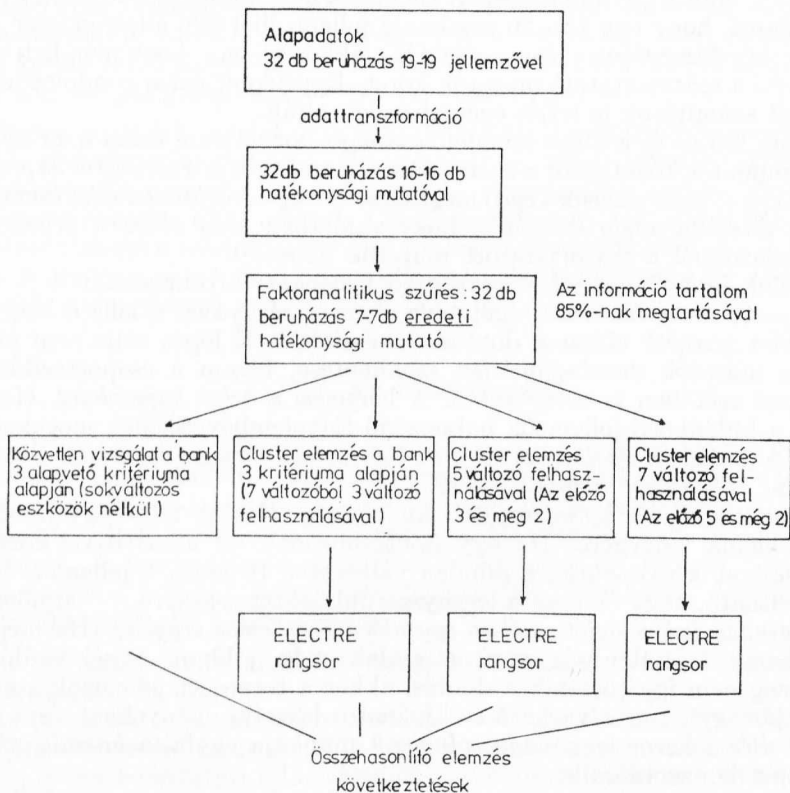


Beruházási javaslatok csoportosítása, rangsorolása

A tanulmány keretében sokváltozós segédeszközöket használunk: a faktoranalízist, clusteranalízist s az ELECTRE skálázó eljárást. A faktoranalízist ismertnek tételezzük fel, a clusteranalízisről előző cikkünkben részletesen írtunk, az ELECTRE eljárást röviden itt ismertetjük.

Vizsgálatainkat az alábbiakban először vázlatosan tekintjük át, majd kissé részletesebben írjuk le.

A gyakorlatban a döntéshozók ismételten találkoznak az alábbi problémával. *Nagyobb számú beruházási alternatíva közül kell egyet vagy többet kiválasztani*



1. ábra

s ezután megvalósítani. A *konkrét szituációk* tág határok között változhatnak. Lehetséges, hogy *egy meghatározott beruházás* valójában sok szóbajöhető változatban valósítható meg. Más esetben *különböző célú beruházásokról* kell a rendelkezésre álló pénzeszközök erejéig dönteni, a megvalósítandó javaslatokat kiválasztani.

Alapvető *induló feltevésünk* a következő: minden a *vizsgálat tárgyát képező* beruházási javaslatot *ugyanazon típusú jellemző adatokkal* terjesztjük elő. Tipikus példa erre: a konvertibilis export áru-alapok fejlesztését szolgáló beruházási javaslatok elbírálási rendszere.

A közvetlenül szolgáltatott nyers beruházás-jellemzők számottevő része eleve nem ad határozott információt a beruházás „jóságáról”. (Pl. beruházási költség, átfutási idő stb.) Célszerű a jellemzők induló rendszerét alkalmasan átalakítani, s a beruházásokat már határozottabban „véleményező” mutatók egy csoportjával dolgozni. Szeretnénk felhívni a figyelmet e mutatók képzésével kapcsolatos néhány megállapításra. Természetes igény — ha nem akarunk feleslegesen információt veszteni —, hogy *valamennyi* induló adat szerepeljen a képzésben. Érdemes figyelni a gyakorlat során egyébként is alkalmazott mutatók szerepeltetésére. Világosan látni kell azonban a következőket. Már akár 15–20 induló jellemzőből is igen sok származtatott mutató képezhető, ezek azonban — bármilyen sokan vannak — *semmivel sem tartalmazznak több információt*, mint az induló rendszer. Ha ehhez még hozzávesszük azt a gyakori tapasztalatot, hogy egy 15–20 gazdasági jellemzőből álló adatrendszer a leg-többször *már önmagában erősen redundáns*, akkor világos, hogy nem kell erősen szaporítani a származtatott mutatók körét. Egyébként ezt a gondolatmenetet a konkrét számítások is teljes egészében igazolták.

A másik fontos és a külső szemlélő számára közvetlenül talán nem nyilvánvaló szempont a következő; a származtatott mutatók közötti *belső kapcsolatok* miatt az egyes beruházások végső megítélése, a *csoportosítás elvégzése* szemszögéből elég messzemenően *közömbös*, hogy valójában *mely alakban* végezzük az induló adatokból a származtatott mutatók képzését.

Munkánk lépései ezután a következő fázisokat tartalmazzák:

1. A képzett mutatók összességét téve elemzés tárgyává, a lehető *legkevesebb mutatóra* vezetjük vissza a döntés előkészítését. E lépés célja nem elsősorban a mutatók darabszámának csökkentése, hiszen a csoportosítás több jellemző esetében is elvégezhető. A lényeges a *belső kapcsolatok kiszűrése*, s így a különböző jellemzők halmozódó figyelembevételének megakadályozása. A *további vizsgálatokat tehát az információ lényegét egymástól elkülönítve hordozó jellemzőkre akarjuk építeni.*
2. A következő lépés a *csoportosítás* kialakítása. Hívjuk fel a figyelmet ismét a probléma lényegére. Ha egy döntéshozónak 40 alternatíva közül kell valahányat kiválasztani, s minden változatot 10 mutató jellemez, hogyan biztosítható, hogy — csak a legegyszerűbb esetet tekintve, — *minden lépésben minden információt valóban egyenlően figyelembe vegyen?* (Ha még a súlyozásban is különbség van, a szálak még jobban összekuszálódnak!) Ha meg nem így történik a döntés, akkor a tervezett jellemzők szereplése nem jár együtt az elvárható és kívánatos következményekkel, és a *döntés-előkészítés* sokszor igen *nagy volumenű* munkája egyfajta *látszatvékenység* szintjén konzerválódik.

Kérjük az olvasót, ne vesse most szemünkre, hogy nem vagyunk tisztában a döntésekhez időnként kapcsolódó objektív nehézségekkel, *szükségszerűségek-*

kel. Véleményünk szerint is ilyenkor vagy nincs helye latolgatásnak, vagy a vizsgálatok szerepe legfeljebb az egyébként vitán felül álló tény-helyzet jobb áttekintésében nyilvánulhat meg. Meggyőződésünk azonban, hogy a fejlődés általános folyamatában egyre gyakoribb lesz a *komplex hatékonyság kvantitatív mérlegelésére támaszkodó döntéselőkészítés.* A megfelelő eljárások kialakításához szeretnénk ezúton mi is hozzájárulni.

Célunk a javaslatok olyan csoportokba sorolása, melyek az összes információ szimultán figyelembevételével relatíve homogénebb együtteseket alkotnak. A döntéshozó e csoportok szem előtt tartásával közvetlenül látja — ha egy javaslat megvalósítása mellett dönt —, melyek azok a további javaslatok, amelyek a vizsgálatban levő adatok összessége szerint, a kiválasztott esettel egy kategóriába sorolhatók.

3. Közbevetőleg jegyezzük meg, hogy igen érdekes és tanulságos megfontolásokra juthatunk a következőképpen. *Változtassuk* meg több lépésben a figyelembe vett *jellemzők számát.* Tehát végezzünk csoportosítást először könnyebben áttekinthető *kevesebb,* majd *egyre több* jellemzővel. Így lehet felderíteni — a változás mértékéből — az egyes *jellemzők szerepét,* az eredmények *érzékenységet.* Egy szinttel mélyebben láthatunk be — az elvégzett kvantitatív elemzések útján — a gazdasági problémák természetébe.
4. A munka további része az egyes *javaslatok,* illetve a *kategóriák értékelésével foglalkozik.* Vizsgáljuk tehát, hogy mit lehet mondani az egyes kialakított csoportokról, *vannak-e* egyértelműen *jobb kategóriák, rossz csoportosulások.* A kérdés így is megfogalmazható: mely mutató kombinációk alapján alakíthatók ki jellegzetesen szétváló javaslat együttesek.

Ezek a gondolatmenetek igen jól *gépesíthetők,* az értékeléshez szükséges rajzok is elkészíthetők gépi úton. Ha valamely szervezet egyszer beépít a döntéselőkészítés folyamatába egy ilyen típusú csoportosító, sorbarendező eljárást, akkor a gyakorlat által igényelt rendszerezésben és változatokban a *döntéshozó* elé tárható a rendelkezésre álló *konkrét információk* által rögzített helyzetkép. A döntés ezeknek és *minden esetleges további tényezőnek* a figyelembevételével már a döntéshozó joga és feladata.

1. Az adathalmazról

Az V. ötéves terv 45 milliárd forint kedvezményes beruházási hitelkeretet tartalékol konvertálható export árualapokat növelő kapacitások létesítésére. Annak érdekében, hogy a népgazdasági szempontból előnyösebb, hatékonyabb fejlesztési célok kerüljenek kielégítésre a Magyar Nemzeti Bank pályázatot hirdetett. A hitelkérelmek elbírálásához egységes elv szerint meghatározott információkat kellett a beruházó vállalatoknak szolgáltatni. Az elfogadás legfontosabb feltételei a következők:

- a fejlesztés eredményeként megjelenő termék minden piacon tartósan értékesíthető legyen,
- a fejlesztés teljes költsége (beruházás és forgóeszköz bővítés együtt) legfeljebb 5 éven belül térüljön meg a netto devizahozamból,
- az összes befektetett állóeszközhöz viszonyított vállalati eredmény (eszközarányos nyereség) érje el a hitelpolitikai irányelvekben rögzített minimális 15%-os szintet,

- a fejlesztés minél rövidebb idő alatt valósuljon meg és lehetőleg már 1980-ban teljes kapacitással termeljen,
- a devizakitermelési mutató értéke az átlagosnál kedvezőbb legyen.

Bár a 45 milliárd Ft az V. ötéves terv összes beruházásainak csak alig 5%-a, kedvezőnek kell ítélnünk, hogy a vállalatok közel 300 hitelkérelmet dolgoztak ki, a versenyt alapvetően hatékonysági követelmények alapján bírálták el.

A pályázati feltételek szerint minden egyes beruházásra 19 jellemző adat megadása kötelező. Ezek az adatok az értékelő feldolgozás szempontjából nem tekinthetők egyenrangúaknak – erre a későbbiekben visszatérünk. Ettől eltekintve is egy olyan többváltozós csoportosítási, rangsorolási problémával állunk szemben, amit módszertani segítség nélkül eredményesen, kellő objektivitással nem lehet megoldani.

A rendelkezésünkre álló adathalmaz 1977. évi kezdésre javasolt 32 beruházásra vonatkozik, mindegyikre 19 jellemző adatot tartalmaz az induló tábla. A Bank által kért adatokat eredeti formájukban nem célszerű összehasonlító vizsgálatra felhasználni. Értékelő feldolgozás a „nyers” adatrendszer alkalmas átalakítását igényli, ezért az *eredeti adatokból lezármaztatott hatékonyság típusú mutatórendszer* alapján végeztük a feldolgozást. A mutatórendszer kialakításánál a következő szempontokat vettük figyelembe:

- a rendelkezésre álló információtartalom minél nagyobb hányadát hasznosítsuk,
- az egyes mutatók önálló közgazdasági tartalommal bírjanak és minden esetben a mutatószám nagyobb értéke jelentse a kedvezőbb körülményt, teljesüljön a monotonitás. (Szükség esetén ezt olyan transzformáció segítségével értük el, amely az alkalmazott módszer szempontjából a helyzeten nem módosít.)
- amennyiben lehetséges, az alap (eredeti) adatrendszerben szereplő hatékonyságtípusú mutatókat eredeti formájukban tartjuk meg.

Ilyen módon 16 hatékonyságtípusú mutatót állítottunk össze (l. a függelékben). Ezek jelentős része valamilyen szempont szerinti parciális hatékonyságot fejez ki, amelyek a beruházás hatékonyságát, ill. az export hatékonyságot mérik, mivel a pályázati előírás szempontjai is ezek voltak. Természetesen elképzelhető az alkalmazási tapasztalatok alapján ezen mutatók módosítása is. (Amint a bevezetőben is említettük a hangsúly az információtartalom hordozásán van, s ezt alkalmasan képzett különböző mutató kombinációk – megfelelő sűrítés után – egyaránt biztosíthatják!)

A kialakított mutatórendszer elemei sem feltétlenül azonos fontosságúak, teljesen stabil számbavételükhöz objektív súlyrendszerre lenne szükség, amivel természetesen nem rendelkezünk. De ha meg is adnánk valamilyen súlyt minden egyes mutatóhoz, a tényleges figyelembevétel csak akkor történik e szerint, ha a mutatók függetlenek. Általános tapasztalatunk gazdasági adatrendszerekre vonatkozóan, és ebben az esetben is ez áll fenn, hogy adataink között jelentős mértékű sztochasztikus kapcsolatok állnak fenn, ami az adatrendszer nagymértékű sűrítését, a mutatók számának csökkentését teszi lehetővé. A gyakorlatban sok esetben nem súlyozunk, de az előbbiekből következik, hogy a ténylegesen azonos súlyozás megvalósítása nagyon nehéz. Valójában tehát a legtöbb esetben érvényesül valamilyen súlyozás, csak nem ismerjük a súlyokat. E probléma általános megoldása természetesen nem egy-

szerű feladat, s tanulmányunkban nem vállalkozunk még részmegoldásra sem. Azt azonban megjegyezzük, hogy a probléma széles körben felmerül, és a legtöbb esetben egyszerűen nem vesznek róla tudomást.

E vizsgálatban a probléma feloldására törekszünk olyan módon, hogy a kialakított hatékonysági mutatókra elvégeztünk egy faktoranalitikus elemzést – amely korrelálatlan faktorokat állít elő – és a *16 mutatót* az információ-tartalom 85%-os megtartása mellett *7-re* csökkentettük. Ebből az is következik, hogy ha feltételezzük, hogy indokolt a 19 eredeti jellemző megadása az egyes beruházások megfelelő leírásához, akkor ezek információ mennyiségét hordozó egyszerű szerkezetű hányadostípusú mutatóknak csak valamilyen *rendszer* – nem pedig egyetlen mutatószám – képes megfelelően jellemezni egy beruházást. (A továbbiakban az adatrendszer, változók, jellemzők, megjelölés mindig a hatékonysági mutatókra utal.)

2. A csoportosítás, rangsorolás főbb lépései

A különböző fontosságú mutatók között faktoranalízis segítségével válogatunk. A kiválasztott 7 mutató a következő:

1. a beruházás megtérülése a nettó deviza hozamból,
2. 100 Ft eszközre jutó vállalati nyereség,
3. deviza kitermelési mutató,
4. a beruházási költségre jutó többlettermelés,
5. az egységnyi hitelre jutó nettó devizahozam,
6. a tőkés import gép megtérülése a nettó devizahozamból,
7. az egységnyi építésre jutó nettó devizahozam.

A Bank alapvetően 3 feltétel teljesülését írta elő a beruházási javaslat elfogadásához, az előbbi felsorolásban az 1–3. pont alattiakat, ezekre normatív követelményeket támasztott. Ez a 3 változó tehát szerepel a faktor elemzéssel kiválasztott 7 változó között is. (Az összes információnak kb. 50%-át tartalmazták.)

A vizsgálatokat a stabilitás növelése érdekében a bevezetésben adott séma szerint több változatban végeztük el.

3. Értékelés a bank kritériumai szerint

A Bank elsődlegesen 3 feltételt írt elő a beruházási javaslatok elfogadásához, de nyilvánvalóan törekedett a többi információ felhasználására is a döntésnél. Hogy hagyományos eszközökkel már 3 változó esetében is csak részlegesen oldható meg ez a feladat, annak bemutatására végezzük el a megfelelő számításokat.

A változók és az előírt korlátok:

1. A beruházás megtérülése a nettó deviza hozamból legfeljebb 5 év lehet.
2. A deviza kitermelési mutató értéke legyen kedvezőbb az előírt értéknél (megadott korlát 40 Ft/\$).
3. A 100 Ft eszköz ráfordításra jutó vállalati nyereség legalább 15 Ft legyen.

A 3 korlátozó feltétel megadása mellett *változónként külön-külön* rangsorolhatók a beruházások és megadhatók az elfogadási és elutasítási tartományok.

Mindezek alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- egyértelműen elfogadhatjuk azokat a javaslatokat, amelyek mind a 3 kritériumnak eleget tesznek (*kurzív számok*), ez számszerűen 13 beruházást jelent,
- elvethetjük az elutasítási tartományok közös részét (*félkövér*) az 5-ös sorszámú beruházást.

Egyértelmű döntést tehát csak 14 esetben hozhatunk és ez alig több mint az összes lehetőség 40%-a. Nyilvánvalóan nem lehetünk elégedettek ezzel a valójában elég durva értékeléssel. Mit csináljunk ha mégis dönteni kell a maradék 18 beruházásról is, amelyek közül egyeseket egy, másokat két feltétel nem teljesülése miatt nem fogadunk el.

1. táblázat

A három szóbanforgó mutató szerint külön-külön elkészített rangsorolás

Beruházások rendje	Mutatók		
	megtérülés a nettó deviza hozamból 1.	deviza kitermelési mutató 2.	100 Ft eszközre jutó nyereség 3.
1	20	13	20
2	14	15	31
3	21	27	27
4	18	14	16
5	30	7	19
6	32	21	25
7	6	24	18
8	13	19	21
9	28	28	30
10	15	30	32
11	23	9	2
12	19	25	15
13	24	11	13
14	16	26	4
15	22	8	29
16	31	22	22
17	29	18	26
18	12	29	14
19	17	17	1
20	1	20	23
21	2	3	3
22	25	23	5
23	26	32	24
24	9	4	17
25	7	2	2
26	3	31	28
27	5	16	7
28	27	10	12
29	11	6	6
30	10	5	8
31	8	1	10
32	4	12	11

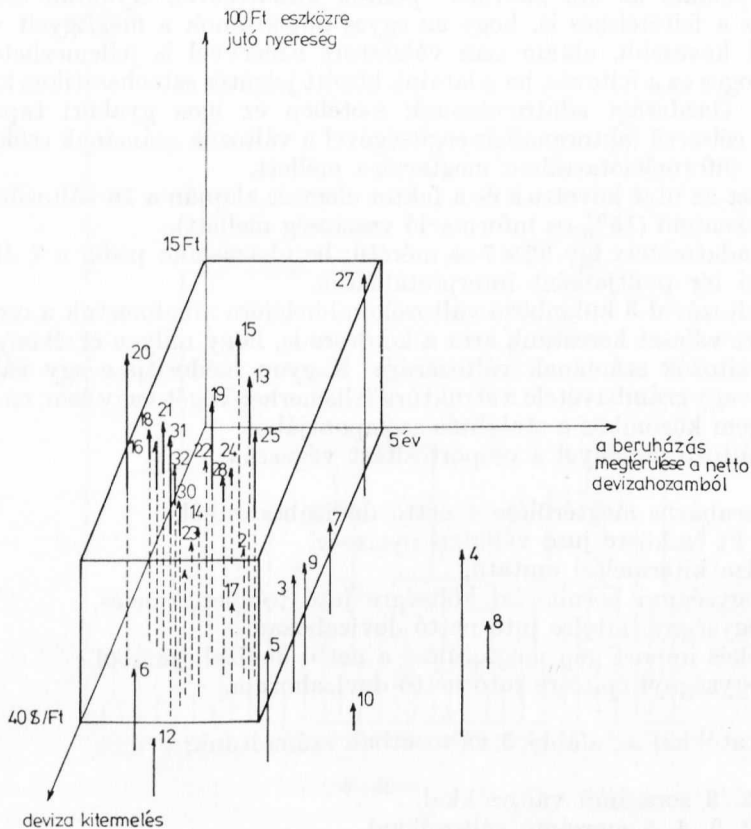
elutasítási tartomány

elutasítási
tartomány

elutasítási
tartomány

Szemléltetés kedvéért ábrázoljuk az egyes beruházásokat a 3 dimenziós tér pontjaiként, adott 3 jellemzőjük mint koordináta értékek alapján. Ha még berajzoljuk a korlátozó feltételek értékeit is, akkor egy olyan felül nyitott hasábot kapunk, amelybe tartozó pontok (beruházások) egyértelműen elfogadhatók a döntési szabály szerint, vagyis mind a 3 feltételnek eleget tesznek. (2. ábra.) Nehezíti a problémát, ha megfigyeljük, hogy milyen jelentős különbség van szigorúság szempontjából az egyes kritériumok között. A deviza kitermelési kritérium csak 4 beruházást utasít el, a 100 Ft eszközre jutó nyereség előírásnak 17 javaslat (több mint fele a 32-nek) nem felel meg. Ésszerűnek látszik az a megfontolás – feltételezve, hogy indokolt e 3 kritérium alapján dönteni – hogy kedvezőbb egy olyan beruházási javaslat elfogadása, amely bizonyos mértékig mind a 3 feltételt egyidejűleg teljesíti, mint pl. egy olyan javaslaté, amely 2 feltételnek magasan eleget tesz ugyan, de a 3-ik követelménynek csak nagyon kis mértékben.

A továbbiakban a jellemzők *együttes* figyelembe vétele alapján lehetővé válik a teljes beruházási halmaz értékelése az előbbi szempontoknak megfelelően, *tetszőleges számú mutató alapján*. Igen jelentős eredmény a megbízhatóság szempontjából az is, hogy a javaslatok csoportokba sorolhatók.



2. ábra

4. Cluster analízis alkalmazása, az eredmények értékelése

A főbb lépések, melyek az alkalmazásoknál mindig felmerülnek, a következők:

- a) a változók kiválasztása,
- b) az algoritmus kiválasztása,
- c) a távolságfogalom megválasztása (az adatrendszer transzformációja),
- d) a csoportok számának eldöntése.

Induló adatmátrixunk a hatékonyság típusú változók bevezetésével 32×16 méretű. A 32 beruházási javaslat tehát a 16 dimenziós állapot tér egy-egy pontjának tekinthető. Elméleti megfontolások és jelentős mennyiségű számítástechnikai kísérlet után hierarchikus technikával, euklideszi távolság alkalmazásával dolgoztunk tovább.

Tudjuk, hogy bizonyos esetekben, ha az adatrendszer struktúrája nehezen felismerhető és nem elég karakterisztikus az adatok csoportosulása, előfordulhat, hogy a választott algoritmus nem ismeri fel világosan a valódi struktúrát, hanem – mint amikor rossz szögből nézünk egy kompozíciót – túl bonyolult képet sugall a rendszerről. Ez ellen a veszély ellen többféle módon is védekezhetünk, például az ún. „zavaró” pontok kiszűrésével. Gyakran ésszerűnek látszik az a feltételezés is, hogy az egyes objektumok a megfigyelt változók számánál kevesebb, alkalmasan választott ismérvvvel is jellemezhetők. Különösen jogos ez a feltevés, ha adataink között jelentős sztochasztikus kapcsolat áll fenn. Gazdasági adatrendszerek esetében ez igen gyakori tapasztalat. Ilyenkor célszerű faktoranalízis segítségével a változók számának csökkentése, az adott információtartalom megtartása mellett.

Mi is ezt az utat követtük és a faktor elemzés alapján a 16 változót sikerült 7-re csökkenteni (15%-os információ veszteség mellett).

Az új adatmátrix így 32×7 -es méretű, beruházásaink pedig a 7 dimenziós euklideszi tér pontjaiként interpretálhatók.

E 7 változóval 3 különböző változókombinációra alkalmaztuk a csoportosítást, mert választ kerestünk arra a kérdésre is, hogy milyen érzékeny a módszer a változók számának változására. Nagyon módosítja-e egy változó elhagyása vagy számbavétele a struktúra felismerhetőségét vagy sem, ez nyilvánvalóan nem közömbös a stabilitás szempontjából.

A 7 változó, amellyel a csoportosítást végeztük:

1. a beruházás megtérülése a nettó devizahozamból,
2. 100 Ft eszközre jutó vállalati nyereség,
3. deviza kitermelési mutató,
4. az egységnyi beruházási költségre jutó többlettermelés,
5. az egységnyi hitelre jutó nettó devizahozam,
6. a tőkés import gép megtérülése a nettó devizahozamból,
7. az egységnyi építésre jutó nettó devizahozam.

A mutatókkal az alábbi 3 változatban számoltunk:

- a) 1, 2, 3 sorszámú változókkal,
- b) 1, 2, 3, 4, 5 sorszámú változókkal,
- c) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 sorszámú változókkal.

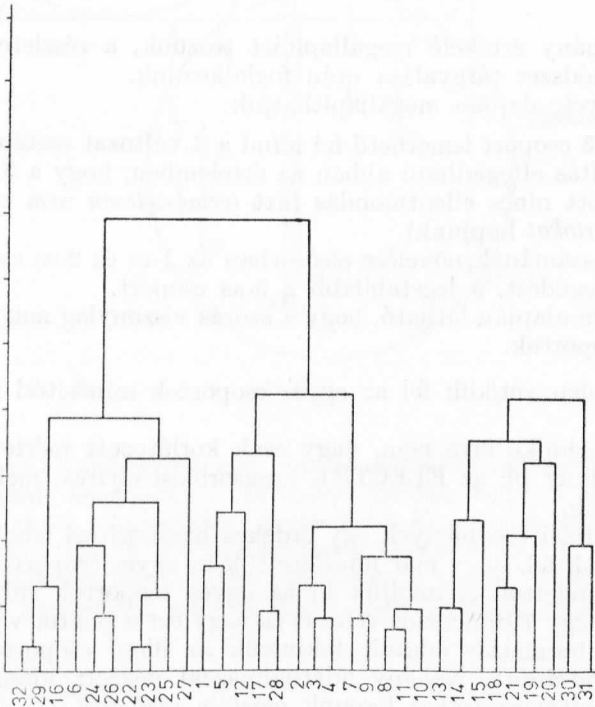
Hipotézisünk az volt, hogy az osztályozáshoz adatrendszerünket nem kell transzformálni. Ezt egyrészt arra alapoztuk, hogy változóink hatékonyság típusú mutatószámok, másrészt a faktoranalízis eredményeként kapott faktorok közel azonos súlyúak voltak.

Vizsgálatunkban hierarchikus algoritmust alkalmaztunk. Alapelve az objektumok fokozatos egyesítése. Az algoritmus kezdetben minden objektumot egy-egy clusternek tekint, majd az egymáshoz „legközelebb állókat” egyesíti, ezután kiszámolja az új cluster „koordinátáit” és minden további lépésben a clusterek számát eggyel csökkenti, amíg végül minden eredeti megfigyelés egyetlen clusterbe kerül. Előnye, hogy a folyamatot, a csoportok homogenitásának mértékét és a clusterek számának alakulását lépésenként figyelemmel kísérhetjük. Hátránya a viszonylag nagy gépidőigény.

A clusterek számának meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy azonos objektum szám mellett az egyes csoportokon belüli homogenitás monoton (nem egyenletesen) csökken a clusterek számának növelésével. Ezt mutatja be a 3. csoportosítási változatra a 3. sz. ábrán látható dendrogram,¹ ahol

Beruházások csoportosítása 7 mutató szerint

szórás %



3. ábra

¹ Gépi úton közvetlenül rajzoltatható.

a vízszintes tengelyen a beruházások sorszáma (azonosítója) olvasható le, a függőleges tengelyen pedig az egyes kapcsolódási szintekhez tartozó homogenitást jelző szórásértékek szerepelnek. A dendogram szemléletes képet ad az adatrendszerben felismerhető csoportok számáról is.

A számítás eredményeként kapott csoportokat a 3 változatra a 2. táblázatban foglaljuk össze.

2. táblázat

Változatok	1. csoport	2. csoport	3. csoport
3 változó alapján	13, 14, 15, 16, 20, 27, 31	2, 3, 4, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 32	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 24, 28
5 változó alapján	13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 27, 30, 32	2, 4, 22, 23, 25, 26, 29, 31	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 24, 28
7 változó alapján	13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 27, 30, 31	6, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 32	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 28
A három változat közös része	13, 14, 15, 20, 27	22, 23, 25, 26, 29	1, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 28

Itt csak néhány értékelő megállapítást teszünk, a részletes elemzéssel a rangsorolási módszer tárgyalása után foglalkozunk.

Az eredmények alapján megállapíthatjuk:

1. Alapvetően 3 csoport ismerhető fel mind a 3 változat esetében.
2. A csoportosítás elfogadható abban az értelemben, hogy a 3 változat eredményei között nincs ellentmondás (azt természetesen nem várhatjuk, hogy azonos csoportokat kapjunk).
3. A változók számának növelése elsősorban az 1-es és 2-es csoportok között okoz átrendeződést, a legstabilabb a 3-as csoport.
4. A dendogram alapján látható, hogy a szórás viszonylag magas, elég heterogének a csoportok.

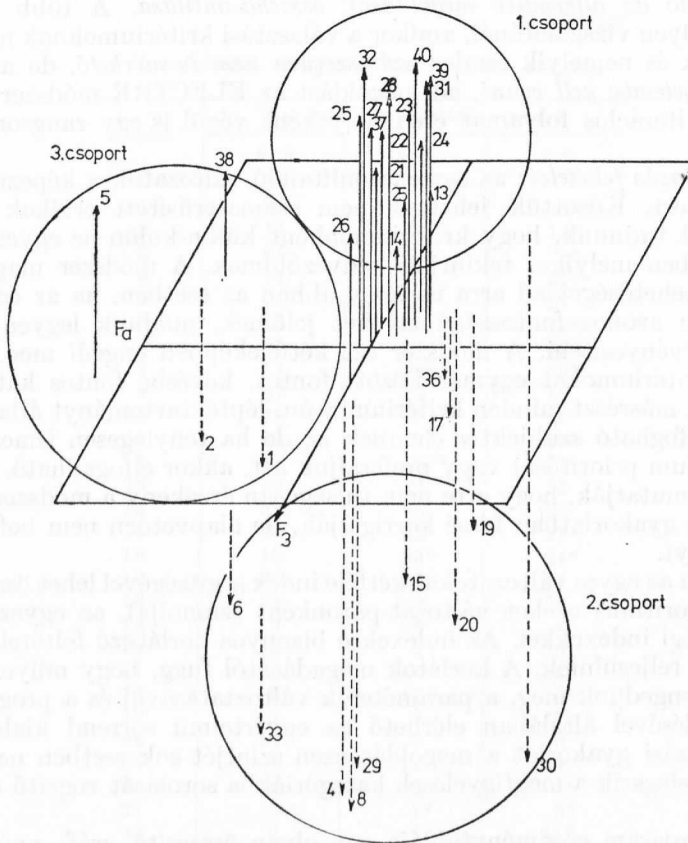
Értelemszerűen vetődik fel az egyes csoportok minősítési igényének gondolata.

A cluster technika erre nem, vagy csak korlátozott mértékben alkalmas, megfelelő módszer pl. az ELECTRE rangsorolási eljárás, melyet röviden ismertetni fogunk.

A csoportosítási eredmények egy érdekes hasznosítási lehetősége a következő. Tételezzük fel, hogy már minősítettük az egyes csoportokat jó – közepes – rossz ítélettel. Számoljuk ki az egyes csoportok súlypontját (a mi esetünkben ez egy 7 dimenziós vektor) és vagy ezt a pontot vagy a hozzá legközelebb álló beruházás adatait tekintsük az illető csoportot reprezentáló *standard beruházásnak*. Néhány adathalmazzal végzett vizsgálat alapján a *normatívák meghatározásához* kapunk *objektív segítséget*.

A szemléltetés érdekében átmenetileg eltekinthetünk az eredeti változóink által rögzített tértől. Megkísérelhetjük faktoranalízissel, maximum 3 faktorba tömöríteni mutatóink információtartalmának jelentős részét. A 3 faktor által

kifeszített „állapottérben” megfigyeléseink clusterei esetleg jól elkülönülő pontfelhőként szemléletesen jelenhetnek meg. A 4. ábrán egyik ilyen menet közben készült munka-ábránkat mutatjuk be. A vázolt gondolatmenet mind a strukturális összefüggések felismerésére, mind az előző eredmények egyfajta



4. ábra

ellenőrzésére igen jól felhasználható. (A mondottakat természetesen nem szabad mechanikusan hasznosítani. Lényeges kérdés, hogy a grafikusan még ábrázolható 3 faktor alkalmazása elegendő-e? Egyébként zavarok származhatnak az eredeti változók tere és a faktortér kapcsolatából is. A két rendszerből – tapasztalataink szerint elég tág határok között adódó – egybevágó következtetések viszont jól megerősíthetik elért alakfelismerési eredményeinket.)

5. Az ELECTRE többváltozós rangsorolási módszer alkalmazása

Az ELECTRE² a többváltozós döntéselemzés egy rangsoroló módszere. Segítségével több különböző döntési kritérium egyidejű figyelembe vétele mellett megvalósítható az alternatív megoldások összehasonlítása. A több dimenziós problémák ilyen vizsgálatánál, amikor a választási kritériumoknak nincs közös mérőszámuk és némelyik esetleg számszerűen nem is mérhető, de mégis valamennyit figyelembe kell venni, ad megoldást az ELECTRE módszer. Az algoritmus egy iterációs folyamat eredményeként végül is egy rangsort határoz meg.

Az alkalmazás feltételei: az összehasonlítandó változatokra képezni kell egy kritérium sort. Közöttük lehetnek nem számszerűsített értékek is, ekkor elegendő azt tudniuk, hogy kritériumonként külön-külön az egyes változatpárok esetében melyiket tekintjük kedvezőbbnek. A módszer maga nagyon rugalmas. Lehetőséget ad arra is, hogy abban az esetben, ha az egyes kritériumok nem azonos fontosságú elveket jelölnek, módunk legyen súlyozási rendszert érvényesíteni. A módszer ezt kétféleképpen engedi meg. Egyrészt az egyes kritériumokat egymás között fontos, kevésbé fontos kategóriákba sorolhatjuk, másrészt minden kritériumra ún. léptéktartományt állapíthatunk meg. Ez felfogható szubjektív elemnek is, de ha ténylegesen ismerjük valamely kritérium prioritását vagy preferáljuk azt, akkor elfogadható. Tapasztalataink azt mutatják, hogy erre nem túlságosan érzékeny a módszer; a súlyozási elvek a gyakorlatban kissé korrigálják, de alapvetően nem befolyásolják az eredményt.

Ezek után az egyes változatokat kétféle index segítségével lehet összehasonlítani (az algoritmus ezeket változat-páronként számolja), az egyezőségi és a különbözőségi indexekkel. Az indexekre bizonyos korlátozó feltételeknek kell egyidejűleg teljesülniök. A korlátok megadásától függ, hogy milyen mértékű szigorítást engedünk meg, a paraméterek változtatásával és a program többszöri ismétlésével általában elérhető az egyértelmű sorrend kialakítása is. Az alkalmazási gyakorlat a megoldás ezen szintjét sok esetben nem igényli, hanem megelégszik a megfigyelések kategóriákba sorolását rögzítő eredménnyel.

A gépi program eredménytáblája egy olyan összesítő gráf, amelyből felírható a rangsor. A gráf egyben szemléletes képet is ad az értékelésről. Csúcspontjaiban az egyes alternatívák szerepelnek, a gráf irányítása pedig olyan, hogy az a *legkedvezőbb változat, amelyikbe a legtöbb nyíl mutat.*

A vizsgálatainkban szereplő beruházási javaslatok esetében is meghatároztuk a rangsort ahhoz a 3 mutatókombinációhoz, amelyekre a csoportosítást is elvégeztük.

Az eredményt a 3. táblázatban foglaljuk össze. Az egymást követő csillaggal jelölt beruházások a rangsorban azonos helyen állnak. Pl. a 7 db mutató alapján történő rangsorolás esetében a 13, 14, 20, 21 sorszámú beruházások, amelyek a táblázatban az 1, 2, 3, 4-ik helyen szerepelnek valójában azonos rangot jelentenek, a további finomítást e szempontból nem tartottuk jelentősnek.

² A módszert Franciaországban dolgozták ki, elnevezése az „Elimination et Choix Trandisant le Réalité” kezdőbetűből képzett rövidítés.

Az eredmények alapján látható, hogy a 3 mutató alapján történő rangsorolás elég jelentősen eltér az 5 és 7 mutató alapján kapott eredményektől. Az utóbbiak szerinti rangsorok már jó egyezést mutatnak, említésre méltó különbség csak a 6-os sorszámú beruházásnál áll fenn. (Az ábra az áttekinthetőség

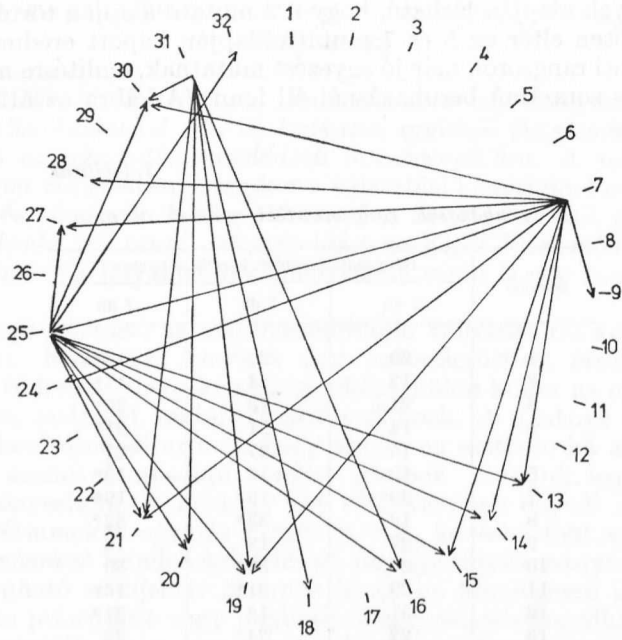
3. táblázat

A beruházások rangsora több változó alapján

Sorszám	Hány mutató alapján készült a rangsor		
	3 db	5 db	7 db
1	20	20	13*
2	13	14	14*
3	21	13	20*
4	14	21	21*
5	15	27	27
6	19	15	15*
7	30	19*	19*
8	18	32*	32*
9	27	18	18
10	25	30*	30
11	29	31*	16*
12	31	16	31*
13	22	24	22
14	28	25	25
15	24	22*	23*
16	16	23*	24*
17	26	28*	28
18	32	29	29
19	2	26	6
20	3	2*	26
21	23	4*	2
22	9	17	4
23	7	9	17
24	17	7	9
25	1	11*	7
26	4	3*	1*
27	5	1*	3*
28	6	8	11*
29	8	6	8
30	10	12	5
31	11	5	12
32	12	10	10

kedvéért csak a 7-es, 25-ös és 31-es sorszámú beruházásokról mutatja meg, hogy mely beruházásoknál minősülnek rosszabbnak.)

Az 5. ábrán bemutatjuk a 7 mutató alapján kapott rangsorhoz tartozó gráfot. A csúcspontokban a beruházás sorszáma szerepel, a nyíl a kedvezőbb irányba mutat, az ábráról tehát *leolvasható*, hogy valamely beruházás *melyik és hány másik beruházásnál kedvezőbb*.



5. ábra

6. Összehasonlító értékelés, következtetések

A különböző módszerekkel végzett számítási eredményeket a 4. táblázatban foglaljuk össze. A jelzőszámok mindenütt a beruházás sorszámára utalnak, az 5 és 7 mutató alapján képzett rangsorokban az egymás alatt szereplő számok (beruházások) azonos helyen állnak.

1. Megállapíthatjuk, hogy a *bank három kritériuma* szerinti feldolgozás és ugyanezen 3 mutatóra végzett *csoportosítási eredmények között ellentmondás nincs*. Észre kell venni, hogy a megadott normatívák viszonylag *alacsony „mércét”* jelentenek, mert több beruházási javaslat fogadható el (13 db) és csak egy utasítandó el ezek alapján. Az *együttes figyelembe vétel lényegesen szigorúbb, 7 beruházást fogad el és 12-t elutasít*.
2. A cluster analízis minden mutató kombinációra alapvetően 3 csoportot eredményez, ez azt jelenti, hogy az adatokban 3 relatíve homogén „sűrűsödési” tartomány különíthető el.
3. A többváltozós rangsorolás eredményei alapján a kapott *csoportok* minősíthetők, 3 csoport esetén kézenfekvő a „jó” – „közepes” – „rossz” minősítés.
4. A csoportosítás jelentősége, hogy a viszonylag *homogén csoportok elemei egységesebben kedvező vagy kedvezőtlen eredményt nyújtanak hatékonyság szempontjából*. Ez a felismerés a döntéshozó számára bizonyos rugalmasságot

Összesítő táblázat

A bank három kritériuma alapján (nem cluster felfogásban)

2, 13, 15, 16, 18, 19 20, 21, 25, 29, 30, 31, 32

elfogadási halmaz (13 db)

1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 22, 23, 24, 26, 27, 28
--

nincs egyértelmű döntési lehetőség (18 db)

5

elutasítási
halmaz

3 mutató alapján:

rangsor: 20, 13, 21, 14, 15, 19, 16, 18, 27, 25, 29, 31, 22, 28, 24, 30, 26, 32, 2, 3, 23, 9, 7, 17, 1, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12

13, 14, 15, 16, 20, 27, 31

1. csoport (7 db) „jó”

2, 3, 4, 18, 19, 21, 22 23, 25, 26, 29, 30, 32

2. csoport (13 db) „közepes”

1, 5, 6, 7, 8, 9 10, 11, 12, 17, 24, 28
--

3. csoport (12 db) „rossz”

5 mutató alapján

rangsor: 20, 14, 13, 21, 27, 15, 19, 18, 30, 16, 24, 25, 22, 26, 2, 17, 7, 9, 11, 6, 8, 12, 5, 10
32, 31, 23, 4, 328, 1
29,

13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 27, 30, 32

1. csoport (11 db) „jó”

2, 4, 22, 23, 25, 26, 29, 31

2. csoport (8 db) „közepes”

1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 11, 12, 17, 24, 28

3. csoport (13 db) „rossz”

7 mutató alapján

rangsor: 13, 27, 15, 18, 30, 16, 22, 25, 23, 28, 29, 6, 26, 2, 4, 17, 9, 7, 1, 8, 5, 12, 10
14, 19, 31, 24, 3,
20, 32, 11,
21,

13, 14, 15, 18, 19, 20, 21 27, 30, 31, 32
--

1. csoport (11 db) „jó”

6, 16, 22, 23, 24, 25, 26 29

2. csoport (8 db) „közepes”

1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 10, 11, 12, 17, 28
--

3. csoport (13 db) „rossz”

is jelent. Pl. a „jó” csoporton belül, ha az egyes beruházások különböző célt valósítanak meg, akkor lényegében azonos hatékonysági eredmények mellett valamelyik beruházási célt preferálhatja.

5. Az ELECTRE módszer egy jellemző tulajdonsága, hogy nem garantálja, hogy a sorrendben az i és $i + 1$ -ik helyen álló beruházások eltérése mértéke megegyezik a k és $k + 1$ -ik helyen állók eltéréseivel. Ez adta az ötletet a csoportosítási és rangsorolási eredmények összekapcsolásához. Jogosan feltételezhető, hogy ahol a minősített szomszédos csoportok különválnak, ott a rangsorban ugrás, nagyobb eltérés van. Ilyen elgondolás alapján a mi esetünkben a 3 csoportnak megfelelően a rangsor 3 szeletre vágható, és az egyes szeletek megfeleltethetők egy-egy csoportnak.

Ez egy további finomítási lehetőséget is ad a csoporton belüli rangsorolásra és felhasználható annak eldöntésére is, hogy a rendelkezésre álló pénzeszközök erejéig milyen sorrendben fogadjuk el a beruházási javaslatokat.

(Beérkezett: 1977. július 18-án.)

Függelék: Az alapadatokból képzett hatékonyság típusú mutatószámok:

1. Többlettermelés/Beruházási költség, 2. Tőkés export/Beruházási költség
3. Többlettermelés/Építés, 4. Tőkés export/Építés, 5. Nettó devizahozam/Építés,
6. Többlettermelés/Tőkés import gép, 7. Tőkés export/Tőkés import gép, 8. Többlettermelés/Hitel, 9. Tőkés export/Hitel, 10. Nettó devizahozam/Hitel,
11. Többlettermelés/Deviza ráfordítás, 12. Tőkés export/Deviza ráfordítás,
13. Beruházás megtérülése a nettó devizahozamból, 14. Tőkés imp. gép megtérülése a nettó devizahozamból, 15. 100 Ft eszközre jutó nyereség, 16. Deviza kitermelési mutató.

GROUPING AND RANKING OF INVESTMENT PROPOSALS

The paper treats the problem in two major steps. Firstly, the grouping of investment proposals aimed at the enlargement of the supply of export goods on convertible currency markets is examined. The problems of choosing and homogenizing the indicators, eliminating their interconnectedness and first of all the determination of their number, respectively, are raised. Answers to these questions are sought for by economic considerations, the transformation of indicators, reiterated factor analysis and finally to the problem of grouping by cluster analysis.

In the second step an attempt is made to evaluate the emerging clusters by a briefly outlined procedure called "ELECTRE". In the course of these examinations both the individuals and the clusters are ranked, whereby and ordering within the clusters can also be made.

Another point of interest of the examinations is that the questions are answered on the basis of criteria drawn directly from the practice, and then, relying on the methodology outlined, by the application of three, five and seven variables, respectively (together with ranking). The results are compared and evaluated. Finally, a proposal is submitted on the judicious extension of our train of thoughts to a wider sphere.

ГРУППИРОВКА И УПОРЯДОЧЕНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО КАПИТАЛЬНЫМ ВЛОЖЕНИЯМ

В данной работе выдвигаемая проблема рассматривается по двум основным этапам. Во-первых, рассматриваются возможности группировки предложений по капитальным вложениям, расширяющим товарные фонды по конвертированному экспорту. Возникает

проблема выбора показателей, их однородности, отсева их связей друг с другом и, главным образом, их количества. На эти вопросы ответ ищется на основе экономических соображений, трансформации показателей, повторных обследований с помощью факторного анализа и, в заключении, группировка с помощью кластерного анализа.

На втором этапа в отношении оценки сложившихся кластеров предпринимается попытка применить кратко изложенный метод «Electre». В результате этих исследований происходит группировка как индивидуумов, так и кластеров и, таким образом, становится возможным установление очередности и в рамках самого кластера.

Проведенные исследования являются интересными еще и потому, что на выдвигаемые вопросы ответ дается на основании критериев непосредственной практики и, в последующем, на основании указанной методики используются три, пять и, далее, семь переменных (с указанием очередности) и получаемые результаты сравниваются, оцениваются. В заключении вносится предложение и в отношении более широкого распространения приводимых соображений и использования их в соответствии с заложенной в них идеей.