

## A HAZAI VEGYÉSZKÉPZÉS ÉS A KÉMIAI KUTATÁS — TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSBEN\*

POLINSZKY KÁROLY

r. tag

THAN KÁROLY, akadémiai r. tag a Magyar Tudományos Akadémia 1871. január 16-án tartott ülésén székfoglaló értekezést olvasott fel AZ EGYETEMI TANÍTÁS LÉNYEGÉRŐL [1]. Ez azért meglepő, mert eltér az Akadémia kémikus tagjainak attól a szokásától, hogy székfoglalójukban tudományos eredményeket ismertetnek éppen aktuális kémiai kutatásaik köréből.

### 1. THAN KÁROLY

A mai szemmel nézve szokatlan témaválasztás magyarázatát megtaláljuk a székfoglaló bevezető passzusában.

„E pillanatban az egyetemi reform létesülésének küszöbén állunk, és mindnyájan hisszük, hogy a hazai kormánynak és törvényhozásnak bölcsessége azon alkalmas eszközöket és módokat, melyek egyetemünk újjá alakítására leglényegesebbek, meg fogja találni.”

De még mindig nem látni magából a szövegből, hogy miért volt olyan fontos az Akadémiáról efféle üzenetet küldeni a kormánynak és a törvényhozásnak? Azért, mert az egyetemi reform mögött egy fontosabb társadalmi-politikai esemény volt: a kiegyezés és a kiegyezés hátterében egy alapvető társadalmi-gazdasági folyamat: a kapitalista fejlődés felgyorsulása Magyarországon. Ehhez kellett minden tekintetben a polgári átalakulás, így a *köznevelés* és a *kultúra* polgári eszményeinek kidolgozása és megfelelő intézményeinek megteremtése.

Ez az átalakulás nem ment minden ellenzés, meg ellenállás nélkül, és THAN alighanem attól tartott — nem ok és precedens nélkül —, hogy az egyetem ügyében is csak valamiféle félmegoldás jön létre. Ez előtte veszélyesnek és az egész nemzet életére károsnak látszott. A székfoglalóból világosan kitűnik, hogy THAN KÁROLY a szabadságharcban részt vett, a polgári liberalizmus következetes és harcos híve volt, mégpedig a polgári liberalizmusnak az a

\* A Kémiai Tudományok Osztálya 1978. február 14-i ülésén elhangzott székfoglaló előadás.

modellje ragadta meg őt, amelyet Németországban látott és amelynek gyakorlatát is ott tanulmányozta. THAN a német példa alapján becsülte meg a fejlődés várható irányát és ütemét, továbbá ennek alapján határozta meg saját maga számára társadalmi tevékenységének körét és mikéntjét.

Ami részére prognózis volt, számunkra történelmi múlt. Megkíséreljük az akkori helyzetet érdeklődési körünknek megfelelően a vegyipar, a kémia tudománya és a kémikusképzés állapotával jellemezni.

## 2. *A hazai vegyipar helyzete*

Ami a vegyipart illeti, bátran kijelenthetjük, hogy akkor nem volt figyelemre méltó vegyipara az országnak. Tavaly ünnepelte a Budapesti Vegyiművek fennállásának százszázadós évfordulóját, azon az alapon, hogy jogelődjeinek legrégebbikét éppen egy évszázada alapították. Talán nem szükséges most az ország vegyipara kialakulásának ezt a kezdeti periódusát felidézni, inkább arra emlékeztetünk, hogy a Műegyetemen is már több mint százszázadós a kémikusképzés. Úgy látszik tehát: THAN és WARTHA eléggé előre látták, hogy a vegyipar meghonosítása Magyarországon elkerülhetetlenül bekövetkezik. Legfeljebb nem minden úgy történt az idők folyamán, mint ahogy WARTHA akkor elképzelte. Erről egy későbbi rektori székfoglalójában [2] ő mondotta a következő figyelmeztető szavakat:

„Soha nem lesz saját hasznunkra szóló iparunk, hogy ha azt csak külföldi erővel, külföldi tőkével akarjuk fejleszteni. Galvanizált hulla az és nem életképes teremtés.”

## 3. *A kémia akkori helyzete*

A nem-külföldi erő a hazai kémiai kutatás lenne, ettől várható életképes fejlődés. A tudománynak ez a felfogása kapcsolatos lehetett a kémia akkoriban tapasztalható nagy fejlődésével. Elég fontos tudománytörténeti esemény a karsruhei vegyészkonferencia 1860-ban, mert tulajdonképpen csak ezen győzedelmeskedik, de itt már véglegesen a *korpuszkuláris* felfogás, amikor is hibamentesen tisztázzák és elfogadják a *molekulasúly* fogalmát. Talán egy évvel előzi meg THAN székfoglalóját MENDELEJEV felismerése: az elemek periódusos rendszere. Már ismert a termodinamika *két főtétele*, továbbá a kinetikus gázelmélet — amelyet THAN meg is említ a székfoglalóban. Ismeretes már a tömeghatástörvény is, és BUNSEN sokoldalú munkálkodása éppen virágkorában van. Másrészt PERKIN már szintetizálta az első anilinfestéket, és KEKÜLÉ klasszikus kémikus észjárással kiderítette a benzol szerkezetét. Ez a nagyon is vázlatos tudománytörténeti emlékeztető nemcsak a gyors és nagy jelentőségű fejlődést mutatja, hanem azt is, hogy kibontakozott a kémiában is egy fontos folyamat.

A folyamat: a kémia differenciálódása, önálló vagy majdnem önálló kémiai tudományok *kialakulása*.

A Természettudományi Társulat annak idején ellátott bizonyos funkciókat, amelyeket egyébként tőle a felszabadulás után az Akadémia vett át. Működésének félszázada alatt a társulat falai között 262 többé-kevésbé eredeti kémiai tárgyú előadást tartottak. A dolgozatok megoszlását a kémia egyes szakaszai szerint az I. táblázatban mutatom be [3].

I. táblázat

I.	Általános kemiából	11 szerzótől	24 dolgozat
II.	Anorganikus kemiából	10 szerzótől	14 dolgozat
III.	Organikus kemiából	11 szerzótől	13 dolgozat
IV.	Technológiai kemiából	29 szerzótől	53 dolgozat
V.	Analitikai kemiából	24 szerzótől	82 dolgozat
VI.	Előadási kísérletek	7 szerzótől	62 kísérlet
VII.	Vegyes kémiai dolgozat	11 szerzótől	14 dolgozat

A technológiai chemia számban is figyelemre méltó megjelenése a vegyipar kialakulását megelőző érdeklődés és tudományos fejlődés jele.

THAN KÁROLY a felszínen észlelhető differenciálódás mögött a tudományos progresszió lényegét abban látta, hogy

„A tudományban nincsenek többé végső okok és ledönthetetlen rendszerek, melyek egyszer elfogadva és felállítva, kényelmes alapul szolgálhatnak arra, hogy szellemdús elmefuttatások által és a logikai mintaszabályok segítségével a bölcsesség netovábbját elérjük. A tudomány haladása lényegileg két különálló tényező fejlődésétől függ. Az egyik e tényezők közül az ismeretek anyagának szaporodása, a másik sokkal fontosabb tényező pedig: az emberiség értelmi tökéletesedése.

Mai nap ebben áll a bűvárkodás lényege, és a tudós feladata legfőképp ilyenemű önálló értelmi edzésben áll.”

Ilyen önálló értelmi edzés eredménye THAN KÁROLYNÁL az a felismerés, hogy a differenciálódás ellenére van a kémiának „minden szakaszait” átható általános magja, alapja.

Ez az, ami a táblázatban és azóta is *általános kémia* néven szerepel, többek között minden kemikus tantervben.

#### 4. Az oktatás helyzete és feladata

A felismerés létrejöttében alighanem szerepe volt annak, hogy THAN olyan pedagógus volt, aki fontosnak tartotta, hogy világos, érthető és szép előadásokat tartson.

A pedagógiai kérdés az volt, hogy az egyre növekvő és divergáló információmennyiséget hogyan lehet a tanulóknak átadni. Ugyanezt a kérdést

tette fel, ugyanezekben az években MENDELEJEV is a következőképpen: Vajon nem lehetne a kémiát vonzóbban tanítani, ha az elemeket nem ábécé sorrendben ismertetnék, hanem más, természetes sorrendben? Ebből a pusztán didaktikai kérdésfelvetésből született meg a mindannyiunk által jól ismert periódusos rendszer. Úgy látszik tehát, hogy míg THAN székfoglaló beszédében ismételtén azt hangsúlyozza, hogy minő hatása van a tudomány művelésének a tanításra, nem említi — noha közvetlen tapasztalatából tudja —, hogy milyen hatása van a tanításnak a tudományra. Az azonban világos számára:

„A tudást nem a tények (adatok) teszik ki, hanem azon vonatkozások, mellyel a tények és eszmék önmaguk között és egymás között összefüggenek — és a valódi tudás nem a tények ismeretében áll, mi csupán pedánsá tesz, hanem a tények felhasználásában rejlik, mi bölcsé tesz.”

Tulajdonképpen a tudománynak ezen a felfogásán nyugszik THAN KÁROLYNAK székfoglalójában kifejtett nézete az egyetemi oktatás fő feladatairól, amelyek a következők:

„Különös tekintettel a tudomány és gyakorlat igényeire, a fontosabb képzeteket és tényeket az egyetemi tanítás inkább csak eszközül használja fel. Szóval a tudományt inkább mélyében, mint széltében tárgyalja. Az egyetemi tanítás főfeladata ennél fogva:

1. a szaktudomány főbb módszereinek kritikai tárgyalása;
2. a tények és eszmék önmaguk és egymás közti összefüggésének általános és szigorúan tudományos megállapítása;
3. a tudomány mindenkori fejlettségének állapotát, és ezen fejlődésnek a jövőbeni irányzatát (megismertetni) a hallgatóval.

Az egyetemi tanítás elérte célját, ha a tanárnak sikerült tanulóit ilyen irányzatú előadások, illetőleg gyakorlatok által a szaktudomány szellemében való önálló gondolkodásra megtanítani.”

##### 5. *Korszakváltás és hatása a hazai vegyipar fejlődésére*

1870 a magyar tőkés gazdaság első nagy nekilendülési szakaszának kellős közepe. Az 1867. évi kiegyezés, amely lezárta a polgári forradalom korszakát, s amelynek nyomán kiépült a modern polgári állam szükséges intézményrendszere, lényegesen hozzájárult hazánk bekapcsolódásához a modern tőkés világgazdaság áramába. Újabb tanulmányok bizonyítják, hogy általában is az 1860-as évtized mind az elmaradottabb európai országok tőkés átalakulása kezdetének, mind a legfejlettebb tőkés országokban lejátszódott ipari forradalom hatásai sajátos érvényesülésének időszaka. Nagy lendületet nyert, sokszorosára bővült a világkereskedelem, ami a magyar kivitel lehetőségeit is

ugrásszerűen megnövelte, az ezzel járó nagymérvű tőkeáramlás a fejlett tőkés országok befolyási-uralkodó szférájának kiterjesztése mellett nagyobb beruházásokkal indította meg a közlekedés és a bányászat, a kitermelő, sőt helyenként a feldolgozó iparok fejlesztését. Hazánkban is rendkívüli ütemben indult meg és haladt előre a vasútépítkezés és az ezzel összekapcsolódó bányászati, ipari fejlődés. A mezőgazdaság hatalmas hitelek segítségével veti le hagyományos művelési szokásait, és jön létre a bér munkára alapozott, korszerű vetésforgóra, talajerő-utánpótlásra épített agrártermelés. A gyárak száma is gyorsan növekszik. 1848 huszonháromezer „gyárdolgosával” szemben a századfordulón több mint háromezer munkás dolgozik gyárakban.

S ebben a közegben születik meg a hazai vegyészeti ipar. Míg a kiegyezés előtt nem volt vegyipara az országnak, a századvég meghozza az első jelentősebb önálló üzemeket. A kémia elszakad a metallurgiától és az iatrochémiától. Mint tudomány is önállósul és a vegyiparra orientálódik. Egy egész hosszú történelmi korszakban a szélesebb értelemben vett vegyipar lesz a kémia élettője. S végül THANRA, WARTHÁRA, LENGYELRE és ILOSVAYRA vár az a feladat, hogy a tudományág önálló művelését és felsőfokú oktatását is megteremtsék az országban.

Az egyetemi törvényjavaslatokat 1870 áprilisában az az EÖTVÖS JÓZSEF terjesztette elő, akinek ezt megelőzően a kötelező hatosztályos népiskola, a polgári iskola, a középiskola, a tanítóképezde létesítése ügyében tett javaslatait az országgyűlés már korábban törvényerőre emelte.

#### 6. A vegyipar további fejlődése és a népgazdaság kemizálása

Az a száz esztendő, amely THAN KÁROLY székfoglalója óta eltelt, az ország vegyiparának történetében a fejlődés *extenzív* korszaka. Igaz, hogy a fejlődés a felszabadulás utáni három évtizedben volt a leggyorsabb. Ennek egyik oka azonban egyfajta régebbi lemaradás megszüntetésének szükségessége, a másik pedig az, hogy a világban ez idő tájt alakultak ki valóban az új technológiák és ezeknek egész ágazatai, amelyek átvételével, átültetésével nem vesztettünk sok időt. Vegyiparunk a népgazdaságban fontos és produktív ágazattá vált e három évtizedes *extenzív* fejlődés eredményeképpen.

Meg kell azonban állapítanunk, hogy — mint iparunkban általában — befejeződött az *extenzív* fejlődés korszaka.

A vegyiparnak az ezredfordulóig tartó jövőtörténetében valószínűleg úgy fog kieserélni a termelőeszközök jelenlegi állománya, hogy nem lesz szükség sok új telephely nyitására, nem nő jelentősen a munkaerő-létszám, viszont legalább háromszorosára növekszik termelésének volumene. Vagyis az *intenzív* fejlődési korszak előtt állunk.

Ez az *intenzív* fejlődés nemcsak a vegyipar sajátossága, hanem a népgazdaság valamennyi szektoráé is. Ennek az *intenzív* korszaknak egy, a vegyiparon kívüli általános hatékonyságnövelő tendenciája a *kemizálás*. A nép-

gazdaság kemizálása [4, 5] már legalább két évtizede, ha nem régebben megkezdődött. Ennek az a lényege, hogy a népgazdaság legkülönbözőbb ágaiban működő technológiai termelő folyamatba beiktatható olyan vegyi termékek használata és olyan kémiai eljárások alkalmazása, amelyek ott munkaerőt szabadítanak fel, drágább anyagot vagy költségesebb technológiai megoldást tesznek nélkülözhetővé. Ennélfogva a kemizálás tendenciája — a világban is fellelhető jelek szerint — tartós tendencia, amelyet nem veszíthetünk szem elől.

Azt lehet mondani, hogy míg THAN székfoglalója idején az ország a kapitalista iparosítási politika keretében a hazai vegyipar megteremtése előtt állt, addig napjainkra a vegyipar extenzív fejlesztése a szocialista iparosítási politika keretében *befejeződött*, és most egyrészt a vegyipar *intenzív* fejlesztésének periódusa, másrészt az egész népgazdaság *kemizálásának* időszaka következik. Ezért nemcsak a vegyipar intenzifikálása tartogat sok feladatot a vegyiparban dolgozó kémikusok számára, hanem a népgazdaság számos más ágazatának (pl. a mezőgazdaság, a gépipar, a könnyűipar, az egészségügyi ágazat) kemizálása is rengeteg, javarészt új típusú feladattal kínálja a kémikusok ezreit. Az intenzifikálás és a kemizálás a kémiai tudományok és a kémikusképzés *népgazdasági kihívása*.

### 7. A kémiai tudományok fejlődése

Az a száz esztendő, amely THAN KÁROLY székfoglalója óta eltelt a kémiai tudományok történetében, nagyjából úgy ment végbe, ahogy már jeleztük: állandó jelenség maradt a differenciálódás, de megmaradt az általánosítás igénye is. Talán úgy, hogy az első kétharmad inkább a differenciálódás, az utóbbi harmad pedig egy erősödő, általánosító irányzat jegyében telt el. Erről annyit lehet mondani, hogy a kémiai közgondolkodásban uralkodóvá vált a fizikai kémiai szemléletmód. Ám ez a szemléletmód nem integrációra vezetett, hanem a már differenciálódott ágazatokon belül új felismerésekre, eredményekre, s a differenciáltság erősítésére. A közgondolkodás ilyen formálódása azonban annyi eredményt mindenképp hozott, hogy könnyebbé tette a mások által megállapított igazságok megértését.

A felszabadulás után, a negyvenes évek végén fény derült arra, hogy a kémiai tudományok művelésében előrehaladni a régi módon — megőrizve a régi kereteket —, már nem lehetséges. Nem lesz elegendő a néhány asszisztenssel, tanszéki keretek között dolgozó professzorok szorgalma és tehetsége, mert időközben megváltozott a kémiai kutatás stílusa; átalakult nagyobb kollektívák tudományos munkamegosztásokon alapuló együttes munkájává; megtervezett, jól szervezett, iparszerű tevékenységgé.

Nincs kizárva, hogy a kémiában továbbra is születnek majd szép és érdekes, nagy hatású egyéni eredmények, mint Heyrovsky polarográfiája, de a differenciálódás folytán létrejött ellentmondás feloldásának egyetlen látható útja a tudományok képviselői közötti kooperáció.

Bár létrehoztuk Magyarországon az ilyen kutatási ipar nemzeti kereteit, épületeit, beszereztük eszközeit, a megtervezett, jól szervezett, koncentrált, iparszerű kutatási tevékenység, a stílusában új kutatás tulajdonképpen nem jött létre. A kutatás koncentrációja ugyanis nem azt jelenti, hogy sok kutatót koncentráltan helyeznek el egy épületben, ugyanakkor tevékenységük bár tiszteletreméltó, de egyedi célokat követ és divergál.

A kutatás ugyanis attól lesz megtervezett, jól szervezett, koncentrált, iparszerű tevékenység, ha maguk a kutatók szándékoznak azzá tenni, ha áthatja őket az együttműködésnek közös érdeken nyugvó szelleme és az a belátás, hogy a munkamegosztás a tudományban is nagyobb egyéni sikert hoz, mint az elzárkózás. Biztosan állíthatjuk, hogy ezen a területen van még tennivaló, és nyilván ebben az irányban: a kutatás egységes rendszerének kiépítése irányába fogunk majd haladni. Az intézményen belüli szervezettség és az intézmények közötti szervezetlenség ugyanis a kapitalizmus alapvető ellentmondása, és semmi köze a szocialista rendhez.

### 8. Az egyetemi kémikusképzés

THAN KÁROLY székfoglalója óta eltelt több mint 100 év az egyetem<sup>1</sup> kémikusképzés történetében is az extenzív fejlődés korszakának tekinthető. Igaz, hogy a felszabadulás utáni három évtized fejlődése volt a leggyorsabb, és ez szoros kapcsolatban állt a vegyipar fejlődésének már méltatott ütemével. Ezt az extenzív fejlődéssel jellemezhető korszakot a felszabadulás előtt és után is többször befolyásolta egyetemi reform, mégis a lényeges, a minőségi változásokat nehéz ezekhez az akciókhoz kötni. Az oktatás célját és az oktatás tartalmi kérdéseit tehát általánosabb keretben kell megtárgyalni. Segítségül és kiindulásként bemutatok egy ábrát, amely HOUGEN professzortól származik [6], aki visszatekint a vegyészmérnök-képzés hét évtizedére (1905–1975) amerikai egyetemek tantervei alapján (az 1965 és 1975 közötti dekádra külön visszatérek). Tipikusan vegyészmérnöki szemléletben kezeli a tananyag problémáit: *tananyagmérleget csinál* (1. ábra), vagyis azt mutatja meg dekádonként, hogy (középen) mi az uralkodó — a tananyag gerincében levő tantárgy —, de megmutatja azt is, hogy milyen új tananyagok kerültek a tantervbe, és végül azt is, hogy milyen ismeretek kerültek ki a tananyagból, illetve a tantervből az előző dekádhoz képest.

Az 1. ábra jól szemlélteti 60 év tananyag fejlődését. Hougén a hetedik dekádra azt tartja jellemzőnek, hogy a hatodik dekád hagyományos tananyagának részbeni megtartása mellett elágazás van a környezetvédelem, a biológus mérnök, az élelmiszeripari folyamatok és a polimerek irányába.

A hét évtized *három egymást nyilván átlapoló periódust foglal magába*, s ezek abban különböznek, hogy mi az a bizonyos tárgy, amely a tanterv gerincében van.

A tantervbe kerülő ismeretek	GERINCTÁRGYAK	A tantervből kikerülő ismeretek
Transzport jelenségek Diff. egyenletek Számítástechnika Fizikai mérések	1965: → TRANSPORT JELENSÉGEK → FOLYAMATDINAMIKA → SZÁMITÁSTECHNIKA → FOLYAMATTAN	→ Tananyagcsökkentés: művelettanból anyag- és energia- mérlegekből
Alkalmazott reakciókinetika Folyamattervezés Tananyagbővítés: szerves kémiából fizikai kémiából művelettanból	1955: → REAKCIÓKINETIKA → FOLYAMATTERVEZÉS	→ Ipari kémia → Metallográfia → Géprajz → Kalorikus gépek
Termodinamika Méréstechnika Tananyagbővítés: fizikai kémiából művelettanból általános kémiából	1945: → TERMODINAMIKA → MÉRÉS- ÉS → SZABÁLYOZÁSTECHNIKA	→ Tananyagcsökkentés: mechanikából alkalmazott elektro- kémiából kalorikus gépekből ipari kémiából
Anyag- és energiamérlegek	1935: → ANYAG- ÉS ENERGIA- → MÉRLEGEK	→ Jogi ismeretek → Tananyagcsökkentés: mechanikából géprajzból
Művelettan	1925: → MŰVELETTAN	→ Ábrázoló geometria
Ipari kémia Metallográfia Alkalmazott elektrokémia Kalorikus gépek Készítmények gyártása Műszaki analitika	1915: → IPARI KÉMIA	→ Hidraulika → Gázgyártás és elosztás → Idegen nyelvek → Tananyagcsökkentés mechanikából kémiából
	1905:	

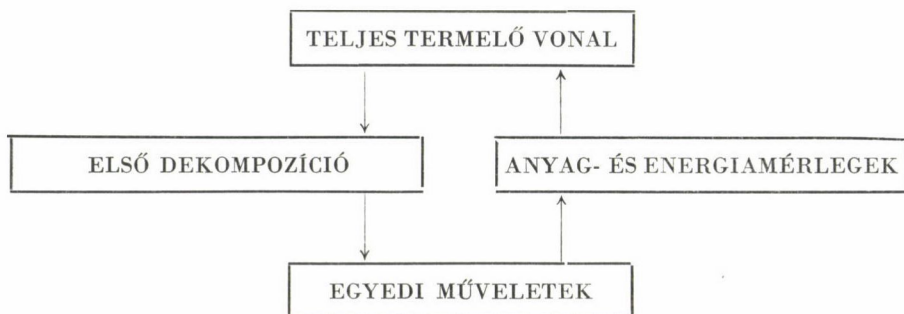
1. ábra

### 8.1. Az első periódus

E periódus gerinctárgya az IPARI KÉMIA. Ez olyasmi, mint amilyen WARTHA VINCE Kémiai technológiája volt [7, 8], amelynek előadásanyaga fennmaradt, s amelyet a technológiák know-how típusú leírása jellemez. Ez a kezelésmód a technológiák sokasodásával veszített a részletességéből, és átalakult valami elvi folyamatábra-leírássá, amelyet egy vagy néhány — habár fontos — részlet kiemelése színesített. Ez a folyamat nemcsak Amerikában, nálunk is végbement, ám Amerikában már a tízes évektől kezdődően úgy, hogy a MŰVELETTAN terebélyesedett, és az szorította ki fokozatosan az IPARI KÉMIÁT.

## 8.2. A második periódus

A második periódus gerinctárgya tehát éppen a MŰVELETTAN, amely azért szorította ki az IPARI KÉMIAÁT, mert tömörebb volt annál, mert nem a konkrétat írta le, hanem az absztraktot tárgyalta: *a* szeszfinomítás helyett, *a* desztillációt. Ám a tananyag így is egyre bővült, egyre terjedelmesebb lett. És akkor, mint egykor THANNAL és MENDELEJEVVEL, most is az lett a kérdés, nem lehet-e ezt a tárgyat is tömörebben tárgyalni, és a műveletek ábécé sorrendben következő tárgyalása helyett valami, a közöset megragadó tárgyalási módot fellelni?



2. ábra

A válasz nagyon érdekes. Gondoljuk meg ugyanis, hogy a teljes gyártási sor felszabdálása műveletekre csak akkor jogosult, ha ezt a *dekompozíciót* az összerakás, egybefűzés követi. Nos és ezt találták meg az ANYAG- ÉS ENERGIAMÉRLEGEK című tárgyban, amelyet a 2. ábrán láthatunk.

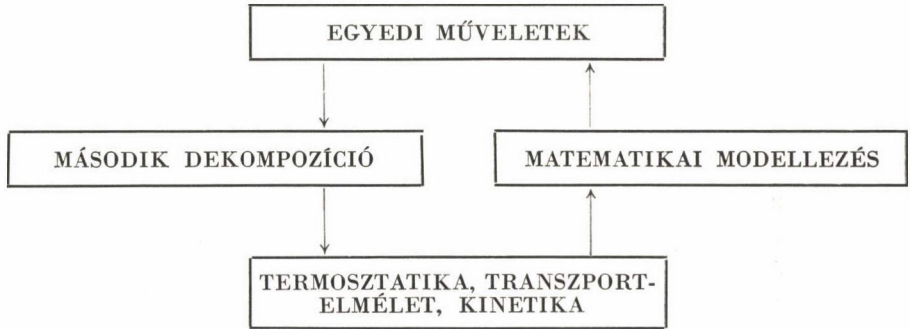
Ebben a periódusban tehát a MŰVELETEK volt a gerinctárgy, és annak elágazódási gondjai itt mutatkoztak meg.

A terápia, vagyis a MŰVELETEK közöset megragadó tárgyalásmodora a TERMODINAMIKÁHOZ és a REAKCIÓKINETIKÁHOZ és majd csak valamivel később a TRANSPORTFOLYAMATOK elméletéhez való visszanyúlás volt. Ez a második *dekompozícióhoz* vezetett, aminek antitéziseként a MŰVELETEKHEZ a MATEMATIKAI MODELLEZÉS visz vissza (3. ábra). Az oktatási séma tehát hierarchikus, és valahogy a 4. ábrán látható módon fest.

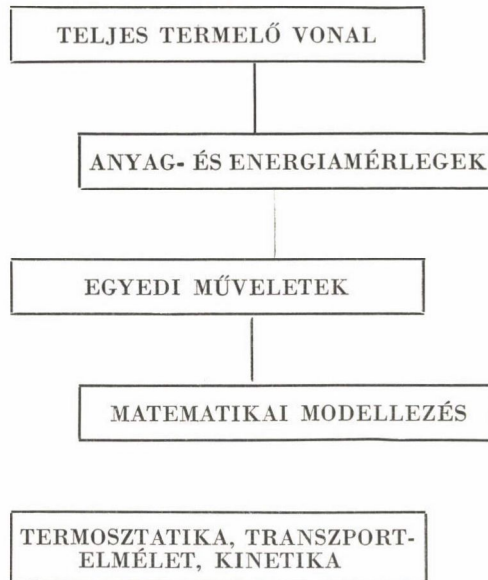
A tananyagok, a tantárgyak imént elemzett átalakulásainak dinamikáját az 5. ábrán mutatom be, ARIS ábrázolása alapján [9].

Felhívom a figyelmet a RENDSZER szóra, amely olyan fogalmat takar, amelyről eddig nem volt szó. Itt mindenekelőtt arra szeretnék kitérni, hogy a magyar felsőoktatásban a kémiai technológia oktatásában a húszas évektől *érezhető gondokat* egy, az amerikaiától eltérő, eredeti megoldás volt hivatva megoldani, az amit ÁLTALÁNOS KÉMIAI TECHNOLÓGIÁNAK szokás nevezni.

Nem abban az értelemben, hogy például a vízlágyítás olyan technológia, amely minden gyárban előfordul és ezért általános, hanem abban, hogy minden technológiában az egyedi műveletekre való dekompozálás nélkül is fellelhető



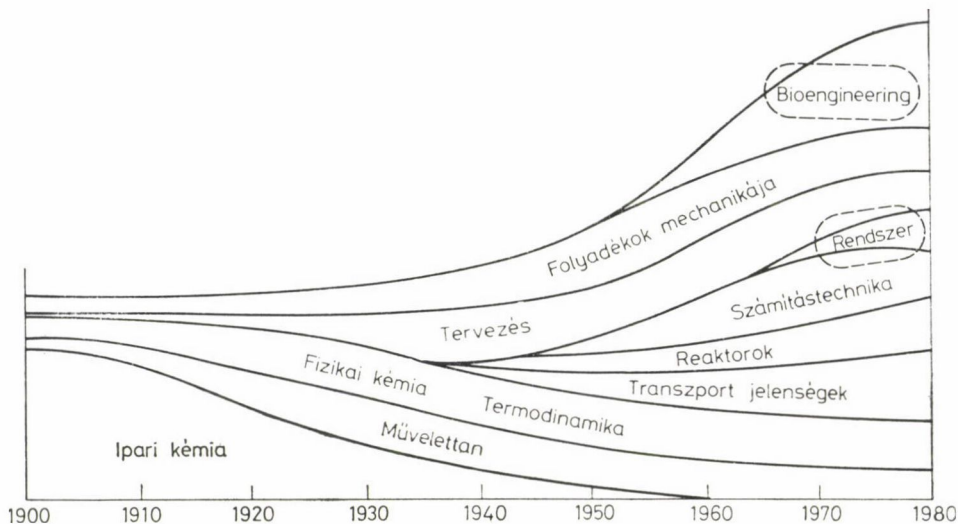
3. ábra



4. ábra

általános vonások, és ezeknek a kiemelése és elemzése az általános kémiai technológia tárgya. Ilyen például az önköltségsökkenés törvénye, a léptékhatás törvénye, a recirkuláció elmélete stb. Az általános kémiai technológiának ez a felfogása, amely KORACH munkáiban és oktatási gyakorlatában lelhető fel [10, 11] párhuzamos VARGÁÉVAL, annyiban minden esetre, hogy mindketten

integer tudománynak tekintették a kémiai technológiát. A kémiai technológia integritása azonban semmiképp sem oldhatja fel, és semmiképp sem tagadhatja, hogy bármely kémiai technológiai termelővonal műveleteknek sorbakapcsolt, párhuzamosan kapcsolt, by-passban vagy recirkulációs körbe kapcsolt hálózata, vagyis rendszere.



5. ábra

Így kapcsolódik az oktatás fejlődéstörténetébe a hetvenes években és ezek sajátjaként a rendszer fogalma, a rendszerszemlélet, a rendszermegközelítés, a rendszerelmélet. És ha visszatérünk a hierarchia-kapcsolatokat kifejező ábrára (6. ábra), akkor abban a RENDSZERELMÉLET helyét nem nehéz meglelni. A RENDSZERELMÉLET foglalja el — most már magasabb szintű tartalommal — azt a helyet, amely korábban az ANYAG- ÉS ENERGIA-MÉRLEGEK elnevezésű tárgyat illette meg.

Ha most megkíséreljük tömören kifejezni ennek a második periódusnak a jellegzetességét, mégpedig úgy, hogy szembehelyezzük az elsőével, akkor a következőket mondhatjuk:

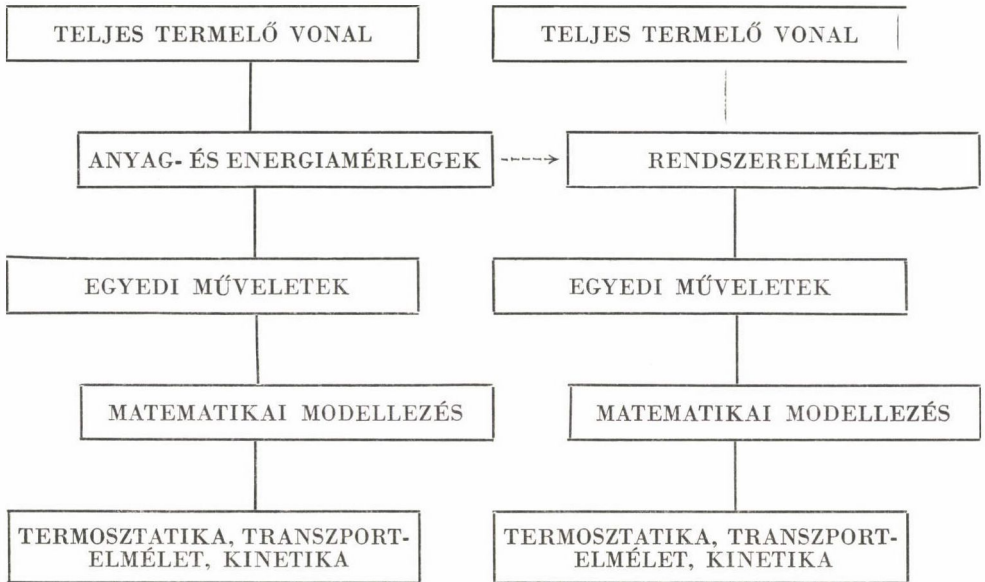
- az első periódusban azt oktatták, hogyan kell ezt vagy azt kezelni, gyártani;
- a második periódusban azt oktatták, *miért* kell adott helyzetben így vagy úgy cselekedni a vegyiparban.

### 8.3. A harmadik periódus

Visszatérve az 5. ábrára, a jobb felső sarokban új hajtást látunk: BIO-ENGINEERING. Természetesen más példát is említhetnék. Másvalaki más új hajtást rajzolt volna ide, egy harmadik megint mást. S ezekkel az új hajtá-

sokkal kapcsolatban térjünk vissza a hét évtized harmadik periódusára. Ez éppen csak megkezdődött.

Ennek a harmadik periódusnak jellegzetes gerinctárgyát egyelőre hiába keressük. Úgy véljük, hogy a második periódussal lezárul a vegyiparra orientált vegyészmérnök-képzés korszaka, és a harmadik periódusba lépett oktatási intézmény már olyan szakemberek képzését vállalja magára, akik számára



6. ábra

nem a vegyipar az egyetlen vonzó munkaterület, hanem akik saját szaktudományuk szellemében való gondolkodásra és alkotásra a kemizálódó világban mindenütt képesek, ahol tevékenységükre, *pontosabban*: együttműködésre trenírozott tevékenységükre van szükség.

A harmadik periódus tehát a *jelen és a jövő*.

Mielőtt beszélünk erről, emlékezetükbe idézem, hogy mostanában

- a vegyipar extenzív fejlesztése után, de intenzív fejlesztésének és a népgazdaság kemizálásának korszaka *előtt* vagy annak *elején* vagyunk,
- a korszerű kutatási ipar feltételeinek létrehozása *után*, de a kutatás egységes rendszerének létrehozása *előtt* állunk,
- a képzésben a vegyiparra orientált képzési korszak *után* vagyunk, de olyan korszak *előtt*, amelyben a *képzés kitekint az egész népgazdaságra*.

És ezzel úgy vélem, kimutattuk, hogy *most is korszakváltás van a magyar vegyiparban, kémiai kutatásban és kémikusképzésben*. Az újdonság abban van, hogy ez a bennünket, kémikusokat érintő-érdeklő s a vegyipar, a kémiai tudományok és a kémikusképzés belső törvényei szerint zajló korszakváltás *ezúttal* egy világgazdasági korszakváltásba ágyazódva, s attól nem függetlenül megy végbe. Ez a korszakváltás a tudományos-technikai forradalom kibontakozásával is összefügg. Míg az első korszakváltás a tudomány — ezen belül a kémia — vonatkozásában azt jelentette, hogy a termelés a tapasztalati alapról a tudomány eredményeinek technológiai alkalmazásává vált, most megindul a tudomány *közvetlen termelőerővé* válásának folyamata: a gazdálkodás eredményességének és hatékonyságának egyre inkább meghatározó tényezőjévé válik a tudomány és a műszaki-technológiai fejlesztés, az innovációs folyamat gyorsasága és rugalmassága.

A tudomány megnövekedett társadalmi szerepét a szocialista társadalom viszonyai között a tudománypolitika is tükrözi: a tudomány fejlesztését legfelső szintű tudománypolitikai határozatok is biztosítják. A Magyar Szocialista Munkáspárt XI. kongresszusa is azt hangsúlyozta, hogy a tudományos technikai forradalom eredményeit és vívmányait egyesíteni kell a szocialista társadalom lehetőségeivel.

A tudományos-technikai forradalom — mint a világgazdasági korszakváltás egyik eleme — nemzetközi méretekben kibontakozó folyamat, és ennek hatása alól senki sem vonhatja ki magát, ha csak nem kockáztatják a tudományos és gazdasági haladástól való elmaradást. A tudományos-technikai forradalom és a világgazdasági korszakváltás ennyiben kihívást is jelent.

## 9. Világgazdasági korszakváltás és hatása

Az előzőkben elmondottak tanulságait le kell vonnunk népgazdaságunk számára is.

Arra van szükség, hogy népgazdaságunk képes legyen rugalmasan reagálni ezekre a hatásokra. BEREND T. IVÁN az Akadémia tavalyi közgyűlésen elhangzott előadásában [12] arra figyelmeztetett:

„A flexibilitás hiányában ugyanarra a gazdasági hatásra súlyosan sérülhet egy ország gazdasága, amiből egy másik, rugalmas reagálásra képes ország hatalmas előnyöket húzhat.”

„A 19. századi átalakulások közepette Dánia rendkívüli rugalmassággal állt át a gabonatermelésről a vaj és sertéshús termelésre és ezeknek exportorientált fejlesztése révén az I. világháborúig felzárkózott az iparosodott országok sorába. Svédország az 1890-es évektől a korábbi kitermelő ágazatokról állt át a feldolgozó ipar legkorszerűbb ágaira, s túlnyomó agrárnyersanyagtermelő szer-

kezetét a legfejlettebb ipari szerkezetre váltotta. Ugyanez a korszakváltás súlyos csapás volt a rugalmas reagálásra képtelen Portugáliában, Görögországban, Kelet-Európa legtöbb országában, melyek ezért a világpiaci agrárárak átalakulásától hosszú időre kiheverhetetlen sérüléseket szenvedtek, megrekedtek a régi szerkezetben és konzerválták elmaradottságukat.”

Miben áll valójában ez a bizonyos szerkezetváltásnak nevezett átalakulás? Arról van szó, hogy számos olyan ipari termék, amelynek előállításához anyagot, munkaeszközt, ipari berendezést, begyakorlott, tapasztalt munkaerőt használunk fel, nem értékesíthetők kedvezően sem itthon, sem a világpiacra. Ezért abba kell hagyni az ilyen termékek gyártását, ki kell selejtezni a gyártó berendezést és más munkára kell állítani a munkaerőt.

Amilyen könnyű ezt elhatározni, esetleg kiselejteni vagy kicserélni egy ipari berendezést, olyan nehéz más munkára átvinni a munkaerőt. Mert ha mondjuk egy fiákert taxira cserélünk ki, egyszerre keletkezik munkaerőfelesleg, tudniillik a kocsis, ugyanakkor munkaerőhiány, tudniillik a taxisofőr. Egy ilyen termékváltás időszükségletét nem az szabja meg, hogy mennyi idő alatt lehet a taxit beszerezni, hanem az, hogy mennyi idő alatt lehet a kocsiból sofőrt képezni. Az pedig eléggé kézenfekvő, hogy ez az átállási idő nagymértékben függ a szóban forgó személy *általános műveltségétől*, illetve ennek *korszerűségétől*. *E ponton elértünk a mai magyarországi köznevelés alapproblémájához, ami pontosan a korszerű, aktív, általános műveltség tartalmi körülhatárolásában áll.*

#### 10. Korszerű kémikusképzés

Minél inkább sikerül ez a körülhatárolás és a korszerű, aktív, általános műveltség átplántálása az ifjúságba, annál inkább várhatjuk, hogy — legalábbis ebből a szempontból — rugalmassá tesszük népgazdaságunkat, mobil munkaerővel foghatunk hozzá akármilyen aktuális szerkezetváltáshoz. Az imént példaként felhozott Dánia és Svédország, — s valamivel később Japán, rendkívüli rugalmasságának fő tényezője: oktatási rendszerük különleges fejlettségében volt.

A korszerű, az aktív általános műveltségnek a kemizálás korszakában kétségkívül van „*kémiai komponense*” is, ám ezt a műveltségi komponenst nehogy valamiféle tételes és lexikális kémiai ismeretanyagként fogjuk fel. Amíg például a korszerű, az aktív általános műveltség zenei komponenséről és arról, hogyan lehet erre nevelni, évtizedek óta van fogalmunk és pozitív tapasztalatunk; a kémiai komponens tartalmát és oktatási módszertanát kidolgozni még előttünk álló, de halaszthatatlanul reánk váró feladat. Amivel ismét csak azt hangsúlyozom, hogy a vegyipar intenzív fejlesztése és a népgaz-

daság kemizálása olyan kihívás, amely érinti a legnagyobb „iparágot”, az oktatást is. Erre a kihívásra általunk, kémikusok által kikutatott módon kell a pedagógus feleletet megadni.

Egyre újabb és egyre több feladat tárul elénk, vegyészek elé, ha nem hunyunk szemet korunk problémái előtt, hanem nyitott szemmel megkeressük azokat. Erre azért hívom fel a figyelmet, mert napjainkban divat vegyész-túltermelésről meg látens vegyész-munkanélküliségről beszélni. Úgy látszik, hogy a feladatok és a vegyészek *nem találhatnak mindig egymásra*, mert a vegyiparra orientált vegyész-képzés mobilitási gyengeségeket hozott létre.

A vegyiparra orientált tömeges vegyész- és vegyész-mérnök-képzés a negyvenes évek végén kezdődött, de ez az orientáció a kémia szakos tanárok képzésében is helyet kapott, sőt a középiskolai oktatás kémiaanyagát is érintette. Akkor ez a meghirdetett iparosítási politikára adott *helyes* válasz volt. Íme, ezért lehet ma figyelemre méltó vegyiparunk, mert oktatási intézményeink kellő időben, kellő létszámban, megfelelő képzési módszerrel erre a *vegyiparra orientált* szakemberek ezreit bocsátották ki. Az volt a fontos, hogy ezek a szakemberek tudjanak vegyi gyárat építeni, üzemet bejáratni, zavarmentesen üzemeltetni, üzemzavart elhárítani, terméket kibocsátani. Akkor és negyedszázadon át a gazdaság vegyitermékéhségét kellett csillapítani, és evégre rendelt vegyipar épült fel. Ám mostanában új jelenségre kell figyelnünk. A fogyasztó ágazatok vegyitermékéhségét felváltotta a választékos ízlés. Nem akár-miféle vegyi termékre van szükség manapság, hanem a szelektíven legjobb használati értékre. Ha egy negyedszázaddal ezelőtt a mezőgazdaság azt kérte a vegyipartól, hogy adjon több pétisót, ma azt kéri, hogy adjon megadott összetételű N-P-K granulált műtrágyát, amely ősszel kiszórható, de csak a tavasz első felében oldódik fel a talajban megfelelő ütemben.

Ez jogos igény, mert a kemizálás többek között azzal is jellemezhető tendencia, hogy a vegyipar éppen a szelektíven legjobb használati értéket adja a felhasználónak. Ez azonban újféle kapcsolat a vegyi terméket előállító és azt felhasználó ágazat között. Ez nem egyszerű piaci kapcsolat, hanem olyasféle, amely bizonyos tanácsadást, bizonyos szolgáltatást is magában foglal, amely nélkül a szelektíve legjobb használati érték célszerű alkalmazására nincs is kilátás.

Természetesen nem azt állítom, hogy ennek az újféle kapcsolatnak a létrehozására, ennek az újféle feladatnak a megoldására — amely végül is a vegyiparon belül az *intenzív* fejlesztést, a népgazdaságban a *kemizálást* jelenti — nem felelnek meg eléggé a negyedszázad alatt kiképzett és főleg a vegyiparban praxist szerzett kollégák, hanem arra, hogy a jövő negyedszázadban az újféle feladatra, az intenzív fejlesztésre, a kemizálásra kell leendő kollégáinkat kiképezni. De mégsem azt kell elsősorban oktatni számukra, hogy miképp kell gyártani megadott összetételű és oldódási tulajdonságú N-P-K granulált műtrágyát, hanem azt az elméleti alapot — kifejlesztve bennük egyszermind az

elmélet alkalmazásának készségét is —, amely *elvezet* az adott helyen és adott időben megfelelő megoldáshoz.

Ezzel tulajdonképpen eljutottunk egy, a vegyészképzést illető aktuális kérdéshez. Ugyanis, amikor csaknem egy évtizeddel ezelőtt kísérleteket kezdtünk a többfokozatú oktatással a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karán és a Veszprémi Vegyipari Egyetemen [13, 14, 15] akkor a kísérlet hátterében az a felismerés állott, hogy a vegyiparban vannak olyan vegyészeti funkciók, melyeknek az ellátására alkalmas szakemberek kiképzése *biztosan* nem igényel több mint három esztendő, míg olyan funkciók is vannak, amelyeknek az ellátására alkalmas szakemberek kiképzése *biztosan* több, mint az utóbbi időben kialakult képzési idő, — természetesen ebben a vonatkozásban gondolok a további fokozatokra is, és a rákövetkező rendszeres továbbképzésre is. Az új oktatási forma kiállta a próbát mint forma. Ám ha komolyan vesszük, s nem csupán divatos jelszónak tekintjük a korszakváltást, amiről szó volt, akkor ma újra feleletet kell adni arra a kérdésre, hogy milyen tananyag és oktatási módszer töltse meg tartalommal ezt a formát. Amikor a mobilitási gyengeségek elleni orvosságként az elméleti alapok fontosságát hangsúlyoztam az imént, továbbá, amikor az elmélet alkalmazásának készségéről beszéltem, választ adtam a tananyagmérleg aktuális kérdésére is. Természetes, hogy az előbb elmondottaknak megfelelő egyetemi oktatás csak az önálló kutatás terén is [16] helytálló tantestületek működésével létesíthető. *Az egyetem csakis akkor felelhet meg aktuális oktatási feladatainak, ha egyszersmind tudományos műhely is.*

Az oktatás pozíciójából fogalmaztam meg, hogy az oktatás és kutatás új szintézisére van szükség. Ma már természetesen nem feltétlenül az egyetem zárt kerítése mögött kell ennek az egységnek kialakulnia, ahogyan THAN KÁROLY képzelte száz esztendővel ezelőtt. Napjainkban — a tudomány mindinkább termelőerővé válása folyamatában — a kutatás a társadalmi munkamegosztás külön ágává vált, amelynek már-már iparági méretei kialakították saját, az oktatástól független intézményeit, a kutatásra specializált intézmények egész hálózatát.

Amikor az oktatás és kutatás új szintéziséről beszélek, arra is gondolok, hogy a két intézményrendszert még részben elválasztó kerítésen kaput kell vágni ahhoz, hogy az oktatás és kutatás új szintézise létrejöjjön.

Ma már nem elég az, hogy az egyetemeken eredményes kutatás is folyjék — bár ez változatlanul alapvető feltétele a színvonalas és korszerű szakemberképzésnek. Arra is szükség van, hogy a kutatást — amely az elmúlt évtizedekben részben elkülönült az egyetemektől — közelebb hozzuk az oktatáshoz. A két intézményrendszer közelítését jelenti az is, hogy a kutató-intézetekben dolgozókat az egyetemi oktatásba is bevonjuk.

Amikor THAN KÁROLY székfoglalóját tartotta, egyetemi reformra volt kilátás. Székfoglalóját is felhasználva — a Tudós Társaság részéről mintegy

üzenetet küldött az oktatási kormányzatnak. Napjainkra az Akadémia — Tudós Társaság — helye és szerepe a társadalomban alapvetően megváltozott, jelentősége összehasonlíthatatlanul nagyobb lett, nemcsak az oktatási kormányzattal, hanem a társadalom és a gazdasági irányítás szerveivel kialakult szoros és közvetlen együttműködés tekintetében is.

A politika ma már minden lényeges kérdésben igényli a tudomány művelőinek aktív közreműködését a döntések megalapozásában, ennek során rendszeresen kikéri az Akadémia véleményét is. Az Akadémiának azonban még ilyen körülmények között is megkülönböztetett felelőssége van az egyetemek, az egyetemi oktatás tekintetében, hisz az egyetemek nemcsak a tudományos kutatás fontos műhelyei, hanem a tudományos kutatók nevelésének a központjai is. Az új tudósgenerációk, a Tudós Társaság leendő tagjai is elsősorban olyanok lesznek, amilyen szellemben az egyetemek elindítják őket. Ezért az Akadémiának folyamatosan kell foglalkoznia az egyetemi oktatással, elő kell segítenie színvonalának emelését, permanens tökéletesítését. Mert az egyetemen ma, a tudományos-technikai forradalom kibontakozása korában, a növekvő társadalmi igények — mennyiségiek és minőségiek — következtében, nem annyira egyetemi reformok, mint a megfelelő stabilitás mellett — az állandó megújulás révén tarthatnak lépést a tudomány fejlődésével.

\*

Fejtegetéseim végére érve — a székfoglalók hagyományai szerint —, köszönetemet fejezem ki mindazoknak a tanítványaimnak és tanárainak, kollégáimnak és barátaimnak, munkatársaimnak — közöttük is elsősorban azoknak, akikkel az utóbbi tizenöt évben az Oktatási Minisztériumban, az ezt megelőző tizennyole évben a veszprémi tudományos intézményekben és a Budapesti Műszaki Egyetemen együttműködni szerencsém volt.

E számomra oly jelentős percekben különös megatottsággal kell fel-  
említenem ERDEY-GRÚZ TIBOR és VARCA JÓZSEF nevét. Mindketten olyan emberek, olyan tudós egyéniségek voltak, akiknek személyében kivételes egységbe ötvöződött a kutatói és az iskolateremtői tehetség. Az ő példájuk, életművük nagy értékű, követendő példa az oktatás és kutatás egysége, továbbá a tudás, az emberi morál tekintetében egyaránt.

Megtiszteltetésnek tartom, hogy az Akadémia azon osztályának rendes tagja lehettek, amelyben ők is tevékenykedtek.

#### IRODALOM

1. THAN K.: Az egyetemi tanítás lényegéről. Akadémiai Értesítő 5, 13—30 (1871).
2. WARTHA V.: Rektori megnyitó beszéd a Kir. József-Műegyetem 1896/97. tanévének megkezdésekor. A Kir. József-Műegyetem 1896/97-ik tanévének megnyitásakor 1896. okt. 11-én tartott beszédek 27—41. old. A Pesti Lloyd-Társulat Könyvnyomdája, Budapest, 1896.
3. THAN K.: Chemia. Emlékkönyv a Királyi Magyar Természettudományi Társulat félszázados jubileumára. Budapest, 1892. 62. o.

4. BENEDEK P.: A Veszprémi Vegyipari Egyetem feladatai és lehetőségei a magyar vegyipar műszaki fejlesztésében. Felsőoktatási Szemle 5, 368. (1956)
5. SZEKÉR GY.: Kemizálás a népgazdaságban. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971.
6. HOUGEN, O. A.: Seven decades of Chemical Engineering, Chemical Engineering Progress 73, No. 1. 89–104. (1977)
7. WARTHA V.: Kémiai technológia I. rész. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 1906.
8. WARTHA V.: Vaskohászat és építőanyagok technológiája. (Wartha Vince előadása után kiadták 1877/78-ban Bernauer Izidor és Tinkel Rezső.) Budapest, 1877/78. tanévben.
9. ARIS, R.: Academic Chemical Engineering in an Historical Perspective, Industrial and Engineering Chemistry Fundamentals 16, No. 1. 1–5. (1977)
10. KORACH M.: A léptékhatás a kémiai technológiában. MTA Kémiai Tudományok Osztályának Közleményei 11, 205. (1959)
11. POLINSZKY K., BLICKLE T.: Műszaki kémiai optimalás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
12. BEREND T. I.: Mai gazdaságpolitikánk — történelmi összefüggésben. Magyar Tudomány 22, 429. (1977)
13. POLINSZKY, K., KORCSOG, A., SZEBÉNYI, I.: Some new aspects of engineering education in Hungary, Scientific World 17, No. 1. 12. (1973)
14. POLINSZKY, K., KORCSOG, A., SZEBÉNYI, I.: New ways of training engineers, Technical University Press-Dokumentation Budapest, 1975.
15. KORCSOG, A., ROHONYI, A. et al.: Experiments of two-level training in Hungarian higher education. Higher Education 6, 1. (1977)
16. POLINSZKY, K., PÁRIS, GY., SZEBÉNYI, I.: The role of university research in Hungary, Scientific World 22, No. 4. 26 (1977).