

# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ANYAGTUDOMÁNYI GYAKORLAT-MODULOK A GÉPÉSZ- ÉS MECHATRONIKAI MÉRNÖK KÉPZÉSBEN

BAGYINSZKI Gyula, BITAY Enikő

### Abstract

The material science is very important part of the higher education of the engineering sciences. The practical and laboratory lessons gives better understanding of the structural materials explained in the lectures. This publication shows its function and structural contents.

### Key words:

materials science, engineering training, laboratory practice, classroom practice, methodology

### Összefoglalás

A műszaki felsőoktatás fontos részterülete az anyagtudomány oktatása. Az előadásokon bemutatott szerkezeti anyagok jobb megismerését szolgálják a tantermi és a laboratóriumi gyakorlati foglalkozások. Jelen cikk ezek szerepéről és tartalmi szerkezetéről ad áttekintést.

### Kulcsszavak:

anyagtudomány, mérnökképzés, laboratóriumi gyakorlat, tantermi gyakorlat, módszertan

### 1. Bevezetés

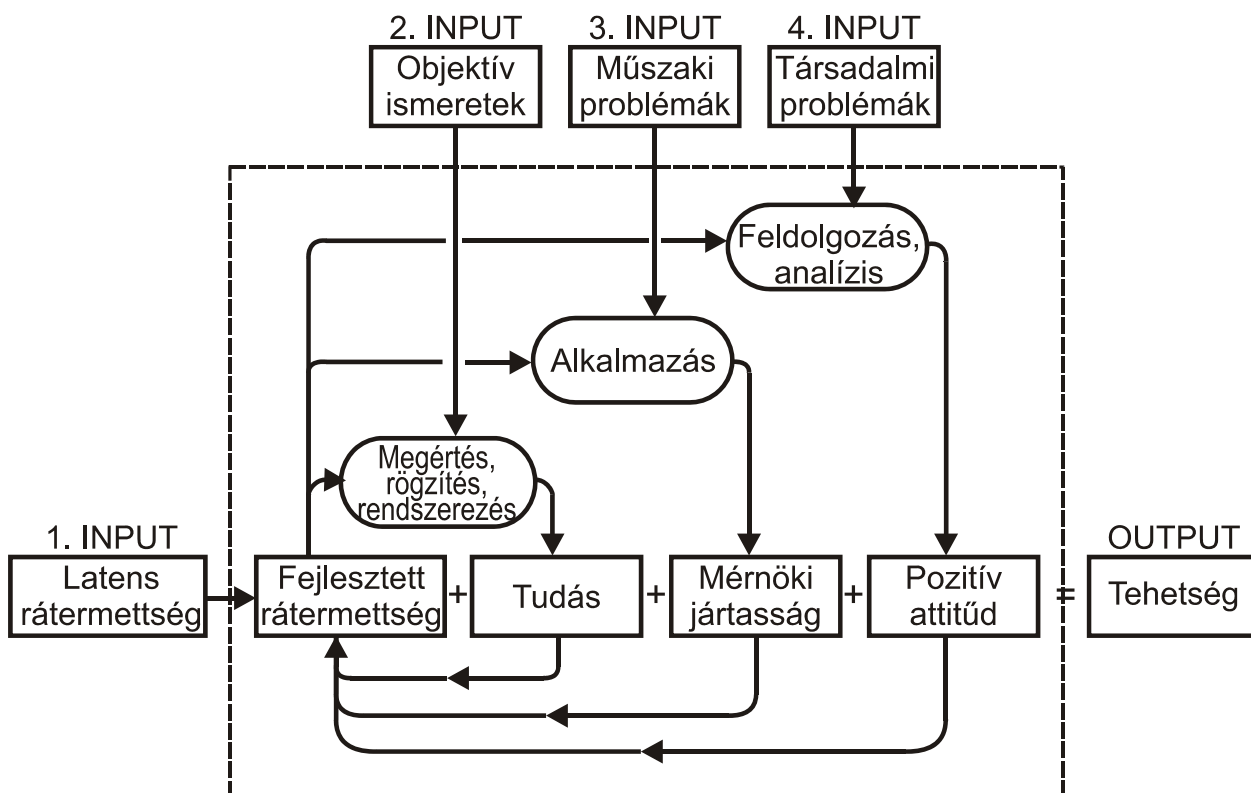
A mérnökképzés célja a hallgatók felkészítése a technika alkalmazása és fejlesztése terén végzendő munkára, olyan elméleti és gyakorlati ismeretekkel látva el őket, hogy tanulmányaik befejezése után képesek legyenek műszaki szakterületük fejlődési irányainak előrejelzésére, új problémák megoldására saját szakterületükön és más, a rokon tudományágak, illetve az alaptudományok határterületein.

Megnövekedik a posztgraduális képzés szerepe is azáltal, hogy a graduális képzésben általános, univerzális ismereteket kell oktatni, és így a speciális, szakosított oktatás a szakmérnökképzésre és más továbbképzési formákra hárul.

A mérnökképzés egy lehetséges algoritmusát (1. ábra) tekintve, három cirkulációs kört különböztethetünk meg:

- Az 1. cirkulációs körben folyik az objektív ismeretek (tananyag) megértése, rögzítése és rendszerezése. Ennek eredményeképpen a szubjektív ismeretek (tudás) mennyisége növekszik, a latens rátermettség fejlődik, kibontakozik.

- A 2. cirkulációs körben műszaki problémák megoldása történik, ami növeli az első körben lejátszódó folyamat hatékonyságát. Itt fejlődnek ki a mérnöki készségek, tovább csiszolódnak a hallgatók adottságai és műszaki érzéke.
- A 3. cirkulációs körben – társadalmi problémák feldolgozása révén – tovább javul az első két körben lejátszódó folyamat hatékonysága, kifejlődik a mérnöki (értelmiségi) hivatáshoz szükséges pozitív hozzáállás (attitűd).



1. ábra. A mérnökképzés algoritmusa

Jól szervezett képzés esetén a cirkuláció mindhárom körben egyszerre indul meg, és mindháromban a képzés végéig tart. A kibontakoztatott rátermettség, a szilárd tudás, a mérnöki készségek és a pozitív társadalmi hozzáállás eredményeként kialakul a képzés végeredménye: a mérnöki tehetség.

Ha a mérnökképzés elején csak az első körben van cirkuláció – amikor a beáramló ismeretek túlnyomórészt általánosak, elméletiek, elvontak –, akkor annak negatív következményei lehetnek:

- a szakmai motiváció kezdeti hiánya;
- az elmélet és az alkalmazás közötti széles szakadék;
- az egyébként is nagyon időigényes készségfejlesztésnek bepótolhatatlanul későn való kezdése.

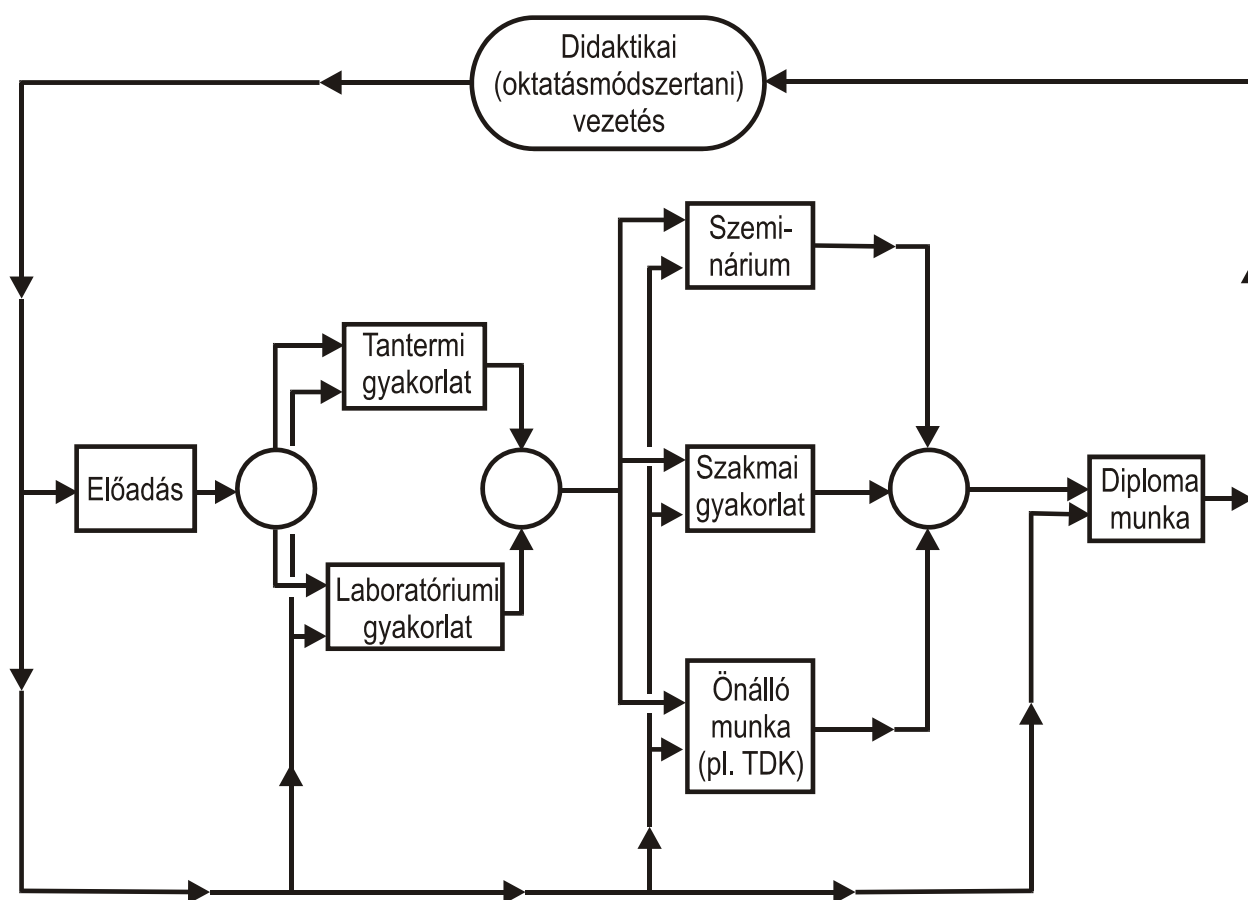
Hogy a képzés elején mindhárom körben meginduljon a cirkuláció, többek között a gyakorlati-műszaki problémákat is az első évtől kezdve kell behívni a képzési folyamatba. Mint ahogy az objektív ismeretek halmazának is csak egy töredékét lehet a hallgatóknak megtanítani, ugyanúgy a műszaki problémákból is

csak a legjellegzetesebbeket kell (és szabad) a képzési folyamatba bevinni. E feladat megoldásának hatékony eszközei a gyakorlati foglalkozások.

## 2. A gyakorlatok helye és jelentősége a felsőoktatásban

A gyakorlat – a legáltalánosabb értelemben – egy-egy foglalkozással, szakmai tevékenységgel összefüggő legkülönbözőbb cselekvések, munkálatok elsajátítását foglalja magában. Ebben az értelemben a felsőoktatás gyakorlata nemcsak a tényleges gyakorlati órákat, hanem a képzés legkülönbözőbb formáit is jelenti, vagyis a gyakorlással szerzett mindenféle hozzáértést, jártasságot; a szakma, a kutatási ismeretanyag alkalmazását, termelésben történő felhasználását.

A gyakorlati foglalkozások helyét az egyetemi foglalkozások rendszerében a **2. ábra** szemlélteti.



2. ábra. Felsőoktatási foglalkozások rendszere

A gyakorlat(ok) jelentőségét az adja meg, hogy általában kiscsoportokban, az előadásokhoz képest „életsezerűbb” környezetben zajlik, és lehetőséget nyújt az adott tárggyal kapcsolatos hétköznapi, közismert, gyakorlati példákon keresztül történő fogalomtisztázásra, az aktualitások, legújabb eredmények, alkalmazások, érdekességek, kuriózumok megismerésére a tantervben szereplő feladatokon, készségfejlesztő tevékenységeken kívül.

### **3. A gyakorlatok feladata és funkciói**

I. Az előadott, önállóan elsajátított elmélethez kapcsolódva:

- egyes elméleti tételek alátámasztása, igazolása, esetleg előkészítése (az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazása);
- információszerzés arról, hogy a hallgatók mennyire értették meg az elméleti tananyagot;
- az elméleti ismeretanyag kiegészítése, elmélyítése;
- a mindenkor aktualizálható tananyagminimum alkalmazása, ismételése.

II. Készségek fejlesztése:

- manuális készségek, ügyesség kialakítása, begyakorlása;
- megfigyelési, gondolkodási, kritikai készség kialakítása;
- speciális szakkészségek kifejtése;
- kifejező, előadási, anyagátadási készségek kibontakoztatása.

III. Nevelési feladatok megvalósítása:

- a személyiség kibontakozásának elősegítése;
- tanulás-, tudás-, és alkotásvágy felkeltése, ébrentartása;
- önálló és csoportmunkára való nevelés (munkamorál és felelősségtudat kialakítása);
- oktató és hallgató kölcsönös segítése jelentőségének megértetése.

IV. Műszerek, eszközök rendeltetésszerű használatának megismertetése:

- műszerek és más berendezések szerkezetének, működtetésének bemutatása, illetve begyakoroltatása;
- kézikönyvek, szakirodalom, szakterületi táblázatok használatának megtanítása.

V. Felkészítés az életre:

- ismeretek önálló alkalmazásának gyakoroltatása;
- praxisból vett feladatok megoldása;
- munkahelyi (üzemi) gyakorlatok.

VI. Felkészítés a kutatómunkára:

- önálló alkotómunka (bekapcsolódás a tanszéki kutatásokba, tudományos diákköri tevékenység, diplomamunka);
- komplex (szaktárgyi) feladatok megoldása.

Természetesen nincs olyan gyakorlat, amelynél a felsorolt feladatok és funkciók mindegyikével számolni kellene, vannak viszont olyan általános funkciók, amelyek minden gyakorlatra érvényesek:

- dinamikus szellemi aktivitás;
- alkotó gondolkodás;
- jelenségek közötti összefüggések, viszonyok keresése, megértése, kifejezése;
- a jelenségek részfolyamatainak lépésről lépésre logikus és tudatos követése;
- a szabályok, törvényszerűségek önálló megfogalmazása.

Egyes demonstrációs gyakorlatok beépülhetnek az előadássorozatba, annak szerves részét alkotják, színesebbé téve az előadást, illetve felhívva a figyelmet egy-egy fontos részre.

#### **4. Gyakorlati foglalkozások fajtái**

A műszaki felsőoktatás gyakorlatainak csoportosítása történhet jellegük és helyszíneik alapján.

Jellegük szerint lehetnek:

- előadáshoz kapcsolódó félévközi gyakorlatok (tantermi, rajztermi, laboratóriumi és műhelygyakorlatok);
- szemináriumok (pl. a társadalomtudományi tárgyak esetében);
- termelési gyakorlatok (üzemben, az alapképzés keretében);
- szaktárgyi gyakorlatok (üzemben, a szakképzés keretében);
- önálló tárgyként szereplő komplex gyakorlatok;
- diplomatervezési gyakorlatok;
- konzultációk;
- üzemlátogatások, tanulmányi kirándulások;
- tudományos diákköri tevékenység;
- tanszéki kutatómunkák.

Helyszíneik alapján lehetnek:

- tantermi gyakorlatok: szeminárium (tananyag-feldolgozás), példamegoldás, konzultációk, előkészítő megbeszélések, szakdolgozat, diplomaterv készítés, irodalomkutatás, referálás;
- rajztermi gyakorlatok: szerkesztési és tervezési feladatok, mérési adatok grafikus feldolgozása;
- laboratóriumi gyakorlatok: manuális készségfejlesztés, mérések, bevizsgálások, kísérletelőkészítések és kísérletek, mérésösszeállítások, kutató-fejlesztő munkák, bemutatók, különféle (speciális) számítógépes feladatok, diplomamunka;
- műhelygyakorlatok: manuális készségfejlesztés, technológiák megismerése, berendezések bemutatása, illetve üzemeltetése, üzemviteli mérések elvégzése, technológiai irányítás, diplomamunka;
- üzemi gyakorlatok: manuális készségfejlesztés, termelőmunka végzése, technológiák megismerése, berendezések üzemeltetése, üzemviteli mérések végzése, üzemvezetési ismeretek szerzése, fejlesztő- és kutatómunka végzése, diplomaterv-feladatok kidolgozása, végrehajtása;
- terepgyakorlatok: felmérések végzése, objektumok tanulmányozása, esettanulmányok készítése.

A tantárgyi célkitűzések szükségessé tehetik, hogy az ismeretanyag alapos elsajátításához többféle gyakorlatfajtát is alkalmazzanak, de ezek csak kellő összhangban biztosítják a kívánt hatást. A továbbiakban az anyagtudomány szempontjából legfontosabb gyakorlatfajtákkal – a tantermi és a laboratóriumi (műhely) gyakorlatokkal – foglalkozunk.

## 5. Tantermi és laboratóriumi gyakorlatok

A tantermi és a laboratóriumi foglalkozásoknak kell biztosítaniuk az elmélet és a gyakorlat kapcsolatát. Éppen ezért gyakran kezdődnek a legfontosabb tudományos elméleti általánosítások felidézésével, mivel ezek szolgálnak a hallgatók munkájának kiindulópontjául. Természetesen a legjobb az, ha a hallgatók maguk idézik fel ezeket, mivel ennek tudatában jobban felkészülnek a gyakorlatra.

### *Tantermi gyakorlatok:*

Az ilyen gyakorlatok tematikája rendszerint az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazását jelentő különböző példák és feladatok megoldása, illetve az ezekhez kapcsolódó ismeretanyag rendszerezése és lehetőségek szerinti szemléltetése.

Az ilyen jellegű foglalkozásokra való felkészülés megköveteli, hogy a foglalkozás vezetője gondosan válassza ki az egyes feladatok számát és tartalmát azok megoldásával együtt úgy, hogy a hallgatók idejéből „kiteljék” a feladatok megoldása, a foglalkozásvezető pedig minden pillanatban korrigálni tudja a módszertani, a számolási hibákat és a pontatlanságokat is. A jövőendő mérnököket kezdettől fogva pontosságra és számítási eredményeikkel kapcsolatos felelősségük tudatára kell szoktatni, az elemi számolási hibákkal kapcsolatban pedig azonnal meg kell magyarázni az ilyen hibáknak a gyakorlatban mutatkozó gazdasági és műszaki következményeit.

A példák és feladatok kiválasztásakor fokozatosan haladjunk az egyszerűbb és könnyebb feladatokról a nehezebbek felé arra is ügyelve, hogy lehetőleg közel álljanak a tényleges gyakorlati problémákhoz, megoldásuk ne csak egyik vagy másik képlet formális alkalmazása legyen a hallgató számára, hanem reális, gyakorlati tartalom, valósághoz igazodó nagyságrendek jellemezzék.

Az adott foglalkozásra tervezett feladatok gondos kiválogatása és megoldása még nem meríti ki a foglalkozásra való felkészülést. Ugyanilyen alaposan át kell gondolni és ki kell dolgozni a foglalkozás levezetésének módszerét is. A helyesen levezetett tantermi gyakorlat ugyanolyan elemekből épül fel, mint a jó előadás:

- a témába való bevezetésből;
- a téma kifejtéséből
- és rövid szintetizáló összefoglalásból.

A tanulókori vagy fél tanulókori keretek között lefolytatott tantermi gyakorlat az egyik tipikus gyakorlati forma. Ez a létszám lehetővé teszi, hogy a hallgatók maguk is gyakran szerepeljenek, az oktató pedig közelebb kerülve a hallgatókhoz, bizonyos fókig egyénileg is figyelemmel kísérhesse fejlődésüket.

### *Laboratóriumi (műhely-) gyakorlatok:*

A laboratóriumi oktatás célkitűzései közül kiemelhető:

- a felszereléssel való megismerkedés;
- a gyakorlati készségek és a pontos megfigyelés képességének kialakítása;
- a tudományos módszer beidegződése;

- az eredmények értékelésében és értelmezésében való jártasság kialakítása;
- megfigyelések feljegyzésének, illetve az eredmények bemutatásának képessége.

A gyakorlati-kísérletező foglalkozási forma közvetlen, aktív cselekvésre készíti a hallgatókat, s ezzel optimális feltételeket teremt maximális aktivizálásukhoz. Az aktivitás foka – az adott laboratóriumi foglalkozás jellegétől függően – különböző lehet. Függ a különböző tudományágak sajátosságaitól, valamint azoktól a céloktól is, amelyeket az egyes laboratóriumi gyakorlatoknak meg kell valósítaniuk. Ezeket a célokat nemcsak az adott tudományág sajátosságai differenciálják, hanem a hallgatók előrehaladása is tanulmányaikban, valamint az önálló kísérletezésre való felkészültségük.

A laboratóriumi gyakorlatoknak szinte elmaradhatatlan tartozékai a kulturáltan vezetett, jól tagolt, áttekinthető jegyzőkönyvek, amelyek maradéktalanul rögzítik:

- a gyakorlati óra lényegét, menetét;
- az alkalmazott berendezések, eszközök vázlatos szerkezeti rajzát és fontosabb adatait;
- a megoldások módját;
- a számításokat, a grafikonokat;
- továbbá az elért, „felfedezett” eredményt.

A képzés folyamán, a laboratóriumi gyakorlatok keretében a hallgatóknak egyre nehezebb műveleteket kell elsajátítaniuk, és ezek adják meg az alapokat az önálló munkák, elsősorban a diplomamunka elvégzéséhez. Ezenkívül nagyszerű alkalmat adnak a tudományos kutatás módszereinek megismerésére is.

A képzés kezdetén bizonyos manuális készségek kifejlesztése, alapvető laboratóriumi eszközök megismerése és használatuk begyakorlása; a későbbiekben mérő, analízáló, kísérleti (kutató-) munkák végzése folyik a gyakorlatok keretében.

Ha a laboratóriumi gyakorlatok az előadással párhuzamosan folynak, az egyes foglalkozások tematikáját össze kell hangolni az előadások tartalmával úgy, hogy ne legyen szükség minden foglalkozás előtt érdemi bevezetésre, s a bevezetést a módszertani útmutatásokra lehessen korlátozni. Ha a gyakorlatokra az előadássorozat befejezése után kerül sor, lehetőség nyílik a tematika komplex megragadására és a hallgatók nagyobb fokú önállóságának megkövetelésére.

## 6. Anyagtudományi gyakorlatmodulok és előkészítésük

A **3. ábra** a műszaki – gépész és mechatronikai szakirány – mérnökképzés anyagtudományi gyakorlatmoduljaira tesz javaslatot, figyelembe véve a magyar műszaki felsőoktatás hagyományait is. Egy-egy modul kéthetenkénti 2 órás gyakorlatot feltételez, lehetővé téve (kellő órakeret esetén) egy másik modul párhuzamos teljesítését is.

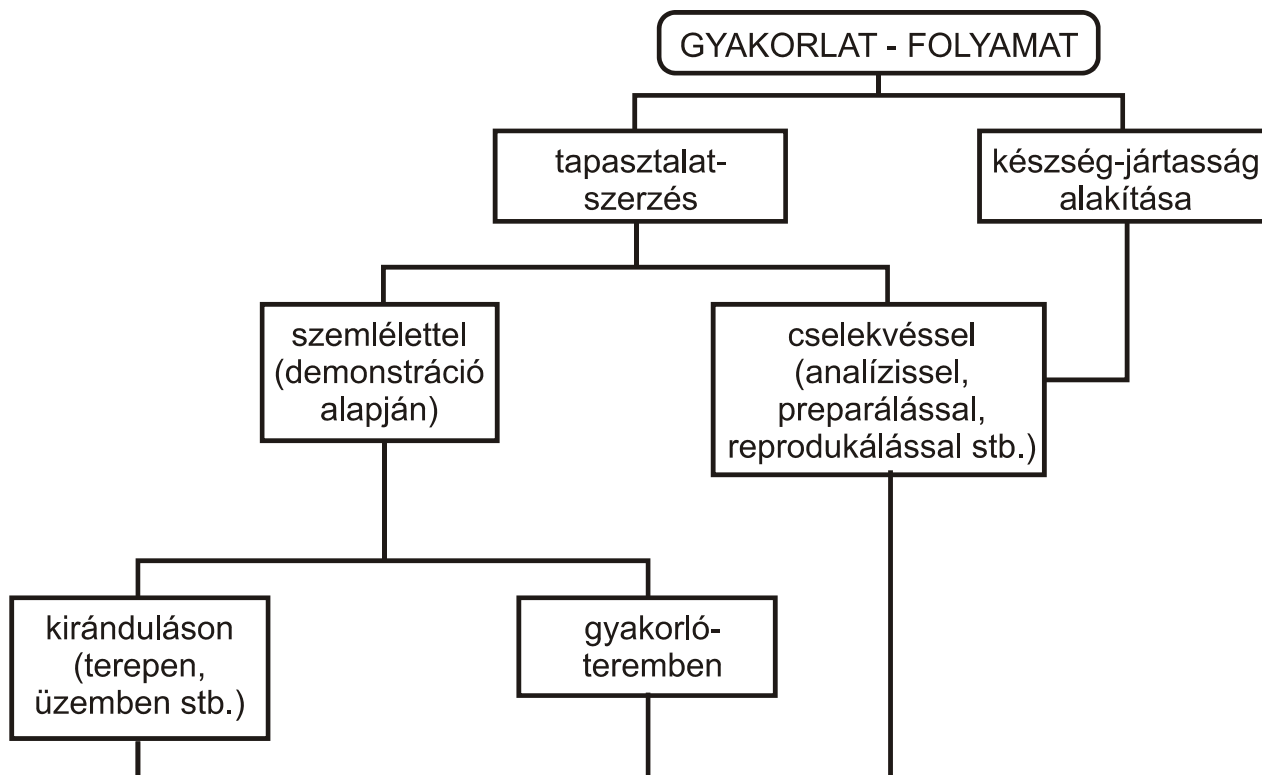
| <b>ANYAGSZERKEZET-TANI<br/>VIZSGÁLATOK MODUL</b>                    | <b>TULAJDONSÁGMINŐSÍTŐ<br/>VIZSGÁLATOK MODUL</b>                    |
|---|---|
| Bevezetés, gyakorlati program;<br>laborrend, baleset- és tűzvédelem | Bevezetés, gyakorlati program;<br>laborrend, baleset- és tűzvédelem |
| Vizuális és roncsolásmentes<br>anyagvizsgálatok                     | Szakítóvizsgálat<br>és kiértékelése                                 |
| Fénymikroszkópi vizsgálatok,<br>szemcsenagyság meghatározása        | Keménységmérések<br>és alkalmazásai                                 |
| Elektronmikroszkópi vizsgálatok,<br>diffrakciós számítások          | Törésmechanikai vizsgálatok<br>és ellenőrző számítások              |
| Krisztallográfiai modellek<br>és szám adatok                        | Kúszás és kifáradás<br>elemzése számítással                         |
| Digitális anyagszerkezeti képkalkítás,<br>képelemzés                | Anyagazonosító próbák<br>és szempontok                              |
| <b>FÉMTANI<br/>VIZSGÁLATOK MODUL</b>                                | <b>MEGMUNKÁLHATÓSÁGI<br/>VIZSGÁLATOK MODUL</b>                      |
| Bevezetés, gyakorlati program;<br>laborrend, baleset- és tűzvédelem | Bevezetés, gyakorlati program;<br>laborrend, baleset- és tűzvédelem |
| Lehűlési görbék felvétele,<br>állapotábra-szerkesztés               | Folyásgörbe felvétele<br>hidegalakítással                           |
| Fe-Fe <sub>3</sub> C állapotábra<br>elemzése                        | Kilágulás vizsgálata<br>melegalakítással                            |
| Acélok és öntöttvasak<br>metallográfiája                            | Lemezalakíthatósági<br>próbák                                       |
| Újrakristályosodás<br>vizsgálata                                    | Hegeszthetőségi vizsgálatok<br>és számítások                        |
| Kiválásos keményedés<br>vizsgálata                                  | Véglapedző vizsgálat<br>és alkalmazásai                             |

**3. ábra.** Anyagtudományi gyakorlatmodulok

Míg az első két modul a anyagtudomány-előadásokat támogató klasszikus gyakorlatsorozat, addig a második két modul már előkészíti az anyagtudományhoz viszonylag szorosan kötődő anyagtechnológiák jobb megismerését is.



A gyakorlat nagyon komplex folyamat, amelynek elágazó részletei közötti belső összefüggéseket a 4. ábrán látható vázlat mutatja.



4.ábra. A gyakorlat-folyamat összefüggései

A gyakorlatok mint a tapasztalatszerzés legfőbb forrásai általában társas foglalkozások. Éppen ezért a megfelelő munkalétkört a legmesszebbmenően biztosítani kell. Ennek elsősorban a munkahelyek legkedvezőbb kialakítása, azután a megfelelő felszerelés biztosítása, a hallgatók jó csoportba osztása és a kultúrált hangneme a legfőbb feltétele.

A kiscsoportos oktatási formához az optimális hallgatólétszám: 8–12 fő, esetenként párosítva. E létszámból következik a helyiség kérdése. A hallgatókhoz csatlakozik egy gyakorlatvezető és egy laboráns, így a gyakorlóterem minimálisan 15–20 m<sup>2</sup> alapterületű, illetve 3 m belmagasságú legyen. Biztosítani kell a szellőztetést és a működőképes tűzoltókészülékek felszerelését is. A gyakorlóhelyiség tökéletes megvilágításához az esetek legnagyobb részében árnyéktól mentesítő szórt fényre van szükség.

Speciális megoldás a gyakorlóhelyiségben az ún. „forgószínpad” elrendezés, amikor is minden munkahelyen másféle gyakorlati feladatot végeznek ugyanabban az időben. Olyankor indokolt ez a módszer, amikor a felszerelés mennyisége nem elegendő. Az elrendezés már készen kell hogy várja a hallgatót, és mindaddig fennmarad, amíg a csoport minden tagja vagy párosa el nem végezte az összes munkahely feladatait. A forgószínpados gyakorlatra jobban fel kell készülnie a hallgatónak megfelelő útmutató alapján, mint az azonos feladatú (szimultán) gyakorlat esetében. A megfelelő sorszámú munkahelyen ott találja a szükséges eszközöket és az elvégzendő feladat vázlatát, amelyre már bővebben felkészült az útmutatóból.

A laboráns a gyakorlatvezető „jobbkeze”, akit esetenként irányítani kell, mert a gyakorlatok tematikája nem végleges, időszakonként fejlesztést igényel. A gyakorlatvezető tehát megbeszéli a laboránssal, hogyan kívánja levezetni a soron következő gyakorlatot, mire kell ügyelni. A gyakorlatvezető megvizsgálja a laboráns által elkészített kellékeket, a begyűjtött anyagot. Felülvizsgálja a gyakorlati helyiség rendjét és tisztaságát is, amit a laboráns a takarító személyzet segítségével biztosított.

Az már nem tartozik szorosan az előkészítéshez, mégis nagyon fontos, hogy a gyakorlatvezető maga is kipróbálja, mennyi idő alatt sikerül hibátlanul elvégeznie a hallgatók számára előírt manuális feladatokat.

Jó a gyakorlat, ha minden részletre felkészült a vezető. Ezt egy munkavázlat segíti elő legjobban. Ezen gyakorlati munkavázlat kidolgozása elképzelhető úgy is, hogy egy-egy gyakorlatnak kijelölt oktatófelelőse van, aki az adott téma legjobb tanszéki művelője. Ő készíti el ezt a vázlatot, és a többiek rendelkezésére bocsátja, illetve felel a gyakorlat előkészítésének összes fázisáért, és az esetleges változásokról értesíti a kollégákat.

Egy ilyen munkavázlat felépítése a következő lehet:

#### GYAKORLAT MEGNEVEZÉSE

A gyakorlat célja.

A gyakorlat felépítése.

1. A téma helye a tantárgy, illetve a tudományág rendszerében.
2. (A kísérletekhez szükséges berendezések bekapcsolására figyelmeztetés, ha megfelelő állapotba hozásuk hosszabb időt igényel, pl. kemencék, próbatestek felhevítéséhez.) A berendezés rövid bemutatása.
3. Tárgyi ismeretek közlése I.
  - a vizsgálat, kísérlet előzményei,
  - számpéldák elméleti, matematikai alapjai,
  - a begyakorlandó tevékenység elvi alapjai,
  - bemutatandó objektumok, folyamatok elméleti háttere (felsorolva az ismertetendő anyag címszavai).

4. Kísérletek elvégzése.

Mintapéldák bemutatása.

Begyakorlandó tevékenység és eszközei bemutatása.

Szemléltetőeszközök bemutatása (modell, tábló stb.).

5. Tárgyi ismeretek közlése II.

- a vizsgálat, kísérlet következményei,
- számpéldák gyakorlati háttere, alkalmazása,
- a begyakorlandó tevékenység, gyakorlat üzemi alkalmazása,
- bemutatandó objektumok, folyamatok alkalmazási területe (felsorolva az ismertetendő anyag címszavait).

6. Anyagvizsgálatok elvégzése (előkészítés pl. maratás, végrehajtás, regisztrátumok felvétele).

Számpéldák megoldása.

Tevékenység begyakorlása.

Bemutató.

7. Kiértékelés (jegyzőkönyvek, eredmények összehasonlítása, gyártott darabok vagy gyakorlati fogások értékelése, a látottak összefoglalása);

Kísérletek adatai: próbatestek mérete, anyaga, előállapota, nem mérendő tulajdonságparaméterek, gépek, eszközök adatai stb.

Számpéldák és helyes megoldásuk.

Begyakorlandó tevékenység paraméterei, eszközszükséglete.

Bemutatandó objektumok és folyamatok kiegészítő információi.

## 7. Összefoglalás, következtetések

A tantermi és a laboratóriumi gyakorlatokra vonatkozóan megfogalmazott tartalmi és formai szempontok egyfajta didaktikai, módszertani útmutatót ad(hat)nak a gépészeti, illetve a mechatronikai szakirányú felsőfokú képzésben részt vállaló oktatóknak. Segíthetik a gyakorlatok tervezését, előkészítését, valamint lebonyolításuk hatékonyabbá tételét.

## Irodalom

- [1] Bagyinszki Gyula: *A szaktanár oktató-nevelő munkájának fejlesztése előkészítő és tervező-szervező tevékenységgel*. (Mérnök-tanári szakdolgozat) BME Tanárképző és Pszichológiai Intézet, 1989.
- [2] Bagyinszki Gyula: *Tudományos kutatás „sikeressége” gépiparunkban*. (TMB Társadalom- és Gazdaságelméleti írásbeli beszámoló) BME Szociológia Tanszék, 1990.
- [3] Karsai István (szerk.): *Anyagszerkezet-tan és Fémek technológiája gyakorlati jegyzet*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
- [4] Czinege Imre, Kisfaludy Antal, Kovács Ágoston, Vojnich Pál, Verő Balázs: *Anyagvizsgálat*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [5] Réti Pál: *Korszerű fémipari anyagvizsgálat*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [6] Papp József: *Gépipari anyagvizsgálat és mérés-technika*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
- [7] Bagyinszki Gyula, Galla Jánosné, Harmath József, Jurcsó Péter, Kerekes Sándor, Tóth László: *Mérési gyakorlatok*. KIT Képzőművészeti Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 1999.
- [8] Nádasdy Ferenc: *Alapmérések – Anyagvizsgálatok*. Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001.

- [9] Bagyinszki Gyula, Tar Albert: *Anyagok szubmikroszkopikus és makroszkopikus krisztallográfiája*. *Anyagok Világa (Materials World) – Független Elektronikus Szakmai Folyóirat* (ISSN:1586-0140) VII. évfolyam 2. szám, 2007. október, Vol. 2. No. 1
- [10] Pinke Péter, Kovács-Coskun Tünde: *Mérnöki anyagtudomány. Példatár I.* Óbudai Egyetem – Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, 2010.

**dr. Bagyinszki Gyula**, egyetemi docens

Óbudai Egyetem  
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
E-mail: bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

**dr. Bitay Enikő**, egyetemi docens

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem  
Műszaki és Humántudományok Kar  
Marosvásárhely  
E-mail: ebitay@gmail.com