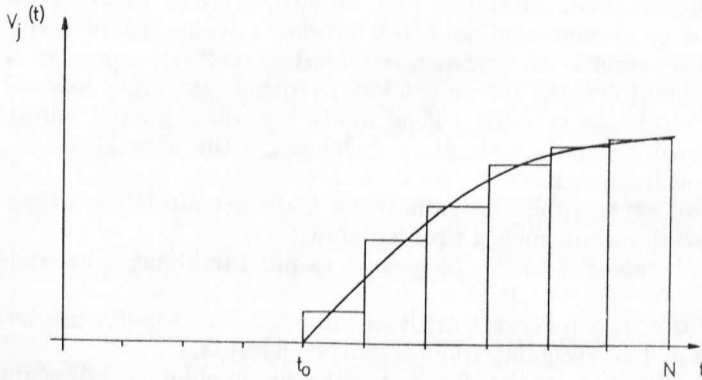
Tegyük fel, hogy a szóbanforgó beruházás évenkénti költségütemezése a következő:



A fenti költségütemezést egyszerűbben — s kielégítő pontossággal leírhatjuk $V_b(t)$ függvényével:



Hasonló értelmű a termelés jövedelmét az egyes időpontokban leíró $V_j(t)$ függvény is:



A továbbiakban e a természetes alapú logaritmus alapját, r pedig az alkalmazott kamatlábat (együtthatós formában) jelöli.

1. Egyenletes elcsúszás feltételezése

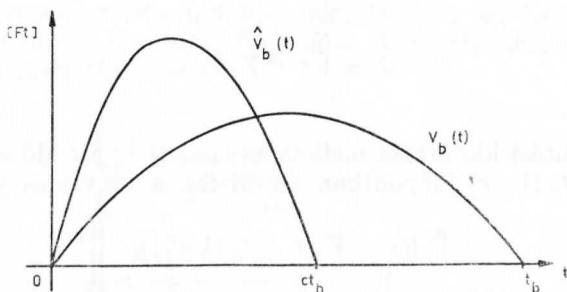
A tényleges és tervezett átfutási idő hányadosát jelöljük c -vel, s c eloszlásfüggvényét pedig $F_c(x)$ -szel.

A tervezett időtartamot figyelembevéve a diszkontált beruházási költség

$$B = \int_0^{t_b} e^{-rt} V_b(t) dt$$

nagyságú lesz.

Először állítsuk elő az eredeti $V_b(t)$ beruházási költségfüggvényből a tényleges átfutási időre vonatkozó költségfüggvényt.



A $[0; t_b]$ intervallum a $[0; ct_b]$ -be megy át, s az értelmezési tartomány minden rész-intervalluma is c szerezésre változik, így a $V_b\left(\frac{t}{c}\right)$ függvényhez jutunk. Egyelőre tételezzük fel, hogy a beruházási költség névleges összege ugyanannyi lesz mindkét esetben, azaz:

$$\int_0^{t_b} V_b(t) dt = a \int_0^{ct_b} V_b\left(\frac{t}{c}\right) dt.$$

A fenti formulából egyszerű számolással az $a = \frac{1}{c}$ összefüggés adódik, s így az új beruházási költségfüggvény:

$$\hat{V}_b(t) = \frac{1}{c} V_b\left(\frac{t}{c}\right)$$

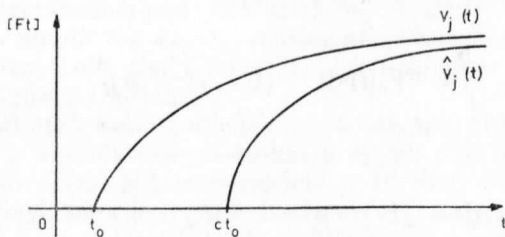
lesz.

A fentiek figyelembe vételével az új diszkontált beruházási költség:

$$\hat{B} = \int_0^{t_b} e^{-rt} V_b(t) dt, \text{ tehát az eredeti beruházási költségfüggvényből } c\text{-szerez}$$

kamatlábbal végzett diszkontálással állítható elő.

Hasonló megfontolások végezhetők a jövedelemfüggvény vonatkozásában is:



A részhatáridők egyenletes elcsúszása miatt a tervezett t_0 üzembehelyezési időpont $c \cdot t_0$ -ba megy át, azaz a termelés megkezdése $t_0 - c t_0 = t_0(1-c)$ időegységgel változik.

A diszkontált jövedelem az eredeti átfutási idő esetén

$$J = \int_{t_0}^N e^{-rt} V_J(t) dt$$

nagyságú.

A tényleges átfutási időtartam mellett az eredetileg a t időponthoz tartozó jövedelem a $t + t_0(1-c)$ időpontban merül fel, a tényleges jövedelmek lefutását tehát a

$$\hat{V}_J(t) = V_J[t + t_0(1-c)]$$

függvény mutatja.

Diszkontálás után

$$\hat{J} = \int_{ct_0}^N e^{-rt} V_J[t + t_0(1-c)] dt = e^{-rt_0(c-1)} \int_{t_0}^{N-t_0(c-1)} e^{-rt} V_J(t) dt$$

adódik a tényleges diszkontált összjövedelemre.

Nézzük most meg, hogy az eszközök maradványértékében milyen változást hoz az átfutási időtartam megváltozása. Legyen p az „értékesítés leírás kulcsa” (a beruházott állóeszköz minden évben értékének $100 p\%$ -át veszti el), és legyen $s = 1-p$. Mivel az eszközök $t_0(1-c)$ időegységgel tovább avulnak — ha $c > 1$ —, illetve ugyanennyivel kevesebb ideig vesznek részt a termelésben —, ha $c < 1$ —, az eredetileg tervezett M maradványérték helyett $s^{t_0(1-c)} \cdot M$ lesz az eszközök maradványértéke az N -ik időpontba. Figyelembe véve a diszkonttényezőt is, a tervezett átfutási időhöz tartozó: $(1+r)^{-N} \cdot M_N$ diszkontált maradványérték helyett az

$$(1+r)^{-N} s^{-t_0(c-1)} M_N$$

értékkel számolunk.

Tekintsük a következő dinamikus beruházásgazdaságossági mutatókat:

1. Pénz-folyam:

$$C_N = \int_{t_0}^N e^{-rt} V_J(t) dt + (1+r)^{-N} M_N - \int_0^{t_b} e^{-rt} V_b(t) dt$$

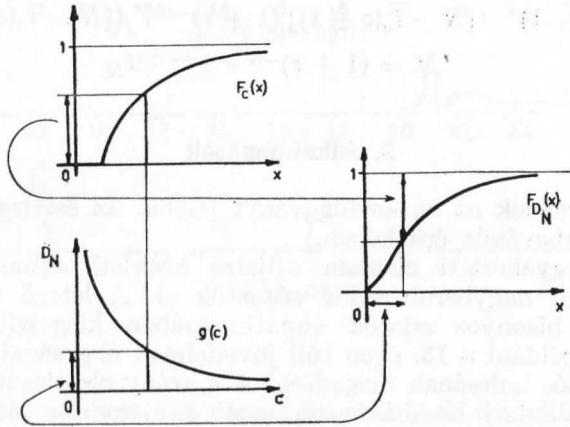
2. D-mutató:

$$D_N = \frac{\int_{t_0}^N e^{-rt} V_J(t) dt}{\int_0^{t_b} e^{-rt} V_b(t) dt - (1+r)^{-N} M_N}$$

3. Megtérülési idő:

$$T: \int_{t_0}^T e^{-rt} V_J(t) dt + (1+r)^{-T} s^{N-T} M_N = \int_0^{t_b} e^{-rt} V_b(t) dt$$

Ha e mutatók szerkezetében rendre a megfelelő c -től függő alkotóelemeket használjuk, a beruházásgazdaságossági mutatóink az időeltolódás paraméterének függvényében is vizsgálhatók lesznek. Tekintetbe véve a c értékek bekövetkezési valószínűségeit, eljuthatunk az éppen vizsgált dinamikus mutató ezen gondolatmenet révén indukált eloszlásához is. Legyen $D_N(c) = g(c)$ monoton függvény és c eloszlás folytonos. A következtetés gondolatmenetét grafikusán szemléltetjük:



Ugyanis:

$$F_c(x) = P(c < x)$$

$$D_N = g(c)$$

$$F_{D_N}(x) = P(D_N < x) = P[g(c) < x]$$

mivel most $g(c)$ monoton csökkenő, a $g(c) < x$ egyenlőtlenség ekvivalens a $c > g^{-1}(x)$ egyenlőtlenséggel, így

$$F_{D_N}(x) = P[g(c) < x] = P[c > g^{-1}(x)] = 1 - P[c \leq g^{-1}(x)] = 1 - F_c[g^{-1}(x)].$$

Az egyes beruházásgazdaságossági mutatók eloszlásai helyett sok esetben elegendő ismerni a várható értéküket, ami a mondottak kevés kiegészítésével szintén kiszámítható.

Ha a $g(c)$ függvényre nem teljesül az előzőekben tett monotonitási feltétel, akkor a következőképpen járhatunk el. A görbe monotonitási szakaszaira külön-külön számítunk egy-egy valószínűségeloszlást, melyekből egy keverék-eloszlást állítunk elő, ahol a keverés súlyait az egyes monotonitási szakaszokba esés valószínűségei adják.

Az elmondottak számszerűsítéséhez a szereplő függvényeket rendre elő kell állítani, és a kijelölt integrálásokat s egyéb műveleteket el kell végezni. A praktikusabb számítógépes realizáció érdekében célszerű megfontolásainkat diszkrét felfogásban (pl. éves bontásban), számítógépre orientált alakban megfogalmazni. A részletesebb leírás mellőzésével a mutatók alapvető elemeinek

ilyen értelmű előállítás a következő lesz:

$$\hat{B} = \sum_{i=1}^{t_0} (1+r)^{-ci} V_b(i)$$

$$\hat{J} \approx \sum_{i=1}^{[N-t_0(c-1)]} (1+r)^{-(i+t_0(c-1))} V_j(i) +$$

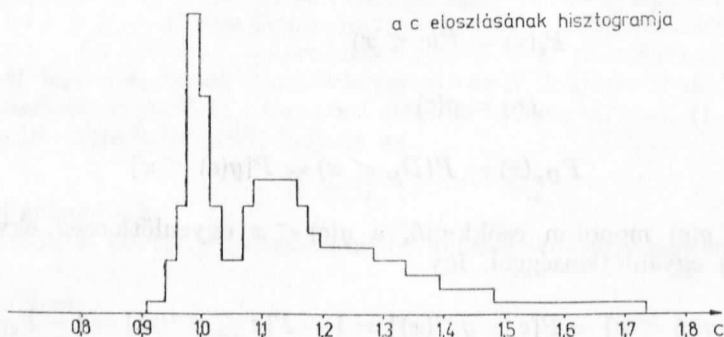
$$+ (N - t_0(c-1) - [N - t_0(c-1)]) (1+r)^{-N} V_j([N - t_0(c-1)] + 1)$$

$$M = (1+r)^{-N} s^{-t_0(c-1)} M_N$$

2. Alkalmazások

(A szögletes zárójel az entier-függvényt jelöli, az esetleges tört-éves elcsúszás figyelembevétele érdekében.)

Részletesebb gyakorlati elemzés céljaira kísérleti számításainkat négy nehézipari egyedi nagyberuházásra végeztük el. A létező és hozzáférhető dokumentációk bizonyos adatok vonatkozásában kiegészítésre szorultak. Ilyenek voltak például a 15. éven túli jövedelmek nagyságai, a maradványérték amortizációs kulcsának megadása. A c arány eloszlását 47 db. hitellel finanszírozott vállalati beruházás tervezett és tényleges átfutási idejének összevetése alapján határoztuk meg:

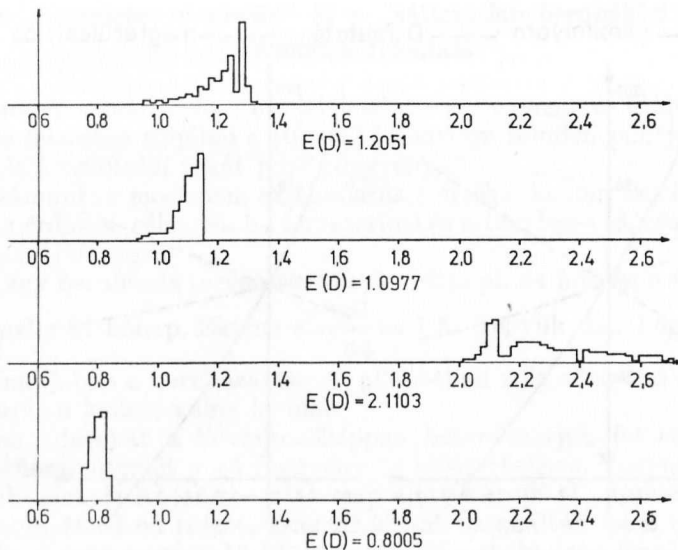


A részletes vizsgálat tárgyává tett négy egyedi nagyberuházásra a D mutató eloszlása az alábbi alakban adódott:

Nézzük meg ezután, hogyan alakulnak vizsgált beruházásgazdaságossági mutatóink a tervezett átfutási időtartam megváltozása esetén. Az összehasonlíthatóság megkönnyítése érdekében a tervezett átfutási időtartamhoz (a $c = 1$ -hez) tartozó mutatóértékeket vegyük 100%-nak, s viszonyítsuk ehhez rendre az ugyanannak a mutatónak más c -hez tartozó értékeit. A következő négy ábra rendre az így adódó görbéket mutatja:

Az ábrákhoz a következő megjegyzéseket fűzzük:

1. A negyedik nagyberuházás esetében a megtérülési idő függvénye nem volt értelmezhető.



2. Ugyanebben az esetben a pénz-folyam értékek számolásánál is egy technikai problémát kellett megoldani, mivel a tervezett kivitelezési időre és a különböző c -értékekre a pénz-folyam értéke negatív. A negatív mennyiségek %-os egybevetésénél a hányados pozitív lesz, s így az az eset tűnne jobbnak, amikor nagyobb abszolút értékű — ebben az esetben negatív előjelű — pénz-folyamot érünk el. Ennek természetesen az ellenkezője igaz, ezért a kapott értékeket a 100%-hoz viszonyítva „ellenkező” irányban mértük fel.

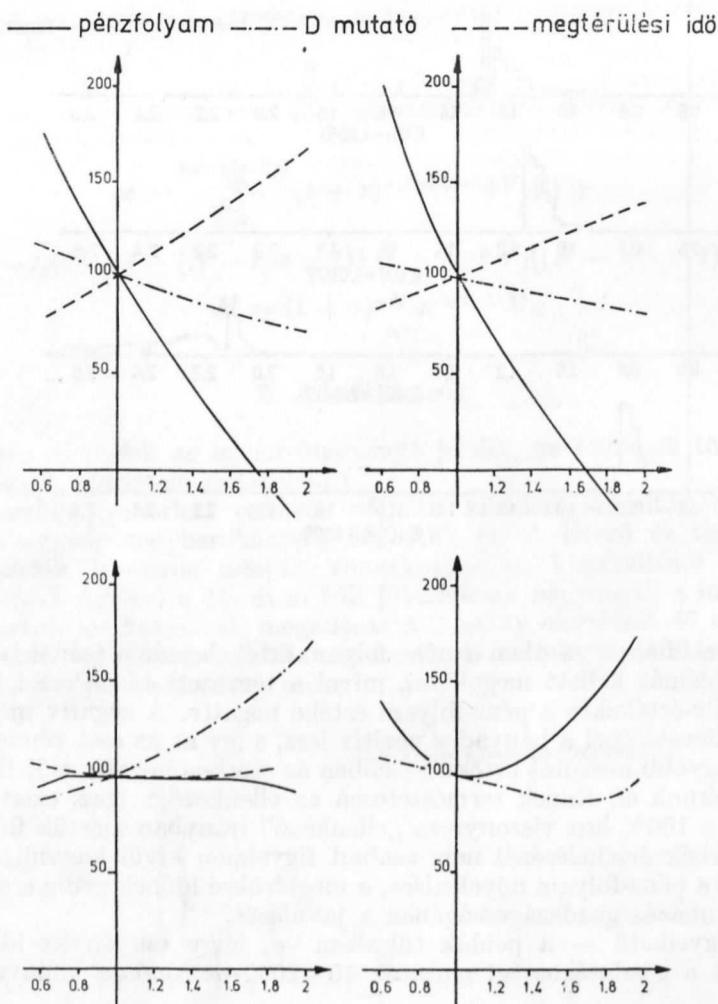
3. A görbék értékelésénél nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a D mutató és a pénz-folyam növekedése, a megtérülési időnek pedig a csökkenése jelzi a beruházás gazdaságosságának a javulását.

4. Megfigyelhető — a példák tükrében —, hogy csupán az időeltolódás hatásaként a gazdaságossági mutatók 10–20%-os romlása könnyen feltételezhető.

5. Az első két nagyberuházás mutatói egyébként „szabályosan” változnak, vagyis az átfutási idő növekedéséhez a mutatók romlása tartozik. Az egyes mutatók érzékenysége azonban lényegesen különbözik. A pénz-folyam értéke változik a legnagyobb mértékben, míg a D mutató a legérzékletlenebb az időeltolódásra.

6. A harmadik és negyedik példa esetén már egészen más következtetésekre juthatunk. Kettős értelemben sem nevezhetők a mutatók változásai ezekben az esetekben a várakozásnak megfelelőnek. Egyrészt nem igaz feltétlenül, hogy az időtartam növekedésével romlanak a mutatók, másrészt a mutatók egymáshoz viszonyítva sem paralel mozognak. Az egyik mutató a gazdaságosság *romlását*, a másik a *javulását* jelzi ugyanabban az esetben.

Elméleti szempontból könnyű volna levonni bizonyos következtetéseket, a tényleges helyzet megítélése azonban ennél sokkal nehezebb. Szakmai körökben közismertek az egyes mutatók bizonyos hibái, a fentebb tapasztalt jelenségek azonban már nem annyira magától értetődőek. Ugyancsak nyilvánvalóak a mutatók javításának, vagy a beruházások gazdaságosságát komplex módon



mérő átfogó modellek alkalmazásának nehézségei is. A gyakorlatban eközben — ha használnak egyáltalán gazdaságossági megfontolásokat — ezeknek a „rossz” gazdaságossági mutatóknak a segítségével hoznak az egész nép-gazdaság fejlődését befolyásoló döntéseket. Ezek a tények is igazolják minden gazdaságossággal foglalkozó vizsgálat jelentőségét. Eredményeink egy-egy konkrét beruházás esetében — felhasználva a rávonatkozó egyedi információkat — igen tanulságosan diszkutálhatók, azonban ilyen elemzésekkel most nem foglalkozunk.

Vizsgálataink kiterjeszthetők további mutatók viselkedésének, illetve egyéb véletlen hatások elemzésének eseteire is.

3. Az „egyenletes elcsúszás” és a „változatlan beruházási költség” feltételek feloldása

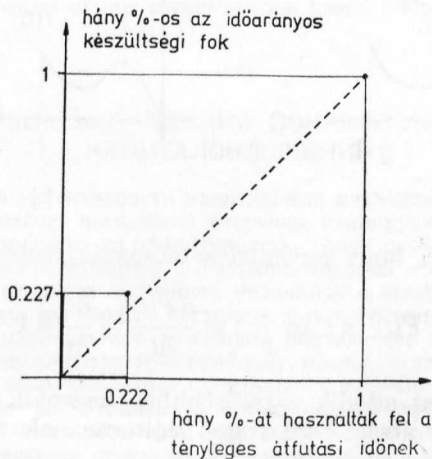
Felhasználva a már bevezetett jelöléseket, az „egyenletes időbeli elcsúszás” feltételezés feloldása céljából a $[0, c t_b]$ időtartam minden pontjához írjuk fel a beruházás készütségi fokát jelző függvényt.

Mivel számunkra most nem az elcsúszás mértéke, hanem az elcsúszás „ütemezése” az érdekes, célszerű, ha tervszerinti és a tényleges időarányos készütségi fokot vetjük össze.

Legyen egy beruházás tervezett átfutási ideje pl. 54 hónap, a tényleges időtartama pedig 81 hónap. Ekkor: $c = \frac{81}{54} = 1,5$. Tegyük fel, hogy az átfutási

idő 18. hónapjában a beruházás olyan állapotban volt, melyben a terv szerint a 15. hónapban kellett volna lennie.

Mindezen adatokat a következőképpen használhatjuk fel az $F(x)$ — az időbeli elcsúszás ütemét jelző függvény — előállításához. Vegyük figyelembe, hogy beruházásunk $1,5 \times 54 = 81$ hónap alatt készült el. Így a tekintett 18. hónapig most 18:81-ed részét, azaz 22,2%-át használták fel a tényleges időtartamnak. A terv szerint 15:54, azaz 27,7%-nak kellene lenni az ezen időpontig elhasznált átfutási időnek.



Láthatóan, mivel $c = \frac{18}{15} = 1,2$, itt még kisebb elcsúszás volt várható, azaz relatíve, vagyis az egész beruházói folyamatot tekintve itt még gyorsabban ment a munka.

Ha minden készütségi fokhoz — vagyis $x \in [0,1]$ értékekre a fenti módon kiszámítjuk az x_i ; $F(x_i)$ értékpárt, akkor az így kapott pontok egy függvényt írnak le.

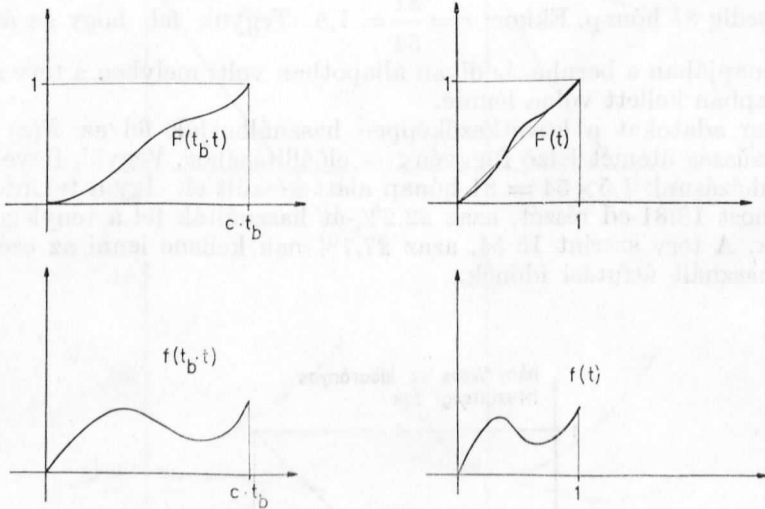
Jelöljük az így kapott függvényt $F(x)$ -szel. Ezt a $F(x)$ függvényt az egyes időpontokban elvégzett beruházási tevékenység súlyfüggvényének foghatjuk fel.

Így a diszkontált beruházási költség

$$\int_0^{t_b} e^{-crt} V_b(t) dF(t) = \int_0^{t_b} e^{-crt} V_b(t) f(t) dt$$

lesz.

A megadandó $F(t)$, ill. $f(t)$ függvények úgy is interpretálhatók, mint egy olyan valószínűségi változó eloszlás-, ill. sűrűségfüggvénye, amely az átfutási időtartam alatt a befektetett munka „eloszlását” írja le.



Könnyen belátható, hogy egyenletes elcsúszás esetén:

$$F(t) = t \text{ és } f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{dt}{dt} = 1$$

ezért speciális esetként adódik az előzőekben használt integrál alak.

A beruházási összköltség c -től függő változásának figyelembevétele egyszerűbben megoldható, azonban a

$$V_b(t) = V_b(t, c)$$

függvénytranszformációhoz szükség van arra a regressziós függvénykapcsolatra, amely az időbeli elcsúszáshoz a „pénzbeli” elcsúszást (jelöljük ezt $\gamma(c)$ -vel) rendeli. Tehát:

$$\gamma(c) = \frac{\text{a tényleges beruházási összköltség,}}{\text{c-szeres időbeli elcsúszás esetén}} \frac{\text{tervezett beruházási összköltség.}}{\text{tervezett beruházási összköltség.}}$$

A megfelelő adatokból statisztikai úton előállítható a $\gamma(c)$ függvény empirikus alakja.

Mivel a c -re és $\gamma(c)$ -re történő mintavételnél eltekintünk a beruházási költség nagyságától, az új beruházási költségfüggvény a következő alakba írható:

$$V_b(t) \rightarrow \gamma(c) \cdot V_b(t).$$

Egyszerű gyakorlati esetben lehet például: $\gamma(c) = k + \alpha c$, s ekkor:

$$V_b(t) \rightarrow V_b(t) = (k + \alpha c) \cdot V_b(t).$$

(Beérkezett: 1976. február 13.)

THE EFFECTS OF LAG IN THE TRANSITION PERIOD ON THE INDICATORS OF INVESTMENT PROFITABILITY

The traditional calculations of investment profitability do not generally furnish us with any information about the possible delay of transition periods and about the effect of this process on profitability. On the one hand, our considerations make possible the direct quantification of this effect. On the other, taking the lag as a random variable with given distribution, we can generate — on the basis of the method outlined — the probability distribution of the indicator of investment profitability under discussion arising from the random character of lags. The problem at issue has been analysed with the assumption of even lags, of investment costs independent of lags as well as with the removal of these restraints. The dynamic indicators of investment profitability in the survey are: cash flow, D-indicator, period of refundment. Four individual major investments illustrate the results of our computations based on real data along with a full analysis.

ВЛИЯНИЕ ОТСРОЧКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ

Из обычных расчетов эффективности капитальных вложений в общем мы не получим никаких информации насчет возможной отсрочки планируемого срока выполнения, ни насчет влияния этого процесса на эффективность. Наши соображения с одной стороны делают возможным непосредственное выражение числами этого влияния. А с другой стороны, считая меру отсрочки случайной величиной с известным распределением, на основе описанного метода мы сможем построить и вероятностное распределение коэффициента эффективности капитального вложения, вытекающее из случайного характера отсрочки. Мы рассматривали изучаемую проблему, предполагая равномерную отсрочку, в случае независимых от отсрочки затрат капитальных вложений, и отпуская эти ограничения. В исследовании рассматриваются коэффициенты эффективности капитальных вложений: cash-flow, D-показатель, срок возмещения. В статье в качестве примера даем для четырех самостоятельных огромных капитальных вложений результаты расчетов, выполненных на основе действительных данных вместе с их анализом.