

## Egy módszer ipari nagyberuházások költségének előrejelzésére

A beruházási munka eredményessége bármely gazdaságban alapvető jelentőségű a gazdasági növekedés szempontjából. Fel kell tehát tárnunk és ki is kell használnunk minden olyan lehetőséget, amely a beruházási tevékenység hatékonyságát, szervezettségét és irányításának korszerűsítését szolgálja.

A számítástechnika felhasználása kézenfekvő. Ugyanakkor szem előtt kell tartanunk azt a tényt, hogy „a beruházási folyamatban jelentkező nehézségek jó része nem egyszerűen nyilvántartási, számítási, szervezési, rendszerezési, bizonytalansági probléma — ezen segíthet a számítógép alkalmazása —, hanem sokszor a gazdasági folyamatok általános jellemzőiből következnek a beruházási tevékenység krónikus gondjai. Tisztában kell lenni azzal, hogy viszonylag kevés területen lehet egyedül a számítástechnika alkalmazásával megoldani a problémákat”. (Idézet a „Beruházások számítógéppel segített irányításának hazai tapasztalatai” c. OMF B tanulmányból [14]). Azonban elsősorban azt kell hangsúlyoznunk, hogy napjainkban „a számítástechnika adta lehetőségek még messze nincsenek kihasználva” [14]. Ezért tartjuk érdemesnek közzétenni a NIM egyedi nagyberuházásainak folyamatos költség-alakulását feldolgozó, számítógépre szervezett adatbankot felhasználó előrejelző modellt, amely véleményünk szerint másutt is használható.

### 1. Egyedi nagyberuházások megvalósításának folyamatos figyelemmel kísérése számítógépre szervezett adatbank segítségével

A tudományos-technikai forradalom hatását a beruházási tevékenységen is egyértelműen érzékeltetni lehet. A technikai fejlődés eredményeként az optimális üzemi méretek egyre nőnek, a technológiai folyamatok egyre bonyolultabbá válnak és mindezeknek szükségszerű következményeként ugrásszerűen emelkednek az egy beruházásra jutó költségek is.

Ebből a sokszor már csak nagyságrendekkel kifejezhető *minőségi változásból* pedig egyértelműen következik, hogy egy tíz milliárd forintos, vagy nagyobb költségű beruházás előkészítését, a megvalósítás folyamatának irányítását, adatainak rögzítését már nem lehet ugyanolyan módszerekkel hatékonyan elvégezni, mint amelyek egy néhány száz milliós, vagy akár egy-két milliárdos beruházás esetében kielégítőek voltak.

A nagyberuházások nagyobb részét ma már fokozatosan szolgáltatott, részleges kiviteli tervdokumentációk és egyedi engedélyek alapján valósítják meg. A várható költségek — műszakilag kivitelezési tervekkel már részleteiben

is alátámasztott — meghatározásához szükséges költségvetések csak a beruházás befejező szakaszában válnak kompletté.

Ilyen körülmények között kényszerítően vetődik fel az a kérdés, — a beruházók és a beruházókat irányító hatóságok részére egyaránt —, hogyan lehetne folyamatosan úgy figyelemmel kísérni a költségek alakulását, hogy egyrészt a költségelőirányzatok betartása biztosítható legyen, másrészt az indokolt és elkerülhetetlen esetleges költségtöbbletek jelzése minél előbb megtörténhessen?

Ez a probléma jelentkezett a Borsodi Vegyi Kombinátnál is, amikor a Minisztertanács jóváhagyta 11,3 Md Ft. költségelőirányzattal a 150 to/év kapacitású új PVC gyár beruházását. A megoldás során három alapvető tényezőt, követelményt kellett figyelembe venni:

1. egy olyan *folyamatot* kell figyelni, amely egymástól egyértelműen és élesen elhatárolható, alapvető tevékenységekre bontható, melyek azonban igen szoros logikai és sorrendi kapcsolatban állnak egymással;
2. a folyamatosan megjelenő és feldolgozandó elemi *adatok száma* — a beruházás nagyságától és a lebonyolítás módjából következően — több százezer, esetleg milliót is meghaladó lehet;
3. az elemi adatokból bármely időpontra vonatkozóan, *tetszőlegesen csoportosított* összesítések legyenek készíthetők a beruházási folyamat elemzése érdekében.

E három szempont elemzése bizonyította, hogy a feladatot — a beruházási folyamat költségnyilvántartó rendszerének kialakítását — már csak számítógép igénybevételével lehet megoldani.

A nagyberuházások megvalósításának folyamatát — de jelentősebb vállalati beruházásokét is — olyan alapvető tevékenységekre lehet bontani, amelyek minden beruházásnál szükségszerűen meg kell jelenniük. Ezek képezhetik a költségnyilvántartó rendszer különböző szintjeit. Ezen alapvető tevékenységek, az ún. fázisok a következők:

a) Beruházási javaslat (program) fázis

Ebben a fázisban készül el a beruházások engedélyezésének alapját képező, jogszabályok által előírt tartalmú tanulmány.

E fázisból — a költségalakulás figyelése szempontjából — kiemelkedő jelentősége van a *létesítményjegyzék*nek, amely a megvalósítandó feladatot műszakilag elhatárolható részekre bontva adja meg az egyes létesítmények anyagi-műszaki (rovati) bontását.

Egy létesítménysorhoz tartozó egy-egy anyagi-műszaki egység az ún. létesítményi rovatelem, amely a további fázisokban megjelenő adatok megfigyelési egységként a különböző szempontok szerinti csoportosítások alapját képezi.

b) Tervellátottsági (költségvetési) fázis

Ez a fázis a költségvetések állományának alakulását kíséri figyelemmel, megkülönböztetve a tervező által kiadott költségvetéseket, pótköltségvetéseket és a jóváhagyott költségvetési észrevételeket. Az alapköltségvetések módosulásai *jogcímek* alá sorolt eltérések formájában jelennek meg.

c) Szerződéskötési fázis

A műszaki kiviteli tervek és költségvetések alapján kötik meg a beruházás megvalósításához szükséges kivitelezői (szállítói) kapacitást biztosító szerző-

déseket. A szerződésállomány alakulását rögzítő bázis is alkalmazza a jogcímek alá sorolt eltéréseket, amennyiben a szerződések a tervezői költségvetéstől eltérő értékűek.

#### d) Pénzügyi fázis

A modell befejező fázisában a bank kifizeti a kivitelezők számláit. E fázisban is van lehetőség az eltéréseknek (a kifizetések és szerződések között) jogcímek szerint megkülönböztetett nyilvántartására.

Egy beruházás megvalósításának folyamata nem mindig követi időrendben is a logikai sorrendet. Ezért bevezettük az előzmény nélküli események kategóriáját. Ez biztosítja pl. a költségvetés nélkül kötött szerződések vagy a szerződés nélküli kifizetések figyelését.

A költségnyilvántartó modellben rögzíthető az is, hogy egy rovatelemről egy adott fázisban rendelkezésre áll-e az összes információ (elkészült-e valamennyi költségvetés, megkötöttek-e valamennyi szerződést, megtörtént-e valamennyi számla kifizetése)?

Tekintettel arra, hogy a kialakított számítógépes modell a beruházási folyamat alapvető tevékenységeire épül, feltételezhető, hogy bármely iparág bármilyen beruházásánál alkalmazható, lehetővé téve ezzel a különféle beruházások összehasonlítását is.

A számítógépes modell jól szervezett, kényszerpályás belső információs rendszer kialakítását teszi szükségessé a beruházást bonyolító szervezetnél és ezzel igen nagy mértékben növeli a pontos, megbízható, rendszerben ellenőrzött adatok előállítását és rögzítését.

A számítógépre menő adatokat az egyes fázisokra külön-külön kidolgozott adatközlő lapok segítségével rögzítik. Az adatközlő lapokat a mellékletben mutatjuk be.

Az input adatok feldolgozásában az első lépés a felhasználói igényeknek megfelelő csoportosítások (ún. fázistablók és kombinációs tablók) elkészítése. A rendszerben rögzített adatok sokfélesége miatt a lehetséges csoportosítások száma olyan nagy, hogy felhasználásra csak kis hányaduk kerül, de ez is messzemenően kielégíti a felhasználói igényeket.

Bár a költségnyilvántartó modell elsősorban beruházói igények kielégítésére készült, működése során alkalmasnak mutatkozott irányító hatósági felhasználásra is. Ennek első lépéseként dolgozott ki (a NIM megbízásából) az MKKE Matematikai és Számítástudományi Intézete, a beruházások számítógépre szervezett, komplex információs rendszerének felhasználásával egy modellt a várható beruházási költség előrejelzésére.

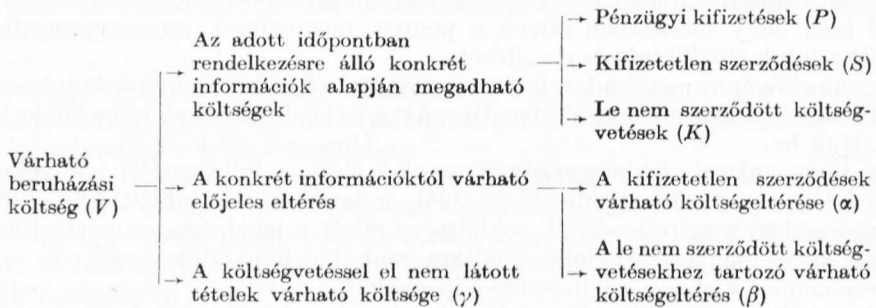
## **2. A várható költség előrejelzése a beruházás számítógépre szervezett komplex információs rendszerének felhasználásával**

Az egyedi nagyberuházások megvalósítása során az egyik leggyakrabban felmerülő probléma mind beruházói, mind irányító hatósági szinten az, hogy a folyamat előrehaladtával bármely időpontban megbízható becslést tudjunk adni a várható összköltségre. Jól ismert tény, hogy a döntés alapjául szolgáló beruházási javaslatok költségelőirányzatai sok esetben lényegesen eltérnek a majdani tényleges költségektől. Ez mindenekelőtt abból következik, hogy a beruházási javaslatok készítésekor általában nem állnak rendelkezésre a pontos műszaki és kivitelezési tervek. Következésképp valamely beruházási

javaslat költségelőirányzatait csak valamiféle „szándékolt” előirányzatnak tekinthetjük, s a várható költség értékét közvetlenül nem is származtathatjuk ezen előirányzatok értékéből.

## 2.1. A várható beruházási költség elemei

A jelenlegi — és bizvást mondhatjuk, hogy a bármikor is elképzelhető — beruházási gyakorlatnak a mi problémánk szempontjából egyik legalapvetőbb következménye, hogy a beruházásra, vagy bármely részegységére igaz, hogy a folyamat egyes fázisai (beruházási javaslat, költségvetési, szerződési illetve pénzügyi fázis) egyidejűleg, egymás mellett jelennek meg. Ebből következően fel kell tételeznünk, hogy a beruházás (ill. részegységeinek) valamely időpontban ismert költségelemei a beruházási folyamat bármely fázisából származhatnak. A várható költségek számításakor azt kell szem előtt tartanunk, hogy elvileg a beruházási folyamat különböző fázisaiból származó információk (a beruházási javaslat fázistól a pénzügyi fázis felé haladva) egyre megbízhatóbbak. Ezen alapelvnek megfelelően a várható beruházási költséget az információk növekvő bizonytalanságának sorrendjében felbonthatjuk a következőképp:



$$\text{Azaz } V = P + (S + \alpha) + (K + \beta) + \gamma.$$

## 2.2. A beruházás költségállapotai és a várható költség elemei közötti összefüggés

A várható költség becslése szempontjából lényeges, hogy a beruházást (vagy részegységét) milyen költségállapottal jellemezhetjük, azaz a beruházási folyamat mely fázisai jelentek már meg, s ennek megfelelően a  $V$  költséget mennyire megbízható elemek összegéből számíthatjuk.

A várható beruházási költség szempontjából a következő költségállapotokat vettük figyelembe:

0. költségállapot: Csak a beruházási javaslat előirányzata ismert.
1. ktsáll.: Nincsenek költségvetések, se szerződések, de volt kifizetés.
2. ktsáll.: Költségvetések nincsenek, de vannak megkötött szerződések és kifizetés még nem történt.
3. ktsáll.: Nincsenek költségvetések, de vannak szerződések és kifizetések a résztartalomra.

4. ktsáll.: Vannak költségvetések a résztartalomra, de sem szerződések, sem kifizetések nincsenek.
5. ktsáll.: Vannak költségvetések és kifizetések a résztartalomra, bár szerződések nincsenek.
6. ktsáll.: Vannak költségvetések és szerződések s résztartalomra, de kifizetés nem történt.
7. ktsáll.: Vannak költségvetések és szerződések a résztartalomra és már van kifizetés is.
8. ktsáll.: A teljes műszaki tartalomra elkészültek a költségvetések, de sem szerződések, sem kifizetések nincsenek.
9. ktsáll.: A teljes műszaki tartalomra elkészült költségvetésekre részben kifizetések is történtek, bár szerződések még nincsenek.
10. ktsáll.: A teljes műszaki tartalomra kész a költségvetés, a résztartalomra szerződéseket is kötöttek, de kifizetés még nem történt.
11. ktsáll.: A teljes műszaki tartalomra elkészült költségvetésre részben kötöttek szerződéseket és részki fizetések is történtek.
12. ktsáll.: A teljes műszaki tartalomra van szerződés, de kifizetés még nem történt.
13. ktsáll.: A teljes műszaki tartalomra van szerződés, amelyek egy része ki is van fizetve.
14. ktsáll.: (készállapot): A teljes műszaki tartalomra vonatkozó kifizetések megtörténtek (van vég számla).

A várható költség elemei és a beruházás különböző költségállapotai közötti kapcsolatokat az 1. sz. táblázat jól szemlélteti. Ebből jól látható, hogy az egyes költségállapotok a várható összköltség elemeire vonatkozó információ-tartalom alapján lényegesen különböznek egymástól. Az összköltség becslésekor egyik kiinduló pontnak tekintettük a számbavételi egységekként tekintett létesítménysori rovat elemek költségállapotának definiálását. (Itt említettük meg, hogy a beruházás várható összköltségének becsléséhez választott számbavételi egységet a rendelkezésre álló adatbank sajátosságai alapján kellett meghatározni. Másrészt biztosítani kellett a beruházási javaslat és a későbbi fázisok információi közötti valamiféle közvetlen kapcsolatteremtés lehetőségét is. Így döntöttünk számbavételi egységként a létesítménysori bontás rovat elemei mellett).

A beruházást egészében is jellemezhetnénk valamely időpontban egy költségállapottal, ez azonban nem sokat mondana. Ugyanis a beruházási folyamat speciális jellege folytán a kezdési időpont után viszonylag rövid idő alatt a beruházás a 7. költségállapotba kerül (vannak költségvetések, szerződések és kifizetések a résztartalomra) és gyakorlatilag ebben az állapotban marad a befejezést közvetlenül megelőző időszakig.

A rovat elemenkénti számbavétel azonban lehetővé teszi, hogy a beruházás várható összköltségére vonatkozó információkat felbontsuk aszerint, hogy mely költségállapotban levő rovat elemektől származnak.

### 2.3. A várható költségek számításában rejlő bizonytalansági tényezők

A beruházás, illetve a rovat elemek különböző költségállapotaiban azt kerestük, hogy melyek azok a várható költség szempontjából „legerősebb” információk, melyek az adott állapotban rendelkezésre állnak.

Elsőként felhasználjuk a pénzügyi fázis összes információját (ha létezik ilyen), mint a várható költség szempontjából „végleges” értékeket.

Majd keressük a rovat költségeinek azt a részét, amelyre már csak a szerződési fázis szolgáltat információt (ki nem fizetett szerződések). Ezt az értéket azonban már nem tekinthetjük végleges, azaz biztos értéknek, hiszen a szerződési fázisban ismert költség nem szükségképp egyezik a majdani tényleges költséggel. Ezt a bizonytalansági tényezőt, azaz valamely ismert szerződési értékhez rendelhető várható eltérést kívánjuk számszerűsíteni a várható költség  $\alpha$  összetevőjében.

Azokra a költségösszetevőkre, amelyekre még a szerződési fázis sem nyújt információt, a költségvetési fázisból származó értékekkel kell dolgoznunk (ha már legalább ezek rendelkezésre állanak). Ezeket az értékeket azonban még kevésbé tekinthetjük megbízhatónak a várható tényleges költség szempontjából, hiszen már a későbbi szerződési érték is eltérhet a költségvetési értéktől, majd a szerződési értéktől is eltérhet a kifizetés összege. Azaz a költségvetési fázisból származó költségelemekhez is hozzá kell rendelnünk egy bizonytalansági tényezőt; a várható költségeltérés értékét kívánjuk számszerűsíteni a várható költség  $\beta$  összetevőjében.

A fentiek egyenes következménye, hogy azok az információk amelyek a beruházási javaslat fázisból származnak, még kevésbé megbízható értékeket képviselnek. Az ilyen eredetű információk várható értékét tartalmazza a  $\gamma$  költségelem.

Mindeddig csak egy meghatározott költségállapotban lévő rovat elem esetében vizsgáltuk a várható költség összetevőiben rejlő bizonytalansági tényezőket. Van azonban a beruházás egészére vonatkozó várható költség becslésének egy más értelmű tartalmi bizonytalansága is, nevezetesen a következő: Ha a különböző költségállapotokból származó részinformációk alapján költségállapotonként kiszámítjuk a várható költség  $V^{(i)}$  értékét, akkor a beruházás egészére a várható költség  $V = V^{(0)} + V^{(1)} + \dots + V^{(14)}$ . Az így meghatározott  $V$  összérték megbízhatósága különböző lehet aszerint, hogy hogyan oszlik meg a különböző költségállapotokban számszerűsített összetevők között. Ez a probléma lényegileg a  $V$  költségösszeghez tartozó megbízhatósági intervallumok meghatározását igényli.

#### 2.4. A várható költség becslése egy adott időpontban

A várható költség  $V$  értékének kiszámítása gyakorlatilag az 1. sz. táblázat adatainak számszerűsítését jelenti.

Ha a beruházásra rendelkezésre áll az a komplex adatbank, amelyre már eddig is hagyatkoztunk, a részletek ismerete nélkül is belátható, hogy a várható költség konkrét információkon nyugvó elemei ( $P$ ,  $S$ , ill.  $K$ ) közvetlenül meghatározhatók.

A tulajdonképpeni problémát a várható költségeltérések elvi megközelítése jelenti. Matematikailag legpontosabb, s ezzel egyben leginkább védhető megközelítési mód az lenne, ha a számításokat a beruházás egyediségét és a beruházási gyakorlat általános tapasztalatait egyaránt figyelembe vevő statisztikai adatbázisra építenénk fel. Ilyen adatbázis hiányában azonban csak olyan megközelítési módokkal próbálkozhatunk, amely csak az adott beruházás már rendelkezésre álló adataira támaszkodik. Ennek alapján a várható

1. táblázat

A várható költség elemeire vonatkozó információk a különböző költségállapotokban

Várható költség	V <sup>0</sup>	V <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>	V <sup>4</sup>	V <sup>5</sup>	V <sup>6</sup>	V <sup>7</sup>	V <sup>8</sup>	V <sup>9</sup>	V <sup>10</sup>	V <sup>11</sup>	V <sup>12</sup>	V <sup>13</sup>	V <sup>14</sup>	V: Várható összköltség
P	0	P <sup>1</sup>	0	P <sup>3</sup>	0	P <sup>4</sup>	0	P <sup>7</sup>	0	P <sup>9</sup>	0	P <sup>11</sup>	0	P <sup>13</sup>	P <sup>14</sup>	Pénzügyi kifizetések össz.
$\alpha$	—	—	$\alpha^2$	$\alpha^3$	—	—	$\alpha^6$	$\alpha^7$	—	—	$\alpha^{10}$	$\alpha^{11}$	$\alpha^{12}$	$\alpha^{13}$	—	Szerződések várható költségeltérése
S	0	0	S <sup>2</sup>	S <sup>3</sup>	0	0	S <sup>6</sup>	S <sup>7</sup>	0	0	S <sup>10</sup>	S <sup>11</sup>	S <sup>12</sup>	S <sup>13</sup>	—	Ki nem fizetett szerződések
$\beta$	—	—	—	—	$\beta^4$	$\beta^5$	$\beta^6$	K <sup>9</sup>	K <sup>8</sup>	$\beta^9$	$\beta^{10}$	$\beta^{11}$	—	—	—	Költségvetések várható költségeltérése
K	0	0	0	0	K <sup>4</sup>	K <sup>5</sup>	K <sup>6</sup>	K <sup>7</sup>	K <sup>8</sup>	K <sup>9</sup>	K <sup>10</sup>	K <sup>11</sup>	—	—	—	Le nem szerződött költségvetések
$\gamma$	$\gamma^0$	$\gamma^1$	$\gamma^2$	$\gamma^3$	$\gamma^4$	$\gamma^5$	$\gamma^6$	$\gamma^7$	—	—	—	—	—	—	—	Költségvetéssel el nem látott tételek várható költsége
Költségállapot sorszáma (a)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	m: átlagos állapot

költségeltérések számításánál abból az alapfeltevésből indultunk ki, hogy egy adott fázisból származó információhoz rendelhető költségeltérésekről feltezzük, hogy az nem változtatja meg az adott beruházásnál eddig ismert tényleges (adott típusú) költségeltérések tendenciáját. Ez azt jelenti, hogy pl. a költségvetések értékéről feltesszük, hogy a hozzá rendelhető szerződések értéke fajlagosan annyival lesz nagyobb vagy kisebb, amennyivel az eddig már megkötött szerződések értéke fajlagosan nagyobb, vagy kisebb, mint a hozzájuk tartozó költségvetési érték. Ugyanígy a kifizetetlen szerződésekhez olyan várható költségeltérést rendelünk, amely megfelel az addig felmerült pénzügyi költségeltérések (kifizetés mínusz szerződés) tendenciájának. A költségeltérések ilyen megközelítése a lineáris extrapoláció elvének speciális érvényesítését jelenti.

A számításokat pontosabbá tehetjük, ha a rovatelemenként meghatározott  $S$ , illetve  $K$  értékekhez a rovat típusának megfelelően rendelünk olyan  $\alpha$  és  $\beta$  értékeket, amelyek az adott beruházásnál az adott rovatípushoz tartozó már ismert költségeltérések tendenciájának felelnek meg. (Azaz a beruházásra vonatkozó meglévő információk alapján rovatípusonként külön-külön számolunk átlagos fajlagos költségeltéréseket.)

Komoly elvi nehézséget jelent a költségösszetevők számszerűsítése. Ha ugyanis valamely résztartalomra van költségvetés, szerződés vagy kifizetés, általában nincs mód ezeknek és a beruházási javaslatnak műszaki tartalom szerinti konzekvens összevetésére! Modellünkben a következő áthidaló megoldást javasoljuk.

Legyen  $VK = P + S + \alpha + K + \beta$ , azaz a konkrét információk alapján meghatározható várható költség, és  $B$  a megfelelő beruházási előirányzat. Ekkor legyen

$$\gamma = \begin{cases} B - VK & \text{ha } B > VK \\ 0 & \text{különben.} \end{cases}$$

A  $\gamma$  értékeket is rovatelemenként számíthatjuk.

A továbbiakban kövessük végig a várható beruházási költség számításának logikáját!

A várható költség = A pénzügyi kifizetések meglévő állománya ( $P$ ) + az előzmény nélküli kifizetések becsült állománya ( $\hat{E}P$ ) + a várható szerződésállomány ( $\hat{S}$ ) alapján becsülhető további pénzügyi kifizetések ( $\hat{P}$ ) + csak a beruházási javaslat alapján becsülhető költségrész ( $\gamma$ ).

A várható szerződésállomány ( $\hat{S}$ ) = a meglévő nem kifizetett szerződések állománya ( $S$ ) + az előzmény nélküli szerződések várható állománya ( $\hat{E}S$ ) + a le nem szerződött költségvetések állománya ( $K$ ) alapján várható szerződésállomány ( $\hat{S}K$ ).

A beruházás költségfigyelő információs rendszere alapján meghatározhatók a következő átlagos fajlagosok:

Legyen

- $a$ : A kifizetett szerződésekhez tartozó átlagos, (a kifizetett szerződések értékére vonatkozó) fajlagos pénzügyi költségeltérés.  
 $b$ : A leszerződött költségvetésekhez tartozó szerződések átlagos, (a leszerződött költségvetések értékére vonatkozó) fajlagos költségeltérése.



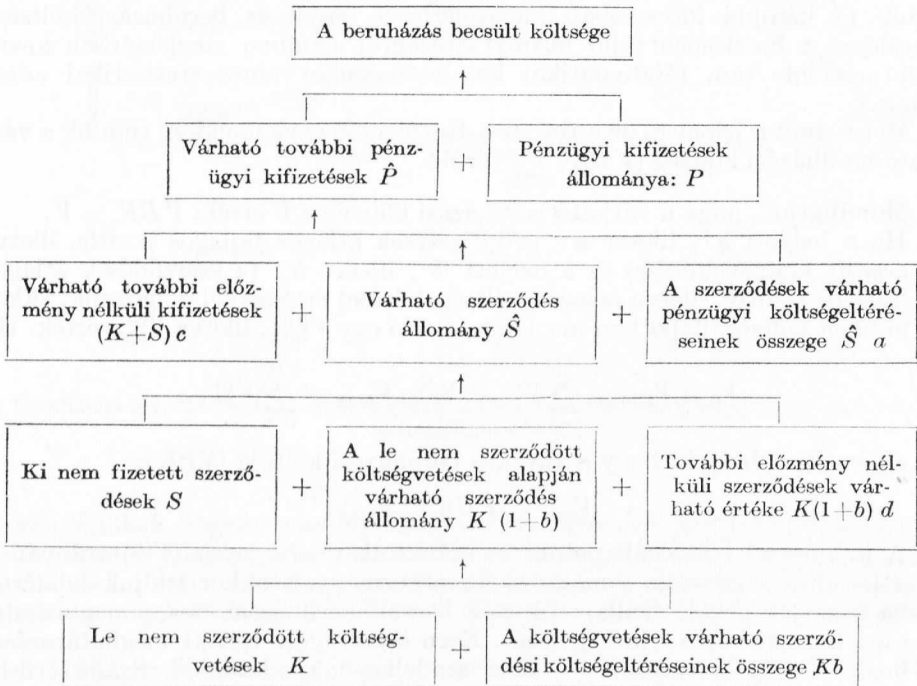
- $c$  : Az előzmény nélküli kifizetések átlagos, (a le nem szerződött költségvetések és a ki nem fizetett szerződések együttes összegére vonatkozó) fajlagos értéke.
- $d$  : Az előzmény nélküli szerződések átlagos, (a költségvetésre kötött szerződések állományára vonatkozó) fajlagos értéke.

A fenti költségfajlagosok számíthatók rovattípusonként külön-külön is. Megkülönböztethetjük az átlagos negatív ( $a^-$ , ill.  $b^-$ ) és pozitív ( $a^+$  és  $b^+$ ) fajlagos költségeltéréseket is.

A fent bevezetett jelölések felhasználásával az 1. sz. ábrán mutathatjuk be a várható beruházási költség számítását.

1. ábra

A konkrét információkból becsülhető beruházási költség számításának logikája



Egy adott költségállapotban levő rovatelemre vonatkozó információk alapján a beruházás  $i$  állapotban levő részéhez rendelhető várható összköltség ( $V^i$ ) számítása a következő:

$$V^i = P^i + S^i(1 + a) + (S^i + K^i)c + K^i(1 + a)(1 + b)(1 + d) + \gamma^i =$$

$$= p^i + S^i(1 + a + c) + K^i(1 + a + b + c + d + ab + ad + bd + abd) + \gamma^i.$$

Ha a beruházás várható költségének a 2.1. pontban bemutatott felbontását

$[V = P + (S + \alpha) + (K + \beta) + \gamma]$  tekintjük, úgy látható, hogy az

$$\alpha = S(a + c)$$

$$\beta = K(a + b + c + d + ab + ad + bd + abd)$$

értékek adják a konkrét információkhoz rendelhető várható eltéréseket.

A beruházás különböző költségállapotú részeinek várható költségei alapján első megközelítésben azt mondhatjuk, hogy a beruházás várható összköltsége

$$V = \sum_{i=0}^{14} V^i.$$

### 2.5. A beruházási összköltség becslésének lehetőségei

A  $V$  értékének fontos tartalmi tulajdonsága, hogy az valamely ismeretlen érték (a későbbi időpontban megismerhető tényleges beruházási költség) becslése. A becslésben rejlő bizonytalanságról azonban meglehetősen kevés információnk van. (Matematikai kezelhetőségéhez nincs statisztikai adatbázis.)

Mi az, amit a jelenlegi lehetőségeket figyelembe véve mondani tudunk a várható beruházási költség ( $VBK$ ) értékéről?

1. Mondhatjuk, hogy a várható beruházási költség a  $V$  érték:  $VBK = V$ .
2. Ha a helyett  $a^+$ , illetve  $a^-$  (a kifizetések átlagos fajlagos pozitív, illetve negatív költségeltérése) és  $b$  helyett  $b^+$ , illetve  $b^-$  (a szerződések átlagos fajlagos pozitív, illetve negatív költségeltérése) értékekkel dolgozunk, akkor minden költségállapotban meghatározható egy  $V_{\min}^{(i)}$ , illetve  $V_{\max}^{(i)}$  érték. Ha

$$V_0 = V_{\min} = \sum_{i=0}^{14} V_{\min}^{(i)}, \quad V_1 = V_{\max} = \sum_{i=0}^{14} V_{\max}^{(i)},$$

akkor mondhatjuk, hogy a várható beruházási költség ( $VBK$ ):

$$V_{\min} \leq VBK \leq V_{\max}.$$

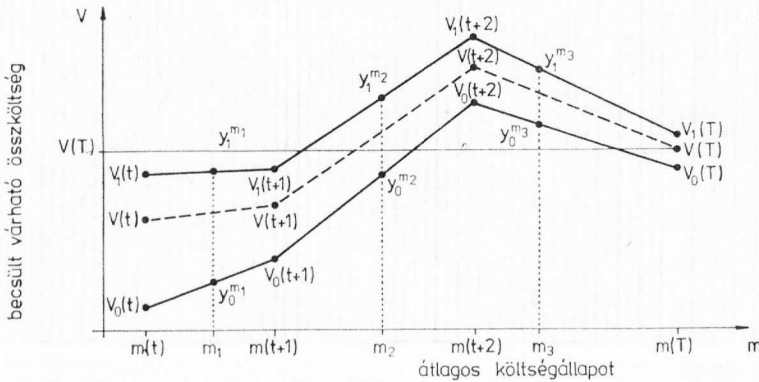
3. A különböző költségállapotokban számított részösszegek ( $V^{(i)}$ ) arányának a beruházás egészére vonatkozó következményeit akkor tudjuk felmérni, ha ismerjük a költségállapotok és a becsült beruházási összeg megbízhatósága közötti kapcsolatok jellegét. Ezen összefüggés egzakt meghatározásához — mint említettük —, nem rendelkezünk adatokkal. Számszerűsíthetünk azonban egy olyan függvényt, amely alkalmas lehet a probléma közelítő megoldására. Legyen a beruházás átlagos költségállapota ( $m$ ):

$$m = \left( \sum_{i=0}^{14} i V^{(i)} \right) \left/ \left( \sum_{i=0}^{14} V^{(i)} \right) \right.$$

Bizonyítható, hogy egy beruházás monoton növekvő átlagos költségállapotokon keresztül halad a kezdési időponttól a befejezési időpontig. Másrészt feltehetjük, hogy mivel az átlagos költségállapot növekedésével a várható költség becslése szempontjából egyre jobb helyzetben vagyunk, ezért az utolsó becsült érték a tényleges összköltség eddigi legjobb becslése.

A beruházási folyamat előrehaladtával számszerűsíteni tudunk egy olyan függvényt, amely a különböző  $m(t)$  átlagos költségállapotokhoz tartozó  $V(t)$  (illetve  $V_{\min}^{(t)}$  és  $V_{\max}^{(t)}$  értéket) rendeli (l. 2. sz. ábra). A  $T$  beszámolási időszakban ismert  $V(T)$  tekinthető a  $VBK$  addigi legjobb (pont) becslésének.

A diszkrét  $m \leq m(T)$  értékekre (a 2. sz. ábrán bemutatott függvény alapján) kiszámíthatjuk, hogy a  $V(m)$  [illetve  $V_{\min}(m)$  és  $V_{\max}(m)$ ] függ-



$$\begin{aligned}
 k_{m_1}^+ &= 0 & k_{m_2}^+ &= \frac{y_1^{m_2}}{V(T)} & k_{m_3}^+ &= \frac{y_1^{m_3}}{V(T)} \\
 k_{m_1}^- &= \frac{y_0^{m_1}}{V(T)} & k_{m_2}^- &= \frac{y_0^{m_2}}{V(T)} & k_{m_3}^- &= 0
 \end{aligned}$$

2. ábra

A beruházás becsült összköltségének alakulása a különböző időpontokhoz tartozó átlagos költségállapotban

vényértékek hogyan viszonyulnak a  $V(T)$  értékhez. Ezek alapján számíthatók az  $m$  állapothoz rendelhető  $k_m^+$  és  $k_m^-$  fajlagos pozitív, illetve negatív eltérések relatív mértékei, amelyek alkalmasak a különböző költségállapotokban meghatározott  $V^{(i)}$  értékek dinamikus korlátainak meghatározásához.

A  $\text{din}V_{\min}^{(i)} = V^{(i)}(1 - k_m^-)$  alsó határok és a  $\text{din}V_{\max}^{(i)} = V^{(i)}(1 + k_m^+)$  felső határok ismeretében azt mondhatjuk, hogy ha

$$\text{din}V_0 = \sum_{i=0}^{14} \text{din}V_0^{(i)} \quad \text{és} \quad \text{din}V_1 = \sum_{i=0}^{14} \text{din}V_1^{(i)},$$

akkor a várható beruházási költség:

$$\text{din}V_0 < VBK < \text{din}V_1.$$

(Beérkezett: 1978. szeptember 25-én.)





- VARGA, J.: Az ipari nagyberuházások költség- és határidőfigyelési információs rendszere. Rendszerterv — 1975. NIMINFO-26, VEIKI SZK-7, 1976. április.
12. BAKONYI, Á.—SZÁSZ, D.: Modellbázisú számítógépes adatbank az ipari nagyberuházások folyamatos költségellenőrzésére. Ismertető tanulmány. NIM TTBF — VEIKI SZK, 1976. szeptember.
13. CSATLÓS, F.—TÖRÖKNÉ MATITS, Á.: A várható beruházási költség előrejelzése, a beruházás számítógépre szervezett komplex információs rendszerének felhasználásával. NIM TTBF—MKKE Matematikai és Számítástudományi Intézet 1977, december.
14. Beruházások számítógéppel segített irányításának tapasztalatai. OMFБ tanulmány, 1978. január.

#### COST FORECASTING FOR LARGE INDUSTRIAL INVESTMENTS

The paper gives an estimation method for continuous cost observation of large industrial investments by a complex informations system, which may be appropriate to forecast expected investment costs.

The cost forecasting model relies on informations on elementary investment events. It can be applied in any point of time and utilizes always the most recent data. The estimation method is essentially linear extrapolation, but it is applied separately to the most minute observed units, i.e. to the column elements of the investments. The estimation is made more precise by the definition of cost-states according to their reliability with respect to final costs, and the forecast is given separately for such cost-state. The expected total investment cost can be calculated as a weighted sum of the partial costs in different cost-states.

#### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАТРАТ ПО КРУПНЫМ ПРОМЫШЛЕННЫМ КАПИТАЛЬНЫМ ВЛОЖЕНИЯМ

В статье излагается метод оценки, базирующийся на комплексной информационной системе, развернутой с целью постоянного наблюдения за формированием затрат, который может быть пригоден для прогнозирования предполагаемых затрат по капитальным вложениям.

Модель прогнозирования затрат базируется на информации, касающейся первичных моментов реализации капитальных вложений. Модель может применяться относительно любого периода и каждый раз используются самые актуальные данные. Метод оценки представляет собой — по существу — линейную экстраполяцию, однако авторы используют его в отношении элементов капитального вложения как наименьших наблюдаемых единиц. Точность оценки обеспечивается посредством того, что в процессе капитальных вложений определяются т. н. элементы состояния затрат и их прогнозирование — с точки зрения достоверности общих затрат — происходит в отдельности по каждому состоянию затрат. Определение затрат по всему капитальному вложению может осуществляться на основании взвешенного суммирования предполагаемых затрат по различным их состояниям.