

A műszaki színvonal állapothatározói

BENEDEK PÁL*

Bevezetés

Sok szó esik mostanában a műszaki színvonalról. A III. ötéves tervről szóló törvény is azt írja elő, hogy „minél szélesebb körben emelkedjék a műszaki színvonal, a termelés fejlesztése korszerűbb technikán alapuljon.”

A műszaki színvonalnak, mint közgazdasági kategóriának, a definiálása elég nehéz dolog. Szokás beszélni egy termék műszaki színvonaláról, másrészt szokás beszélni valamely termelési folyamat műszaki színvonaláról, végül aztán szó lehet valamely iparág műszaki színvonaláról is. A pontos definíciókkal és az adekvát mérési módszerekkel a közgazdászok mindenesetre adósaink és egyelőre inkább jó műszaki érzékkel közelítünk e fogalmakhoz. Ha egy termék műszaki színvonaláról beszélünk, akkor e szóban forgó termék használati értékének oldaláról közelítjük meg műszaki színvonalát, ha egy termelési folyamat műszaki színvonaláról beszélünk, akkor e termelési folyamatban keletkező termék értékének oldaláról közelítjük meg a műszaki színvonalat. Ha valamely iparág műszaki színvonaláról van szó, akkor a megközelítés a gazdasági struktúra felől valósul meg.

A termelési folyamat műszaki színvonala

Foglalkozzunk először a *termelési folyamat műszaki színvonalának* kérdésével, mert ezzel kapcsolatban lehet leginkább ellenőrizni, hogy teljesül-e a tervtörvénynek az a követelése, hogy a termelés fejlesztése korszerűbb technikán alapuljon. Ez a követelés a legdurvább közelítésben egyértelmű azzal, hogy a korszerűbb technika alkalmazása következtében csökkenjen a termék gyártási önköltsége. Példaképpen az ammóniagyártást fogjuk szemügyre venni a II. és III. ötéves terv periódusában.

Az ammóniagyártásra vonatkozó adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat első sora az ammóniagyártás mennyiségi növekedését mutatja. Az ammóniatermelés tíz év alatt kétszeresére növeke-

dik, tehát ebben az iparban tág tere van a korszerűbb technika alkalmazásának. A táblázat utolsó sorából jól látni azt, hogy az iparági átlagban, miképpen csökken az ammóniagyártás önköltsége 1960 és 1970 között. A táblázatból az önköltségcsökkenés forrásait is elemezhetjük. A leglényegesebb forrás az, hogy a szilárd nyersanyagokról (lignit, koks) áttérünk a földgáz nyersanyagra. Ez azért a leglényegesebb, mert a nyersanyagköltség az ammónia önköltségében 50% körüli tétel, márpedig a földgáz a szénfeleségeknél jóval olcsóbb nyersanyag. Emellett a földgázra való áttérés technológiai változásokat is jelent. Ez nyilvánul meg a fajlagos energiafelhasználás csökkenésében. Különösen fontos, hogy az 1965—1970 közötti periódusban a földgáz bontásában az atmoszferikusról a nyomás alatti bontásra térnek át, ami kompressziós munka megtakarításával jár, s ez ismét csökkenti a villamosenergia fogyasztást. Az elektromos energia fontos önköltségtényező.

A harmadik sorból látható, hogy a villamosenergia fogyasztással egyidejűleg az összenergia fogyasztás is csökken, mégpedig kissé gyorsabban, mint a villamosenergiáé. Ez azzal kapcsolatos, hogy míg kiskapacitású szintéziskörök gőzfogyasztók, addig nagykapacitású körök energiagazdálkodását úgy alakítják ki, hogy az ammóniareaktorok egyszerre gőzt is termelnek. Valóban a táblázat 8. és 9. sora mutatja az átlagos és a legnagyobb szintéziskör kapacitásának növekedését. Ennek aztán ismét hatása van az önköltségre, amelyben az installációs költségek amortizációja is szerepel. Márpedig a fajlagos — vagyis egy tonna ammóniára jutó — installációs költség erősen csökken a szintéziskör kapacitásának növekedésével.

A táblázat e néhány természetes mutatószámmal mutatja be az ammóniagyártás műszaki színvonalának fejlődését. Léteznek még más ilyen természetes mutatószámok is. Nincs ezek között egyetlen sem, amely önmagában mutatószáma lenne vagy lehetne egy termelési folyamat műszaki színvonalának. De ezek együttese mégis elég jellemző arra és ebből az együttesből kiindulva lehetne a műszaki színvonal mérését megkísérelni.

1. táblázat

A magyar nitrogénipar jellemző adatai a II. és III. ötéves terv időszakában

Mutató	Mértékegység	1960	1965	1970
Ammóniatermelés	et/év	82	210	560
Villamos energia fajlagos	kWh/tNH ₃	2 116	1 741	1 315
Energia-felhasználás	Mcal tNH ₃	24 318	18 149	12 608
Földgáz részaránya a nyersanyagból				
összesen	%	—	81	100
ebből:				
atmoszferikus bontás	%	—	81	48
nyomás alatti bontás	%	—	—	52
Szintéziskörök átlagkapacitása	tNH ₃ /nap	50	70	140
A legnagyobb szintéziskör kapacitása az országban	tNH ₃ /nap	60	100	420
Iparági átlagos önköltség	Ft/tNH ₃	9 800	7 090	5 195

* Vegyipari Tröszt, Budapest

A termék műszaki színvonala

Sokkal kevesebb remény van arra, hogy *egy termék műszaki színvonalának* kvantitatív mérési módszerét kidolgozzuk. A probléma az, hogy egyrészt egy terméket sokféle célra lehet használni, másrészt ugyanarra a célra sok különféle terméket lehet használni. Így aztán gyakran ezt a témakört a minőség fogalomkörébe vonják. Maradjunk az egyszerűség kedvéért ennél a szűkebb témánál. Az nagyon világos, hogy olyan terméket, amelyet nemzetközi kereskedelmi szaknyelven selejtnek hívnak, nem szabad forgalomba hozni. De van egy másik oldala is a dolognak.

A vegyipar termékei nagyon differenciáltak. A használati értékek differenciálódása nagyon jellegzetes tendencia manapság. Negyedszázaddal ezelőtt pl. a szappan volt az egyetlen mosószer. Ma nagyon sokféle típus ismert és mást használunk mosogatásra, áztatásra, pamut mosásra, mást szintetikus szövetekre és így tovább. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó technikai kultúrájának is megfelelőnek és differenciáltnak kell lennie ahhoz, hogy jól és olcsón tudja ezeket a szereket kézi vagy gépi mosásnál felhasználni. Ugyanígy áll a dolog a festékipar termékeivel. Egy negyedszázaddal ezelőtt még monopol helyzetben volt az olajfesték és a mázolás volt az uralkodó festékfelviteli mód. Ma sokszáz festéket hoznak forgalomba és néhány tucat festékfelviteli módot ismerünk. Mi következik ebből? Az, hogy ha egy festéket, amely nagyon gondosan arra van beállítva, hogy bútorgyárban szórópisztollyal vigyék fel konyhabútorra, arra használnak, hogy külső ablakráját mázolja be vele ecset segítségével, akkor az előző esetben kitűnően beválik, az utóbbi esetben három hét alatt lepattozik.

Egy vegyi terméknek nagyon sok tulajdonsága van. Amikor ezt a terméket egy bizonyos célra felhasználják, ezt azért lehet megtenni, mert rendelkezik egynéhány olyan tulajdonsággal is, amely a definitív felhasználás szempontjából mérvadó és nem rendelkezik olyan tulajdonsággal, amely ugyanezen felhasználás szempontjából kontra-indikált. A definitív felhasználás kritériumait — gyakran előforduló esetekben — a minőségi szabványok írják elő, de nem gyakran előforduló esetekhez is lehet minőségi szabványt rendelni, ha ez „jogilag” nem is rendezett szabvány. A lényeges az, hogy egy ilyen definitív felhasználás kritériumait megfogalmazó szabvány kevesebb előírást, adatot tartalmaz, mint amennyi a szóban forgó termék fizikai állapotát írja le. Ebből a „lazaságból” származik az, amiről az imént szó volt, hogy tudniillik egy terméket többféle célra lehet felhasználni, másrészt ugyanarra a célra többféle terméket is fel lehet használni. Mi lesz mármost a választás szempontja. Nyilván tisztán gazdaságossági, hiszen ha többféle terméket is fel lehet használni ugyanarra a célra, akkor ezek közül a legolcsóbbat fogják használni. Itt van a magyarázata az előbb említett differenciálódásnak. A kép tehát nagyon is dinamikus. Úgy látszik, hogy két tendenciát fel lehet ismerni ebben a dinamikus képben. Minél jobban csökken egy termék költségparamétere, annál nagyobb felhasználási területet hódít meg, s ilyenkor a termék gyártási volumene a tipikus (S-alakú) növekedési görbe szerint változik. Az így fellépő konkurencia vagy más — pl. minőségi — konkurencia egyes termékek gyártását feleslegessé teszi. Ezek gyártási volumene maximum elérése után csökkenő tendenciát mutat. Nagyon nehéz ezek után megfogalmazni, hogy mit is kell érteni egy vegyipari termék műszaki színvonalán.

Egy iparág műszaki színvonala

Könnyebb talán a helyzet akkor, ha egy termékhalmoz vagyis egy iparág műszaki színvonaláról van szó. Példaképpen tekintsük a festékipart.

Ez az ipar mintegy 40 000 t terméket állított elő a harmadik öt éves terv kezdetén és kb. 60 000 tonnát fog termelni a végén. Sokszáz termékről van szó és az egyes termékek aránya is megváltozik az öt éves terv során és ezzel változik ennek az iparnak a belső struktúrája is. Ez a struktúraváltozás a piaci igények előbb említett változásával kapcsolatos. Mármost azt lehetne mondani, hogy egy iparág műszaki színvonalát az jellemzi, hogy belső struktúrája mennyire felel meg a piaci igények struktúrájának. Ugyanis, ha a piaci igényeket nem képes mennyiségi és minőségi szempontból egy ipari struktúra kielégíteni, akkor import útján fogják a fogyasztók igényeiket kielégíteni. Ugyanez történik akkor is, ha a szóban forgó ipar drágán termel, vagy rossz minőséget. Ezért mondhatjuk azt durva közelítésként, hogy egy sok száz terméket forgalmazó ipar műszaki színvonala akkor magas, ha a hazai szükségleteket képes kielégíteni. Nos a magyar festékipar struktúrája olyan, hogy a hazai szükségleteket képes kielégíteni, mert festék importunk 1—2000 t évenként, mondhatjuk tehát, hogy műszaki színvonala magas és a világszínvonal közelében jár. Ez az import volumen a harmadik öt éves tervben is megmarad, ami más szóval azt jelenti, hogy a festékipar a mozgó világszínvonallal együtt mozog, együtt fejlődik. Ennek a kis tétel importnak a megszüntetése nem cél, az autarchiát nem érdemes megteremteni, mert rendkívül nagy és költséges fejlesztési apparátust igényelne, aminek ráfordításait az importmegtakarítás nem fedezné.

Az előzőekben elhatároltunk egymástól három fogalmat, nevezetesen valamilyen vegyi termék műszaki színvonalát, valamilyen meghatározott tulajdonságú termék gyártási folyamatának műszaki színvonalát és egy vegyitermékhalmoz, vagyis a vegyipari ágazaton belüli szűkebb iparág műszaki színvonalát. Erre a csupán vázlatos elhatárolásra azért volt szükség, hogy a továbbiakban most már félreértés nélkül csak az egyik, a termelési folyamat műszaki színvonalának kérdéseivel foglalkozhassunk.

A költségparaméter csökkenésének törvénye

A költségparaméter csökkenésének törvénye *Korach Mórtól* származik [1], aki a szeretlen vegyipar kilenc alapvető fontosságú termékének (kén-sav, szóda, klór, mész, kősó, sósav, ammónia, salétromsav, foszforsav) áralakulását vizsgálva kimutatta, hogy az ár exponenciálisan csökken az időben, mégpedig

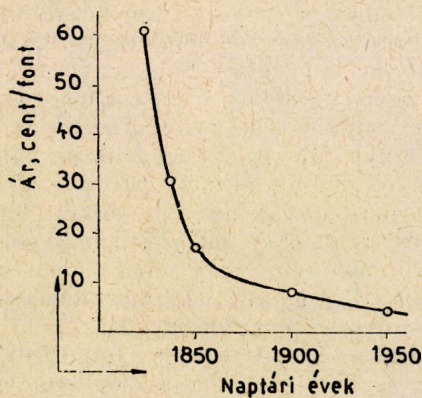
$$A(t) = a + be^{-ct}$$

ahol a az árfüggvény asszimptótája;

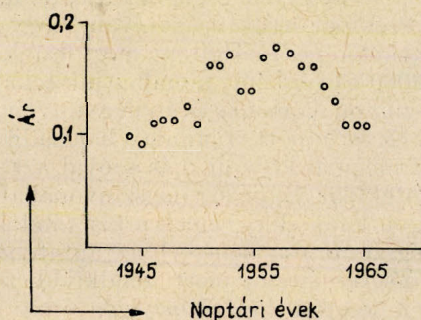
b és c a szóban forgó termékre jellemző állandó;

t az idő.

Kornai [2] hiperbolikus árfüggvényt vesz figyelembe. Az ár, illetőleg költségparaméter csökkenése természetes következménye a bővített újratermelésnek. Az újdonság *Korach* és *Kornai* munkájában az, hogy ezt az árcsökkenést matematikai alakban fejezik ki. Ez elméletileg azért lényeges, mert azt jelenti, hogy a költségparaméter csökkenésének törvényét megkezdték fenomenológikusan kezelni, gyakorlati szempontból pedig azért,



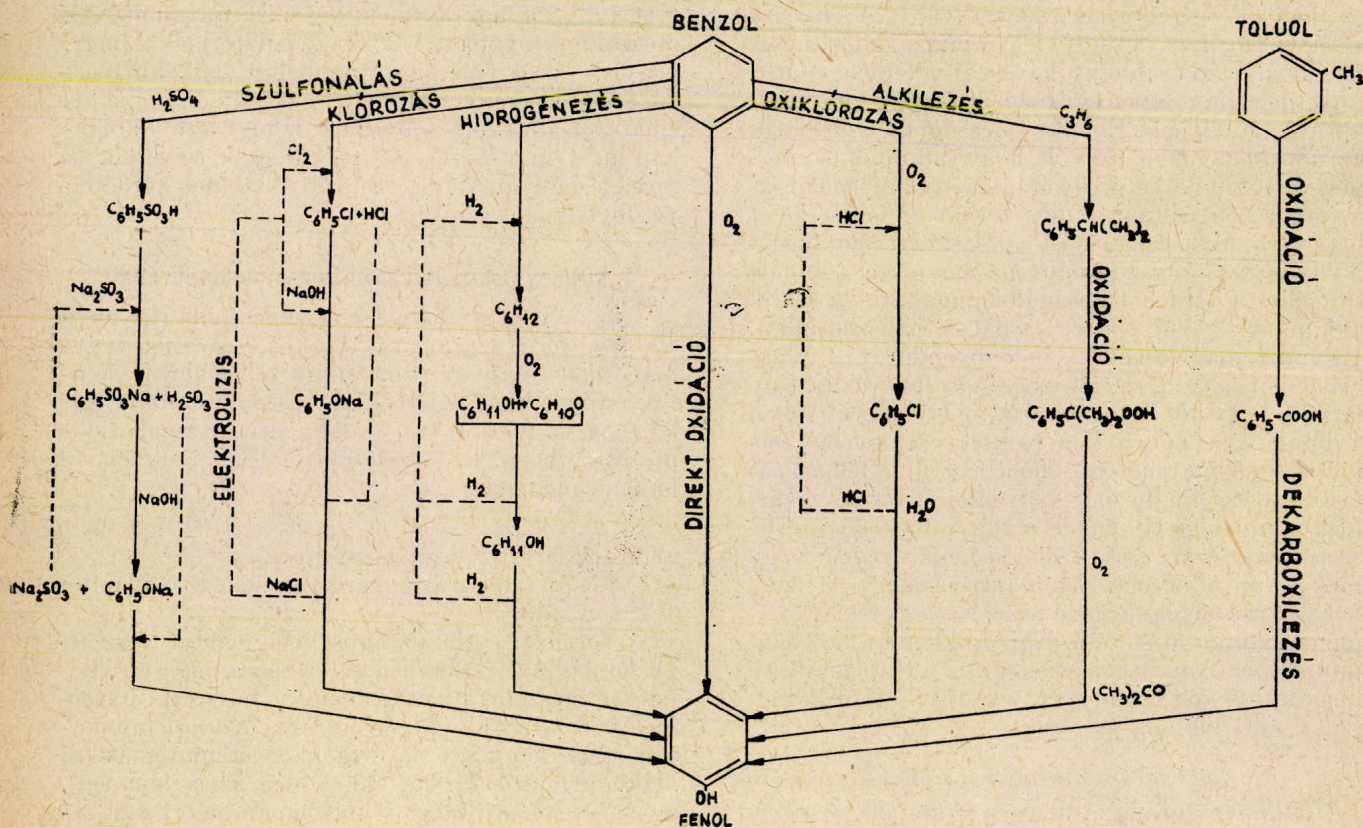
1. ábra. A szóda árfüggvénye



2. ábra. A fenol árfüggvénye

mert valami ilyen fenomenológikus törvény alapján lehetséges az árak előrebecslése.

Úgy tűnik, hogy a költségparaméter csökkenésének exponenciális törvénye nagyon jól leírja a tényeket hosszú perióduson át, amint az a Korach-tól származó 1. ábra a szódaival kapcsolatban mutatja. Ez az ábra több, mint 100 esztendő időtartományt ölel fel. Ez azért különösképpen figyelemre méltó, mert ebben a 100 éves periódusban egy rendkívül radikális változás ment végbe a szóda gyártásban, nevezetesen az áttérés az eredeti Leblanc-féle szódagyártásról a Solvay-féle szódagyártásra. Hasonlóképpen radikális technológiai változás ment végbe a kénsavgyártásban, és a sósavgyártásban is. Jól lehet figyelni az árcsökkenés tendenciáját organikus anyagoknál is. Az organikus alapanyagok esetében teljesen általános az a radikális változás, amely a petrolkémia megjelenésével kapcsolatban ment végbe, és amelynek eredményeképpen a szén, illetőleg kátrány nyersanyagbázisról kőolaj, illetőleg kőolajparlatok bázisára térnek át. Példaképpen a fenol árfüggvényét mutatjuk be a 2. ábrán. A fenolgyártás különösképpen jellemző példája annak, hogy többféle eljárás követi egymást az időben, sőt párhuzamosan egymással is egzisztálnak eljárások. A 3. ábrán hét eljárás vázlatát adjuk meg, a 2. táblázat pedig ezeknek a szintetikus eljárásoknak az összehasonlítása nyersanyagok és melléktermékek szempontjából. A 3. táblázatban ezeket az eljárásokat kvalitatíve, előnyeik és hátrányaik szempontjából vesszük össze [3].



3. ábra. Különböző fenolgyártási eljárások

2. táblázat

Fenolgyártási eljárások összehasonlítása a nyersanyagok, a melléktermékek és az önköltségszerkezet szempontjából

Eljárás	Benzol-szulfonálás	Benzol-klórozás	Benzol-oxiklórozás	Kumul oxidáció	Benzol direkt-oxidációja	Benzol indirekt oxidációja	Ciklohexán oxidációja	Toluol-oxidációja
<i>Nyersanyagfajlagosok</i>								
Benzol	0,9	0,95	1,0	0,95	1,6	0,82	—	—
Kénsav	1,6	—	—	—	—	—	—	—
Szóda	1,55	1,25	—	—	—	—	—	—
Klór	—	0,85	—	—	—	—	—	—
Sósav	—	—	0,17	—	—	—	—	—
Propilén	—	—	—	0,5	—	—	—	—
Ciklohexán	—	—	—	—	—	0,14	1,20	—
Toluol	—	—	—	—	—	—	—	1,35
<i>Melléktermékek</i>	Nátrium-szulfit Kén-dioxid	Diklór-benzol Difenil Difenil-oxid	Diklór-benzol Difenil	Aceton Acetofenon Metil-sztirol			Hidrogén	
	£/t %	£/t %	£/t %	£/t %		£/t %	£/t %	£/t %
Nyersanyagok	72,5 75,0	73,5 84,7	25,0 43,9	35,3 55,5		24,8 48,2	36,0 54,5	30,4 51,0
Szolgáltatások	7,1 7,3	2,4 2,7	12,3 21,6	11,7 18,4		14,6 22,0	14,6 22,0	14,0 23,5
Munka és karbantartás	12,6 12,9	7,0 8,1	8,5 14,8	7,2 11,2		20,4 39,6	5,9 8,7	5,6 9,4
Leírás	4,7 4,8	3,9 4,5	11,3 19,7	9,5 14,9		6,3 12,2	9,8 14,8	9,5 16,0
Összesen	96,9 100,0	86,8 100,0	57,1 100,0	63,7 100,0		51,5 100,0	66,3 100,0	59,5 100,0
Töketerhek	15,2 15,7	8,5 9,8	— —	18,0 28,2		— —	4,5 6,8	— —
Termelési költség	81,7 84,3	78,3 90,2	57,1 100,0	45,7 71,8		51,5 100,0	61,8 93,2	59,5 100,0

Kalkulációs adatok: benzol £ 25/t; propilén £ 15/t; ciklohexén £ 30/t; toluol £ 19/t

3. táblázat

Fenolgyártási eljárások kvalitatív technológiai összehasonlítása

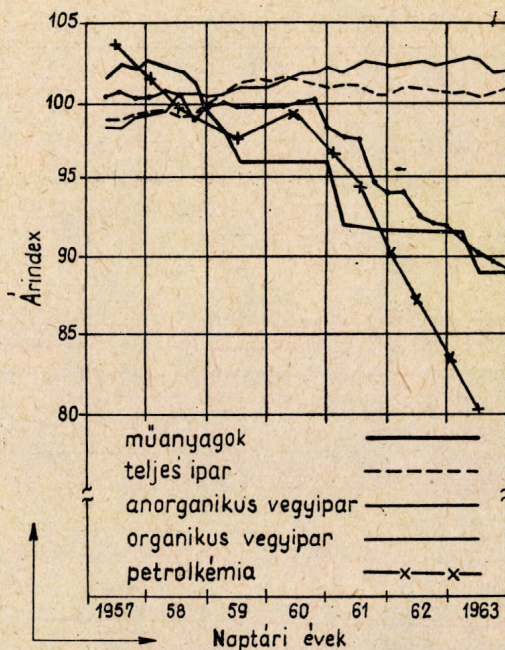
Eljárás	Előnyei	Hátrányai	Megjegyzések	Beruházási adatok	
				kapa- citás, t/év	fajlagos, £/t
Szulfonálás	Jól ismert eljárás, alacsony beruházási költség, nátrium-szulfit vagy nátrium-szulfát melléktermék	Nagy kénsav és szóda felhasználás, nagy fűtőenergiafogyasztás a melléktermékek feldolgozásánál, szakaszos-üzemű kivétel		30 000	52
Benzol-klórozás	Könnyen szeparálható és értékesíthető melléktermékek	Korrózió	A klór körforgalom megvalósítása lokális elektrolízis üzem igényel	30 000	92
Benzol-oxiklórozása	Csak egy nyersanyagot igényel	Magas beruházási költség, nagy energiaigény, korrózió	Csak nagy méretben gazdaságos	30 000	96
Kumul oxidáció	Viszonylag egyszerű berendezés, olcsó nyersanyagok, könnyen értékesíthető melléktermékek	A kumul előállítása külön alkaláló üzemet igényel	A legelterjedtebb eljárás	20 000 30 000 60 000	64 49 31
Direkt oxidáció	A benzolon kívül más nyersanyagot nem igényel	Nagy benzolfogyasztás magas üzemi hőmérséklet, sok melléktermék (40% difenil)			
Ciklohexán-oxidáció	Nagyon kis beruházási költség, jó kihasználás, felhasználható hidrogén melléktermék	Viszonylag drága nyersanyag		40 000	19
Toluol-oxidáció	Olcsó nyersanyag, nincs melléktermék, viszonylag kis beruházási költség		A közbülső termék benzoészav	20 000	44

Az árcsökkenés általános menetét tehát nem csupán az okozza, hogy egy adott gyártási eljárásból akad javítanivaló és e javítások eredményeképpen csökken az önköltség és azt követően az ár, hanem itt egy mélyebb összefüggésről van szó, amely a vegyipar szerkezetével a vegyiparban felhasznált anyagáramokkal van kapcsolatban.

A fenolra vonatkozó áradatok nem ölelnek át olyan hosszú időtartományt, mint a szervesetlen alapanyagokéra vonatkozóak. Az árcsökkenés mindazonáltal itt is megfigyelhető, legfeljebb arról van szó, hogy az exponenciális lecsengés nem olyan kifejezett, mint az előző esetekben. A Korach-féle fenomenologikus törvényt ugyanis nagyon sok adat felhasználásával állapították meg és a kiegyenlítő számítás lehetővé tette a konjunktúra és piac pillanatnyi hatásából származó ingadozások kiszűrését. Az ilyen kiegyenlítés kevés adat esetén, tehát rövid időtartamra nehezebben vihető keresztül.

A 4. ábrán az Egyesült Államok belső árrendszereiből származó adatokból képzett árindexeket figyelhetjük meg 10 éves periódusra [4]. Itt jellegzetes termékcsoportokra képzett árindexek szerepelnek és láthatjuk, hogy míg a vizsgált 10 éves periódusban az ipari árak nagyjából változatlanok, a vegyitermékek ára változást mutat. Az anorganikus termékek árindexe némi emelkedést, az organikus anyagoké pedig csökkenést mutat. Az organikus anyagok közül is különösen erősen csökken a petrokémiai alapanyagok árindexe. Ebből a megfigyelésből arra a következtetésre lehet jutni, hogy a Korach-féle fenomenologikus törvényben szereplő konstansok, amelyek egy-egy termékre jellemző egyedi állandók, normálás után nagyjából hasonló értékűek lehetnek egy-egy termékcsoporton belül.

Az anorganikus termékek árindexének emelkedése azzal magyarázható, hogy az anorganikus termékek nyersanyagai a bányászatból származnak és úgy tűnik, hogy a bányatermékek áraira vonatkozóan árcsökkenési tendencia nem érvényes, ami azzal kapcsolatos, hogy a bányászat költségei növekednek, mert a könnyen kitermelhető telepeket már előzőleg kitermelték és ezért a bányászat egyre nehezebbé válik. Ezt nagyon jól meg lehet figyelni a hazai bauxit-alumíniumiparban is, ahol a bauxitbányászat költségei emelkednek és a kibányászott bauxit minősége a timföldgyártás szempontjából némiképp romlik. A timföldgyártásban és az alumíniumkohászatban folyamatosan felismerhető technológiai fejlődés árcsökkenítő hatását így a nyersanyag bauxit áremelkedése némiképpen rontja. Ezt a témakört éppen a Korach-törvény szempontjából szépen vizsgálta és elemezte Pünköszt [5]. „Egyetlen eset kivételével eddig a bauxitár, illetve önköltségéről mindig azt kellett megállapítani, hogy nem érvényes rá a Korach-törvény. Feltehető, hogy az árak exponenciális csökkenésében és egy adott határértékhez való közeledésében a társadalmi munkaráfordítás csökkenésére vonatkozó törvény van matematikai alakban megfogalmazva. Ezért inkább úgy kell értelmezni az eddig ismertetett eseteket, hogy azoknál a Korach-törvény hatását több sajátságos té-

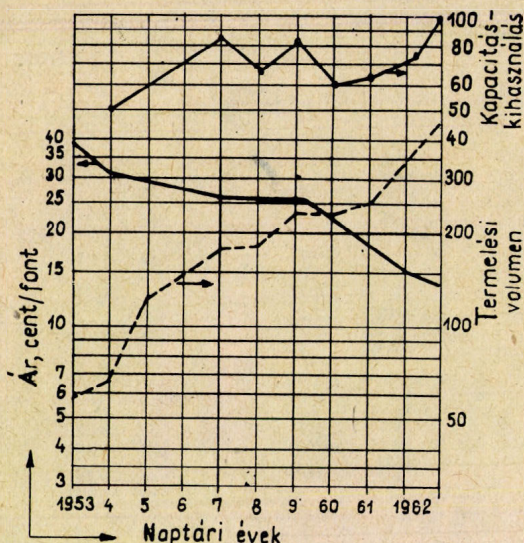


4. ábra. Ipari és vegyipari árindexek

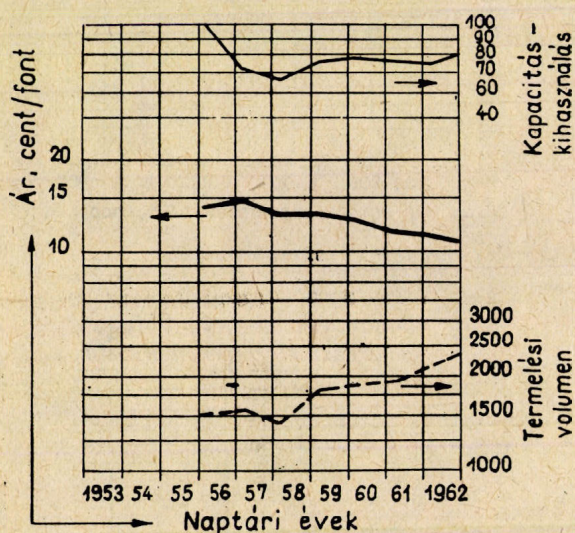
nyező elfedi. Gazdasági törvényekkel ez más esetekben is előfordul. Vagyis itthon a bauxit minőségének romlását és a kitermelés mélységének fokozódását az iparágban alkalmazott technika fejlődése nem tudja ellensúlyozni, illetve túlszárnyalni, míg pl. egy vegyipari, vagy más iparági technológiánál a berendezések, a gyártási eljárás, az alkalmazott anyagok (nyers- és segédanyagok) megválaszthatók, „kézben tarthatók”, addig a bányászatnál ez csak korlátozottan valósítható meg. Mert itt jelentkezik egy emberi tevékenységtől független tényező: a geológiai adottság, a geológiai viszony. És ebben az esetben a geológiai viszony alatt nem csupán a bányászás mélységét, körülményeit kell értenünk, hanem a kérdéses érc minőségét is, hisz a használati értéknek ez a meghatározója. Megfogalmazhatjuk ezt úgy is, hogy a technológiai fejlődés törvénye annál jobban érvényesül, minél nagyobb a vizsgált folyamat esetében a társadalmi munkaráfordítás és minél kisebb a technika általános fejlődésétől független természeti adottság.”

A geológiai viszonyoktól való függetlenedési tendencia nyilvánul meg a petrokémia kialakulásában és a petrokémiai árindexek gyors csökkenése azzal kapcsolatos, hogy a petrokémiában előállított anyagok alapvető fontosságúak az egész vegyipar fejlődése szempontjából, ezek az anyagok a vegyipari termékek családfájában a fa törzsét képviselik.

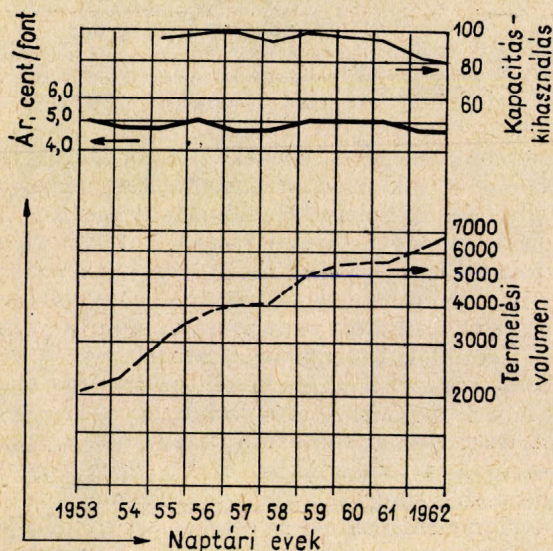
A petrokémiai anyagok termelési volumene tehát meghatározza a vegyipar petrokémiai anyagokból kiinduló teljes struktúrájának termelési volumenét, amiből az következik, hogy a petrokémiai anyagokban a gyártási kapacitásoknak az egész struktúra által igényelt kapacitások előtt kell járniuk, hogy ne keletkezessenek szűk keresztmetszetek, másfelől a petrokémiai anyagok árai a belőlük kiinduló termékek áaira is hatással vannak, tehát ezekben a termékekben az olcsó árak el-



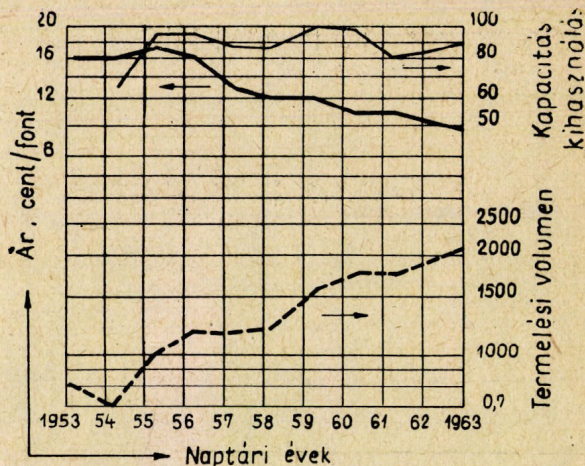
5. ábra. Akril-nitril



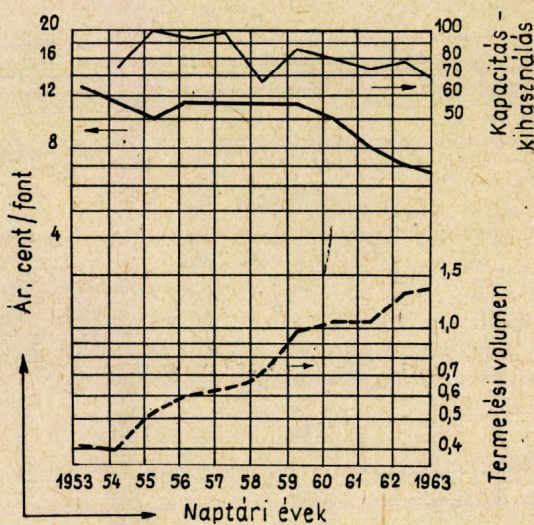
6. ábra. Butadién



7. ábra. Etilén



8. ábra. Sztírol

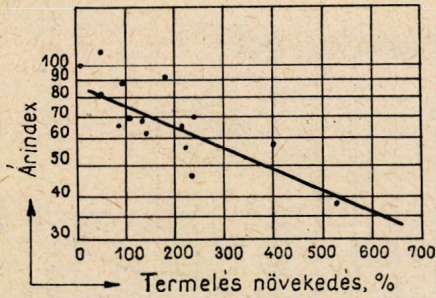


9. ábra. Vinil-klorid

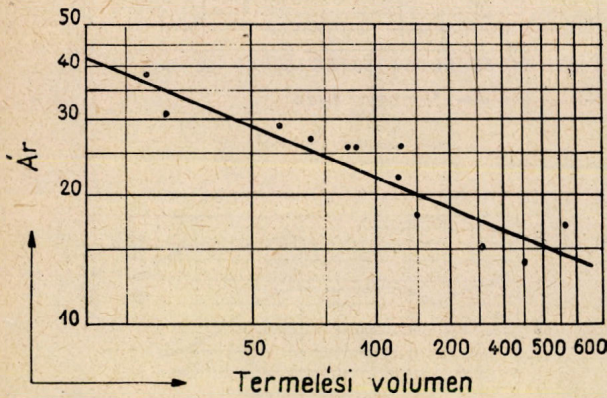
érése eminens érdeke az egész vegyiparnak. Ebből következik az, hogy petrokkémiai anyagok gyártási kapacitásában feleslegek mutatkoznak.

Az 5., 6., 7., 8. és 9. ábrán az akril-nitril, a butadién, az etilén, a sztírol és a vinil-klorid gyártási kapacitását, árát és kapacitáskihasználási százalékát tüntettük fel, az Egyesült Államok statisztikai adatai alapján [4].

Ezekből a tipikus petrokkémiai alapanyagokból annak ellenére jelentős kihasználatlan gyártási kapacitások vannak, hogy a termelés rohamosan emelkedik a vizsgált 10 éves periódusban és azt lehet mondani, hogy az emelkedés durván exponenciális. Ugyanakkor megfigyelhető az árak csökkenése is az ábrákból. Az itt szereplő öt és további tizenegy petrokkémiai anyag statisztikai adatainak felhasználásával kimutatták [4], hogy az árcsökkenés nincs kapcsolatban a felesleges kapacitásokkal, ezzel szemben korreláció van az ár és a termelési volumen között. Ezt az összefüggést mutatja a 10. ábra, amelyből például az olvasható le, hogy a termelési kapacitás növekedése 200%-kal, az eredeti ár 65%-ra való csökkenését eredményezi. Az akril-nitril esetében külön is feltüntetjük az ár és a



10. ábra. Termelésnövekedés és árindex



11. ábra. Az akril-nitril ára és termelési volumene közötti korreláció

termelési volumen összefüggését a 11. ábrán. Az ár és a termelési volumen összefüggése figyelemre-méltó és még további elemzésre szorul.

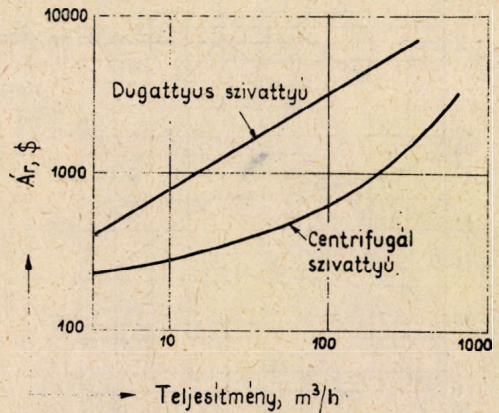
Miért csökkennek az árak ?

A költségparaméter csökkenésének fenomenológikus törvénye sok részfolyamat együttes eredménye. Ez abból következik, hogy bármely vegyitermék önköltségében additív tagok játszanak szerepet és ezek az additív tagok egymástól függetlenül is változhatnak. Az önköltség spektruma némiképp változik ugyan, azonban a legtöbb vegyitermék esetén az önköltség spektrumában nagy szerepet játszik a termék gyártásához felhasznált anyagok ára, valamint a gyártáshoz használt munkaeszközök amortizációja. Az amortizáció a beruházási költségekkel kapcsolatos és először ennek vizsgálatával foglalkozunk.

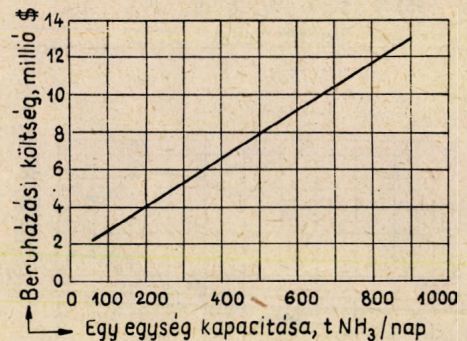
A beruházási költségek kapacitás-függvénye

Bármilyen vegyitermék gyártásáról is van szó, a gyártáshoz szükséges gépi berendezések tulajdonképpen egy meghatározott választékból származnak [6]. Felhasználunk szivattyúkat, kompresszorokat, tornyokat, tartályokat és így tovább. Ezek száma nem túlságosan nagy. Valamennyi ilyen gép vagy készülék ára jellegzetesen kapacitástól függő. A következő 12. ábrán pl. a szivattyúk árának kapacitásfüggését mutatjuk be.

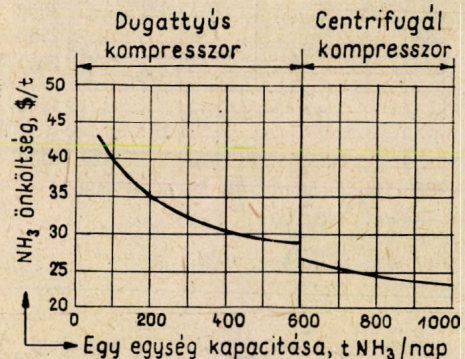
Ebből az következik, hogy egy komplett gyártási folyamat a technológiai séma megváltozása, receptúra, a technológiai változók nagyságának állandóantartása mellett is beruházási szempontból kapacitástól függő és ennek következtében a



12. ábra. Dugattyús kompresszor árának kapacitás-függvénye



13. ábra. Földgázbázisú ammóniagyár beruházási költségeinek kapacitás-függvénye



14. ábra. A dugattyús kompresszor és a centrifugálkompresszor konkurrenciája az ammóniagyártásban

termék önköltségében jelentkező amortizációs hozzájárulás is a kapacitástól függő. Ezt mutatja a 13. ábra földgázbázisú ammóniagyár esetére. (Kilencven fontos gyártási eljárásra közöl ilyen típusú adatokat *Vietorisz* [7].)

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy valamely gép megvalósítható kapacitástartománya véges, de ugyanannak a technológiai részfeladatnak megvalósítására szolgáló gépi berendezésnek egy másik típusára is ugyanez érvényes. Ezek a lehetséges kapacitástartományok azután átlapolják egymást. Az átlapolt tartományokban ezek a gépek, vagy berendezések konkurrálnak egymással és meg lehet találni a kapacitásnak azt az értékét, amelynél a kétféle típus költsége azonos. Az ammóniagyárak esetében ez a konkurrenencia jellegzetesen nyilvánult

4. táblázat

A kapacitás-kihasználatlanság hatása az ammónia önköltség-szerkezetére

a) 600 t NH₃/nap névleges kapacitású ammónia termelő vonal, egyetlen gőzmeghajtású centrifugálkompresszorral.
Beruházási költség: 11 800 000 \$

Költségtényezők	Egységár	A névleges kapacitás kihasználása					
		100%		70%		40%	
		naturális mutató	hozzájárlás az önköltséghez	naturális mutató	hozzájárlás az önköltséghez	naturális mutató	hozzájárlás az önköltséghez
Benzin:							
technológiai célra	20 \$/t	0,535	10,70	0,535	10,70	0,535	10,70
kalorikus célra	20 \$/t	0,291	5,82	0,386	7,72	0,710	14,20
Hűtővíz	0,0075 \$/m ₃	230	1,73	247	1,86	402	3,02
Villamos energia	0,0125 \$/kWh	30	0,38	38	0,48	60	0,75
Lágyvíz	0,20 \$/m ₃	2,25	0,45	2,37	0,48	2,47	0,50
Vegyszerek és katalizátorok ...			0,75		0,75		0,75
Változó költségek összesen			19,83		21,99		29,92
Munkaerő (6 fő műszakonként)	1,75 \$/h		0,42		0,60		1,05
Fenntartás	3%		1,77		2,53		4,43
Tőkekerhek	13,5%		7,97		11,39		19,95
Egy tonna ammónia önköltsége			29,99		36,51		55,35

b) 600 t NH₃/nap névleges kapacitású ammónia termelő vonal, két párhuzamos gőzmeghajtású dugattyús kompresszorral. Beruházási költség 12 250 000 \$

Költségtényezők	Egységár	A névleges kapacitás kihasználása					
		100%		70%		40%	
		naturális mutató	hozzájárlás az önköltséghez	naturális mutató	hozzájárlás az önköltséghez	naturális mutató	hozzájárlás az önköltséghez
Benzin:							
technológiai célra	20 \$/t	0,535	10,70	0,535	10,70	0,535	10,70
kalorikus célra	20 \$/t	0,280	5,60	0,328	6,56	0,402	8,04
Hűtővíz	0,0075 \$/m ³	210	1,57	216	1,62	290	2,17
Villamos energia	0,0125 \$/kWh	62	0,77	80	1,00	105	1,31
Lágyvíz	0,20 \$/m ³	2,2	0,44	2,3	0,46	2,36	0,47
Vegyszerek és katalizátorok ...			0,75		0,75		0,75
Változó költségek összesen			19,83		21,09		23,44
Munkaerő (6 fő műszakonként)	1,75 \$/h		0,42		0,60		1,05
Fenntartás	3%		1,84		2,63		4,60
Tőkekerhek	13,5%		8,27		11,80		20,65
Egy tonna ammónia önköltsége			30,36		36,12		49,74

meg a dugattyús kompresszorok és a centrifugálkompresszorok között.

Úgy tűnik, hogy az a kapacitáshatár, amely a dugattyús kompresszorok és a centrifugálkompresszorok alkalmazási területét elválasztja egymástól, kb. a napi 600 t ammóniagyártási kapacitásnak felel meg. Ezt mutatja mindjárt az ammónia önköltségében kifejezve a 14. ábra és szemlélteti a 4. táblázat is, amely az önköltség teljes szerkezetét megadja mindkét esetben [8].

Nehéz az ilyen típusú hatásokat csupán a beruházási költségre gyakorolt hatásukban figyelembe venni, mert hiszen az egyik típusú gépről a másik típusú gépre való áttérés más természetű változást is hoz, nevezetesen a gyártási önköltség változó tényezőire is befolyással van. A most tárgyalt kompresszoros példa esetében pl. arról van szó, hogy a centrifugálkompresszorok alkalmazása esetén a fajlagos villamos energia felhasználás jelentősen alacsonyabb, mint a gőzhajtású dugattyús kompresszorok esetén, ami kitűnik az idézett táblázatból is. Mindazonáltal világos, hogy egyetlen gyártási vonal kapacitásának növekedése önmagában önköltségcsökkentő hatást eredményez.

Teljesen kézenfekvő az ellenkező irányú hatás, nevezetesen az, hogy a nominális kapacitás alatt járó üzemekben az önköltség növekedik. Ez is kiolvasható a 4. táblázat adataiból. Ebben rejlik a magyarázata annak az előzőekben már ismertetett ténynek, hogy a petrokémiai termékek gyártási volumene az idők folyamán úgy emelkedik, hogy közben mindig vannak, azaz újraszületnek kihasználatlan gyártási volumenek. Mert igaz ugyan, hogy egy új üzemben a kihasználatlan kapacitás miatt a gyártási önköltség magasabb, mint a potenciálisan (vagyis teljes gyártási kapacitás mellett) lehetséges, de ez az önköltség még mindig konkurenciaképes egy régebbi teljes — de kisebb gyártási kapacitással működő üzem önköltségével és az idők folyamán — a teljes gyártásra való feljutás során folyamatosan csökkenni fog [9].

A technológia javulása

Figyelembe kell venni azt, hogy a technológiai fejlődés nem csupán a gyártási vonalak kapacitásnövekedésében nyilvánul meg, hanem ezzel párhuzamosan a technológia javulásában is. A technológia javulása egyrészt a technológiai vál-

tozók javulásában, másrészt a technológiai séma változásában nyilvánul meg.

A technológiai változók javulása egyébként azonos technológiai séma mellett, megfigyelhető az 5. táblázatban, amely ammóniaszintézisgáz előállítás technológiai vonalban a technológiai nyomás emelkedésének függvényében a felhasznált katalizátor költségeinek alakulását mutatja [10]. Az itt megfigyelhető költségcsökkenés fizikai-kémiai szempontból teljesen érthető.

5. táblázat

A technológiai nyomás növekedésének hatása a felhasznált katalizátor mennyiségére a szintézisgáz-gyártásban

Nyomás, at	0	1	5	10
Katalizátorok költsége*, \$	1766	1037	930	912

* Megjegyzés: A katalizátorok minősége és egységára változatlan

Míg az előző táblázat adatai változatlan technológiai sémára és változatlan minőségű katalizátorra vonatkoztak, a 6. táblázat adatai változatlan

technológiai séma és nyomás mellett azt a hatást mutatják, amelyet a katalizátor minőségének javításával lehetett elérni [10].

Ilyen, és hasonló példát még számosat lehetne felsorolni, ezek közül napjainkban legfontosabbnak tűnik azonban az, hogy változatlan technológiai körülmények között a technológiai paraméte-

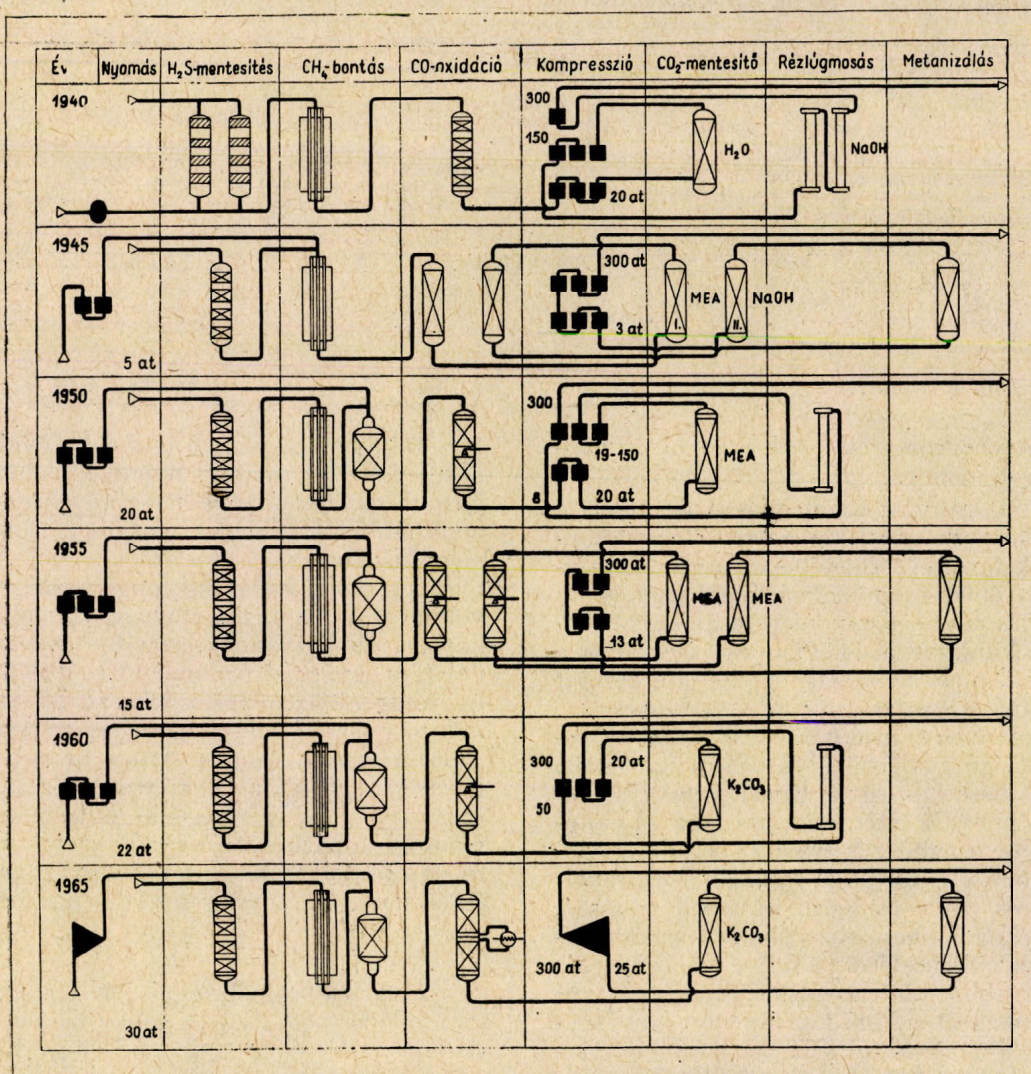
6. táblázat

A katalizátor minőségjavulásának hatása a szintézisgáz-gyártásban

Termelő vonal	A	B	C
Eredeti kapacitás	300	300	300
Aktuális kapacitás	800	400	390

Megjegyzés:

A B és C termelő vonal esetén csak a kompresszorkapacitás bővítésére és egyes hőcserélők cseréjére volt szükség. Az A termelő vonal esetén a CO₂ mosó rendszer jelentős bővítése is szükségessé vált. Az ilyenféle kisebb-nagyobb rekonstrukciók alapja az, hogy egy termelő vonal műveleti egységei a tervezési ráhagyások miatt nem egyenkeresztmetszetűek. Az említett példák mindegyikében a primer bontó okozta a szűk keresztmetszetet, ennek feloldása vált lehetségessé aktívabb katalizátorok segítségével. Egyszerű optimalizációs technikával eldönthető, hogy adott esetben a szűk keresztmetszetek lépcsőzetes megszüntetésében melyik lépcsőig gazdaságos elmenni.



15. ábra. Az ammónia szintézisgáz gyártás technológiai sémáinak fejlődése 1940—1965.

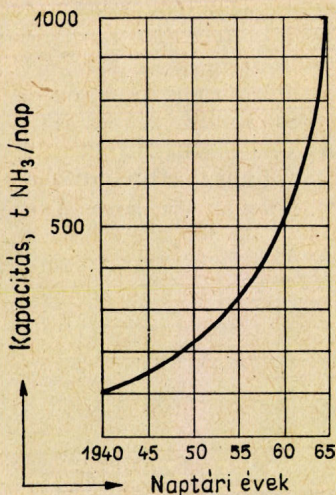
rek optimális beállításával is lehet effektusokat elérni. Erre a célra: az optimalizálásra az utóbbi időben elektronikus számítógépeket használnak.

A technológiai javítások körében megfigyelhető második tendencia a technológiai séma megváltozásában mutatkozik meg. A következő 15. ábraraszorlat az ammónia szintézisgáz előállításában alkalmazott tipikus technológiai sémák fejlődését mutatja be 1940 és 1965 között [11]. E helyen nem célunk a technológiai sémák elemzése mindazonáltal a bemutatott folyamatára sorozathoz annyit fűzhetünk hozzá, hogy hasonló sorokat bárki a saját tetszése és egyéni ízlése szerint felállíthat. Lényeges azonban, hogy az uralkodó tendencia felismerhető, nevezetesen a bontási nyomás növekedése és a gáztisztítási eljárások fejlődése. Figyelemre méltónak kell tartani a CO konverzió új típusú katalizátorainak bevezetését, amely lehetővé tette, hogy ezt a kémiai reakciót a szokásosnál 200°C-szal alacsonyabb hőmérsékleten hajtsák végre. Ez két szempontból lényeges. Egyrészt megváltoztatta a technológiai sémát, amelyben uralkodó szerephez juttatta a metanizációt, másrészt exoterm egyensúlyra vezető reakcióról lévén szó, az egyensúlyi konverzió a hőmérséklet csökkenésével kedvező irányban toldott el és csökkentette a földgáz veszteségét. Úgy tűnik előre pillantva, hogy valamiféle hasonló jelenségnek kell majd bekövetkeznie az ammóniaszintézisben is. Az ammóniaszintézis is exoterm, egyensúlyra vezető reakció, nagy érdek fűződik tehát ahhoz, hogy ennek a szintézisnek üzemi hőmérsékletét 150–200°C-szal a jelenleg szokásos alá szorítsák le. Ez azzal az eredménnyel járna, hogy az ammóniaszintézisben alkalmazott nagy nyomást is csökkenteni lehetne. Míg tehát a szintézisgáz gyártása során az általános tendencia az üzemi nyomás emelkedése volt az elmúlt 25 esztendőben, a jövőben azt lehetne várni, hogy az ammóniaszintézis üzemi nyomása fog csökkenni és előbb vagy utóbb kialakul egy olyan, földgáztól ammóniaszintézisig vezető technológiai séma, amelyet az jellemez, hogy végig kb. állandó nyomáson folyik és ezzel kiküszöbölik azokat a nyomás lépéseket, amelyek jelenleg ezt a folyamatot jellemzik.

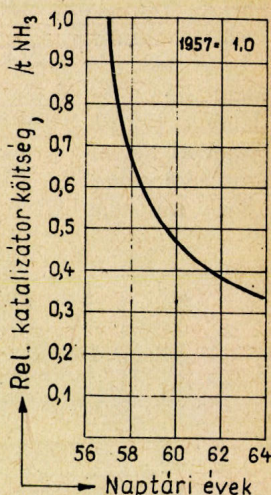
A természetes mutatószámok függése a kapacitástól

Az eddig ismertettek természetesen nem voltak hatás nélkül az ammóniagyártás önköltségére és az permanensen csökkent. A 16. ábra megmutatja, hogy hogyan változott a szintéziskör kapacitása 1945 és 1965 között. Az ábrán azt tüntettük fel, hogy az abszcisszán megadott naptári évben mekkora volt az épített legnagyobb kapacitású üzem. A következő három ábrán pedig az 1 tonna ammóniára számított katalizátor költség, villamos energia felhasználás és munkaóra ráfordítás időfüggvényét tüntettük fel. Ezek a függvények monoton csökkenő irányzatot mutatnak.

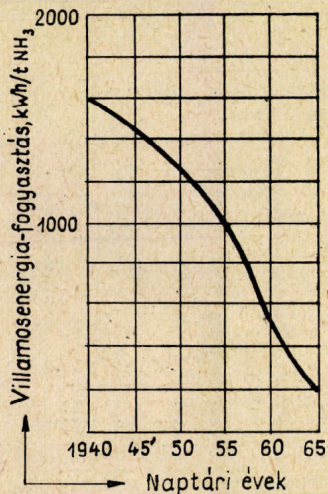
Azt figyelhetjük meg tehát, hogy a leglényegesebb önköltségösszetevők az idők folyamán permanensen csökkennek, ugyanakkor, amikor a szintéziskörök kapacitása növekszik. Ezért meg lehetne kísérelni, az időt, mint változót kiküszöbölve, összefüggést keresni a szintéziskör kapacitása, és az önköltség tényezők között. Valóban ezt mutatja a



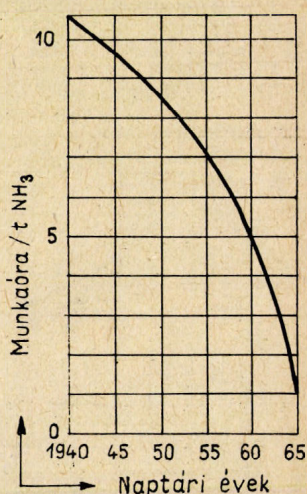
16. ábra. Az ammóniagyártás legnagyobb kapacitású üzemei



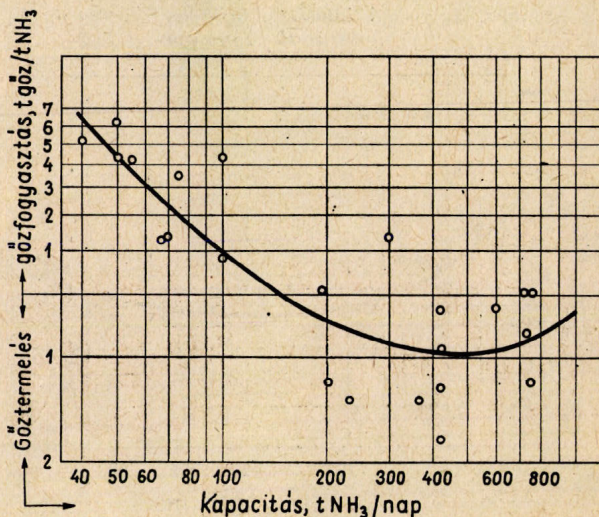
17. ábra. A fajlagos katalizátorköltség időbeli csökkenése



18. ábra. A fajlagos villamosenergia felhasználás időbeli csökkenése



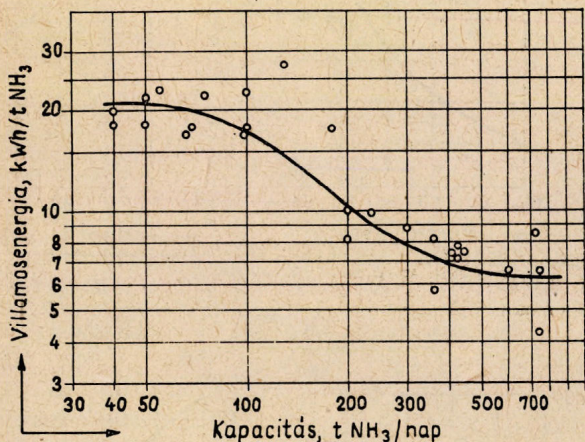
19. ábra. A fajlagos munkaerő-ráfordítás időbeli csökkenése



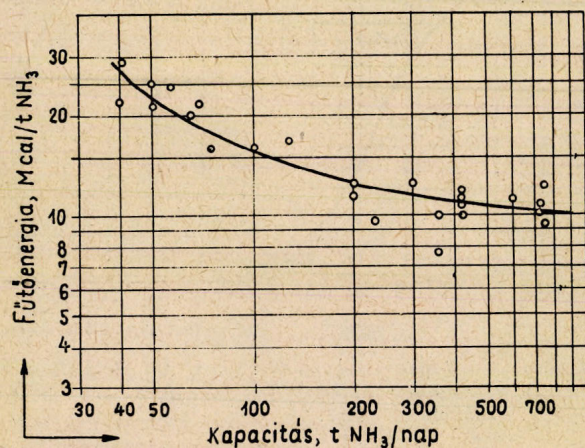
20. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos gőzigényének kapacitásfüggvénye

most következő néhány ábra, amelyek közül az első az ammóniagyártás gőz igényét (20. ábra), a második a fajlagos villamosenergia felhasználást (21. ábra), a harmadik a közvetlen fűtőenergia igényt (22. ábra), az azt követők rendre az anyagfajlagosokat (23. ábra), a hűtővizigényt (24. ábra), a munkaerőigényt (25. ábra) és a katalizátorszükségletet mutatja be (26. ábra). Ezek az ábrák nem szí-

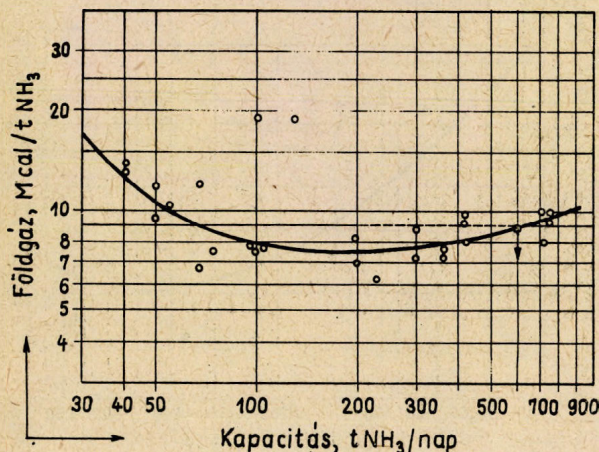
gorú korrelációt, de azt a tendenciát mutatják, hogy a kapacitás növekedésének függvényében nemcsak a fajlagos beruházási költségek, hanem az önköltségre ható egyéb tényezők is permanens



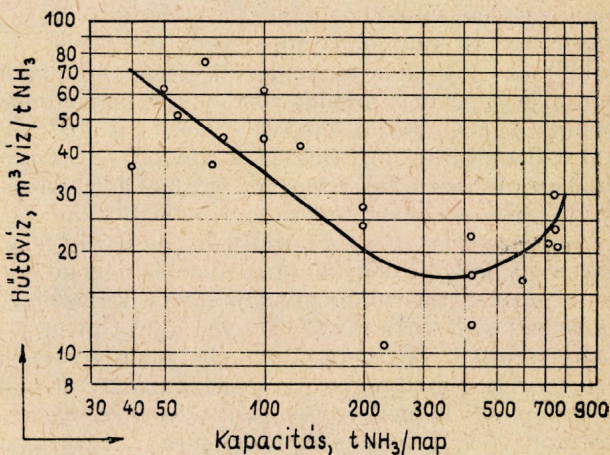
21. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos villamosenergia felhasználásának függvénye



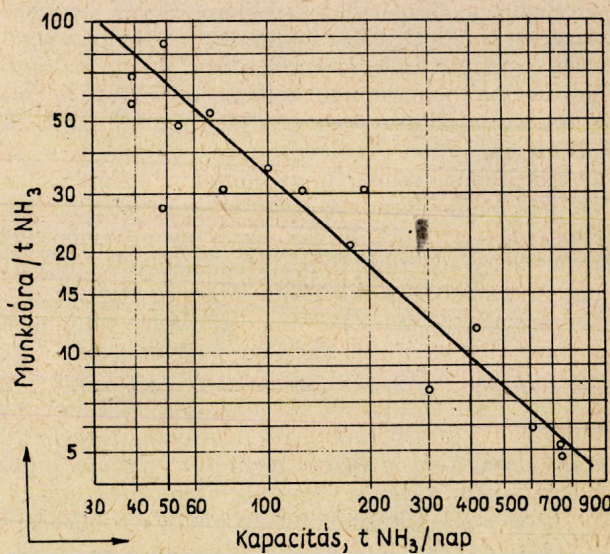
22. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos fűtőenergia felhasználásának függvénye



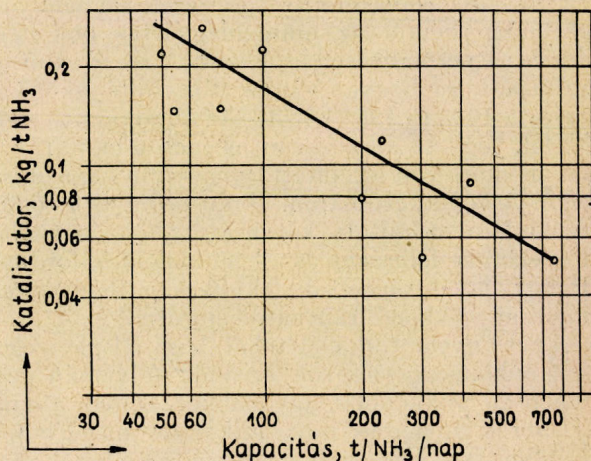
23. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos nyersanyagigényének függvénye



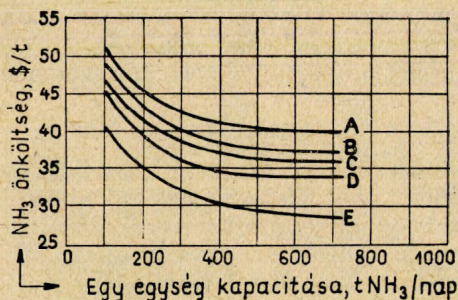
24. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos hűtővízfelhasználásának függvénye



25. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos munkaerő-ráfordításának függvénye



26. ábra. Az ammóniagyártás fajlagos katalizátorszükségletének függvénye



27. ábra. Az ammóniagyártás önköltségének kapacitásfüggvénye. Paraméter a nyersanyag és a technológiai séma

csökkenésben vannak. Tulajdonképpen ezek azok a mozzanatok, amelyek a költségparaméter csökkenésének fenomenológikus törvényében, az eredeti fogalmazásban kifejezésre jutottak.

A vegyi termékek önköltség szerkezetében nagy szerepet játszik a gyártáshoz felhasznált anyagok ára. Ezt mutatja ismét csak a jól vizsgált ammónia esetére a 27. ábra is [12] amelyben az a feltevés, hogy a kapacitásnövekedés ellenére az önköltség görbék nem metszik egymást, ami azzal kapcsolatos, hogy az ammónia önköltségében eléggé döntő tényezőnek tűnik a felhasznált nyersanyag ára. Ha a felhasznált anyagok árának valamilyen termék önköltségében ilyen nagy szerepe van, akkor ezt kétféle értelemben is figyelembe kell venni.

A vegyipar szerkezete és az árak

Először is az általános árcsökkenési tendenciának hatása van valamilyen termék önköltségére még akkor is, hogyha a technológiában semmi néven nevezendő változás nem történik, egyszerűen azért, mert a felhasznált anyag költsége az általános árcsökkenési tendenciában részt vesz és ezen keresztül kifejti hatását. Gondoljuk el a következő teljesen teoretikus esetet. Valamilyen adott árrendszer esetén, a vegyipar szerkezetének megfelelően minden anyagra nézve kiadódik önköltségében az anyagfelhasználásokból származó hozzájárulás. Gondoljuk el, hogy most egyetlen egy anyagnak az ára megváltozik. Akkor ennek az a következménye van, hogy ebben az adott vegyipari szerkezetben, mindazon termékeknek az önköltségében változás történik, amelyekkel ilyen vagy amolyan úton, ilyen vagy amolyan áttételen keresztül ez a szóban forgó egyetlen egy anyag valamilyen leszármazási kapcsolatban van. Ez a változás az összes többi rokoni kapcsolatban levő termék önköltségében annál nagyobb lesz, minél nagyobb szerepet játszik a csökkentett árú anyag felhasznált mennyisége a szóban forgó termékben, és minél közelebb van a családfában ehhez az anyaghoz. Azt is lehetne mondani, hogy egyetlen anyag árának, árváltozásának hatása a családfában szereplő többi anyagok önköltségére annál kisebb, minél távolabb van az ármozgás epicentrumától.

Van ennek a kérdésnek egy másik oldala is. Nevezetesen arról van szó, hogy valamilyen termék előállításához alternatív utak is vezetnek, amelyek abban különböznek egymástól, hogy más és más

kiinduló anyagot használnak fel. Ezek az anyagok konkurrálnak egymással és ebben a konkurenciában az lesz a győztes, amelyik adott helyen, adott időben, adott körülmények között, egyébként adott vegyipari struktúra mellett a legkedvezőbb önköltséget eredményezi a szóban forgó termék gyártásában. Természetesen a helyzet itt is komplikált azért, mert hiszen a termék önköltségszerkezetében nemcsak a felhasznált anyagok, hanem egyéb additív tagok is szerepet játszanak. Mégis úgy látszik, hogy bizonyos esetekben a nyersanyag ára döntő tényezővé válhat. Mostanában jól lehet megfigyelni ezt a fenolgyártási eljárások (3. ábra és 2. táblázat) konkurenciájában, ahol úgy tűnik, hogy a toluolból kiinduló fenol gyártás lesz a konkurráló eljárások közül a győztes, egyszerűen azért, mert a konkurráló eljárások közül ez az egyetlen, amely nem benzolt használ alapanyagul, hanem azt a toluolt, amelyből viszonylag nagy feleslegek vannak, adott petrokémiai struktúra mellett. Az árkérdésnek ez az oldala azért válik különösképpen érdekessé és fontossá napjainkban, mert a petrokémiai alapanyagok gyártásában minduntalan ikertermékekkel találkozunk. Ugyanabból a nyersanyagból kiindulva kapjuk meg az olefineket a pirolízis üzemben és ugyancsak ikertermékként jelentkeznek az aromás szénhidrogének is a benzinreformáló üzemben. Az ikertermékek fellépése egy vegyipar adott szerkezetében mindig kiegyensúlyozatlanságot okoz ideig-óráig és megindul egyfajta mozgás a viszonylag feleslegben levő anyagok racionális felhasználása érdekében. Ebből az a nagyon általános tendencia adódik, hogy a vegyipar mai fejlettségi szintjén a „kombinátosodás” felé haladnak a gyártások, vagyis egy telephelyen nemcsak a szolgáltatások, hanem az anyagáramok szempontjából is összefüggő nagyobb rendszerek épülnek fel, amelyekben ilyen vagy amolyan módon, lazább vagy szorosabb technológiai szálakkal különböző gyártási vonalak fűződnek össze. Itt tehát nem csupán arról van szó, hogy a területi koncentráció miatt adódó előnyöket akarják kihasználni, hanem a területi koncentrációt tulajdonképpen parancsoló erővel írja elő az, hogy a petrokémiai alapanyagok közelségében egymással összefüggő eljárásokat kell megvalósítani. Ez az összefonódás nagy hatással van megintcsak az anyagok árára. A „kombinátosodás” önmagában véve gazdasági előnyökkel jár és az árak csökkenéséhez vezet. Itt tehát most már nem olyasmiről van szó, mint eddigi tárgyalásunk folyamán, amelyben egy-egy termékre vonatkozóan lehetett analíziseket végezni és az árcsökkenés okait gyakran függvényszerű kapcsolatban is megfogalmazni, a „kombinátosodás” és ezen túlmenően talán egy egész vegyipar szerkezetének együttes fejlődéséből adódó hatások, olyanok, amelyeknek az elemzése ez idő szerint rendkívül nagy nehézségeket vet fel [13, 14].

A tárgyalás tehát ezen a ponton szükségszerűen ismét kettéágazódik, mert úgy tűnik, hogy egyetlen termék gyártásához vezető termelési vonal műszaki színvonalának kérdése ismét összefüggésbe kerül egy egész iparág műszaki színvonalának kérdésével. A kérdésnek ezt a vonatkozását azonban e cikk keretében nem fogjuk elemezni.

Célszerűnek látszik azonban az árcsökkenés dinamikájának időbeli képét az eddigi fejtegetések alapján felvázolni.

A technológia fejlődési folyamata

Az a tény, hogy a költségparaméter állandóan csökkenő tendenciát mutat ismeretes a politikai gazdaságtanból. Lényeges új felismerés, hogy a költségparaméter exponenciális függvény. Egy minőségileg egyértelműen meghatározott termék gyártásának technológia történetében — vagyis a technológiai fejlődési folyamatban — három korszakot lehet megkülönböztetni:

a) A kezdeti korszakban a termék gyártási volumene viszonylag kicsiny, a gyártás rendszerint szakaszos, a költségparaméter rohamosan csökken. A feltaláló meg akarja hódítani a piacot, a terméket forgalombahozza, noha az eljárásan még sok javítanivaló van. A leghatásosabb javítások kémiai természetűek: más olcsóbb nyersanyag, vagy segédanyag alkalmazása, a kitermelés jelentős növelése az esetleges melléktermékek hasznosítása stb. A kémiai természetű javítások azért csökkentik rohamosan a költségparamétert, mert vegyitermékek önköltségében a legjelentősebb tényező (50 százalék körül) a felhasznált anyagok ára.

b) A termék árának csökkentésével újabb és újabb piacokat vagyis felhasználási területeket hódít meg, megindul a tömegtermelés. Megkezdődik az áttérés a folyamatos üzemű gyártásra. Ez az áttérés önmagában csökkenti a költségparamétert elsősorban az installáció költségével összefüggő amortizációs tétel csökkenése révén. Ebben a periódusban a költségparaméter csökkenésére állandóan ható tényező a gyártási vonalak volumenének állandó növekedése, mert ez a fajlagos beruházási és üzemeltetési költségek csökkenésével jár. Párhuzamosan finomodnak a gyártási eljárás művelet-tani megoldásai. A gyártási vonalak feltűnő növekedésével egyre nagyobb jelentőségűvé válik az intenzív eljárások és az energetikai tartalékok felhasználása.

c) A harmadik korszakra már nem marad művelet-tani és eljárás-tani javítani való. Itt különös jelentőségűvé válik a műveleti egységsornak, mint bonyolult rendszernek a kezelése mind tervezési, mind üzemeltetési szempontból: a bonyolult rendszer legyen egyenkeresztmetszetű, mert a túldotálás a méretezésben elviselhetetlen investíciós költségtöbbletet jelent, a bonyolult rendszer üzemeltetése szempontjából legyen optimális, mert az optimálistól eltérő üzemeltetési paraméterek a gyártási költséget növelik. Megnö ezert az automatizálás jelentősége, s halaszthatatlanná válik az üzem optimalizáló irányításának megoldása. Mindehhez járul még különböző gyártási vonalak anyag- és energiaáramainak összekapcsolása: ez már a vegyipar kombinátok irányába mutató fejlődésének korszaka.

A termelési folyamat műszaki színvonalának fogalma és mérése

Az eddig elmondottakból úgy tűnhet, hogy valamilyen adott termék adott termelési folyama-

tának műszaki színvonala mérésére alkalmas mennyiség lehet a jellemző önköltség. Itt azonban legalábbis két problémával kerülünk szembe.

Termelési vonalak összehasonlítása

Az első probléma az, hogy két teljesen azonos technológiai vonal felépítése két különböző helyen más és más önköltség szerkezetéhez vezet. Ha tehát az önköltséget fogadnók el a műszaki színvonal mérőszámául, akkor ez a két teljesen azonos technológiai vonal más és más műszaki színvonalat reprezentálna. Ez nyilvánvaló ellentmondásra vezet. A 7. táblázatban ammónium-nitrát termelési költ-

7. táblázat

Azonos technológiával gyártott ammónium-nitrát termelési költségei az Egyesült Államokban és Közép-Amerikában, 1967. évi árakon

a) Egyesült Államok

Költségtényezők	Az üzem kapacitása, short ton/nap			
	50	100	150	300
Nyersanyagok és egyéb anyagok ...	27,0	27,0	27,0	27,0
Munkabér	46,0	28,8	23,0	17,2
Tőkeköltség	117,4	89,3	75,6	57,3
Összesen	190,4	145,1	125,6	101,5
Index az összes költségre	100	76	66	53

b) Közép-Amerika

Költségtényezők	Az üzem kapacitása, short ton/nap			
	50	100	150	300
Nyersanyag	54,0	54,0	54,0	54,0
Munkabér	18,4	11,5	9,2	6,9
Tőkeköltség	170,2	129,5	109,6	83,1
Összesen	242,6	195,0	172,8	144,0
Index az összes költségre	100	81	71	59

ségeit hasonlítjuk össze az üzemi kapacitás függvényében 1957. évi árakon egy, az Egyesült Államokban, illetőleg egy Közép-Amerikában felállított, egyébként azonos üzemre vonatkoztatva [15]. Látható az önköltség szerkezet különbsége és az ebből adódó ellentmondás. Ezen az ellentmondáson csak látszólag lehetne segíteni az által, ha a nyersanyagok és egyéb anyagok, valamint a munkabér és a tőke költségre vonatkozóan szabványosított egységárakat vennénk figyelembe. Ezeknek az egységáraknak a megállapítása ugyanis nagymértékben önkényes lenne és ezt az önkényességet nem lehet kiküszöbölni a dolog természetéből következően. Ez nagyrészt összefügg azzal a második problémával is, hogy tudniillik a rendelkezésre álló, pénzben kifejezett információk összehasonlítása és átárazása különböző országokból származó adatok esetén megint csak problémákat vet fel, mert hiszen az egységes devizakulcsok alkalmazása ismét csak eltorzítja az eredményeket. Ezért tehát a leg-

célszerűbbnek az mutatkozik, hogy pénzegységben kifejezett információktól független naturális mutatószámokra alapozzuk a műszaki színvonal fogalmi elhatárolását és ami ezzel egyértelmű, mérését. E tekintetben hazai kutatási eredményekre támaszkodhatunk.

Négy évvel ezelőtt jelent meg *Jánossy Ferenc* roppant figyelemre méltó könyve: „A gazdasági fejlettség mérhetősége és új mérési módszere” [16]. Az itt következő gondolatmenet nagyjából követi Jánossyt, mindaddig, amíg lehet. Egy ponton aztán kettéválik az út annak megfelelően, hogy a gazdasági fejlettség és a műszaki színvonal eltérő fogalmak. Viszont a gazdasági fejlettség és a műszaki színvonal mérésénél azonos problémák is felmerülnek, nevezetesen:

a) kvalitatív különböző objektumokat kell összehasonlítani,

b) függetleníteni kell magunkat bármely ország árrendszertől, hogy az árrendszerekből és az ártrendekből adódó torzulásokat kiküszöböljük.

Célszerűnek tartjuk e problémák elemzését általános tárgyalás helyett a nitrogénipar példáján keresztül.

Ha azt mondjuk, hogy a Péti Nitrogénművek első ammóniagyára és a most épülő ammóniagyára két különböző műszaki színvonalon áll, akkor ez olyan megállapítás, amit minden nitrogénipari szakember azonnal elfogad. Ha azonban azt kérdezzük, hogy a TVK vagy a BVK ammóniagyára fejlettebb műszaki színvonal szempontjából, alighanem parázs vitára számíthatunk. A vita azért robban ki, mert a két gyár technológiai sémája eltér egymástól, vagyis minőségileg eltérő dolgokat kell egymással összehasonlítani. Csakhogy az előző esetben is kvalitatív különböző dolgokat hasonlítunk össze és az összehasonlítás nem okozott nehézséget. Mindenesetre az első esetben a színvonal eltérése oly nagy, hogy a kvalitatív különbség nem okoz nehézséget az összehasonlításban, míg a második esetben a két gyár műszaki színvonala egymáshoz eléggé közel áll, s ezért a sorolásnak finomabb megítélés után kell következnie. Ki lehet mondani tehát, hogy kvantitatív különböző termelési vonalak összehasonlítása a műszaki színvonal szempontjából egyértelmű, ha műszaki színvonaluk jelentősen eltér. Az összehasonlíthatóság lehetősége a színvonal különbség csökkenésével „nehezebbé válik” és egy bizonyos határnál elvész. Az összehasonlíthatóságnak tehát van egy kritikus határa. Kvalitatív eltérő — de azonos terméket létrehozó termelési vonalak összehasonlítása ezek szerint nem lehetetlen, műszaki színvonaluk megállapítása azonban csak az összehasonlíthatóság kritikus határa fölött egyértelmű.

Két ammóniagyár összehasonlítása e megállapítás szerint tehát elvben lehetséges. Ez akkor azt is jelenti, hogy lehetséges több ammóniagyarat műszaki színvonaluk szempontjából sorrendbe rakni. A kérdés már most az, hogy lehetséges-e valamilyen ammóniagyár-műszaki-színvonalrendezési-skálát rögzíteni, amelyben bármely vizsgált ammóniagyár elhelyezhető? Tegyük fel egyelőre, hogy ez lehetséges. Ha különböző (azaz különböző időben épült) ammóniagyarakat műszaki színvonaluk sor-

rendjében elhelyezzük, kitűnik, hogy a rendezés alapját tulajdonképpen a technológiai fejlődési folyamat képezi.

Az összehasonlítás célkitűzéséből kiindulva világos, hogy az egyes ammóniagyarak fejlettségi szintjei úgy hasonlíthatók össze, mintha azok egymást időben követnék egy általános fejlődési folyamatban. Azaz azt kell mondani, hogy egy-egy ammóniagyár a közös fejlődési folyamatnak melyik szintjét érte el. Természetesen minden ammóniagyárnak megvan a maga sajátossága, de ha a műszaki színvonal fejlődésének folyamatában nem volnának lényeges közös vonások, egyszerűen értelmetlen lenne ammóniagyarak műszaki színvonalát egyáltalán összehasonlítani.

Tehát egy pillanatfelvétel, amely különböző ammóniagyarak fejlettségi szintjét rögzíti, annak ellenére, hogy egyetlen adott időpontra vonatkozik, az időben lezajló fejlődési folyamatot ábrázolja, mert azon egymás mellett láthatók a folyamatban egymás után következő állapotok.

Az előbb említett fejlődési folyamatban kvalitatív és kvantitatív elemek fonódnak össze. Gondoljunk csak el két teljesen azonos technológiai séma szerint működő ammóniagyarat, csupán anynyi legyen a különbségük, hogy az egyik egyenkeresztmetszetű kapacitás szempontjából, a másikban szűk keresztmetszet is van, s a két gyár tényleges ammóniagyártási kapacitása azonos. Teljesen kézenfekvő, hogy az egyenkeresztmetszetű gyár műszaki színvonalát kell magasabbra értékelnünk. Ebben az összehasonlításban kvalitatíve azonos elemek játszanak szerepet a két objektum különbségé csakis kvantitatív.

Ellenpéldaként gondoljunk két azonos kapacitású és egyenkeresztmetszetű ammóniagyarat, amelyek mondjuk a CO eltávolítás módjában különböznek (lásd a 15. ábrát). Most az összehasonlításban kvalitatív különböző elemek is szerepet játszanak.

Valóságos ammóniagyarak elemzésénél lehetetlen ezeknek az összefonódott elemeknek éles szétválasztása. Ezért a műszaki színvonal kvantitatív elemzésénél bizonyos mértékű absztrakcióra van szükség. A műszaki színvonal kvantitatív elemzésére alkalmas modellt kell konstruálnunk és az összehasonlításnál tulajdonképpen a tényleges gyárak modelljeit kell összehasonlítani és elemezni.

Ha azonban a dolog így áll, mint ahogy kifejtettük most, akkor a modellt úgy kell megalkotni, hogy annak elemei kvalitatív változatlanok maradjanak. Kvantitatíve persze az elemek változnak és ez az elemek arányának változása folytán strukturális változást eredményez az elemek halmazára nézve. Ez azt jelenti, hogy a tényleges fejlődési folyamatban ugyan egyes elemek kihálnak, más elemek viszont keletkeznek, a modellben azonban az elemek száma mindvégig változatlan marad. A műszaki színvonal emelkedése tehát a kvalitatív változatlan elemek struktúrájában az elemek kvantitatív változásával lesz jellemezhető.

A naturális mutatószámok

Az eddigiek nagyon jól megfigyelhetők, a már ismertetett 15. ábrán, amelyben feltűnően jelent-

keznek a fejlődési folyamatban elhaló és születő elemek. Így tehát nem lehet arra az álláspontra helyezkedni, hogy mondjuk valamilyen ammóniagyár műszaki színvonalára jellemző az, hogy kálium-karbonátos mosást vagy egyszerű lúgos mosást használnak a szén-dioxid eltávolítására, mert ezek az elemek egyszer előfordulnak, egyszer nem, egyik gyárban helyet kapnak, másik gyárban pedig nem. Ezzel szemben az ábrából és az azt követő ábraszorozatból látható, hogy vannak permanensen létező elemek, ilyen pl. az, hogy milyen üzemi nyomást használnak, hogy hány kg katalizátort használnak, mekkora a villamosenergia felhasználás, vagy mekkora a munkaerősükséglet 1 t ammóniára. Ezek az elemek, vagyis természetes mutatószámok valamennyi esetben előfordulnak és noha függetlenek az aktuális technológiai sémától, mégis jellemzők a szóban forgó üzemre. Ezért tehát a műszaki színvonal jellemzése szempontjából egy ilyen absztrakt és a technológiai sémát már semmiképpen sem tükröző modellben fennmaradó állandó elemek kvantitatív mérőszámainak halmazából érdemes kiindulni. Vagyis azt lehet mondani, hogy a természetes mutatószámok halmazában egy ammóniagyár technológiai állapota, a gépek és készülékek megválasztása, az üzemeltetés technológiai körülményei stb. egyaránt megmutatkoznak. Viszont a természetes mutatószámok áráktól, árrendszerektől, a telepítés helyétől és idejétől eléggé független mennyiségek.

Mindenesetre bizonyos, hogy nincs egyetlen olyan természetes mutatószám sem, amely önmagában képes volna a műszaki színvonalat jellemezni. Tételezzük fel azonban, hogy több különböző természetes mutatószám elegendő támpontot nyújt a műszaki színvonal meghatározásához. A számításoknak tehát elegendően sok természetes mutató együttes vizsgálatára kell kiterjednie.

Itt azonban a következő probléma jelentkezik. Bár feltételezzük, hogy bármelyik természetes mutatószám, valamilyen összefüggésben van a műszaki színvonalal, de ezt az összefüggést kifejező függvényt nem ismerjük. Az is lehetséges, hogy a függvény jellege, lefutása különbözik a különböző mutatóknál (lásd a 20—26. ábrát). Emellett a keresett függvényeket csak akkor lehet meghatározni, ha előzetesen ismerjük a műszaki színvonalat. Csakhogy egyelőre nem ismerjük, nem foglaltuk meg és éppen azon fáradozunk, hogy a műszaki színvonalat megfogalmazzuk és meg is mérjük.

A problémát a következőképpen lehet megközelíteni. Tegyük fel, hogy ismerjük sok üzem műszaki színvonalát. Ha ez így van, akkor meg lehet határozni a modell j -edik természetes mutatójára az

$$NG_j = f_j(K)$$

függvényt. Itt NG a természetes mutató, K pedig a műszaki színvonal jele. Ez empirikus függvény lesz. Meghatározhatjuk így a modell valamennyi természetes mutatószámának f_j függvényét. Ez kell is, mert alapvető feltevésünk volt, hogy elegendően sok mutató ad együttesen támpontot a műszaki színvonalra. Ha tehát egy olyan ammóniagyár esetén, amelynek műszaki színvonalát ismeretlen, meghatározzuk a természetes mutatók halmazát, akkor

ebből a halmazból az f_j függvénynek ismeretében a vizsgált ammóniagyár műszaki színvonalára vizsgálatkövetkeztethetünk. Mindebből az adódik, hogy a műszaki színvonal meghatározására nem csupán elegendően sok természetes mutatót kell felvenni a modellbe, hanem az is, hogy sok üzem vizsgálatára kell kiterjednie az f_j függvények meghatározásának időszakában.

Hátramarad azonban az a kérdés, hogy miképpen kell érteni azt az előbbi mondatot, hogy tudniillik „tegyük fel, hogy ismerjük sok üzem műszaki színvonalát”.

Az abszolút műszaki színvonal

Ha két azonos technológiai sémával működő és önmagában egyenkeresztmetszetű, de különböző kapacitású ammóniatermelési vonalat vizsgálunk, akkor azt találjuk, hogy a nagyobb kapacitású vonal valamennyi természetes mutatószáma kedvezőbb, mint a kisebbé. Ezt az állítást ellenőrizhetjük a 20.—26. ábraszorozatból. Ebből arra a következtetésre jutunk, hogy a nagyobb kapacitású vonal műszaki színvonala magasabb. Ez meg is felel az általános fejlődési tendenciának. Dehát mi is az általános fejlődési tendencia műszakilag legjellemzőbb mozzanata? Az, hogy a gyártási kapacitások növekednek, amint ezt a 16. ábra mutatja ammóniagyárak esetében. Egy, az előzőeknél nagyobb kapacitású termelési vonal létrehozása ugyanis tulajdonképpen semmiféle lényeges új műszaki kérdést nem vet fel és ezért a legkisebb rizikóval és a legkisebb ráfordítással lehet realizálni, amellet pedig bizonyosan kedvezőbb gazdasági eredményre vezet. Ebből az következik, hogy első durva közelítésben a termelési vonal K kapacitását tekinthetjük a műszaki színvonal fejlődési skálájának. A végső műszaki színvonalat azonban egy K_{korr} korrigált termelési kapacitással fogjuk jellemezni. Ezt a korrigált kapacitást egy meghatározott termelési vonal *abszolút műszaki színvonalának* fogjuk nevezni.

Miért is van szükség erre a korrekcióra? Ha megvizsgálunk egy sereg teljesen azonos termelési kapacitású ammóniagyárat az őket jellemző természetes mutatók szempontjából, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy ezek a természetes mutatószámok bizonyos szórást mutatnak. Nem fogunk találni egyetlen olyan üzemet sem, amely valamennyi természetes mutatószáma szempontjából felülmúlja a többiét. Ez ésszerű következménye annak, hogy ugyanolyan kapacitású gyárat különböző technológiai sémák szerint valósítanak meg, de még ha azonos technológiai séma szerint is valósítják meg, akkor is a tervezés és az üzemvitel körülményei között mindenféle eltérések adódnak. Ezek az eltérések a természetes mutatószámok különböző értékében mutatkoznak meg. Ez a továbbiakban aztán azt jelenti, hogyha elegendően sok, különböző kapacitású üzemet vizsgálunk meg a természetes mutatószámok szempontjából, akkor egy-egy természetes mutatószámra vonatkozó diszkrét értékek a kapacitás függvényében, nem egyértelmű függvényt adnak, hanem a függvényértékek egy sávban helyezkednek el. Nem lehet arra az álláspontra helyezkedni, hogy a sáv alsó határa lesz a szóban forgó na-

turális mutatószám kapacitásfüggésére a legjellemzőbb, mert hiszen a különböző naturális mutatók között természetesen összefüggések vannak, az egyiknek a javulása esetleg a másiknak a rovásával jár. Ezért racionálisabb dolog az f_j függvényt annak a sávnak a középvonalában elhelyezni, amelyben a valóságos üzemekből származó mérési adatok helyet foglalnak. Az ily módon szerkesztett f_j függvény valamilyen kapacitáshoz tartozó függvényértékét a j -edik mutatószám normális értékének kell felfogni. Ilyen módon jutottunk hozzá azokhoz az f_j függvényekhez, amelyeket az előbb kerestünk. Ilyen függvényeket találunk a 20—26. ábrákon.

Ha valamilyen adott termelési vonal műszaki színvonalát akarjuk ezekután meghatározni, akkor eljárásunknak a következőnek kell lennie: azt kell megfigyelni, hogy valamennyi mutatószám esetében milyen eltérés adódik a szóban forgó kapacitáshoz tartozó normál értéktől. Ezek az értékek részint kedvező, részint kedvezőtlen irányban fognak eltérni. Ha minden vonatkozásban kedvezőtlen irányban térnek el, akkor ez azt jelenti, hogy az a szóban forgó termelési vonal tervezése és üzemvitel szemponyjából kedvezőtlenebbül viselkedik, mint a normál termelési vonal. Fordítva egy, a normálisnál jobban tervezett és egy jobban üzemeltetett termelési vonal mutatószámai kedvező irányban térnek el a mutatószámok normál értékeitől.

Tegyük fel, hogy ez utóbbi eset adódik egy 400 t/nap tényleges kapacitású ammóniatermelési vonal esetében. A mutatószámok értéke pl. 415 t/nap kapacitású normálüzemnek felel meg, a második mutatónak 450, a harmadik 425 stb. felel meg. Ez tehát azt jelenti, hogy ez a normálisnál jobban tervezett és üzemeltetett termelési vonal úgy viselkedik, mint egy a tényleges kapacitásnál nagyobb kapacitású normál üzem. Hogy mekkora kapacitású normál üzemmel viselkedik ekvivalens módon azt akkor kapjuk meg, ha a mutatószámokból adódó 415, 450, 425 stb. kapacitásoknál valamiféle megfelelő átlagát képezzük. Jánossy a geometriai középértéket ajánlotta átlagként. Az így képzett átlag lesz a vizsgált termelési vonal korrigált kapacitása. Tegyük fel, hogy ez a példaképpen tárgyalt esetben 442 t/nap. Vagyis az azt jelenti, hogy ez a 400 t/nap ammónia kapacitású üzem úgy „viselkedik”, mint egy 442 t/nap kapacitású üzem. Ezért mondhatjuk róla, hogy *abszolút műszaki színvonal* (korrigált kapacitása) 442 t/nap.

A relatív műszaki színvonal

A normál értékek alapján kiszámított korrigált kapacitás és a tényleges kapacitás hányadosa szimplexet ad és ezt a szimplexet a szóban forgó termelési vonal relatív műszaki színvonalának fogjuk nevezni. Minél nagyobb ez a szimplex, annál nagyobb a szóban forgó adott, tényleges kapacitású termelési vonal műszaki színvonal. A relatív műszaki színvonal nem egyéb, mint saját mértékkel mért műszaki színvonal. Ha tehát ez a szimplex eggyel egyenlő, akkor a szóban forgó adott termelési vonal normális műszaki színvonalon van, ha a

szimplex egynél nagyobb, akkor műszaki színvonal a adott kapacitáshoz tartozó normális színvonalnál jobb, ha pedig egynél kisebb, akkor a normális műszaki színvonalnál kisebb. Példánkban a relatív műszaki színvonal $442/400 = 1,1$ vagyis 10%-kal haladja meg a normálist. Az előzőekből következik, hogy egy termelési vonal tényleges kapacitásának és relatív műszaki színvonalának szorzata adja meg a szóban forgó termelési vonal abszolút műszaki színvonalát, amelyet kapacitás mértekegységgel mérünk.

Az eddig elmondottak alapján vizsgáljunk egy konkrét példát. Egy 1966-ban üzembe helyezett, 200 t/nap kapacitású ammónia termelési vonalat veszünk szemügyre. Jellemző fajlagosait és az ezekből a 20—26. ábrák segítségével számított hét normálkapacitás értékét a 8. táblázatban közöljük.

8. táblázat

Ammónia termelési vonal jellemző naturális mutatóinak és normálkapacitásainak összefoglalása

Mutató	Fajlagos*	Normálkapacitás
Katalizátor.....	0,1 kg	260
Földgáz.....	90 Mcal	600
Villamos energia.....	12 kWh	170
Víz.....	18 m ³	270
Gőz.....	0,5 t	160
Fűtőenergia.....	145 Mcal	170
Munkaerő.....	30 h	120

* A fajlagosok 1 tonna ammóniára vonatkoznak.

A táblázat adataiból számított abszolút műszaki színvonal:

$$K_{\text{kor}} = \sqrt[7]{260 \cdot 600 \cdot 170 \cdot 270 \cdot 160 \cdot 170 \cdot 120} = 211 \text{ t/nap ammónia}$$

A megfelelő relatív műszaki színvonal pedig:

$$K_{\text{rel}} = \frac{K_{\text{kor}}}{K} = \frac{211}{200} = 1,06$$

Egy 200 t/nap kapacitású normál ammónia termelő vonaltól való eltérés nem eléggé szignifikáns. Ez az 1966-ban üzembe helyezett ammóniatermelő vonal tehát nem sokban különbözik műszaki színvonalát tekintve azoktól, amelyeket a 16. ábra szerint az ötvenes évek táján építettek.

Ez a megállapítás előzetes például is szolgál a most kifejtendő gondolatmenethez.

A műszaki fejlődés hatása a relatív műszaki színvonalra

Az előzőekben az abszolút műszaki színvonal és a relatív műszaki színvonal fogalmát határoztuk el egymástól. Erre az elhatározásra szükség van. A világban a műszaki színvonal állandóan és objektíven fejlődik, az abszolút műszaki színvonal tehát nem egyéb, mint az a nívó, amelyen egy szemügyre vett termelési vonal van a világ műszaki fejlődési folyamatában. A relatív műszaki színvo-

nal annak a viszonylagos lemaradásnak, vagy előrehaladásnak saját mértéke, amelyet a szemügyre vett termelési vonal a világ műszaki fejlődési folyamatában képvisel adott kapacitásrendben. Ennek a relatív műszaki színvonalnak az értelme abban van, hogy kifejezésre juttatja, milyen mértékben vették figyelembe az adott termelési vonal létesítésénél és üzemeltetésénél azokat a technikai eredményeket, amelyeket a világ technikai fejlődési folyamatában már előzőleg elértek. Nevezetesen a következőkről van szó. A műszaki színvonal fejlődése nem egyéb, mint már elért műszaki eredmények alkalmazása, elterjedése, újabb és újabb területeken. Tehát ha ma építenek egy olyan ammónia termelési vonalat, amelyik jóval kisebb, mint a jelenleg építés alatt álló legnagyobb üzemeké, akkor ennek a tervezésénél és üzemeltetésénél figyelembe lehet venni mindazokat az eredményeket, amelyeket már eddig elértek nagyobb léptékben. Ezeknek a felismeréseknek és technikai ismereteknek a figyelembevétele tehát azt eredményezi, hogy ennek a termelési vonalnak relatíve, magasabb műszaki színvonala lesz, mint egy ugyanilyen kapacitású néhány évvel ezelőtt épített termelési vonalnak, amikor még ezek az újdonságok ismeretlenek voltak. Ez gyakorlati szempontból fontos kérdés, mert nem mindig vagyunk olyan helyzetben, hogy a technikai fejlődés élvonalában járó nagykapacitású termelési vonalakat építhessünk és ezért szükség van arra, hogy kisebb kapacitású termelési vonalakat relatív magas műszaki színvonalon létesítsünk. Magyarországon általában a manapság szokásosnál csak kisebb kapacitású üzemeket építhetünk piaci és egyéb adottságok miatt. Azt tapasztaljuk, hogy ilyen, viszonylag kis kapacitású üzemekre nyugati cégtől kapott ajánlatok olyanok, amelyek technológiai szempontból nem túrköznek, nem hordozzák azokat a műszaki újdonságokat, amelyek időközben közismertté váltak. Ellenkezőleg, sok évvel ezelőtt készített tervek alapján készülnek ezek az ajánlatok. Az teljesen érthető, hogy az árvetés időszakában nem végzik el az ajánlattevő cégek az adott kapacitásnak megfelelő, de a mai technikai ismereteknek és megoldásoknak megfelelő tervezőmunkát, ezért konzervatív technológiai megoldásokat ajánlanak. Az ár-ajánlatok kalkulatív ellenőrzése során azután az is kiderül, hogy ezek a cégek nem is szándékoznak a régebbi tervek revíziójára, mert ha szándékuk lenne, akkor az ár-ajánlatokban ez megfelelő módon jelentkezne.

Néhány megfontolás

Ez a tanulmány eredetileg azzal a tudományos célkitűzéssel készült, hogy egyrészt hozzájáruljon az önköltség paraméter csökkenésének törvényével kapcsolatos kutatásokhoz, másrészt pedig, hogy valamennyire szabatos fogalmazást adjon a műszaki színvonal gyakran használt kifejezésének. Úgy tűnik azonban, hogy az eddig kifejtettek alkalmassak néhány gyakorlati szempontból hasznos következtetés levonására.

A magyar vegyipar sem vonhatja ki magát a műszaki fejlődés általános tendenciájának törvé-

nyei alól. Ebből az következik, hogy a magyar vegyipar fejlesztésében is törekedni kell a lehető legnagyobb abszolút műszaki színvonal elérésére, amely a lehető legnagyobb kapacitású termelő vonalak kiépítését követeli. Említettük már, hogy a lehető legnagyobb kapacitású termelő vonalak kiépítésének ellentmond az, hogy a hazai piac felvevőképesége viszonylag kicsiny és vegyipari termékek külkereskedelmében, különösképpen pedig exportjában, nem rendelkezünk elegendő gyakorlattal. A dilemma feloldására két út kínálkozik. Az egyik út a nemzetközi szocialista munkamegosztás, amely azt követeli, hogy az egymás közelében levő baráti szocialista országok közösen hozzanak létre nagy kapacitású termelő vonalakat. Ennek az elgondolásnak kvalitatív helyessége közismert, hátra van azonban a kvantitatív lemérése annak, hogy milyen kölcsönös gazdasági előnyökkel jár az együttműködő országok mindegyikében az ilyenfajta megoldás. A nagykapacitású termelő vonalak létrehozásának egy másik lehetséges útja a vegyipari export árualapok létrehozásával kapcsolatos. A magyar vegyipar export árualapja meglehetősen szűk volumenében és választékában egyaránt. Ennek az export árualapnak a növelése akkor lehetséges, hogyha hazai szükségleteket meghaladó termelő kapacitásokat hozunk létre, ez viszont azt követeli, hogy a hazai szükségleteket meghaladó termékmennyiségeket el is helyezhessük. Ez azonban a kapitalista piacon nehézségekkel és rizikóval jár. Ezért célszerűnek látszik olyanféle megoldásra törekedni, amely összekapcsolja a nagykapacitású termelő vonalak létrehozásával járó nagy beruházási költségek előteremtésének feltételeit, az árufelesleg értékesítésének feltételeivel. Eddigi gyakorlatunkban ez az összekapcsolás csak egy-két esetben valósult meg és a termelő vonalak megvásárlását tőkés országokból egyszerű vásárlási akciónak tekintettük. Lehetségesnek látszik azonban, azzal a feltétellel vásárolni tőkés országból nagykapacitású termelővonalakat, hogy az ezzel kapcsolatban nyújtott hosszú lejáratú hitelt a hazai piac szükségleteit meghaladó árufelesleggel fizetjük ki. Ez a konstrukció egyidejűleg teremti meg a nagykapacitású magas műszaki színvonalú termelő vonalak létesítéséhez szükséges beruházási hitelt és garantálja azt a felvevő piacot is, amelyen az export árualap elhelyezhető. Természetes, hogy eféle konstrukciók létrehozása finom és differenciált külkereskedelmi tevékenységet kíván.

Közismert tapasztalat, hogy a termelő vonalak létesítését elhatározó döntés és a termelő vonal tényleges üzembe helyezése közötti idő feltűnően hosszú. Ezzel kapcsolatban azonban nemcsak az átfutási idő lecsökkentésére kell törekedni, hanem már a döntést előkészítő eljárások folyamán dinamikusabb szemléletet kellene megvalósítani, amelyben nemcsak a termék várható ármozgását veszi figyelembe, hanem ezenkívül azt a technikai fejlődést is, amelyre a megvalósítás időpontjáig számolni lehet. Az előrelátás mindkét vonatkozásban e tanulmány tanúságai szerint lehetséges és az sem elriasztó, ha a felépített termelő vonalak kapacitása néhány éven keresztül kihasználatlan lesz.

Az abszolút műszaki színvonal maximumára való törekvés nem lehet általános tendencia az adott struktúrával rendelkező magyar vegyiparban. Számos esetben ezt a törekvést a relatív műszaki színvonal lehetséges maximumára való törekvésnek kellene pótolnia. Ez a törekvés a következőt jelenti. Külföldről vásárolandó termelővonalak esetén, az ajánlatban szereplő technikai megoldások szigorú analízisével és műszaki kritikájával foglalkozni kellene az üzletkötést megelőző periódusban és a kiszemelt termelési vonal tervét technológiai és kiviteli szempontból a szállítóval való együttműködés keretében a relatív legnagyobb műszaki színvonalra kellene emelni az üzletkötést követő periódusban. Ez a process engineering eredményeinek következetes felhasználásában áll. Ebben az összefüggésben nem valamiféle műszaki nagyképűségről van szó, hanem az adott helyzetből fakadó parancsoló szükségszerűséggel. Nem is arról van szó, hogy a külföldi szállító helyett kell bizonyos megoldásokra jutni, hanem egyszerűen arról, hogy műszaki kritika segítségével lehet az engineeringet szállító céget a kívánt relatív műszaki színvonal elérésére bírni. Ugyanebben az értelemben lehetne hazai kutatások eredményeként megvalósuló eljárásainkat is megítélni. Végeredményben itt arról van szó, hogy bonyolult műveleti egységek nagyon nagy tervezési szabadsági foka számos lehetséges megoldást tesz lehetővé és egyáltalában nem bizonyos az, hogy az a megoldás, amelyik egy intézetből vagy egy tervezőirodából kerül ki, egyszersmind a lehetséges legjobb vagy annak közelében álló megoldás is. A perklórmetil-merkaptán gyártási technológia kidolgozására 1966-ban kiírt pályázatra párhuzamosan dolgozó kutatócsoportoktól érkezett lehetséges megoldást megfogalmazó néhány technológiai terv. A pályázat végső eredményeként a leginkább megfelelő rész megoldásokból kombinált eljárás megvalósítására fog sor kerülni, mert ez a különböző pályamunkák által javasolt valamennyi egyedileg lehetséges megoldásnál magasabb relatív műszaki színvonalat eredményez.

E tanulmányban elsősorban a termelési vonalak műszaki színvonala kérdésével foglalkoztunk, rámutattunk azonban egyhelyütt arra, hogy a termelési vonalak kombinációjának önköltségsökkentő hatására is. A termelési vonalak kombinációja ugyanis valamennyi, a kombinációban résztvevő termelési vonal műszaki színvonalának meghatározásában szerepet játszó természetes mutatószámok értékét kedvező irányban befolyásolja, ezért az összekapcsolt termelővonalakból álló komplexum minden egyes termelési vonalának relatív műszaki színvonala magasabb, minthogyha azt önmagában valósítanák meg. A kombináció gazdasági szempontból frappánsan értelmezhető olyankor, hogyha ikertermékek keletkeznek. Mindaddig, amíg az ikertermékek közül csak az egyik kerül felhasználásra, vagyis nem jön létre a termelési vonalak kombinációja, az ikertermékeket rendszerint csak fűtőgáz áron lehet értékesíteni. A kombinációk létrejöttével azonban az ikertermékek saját „kémiai” árakon vehetők figyelembe. Ez a figyelembevétel azután a főtermék önköltségére gyako-

rol csökkenő hatást. Ilyen kombinációra Magyarországon különösképpen az első olefinbázis kiépítésével kapcsolatban kell gondolni. Az ikertermékek nem fűtőanyagként való értékesítése azonban itt megint az alacsony kapacitás tartomány miatt okoz nehézséget és praktikusán lehetetlennek látszik a megatonnás nagyságrendekre kialakult konvencionális utak használata. Úgy tűnik, hogy ilyen esetekben a konvencionális utaktól el lehet térni [14]. Egyfajta nem konvencionális megoldás lehetősége lehet a kémiai elválasztás elvének alkalmazása.

Az abszolút műszaki színvonal maximuma nem jelent minden termék esetében megatonnás kapacitás nagyságrendet. A szerves vegyiparnak számos olyan terméke van, amely nagy piacok esetén is néhány száz vagy néhány ezer tonnás termelési vonalat jelent. Rendszerint a szakaszos üzemű gyártások adják ilyen kapacitásnagyságrendben a kedvező technológiai megoldást, esetleg variábilis üzemekben. A magyar vegyiparban számos lehetőség nyílik az ilyen típusú gyártások megvalósítására, különösképpen olyan esetekben, amikor a vegyipar által kibocsátott termék közvetlen felhasználásra kerül a mezőgazdaságban vagy a lakossági fogyasztásban. A II. és a III. ötéves tervben az ilyen termékekhez vezető gyártási vonalak létesítése némiképp háttérbe szorult a beruházási források korlátja miatt. Úgy tűnik azonban, hogy az új gazdasági mechanizmus kedvezően fog hatni az ilyen típusú gyártási vonalak létesítésére.

*

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét *Dr. Szántó Andrásnak*, aki számos, a tanulmányban is felhasznált adatot gyűjtött össze és bocsátott rendelkezésére; valamint a Vegyipari Műszaki Tanács tagjainak, akik e tanulmány első fogalmazványát megvitatásra méltatták.

IRODALOM

- [1] *Korach M.*: A kémiai technológia egyik fejlődéstörténete és ennek jelentősége a vegyészeti ipartelepek automatizálása szempontjából. MKE 1962. Évi Vegyészkonferenciája. A—I-1.
- [2] *Kornai J.*: A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1966.
- [3] *Bancin, A. S.*: Chem. Process Eng. 31. 48. (1967).
- [4] *Strobaugh, R. B.*: Chem. Eng. Progress. 13. 60. (1964).
- [5] *Pünkösti Á.*: A Korach-törvény alkalmazása az alumíniumiparban. Disszertáció. Veszprémi Vegyipari Egyetem. 1966.
- [6] *Bauman, H. C.*: Fundamentals of cost engineering in the chemical industry. Reinhold. New York, 1964.
- [7] *Victorisz, Th.*: Programming Data Summary for the Chemical Industry. Industrialization and Productivity, Bulletin 10, pp. 7—56. United Nations, New York 1966.
- [8] Anon.: European Chemical News. 26. March 31, (1967).
- [9] *Axelrod, Luntz, Quartulli*: European Chemical News. Large Plant Supplement, 34. September 10, (1965).
- [10] *Habermehl, R.*: Chem. Eng. Progress. 57. 61. (1965).
- [11] *Szántó A.*: Nitrogénipar. Műszaki-gazdaságossági tanulmány. Vegyipari Tröszt, Budapest, 1965.
- [12] *Szántó A.*: Magyar Kémikusok Lapja. 17. 21. 1966.

- [13] *Preisich M. és társai*: A kőolaj és földgázbázison felépülő vegyipar komplex fejlesztésének irányai. Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság. 6—401-T. Budapest, 1967.
- [14] *Benedek P. és Szatmári G.*: A gyógyszeripari és szerves vegyipari hazai nyersanyagbázis bővítési lehetőségeinek vizsgálata. Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság. 6—504-ET Budapest, 1967.
- [15] *Fülöp S., Gerő Gy. és Vidos T.*: Optimális üzemenagyság az iparban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1963.
- [16] *Jánossy F.*: A gazdasági fejlettség mérhetősége és új mérési módszere. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1963.

РЕЗЮМЕ

Понятие технического уровня относят, как к одному продукту, к одной производственной линии, так и к одной отрасли промышленности. После разделения этих понятий, автор занимается только вопросами технического уровня производственных линий. Понижение цен, по мнению автора, следствие повышения технического уровня, но он доказывает, что цена или себестоимость не подходящая мера технического уровня. Характерно, что производительность новых производственных линий увеличивается со временем. Но вместе с тем, характерные натуральные показатели создания и эксплуатации одной производственной линии также меняются, и поэтому эти натуральные показате-

тели могут служить в качестве определяющих состояния технического уровня. На этой основе возможно вычислить производительность любой производственной линии. Это нормальная производительность является абсолютным техническим уровнем производственной линии. Отношение нормальной и эффективной производительностей и есть относительный технический уровень производственной линии.

SUMMARY

The idea "technical level" can be equally related to one single product, one single production line or one industrial sector. After this conceptual limitation the author discusses only the problems relating to the technical level of the production line. He explains the reduction of prices with increasing of the technical level but he makes evident, that the price, or the production cost are not suitable index-numbers for the technical level. It is characteristic that the capacity of the production lines is increasing as the function of time. At the same time, the natural index numbers of the institution and operation of a production line are also changing, therefore we can consider these natural index-numbers as state functions of the technical level. On that ground can be calculated the normal capacity which represents the absolute technical level of a production line. The quotient of the normal capacity and of the effective capacity is the relative technical level of the production line.



EGYESÜLT VEGYIMŰVEK

- I. sz. TELEP: Budapest, XVII., (Rákoskeresztúr) Cinkotai út 26.
Telefon: 148-506, 331-993, 338-550, 480-940.
- II. sz. TELEP: Budapest, X., Újhegyi út 3.
Telefon: 270-640 (volt Kőbányai Műanyaggyár).
- III. sz. TELEP: Budapest, X., Fertő u. 5.
Telefon: 270-267, 470-337 (volt Kőbányai Műanyaggyár formaldehid gyára).
- IV. sz. TELEP: Budapest, IV., (Újpest) Váci út 71.
Telefon: 292-910.

Gyárt ipari vegyszereket, vegyi segédanyagokat, műgyantákat és műanyag-sajtolóanyagokat a

textilipar	közlekedés	bőripar
műanyagipar	gyógyszeripar	faipar
lakk- és festékipar	kozmetikai ipar	fémipar
ásványolajipar	mezőgazdaság	gumi ipar
mosószeripar	számára	papíripar

Minta adás! — Prospektus küldés! — Díjtalan szaktanácsadás!

Vegye igénybe Műszaki Tanácsadó Szolgálatunk segítségét
a II. sz. TELEP címén és telefonszámain.