

Az analitikusképzés lehetőségei és korlátai a többlépcsős felsőoktatásban

POKOL György*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

1111 Budapest, Szt. Gellért tér 4.

1. Bevezetés

Az analitika - mint a kémia szolgálatlánya – nemcsak nélkülözhetetlen velejárója a kémia és a kapcsolódó tudományok művelésének és alkalmazásának, hanem saját fogalomkészlete és módszertana van. Ismert az is, hogy a vegyészek, vegyészmérnökök mintegy 30 %-a világszerte analitikai feladatokat lát el, vagy munkaidejének nagyobb részét ezek töltik ki. Így indokolt időről időre áttekinteni, milyen rendszerben, milyen feltételek között és milyen szakmai tartalommal készítjük fel e feladatokra a fiatalokat a hazai felsőoktatásban, illetve hogyan képezzük tovább a már dolgozó szakembereket.

A jelen közlemény nem *teljes elemzése* a helyzetnek, csupán *kvalitatív analízis*. Több terület és intézmény tapasztalataira igyekszik támaszkodni, kiemelve néhány fontos szempontot, de bizonyára el is hanyagol bizonyos tényezőket.

Az alábbiakban először a körülményeket, a felsőoktatás új rendszerének hatásait tekintjük át. Ezután az analitikai képzés tartalmával (tantervekkel, tárgyakkal) majd az előképzettséggel összefüggő problémákkal foglalkozunk. Végül kitérünk a tárgyi feltételekre is.

Az adatok és a példák természettudományi karokon folyó vegyészképzésből, valamint mérnöki karokon folyó vegyészmérnök- és biomérnök-képzésből származnak – nem tárgyaljuk tehát itt – fontossága ellenére – a gyógyszerészképzés analitikai vonatkozásait.

2. Analitika a többfokozatú (bolognai rendszerű) képzésben

Egész Európában a felsőoktatás szerkezeti átalakításának éveit éljük: uralkodóvá (ha nem is kizárólagossá) vált/válik a bolognai rendszerű képzés. Magyarország esetében a hagyományos rendszerben jellemzően ötéves programot kínáló egyetemek és hároméves főiskolák működtek; a doktori képzésbe egyetemi diplomával lehetett jelentkezni. Erről térünk át az ún. lineáris többfokozatú rendszerre, mely alapképzésből (BSc), mesterképzésből (MSc) és doktori (PhD) képzésből áll.

Fontos megjegyezni, hogy a vegyész, vegyészmérnöki, illetve biomérnöki vonalon hazánkban nem működtek főiskolák, eltekintve néhány határterülettől (könnyűipar, élelmiszeripar).

Az új rendszerben a természettudományi szakokon a BSc képzés 6 féléves, (180 kredit értékű), míg a műszaki

szakokon jellemzően 7 féléves (210 kredit értékű), az MSc képzés mindkét területen 4 féléves (120 kredit). Az egy szemeszternyi különbség a területek közötti mobilitásnak nem akadálya, tehát vegyész BSc fokozattal lehet vegyészmérnöki MSc-re jelentkezni és fordítva. A PhD képzés a korábbiakhoz hasonlóan 6 féléves.

Az alapképzések - intézménytől függően – 2005-ben, illetve 2006-ban indultak. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán (VBK) az idén januárban voltak az első BSc záróvizsgák, a mesterfokozatra így először A 2008/2009. tanév tavaszi félévében iratkoztak be olyan hallgatók, akik már az új rendszerben kezdtek. a természettudományi karokon a BSc szakok 2006-ban indultak, így ott szeptembertől működnek a mesterszakok.

Az analitika a vizsgált szakokon természetesen mindhárom fokozaton megjelenik, egyrészt kötelező, másrészt választható tárgyak formájában. A vizsgált intézmények többségében a tantervek analitikai (illetve analitikai és szerkezetvizsgálati) specializációt vagy szakirányt is tartalmaznak, ezt a hallgatók 10-33 %-a választotta az utóbbi években. Mindenütt jelentős számban készülnek analitikai tárgyú szakdolgozatok (BSc) és diplomamunkák (MSc).

A BSc fokozat teljes kreditértékének a kötelező analitikai tárgyak (elmélet és labor) a különböző intézmények és szakok esetén 3-9 %-át teszik ki. Az analitikai jellegű szakirányokon ez további 4-9 % kötelező tárggyal és a szakdolgozattal egészül ki. A teljes szakon kötelező tárgyak az analitika egészét tárgyalják, míg a szakirány tárgyai általában egy-egy szelettel (metodikával vagy alkalmazási területtel) foglalkoznak, mint pl. Elemanalízis Elválasztástechnika, Kémiai és bioszenzorok, Kísérletek tervezése és értékelése, Kromatográfia, Szerves szerkezetfelderítés, Élelmiszeranalitika (ez utóbbi a biomérnöki szak élelmiszerminősítő szakirányán kötelező).

A vegyész, vegyészmérnöki és biomérnöki mesterszakokon a kötelező analitikai tárgyak részaránya 3-7 %. Ezt az intézménytől és a szaktól függően általános (Analitikai kémia, Anyagszerkezet-vizsgálat, Műszeres analízis), illetve speciális stúdiumok (Levegő és vízi környezet minősítése, Nukleáris analitika, Technológiai analízis) alkotják.

Az összes vizsgált tanterve nagy számban tartalmaz választható tárgyakat, ilyenek többek között:

*Főszerző. Telefon: 1-463-1593; fax: 1-463-3408; email: pokol@mail.bme.hu

Elektroanalitika, Gyógyszeranalitika, Környezeti analitika, Kapcsolt mérés technikák, Nukleáris analitikai módszerek, IR és Raman spektroszkópia, NMR, Szenzorok. E tárgyakat a szak bármelyik hallgatója felveheti, de senki számára nem kötelezőek.

A szakdolgozatok és diplomamunkák témái a tanszékeken folyó kutatásokhoz és a technikai feltételekhez illeszkednek; ez biztosítja, hogy időszerű és korábban meg nem oldott problémákkal foglalkoznak.

A PhD fokozaton a tárgyak választását – gazdag kínálatból – döntően a doktori kutatás témája határozza meg. A doktoránsok munkájának (természetesen nemcsak az analitika esetében) igen fontos része az oktatás, amely megfelelő vezetés esetén nagyban hozzájárul a hallgató szakmai fejlődéséhez. Az is igaz, hogy a vegyész-, vegyész-mérnök- és biomérnök-képzés a doktoránsok oktatómunkája nélkül a jelenlegi formájában (tehát sok kiscsoportos laborgyakorlattal) nem lenne fenntartható.

A vizsgált szakterületen folyó doktori képzés legnagyobb gondja külső: a PhD fokozatnak az akadémiai szférán kívüli elismertségével kapcsolatos. Míg a K+F-igényes ágazatokban (esetünkben elsősorban a gyógyszeriparban) elismerik a fokozatot és többféle képpen is támogatják annak megszerzését, más területeken nem értékelik. Ez utóbbinak sajnos nyilván az az oka, hogy az adott helyen nem folyik számottevő K+F tevékenység.

A gyakorlatban dolgozó szakemberek posztgraduális képzések keretében fejleszthetik analitikai tudásukat. A levelező szakirányú továbbképzések egy-két évesek és oklevelet adnak; ilyen a BME analitikai szakja, melyen belül négy szakirány működik (műszeres analitika, környezeti analitika, kromatográfia, analitikai mérések minőségbiztosítása). Rövid, intenzív speciális kurzusokat gyakran közösen szerveznek felsőoktatási intézmények és műszergyártó cégek – erre a formára várhatóan tovább növekszik az igény.

3. Az analitikai tárgyak tartalma, módszerei. Az előképzettség kérdései

Az analitika egyetemi oktatásának általános tartalmi kérdései egyfelől az igények és a szakma gyors fejlődésével, másfelől a tanulás és tanítás rendszerének változásaival függnek össze. Hangsúlyozni kell, hogy az utóbbi kérdéskör nem korlátozódik a felsőoktatásra, amire később, az analitikához szükséges előképzettséggel kapcsolatban utalni fogunk.

Az egyik alapkérdés: megfelel-e a mai és holnapi tartalomnak az „analitikai kémia” elnevezés? Valóban a kémia egy ágáról van-e szó, vagy inkább analitikai tudományról (analytical science) kell-e beszélnünk? A kérdés az analitika egyetemi tanítása szempontjából is alapvető. Függetlenül attól, hogy a tantárgyainknak mi a neve, az analitika a kémia mellett ma ugyanolyan súllyal támaszkodik a fizikára és holnap valószínűleg a biológiára; erős a kölcsönhatás az anyagtudománnyal is.

A háttér sokrétűsége mellett az is fontos, hogy az analitika – leszámítva a bevezető jellegű általános kémiát – az érintett

tantervek első szintetizáló jellegű tárgya, ami szakmailag és didaktikailag önmagában is nehezzé teszi a tanítását. Azonban nemcsak a tartalom összetettségéről van szó: az analitika tanítása közben gyakran van szükség az alapok megértetésére, nem ritkán azok megtanítására is. Ha ennek okait kívánjuk elemezni, a közoktatásban és az egyetemi-főiskolai felvételekben és a bekövetkezett változásokból kell kiindulnunk.

Az elmúlt 25-30 év során a közoktatásban a természettudományi tárgyak drámai mértékben visszaszorultak: a fizika, a kémia és a biológia óraszámának csökkenése ez idő alatt mintegy 50 %. Külön hátrány, hogy a kémia a 10. osztályban véget ér. Ezután már csak a fakultáció keretében tanulnak kémiát – azok, akik már ekkor tudják, hogy továbbtanulásukhoz szükség lesz rá. Mindez érezteti a hatását mind a természettudományi és műszaki szakok iránti érdeklődésben, mind a felvettek tudásában.

Gyökeres változás következett be a felsőoktatásba belépők arányában is: ma a korábbi 10-15 %-kal szemben a generáció kb. 40 %-a tanul tovább felsőfokon. Ennek az – egyébként öröndetes – ténynek az a következménye, hogy a hallgatók felkészültsége, motiváltsága és képességei sokkal szélesebb tartományban változnak, mint amit évtizedeken át megszoktunk. A korábbiaknál nem kisebb számban vannak kiváló diákjaink, de ők a teljes mezőny kisebb hányadát képviselik. Másfelől sok, egyébként jó képességű és hozzáállású hallgató komoly nehézségekkel küzd a felsőfokú tanulmányok első féléveiben, a lemorzsolódás is nagy. Az intézmények többnyire a középiskolai anyagot pótló/ismétlő felzárkóztató tárgyakkal segíteni a hallgatókat – matematikából, kémiából, fizikából. (E tárgyak általában nem kötelezőek, és nem jár értük kreditpont.)

A jelen írás szerzője nem áll egyedül azzal a véleményével, hogy a felzárkóztató tárgyak önmagukban nem oldják meg a problémát. Nem tartható fenn olyan tanterv, melynek teljesítéséhez a hallgatók több mint felének felzárkóztató kurzusokra van szüksége. Tetszik – nem tetszik, csökkenteni kell a kötelező tananyagot, több időt szánva az alapok megerősítésére és gyakoroltatására, úgy, hogy azt a hallgatók derékhada teljesíteni tudja. A kiválóak számára viszont emelt szintű oktatási formákkal, egyéni szakmai munkával kell megadni a lehetőséget, hogy az első években is a nekik megfelelő ütemben haladhassanak.

Csak jelzésszerűen említünk itt még egy általános – de természetesen az analitika is érintő – kérdéskört. Hogyan kell megosztani a tananyagot a BSc és az MSc fokozat között? Hogyan oldható meg, hogy az alapszakok egyfelől a gyakorlatban használható tudást adjanak, másfelől felkészítsenek a mélyebb tudományos alapokat igénylő mesterfokozatra? A választ erre az intézmények a friss diplomások alkalmazóival együttműködve kereshetik; nyilván itt is differenciálásra van szükség.

Térjünk azonban vissza az analitika tanításának kérdéseire. Amint az előző részben felsorolt tárgyak címei is mutatják, megjelenik mind a metodikai, mind az alkalmazási területek szerinti megközelítés, döntően attól függően, hogy a tanulmányok mely szakaszában veheti fel a hallgató a tárgyat. Van azonban az analitikai munkának

néhány olyan aspektusa, melyek ugyan nem hagyhatók ki a tananyagból, de fontosságuk nem érezhető kellőképpen az „iskolapadban”. Ilyenek többek között az elemzés előkészítő lépései, út a gyakorlati problémától az analitikai kérdés megfogalmazásáig, az elemzés eredményétől a gyakorlati következtetésig, az analitika minőségbiztosítása. Az egyetemen e témakörök elvi alapjait meg lehet és meg kell tanítani, de a teljes megértés és az alkalmazás képessége az „élesben” végzett munka során alakulhat ki – amire üzemi gyakorlat, együttműködés keretében készített TDK-, illetve diplomamunka stb. biztosíthatja a lehetőséget. Az ilyen együttműködések egyaránt előnyösek az egyetem és a leendő alkalmazók számára: a tanítás élő kapcsolatban állhat a gyakorlattal, a diákok és a cégek kölcsönösen megismerhetik egymást.

4. Tárgyi feltételek

Az analitika és a kémiai szerkezetvizsgálat eszközigenyes, drága szakterület. Sajnos az is igaz, hogy a felsőoktatási intézmények költségvetési támogatása nem fedezi az oktatás műszerparkjának korszerűsítését, sőt általában a fenntartását sem. Emiatt jellemzően az analitika alapjainak oktatását is részben a saját bevétellel járó munkákból kell finanszírozni, az eszközfejlesztésre pedig csak a nagy K+F projektek adnak lehetőséget. Külön nehézség, hogy döntően analitikai profilú projekt kevés van, az analitika általában itt is „szolgálólány” – így a források kisebb részével gazdálkodik.

Mindebből az következik, hogy egyetlen karon (a tanszékről nem is beszélve) sem lehet meg minden korszerű

Educating analysts in Hungary: possibilities and limitations

The paper gives a brief outline of preparing chemists, chemical engineers and biochemical engineers for analytical tasks in Hungarian higher education. The analytical aspects of the education of pharmacists is not covered.

According to the processes in Europe, a BSc-MSc-PhD higher education structure has been introduced in Hungary. In the field of natural sciences, BSc programs consist of 180 ECTS credits and last (in principle) 6 semesters, while in the technical (engineering) fields the corresponding values are 7 semesters and 210 credits. However, this mismatch is not an obstacle to the mobility between the science and engineering fields. MSc programs in both fields consist of 120 credits (4 semesters). The new (Bologna type) system started to operate in 2005 or 2006 in the different institutions, so MSc programs are in their first semesters.

The subjects of analysis are included in all the three stages of education. A part of the subjects are mandatory, these usually give a general discussion of analytical chemistry (or analytical science); besides a wide choice of elective subjects are offered about different methods or application fields of analysis. At the BSc and the MSc level, most institutions offer analytical branches (specialization) in the higher semesters. These branches are chosen by 10-33 % of

eszköz. Általában is, de az analitika esetében fokozottan együttműködésre vagyunk ítélve mind a társintézményekkel, mind pedig a gyakorlat szereplőivel. Ezt szerencsére minden érdekelt felismerte, az egyetemek ipari együttműködései, az ipartól kapott szakmai és anyagi támogatások folyamatosan fejlődnek. Ugyanez mondható el a felsőoktatási intézmények és az MTA kutatóhelyei közötti kapcsolatáról, amely a képzés minden szintjére és formájára kiterjed.

5. Összefoglalás

A vegyész-, a vegyészmérnök- és a biomérnök-képzés keretében folyó analitikusképzés formáit, lehetőségeit és problémáit tekintettük át. A gondok és teendők jelentős része a magyar felsőoktatás átalakulásával függ össze: a többfokozatú képzés (BSc – MSc – PhD) bevezetésével, a közoktatásnak a természettudományok szempontjából hátrányos változásaival, a felsőoktatásba belépők számának növekedésével. Az analitika tanításának speciális problémáit a tárgy széles tudományos háttere és szintetizáló jellege, valamint eszközigenyessége okozza. A megoldás felé az ipari és akadémiai együttműködések továbbfejlesztése, valamint az oktatás differenciálása vezet.

Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm Horvai György (BME), Kiss Tamás (SZE), Kristóf János (PE), Salgó András (BME) és Záray Gyula (ELTE) professzoroknak az értékes adatokat és konzultációkat.

students. In all the institutions, a number of BSc and MSc thesis works, as well as PhD dissertations are completed each year.

A central problem of teaching analytical chemistry is related to the changes in Hungarian public (high school) education, and the increase in the number of people entering higher education. The ratio of science subjects (physics, chemistry and biology) has dramatically decreased for the last two decades, which resulted in decreasing interest in related university programs and in a lower average knowledge of university freshmen. At the same time – owing to the increase in the ratio of people admitted to universities – the distribution in motivation, capabilities and knowledge among students is much wider than earlier. These problems can be treated by a differentiated approach to the education of analytical chemistry: some of the people need extra time to repeat and practice fundamentals, the material and requirements have to be adjusted to the mainstream, and the highly motivated and capable students should be offered advanced level courses.

Cooperation of universities with industrial companies and the research units of the Hungarian Academy of Science is essential: the joint work in teaching and supervising thesis works provides a continuous contact with industrial and research practice, and, at the same time, offers a possibility to learn fields and techniques not available at the universities themselves.