

Vigné Lencsés Ágnes

főiskolai tanár,
PTE Pollack Mihály Főiskolai Kar,
Matematika Tanszék

A műszaki főiskolai matematika- oktatás eredményességének növelése

„Az embert nem lehet valamire megtanítani, hanem csak hozzásegíteni ahhoz, hogy a tudást maga szerezzze meg.”

(Galilei)

A mikor egy oktatási folyamat eredményességét vizsgáljuk és az ismeretszerzési folyamat hatékonyságát kívánjuk növelni, a tudományok igazolt eredményeit, nevezetesen a pedagógiai, a felsőoktatási didaktikai, a pszichológiai és a matematika-módszertani kutatások eredményeit használjuk.

Alapként vegyük figyelembe a műszaki felsőoktatás képzési célját és induljunk ki a matematika tárgy ebben betöltött szerepéből. A műszaki főiskolai képzés célja: a matematikai és mérnöki ismeretek önálló elsajátítására és alkotó alkalmazására felkészíteni a hallgatót.

A matematika szerepe a műszaki főiskolai képzésben

A matematika a műszaki felsőoktatás célját tekintve alapozó tárgy:

– a matematika nyújtja – fogalmaival, tételeivel, eljárásaival, jelölésrendszerével – azokat az ismereteket, amelyekkel a mérnöki berendezések működését meghatározó törvények leírhatók; a természet könyve a matematika nyelvén íródott;

– a matematika tevékenység, intellektuális tevékenység, gondolkodásmód: tanulása során sajátíthatók el azok a gondolkodási képességek, amelyek alkalmassá tesznek valakit a műszaki értelmiségivé válásra. Feladata tehát tömören, a logikus gondolkodás fejlesztése: ok-okozati kapcsolat, szükséges feltétel, elegendő feltétel, szükséges és elégséges feltétel, bizonyítások szükségessége, módszerei; az állandó kérdésfeltevással, a miértekkel és indoklásokkal alakul ki a kételkedés ösztöne, ami minden műszaki tevékenység alapja.

A matematika a képzés rendszerében

A képzés rendszerében vizsgálva a matematika szerepét, három lépcsőfok különíthető el.

Első lépcsőfok a főiskolai matematika-oktatás alapozása. Diagnosztizálni kell a hallgatókat, fel kell mérni, mit hoztak matematikából a középiskolai tanulás nyomán (tudásanyag, képességek), majd a feltártak rendbetételével a főiskolai matematika anyag oktatásának alapozása történhet meg.

Második lépcsőfok a rendezett, kiegészített ismeretekre építve, a szaktárgyakra és a matematika tudományának belső logikájára, rendszerére tekintettel a főiskolai matematikai alapismeretek elsajátíttatása a tanár által vezérelt tanítási-tanulási folyamat során. Eközben történik a logikus gondolkodás és az önálló ismeretszerzéshez szükséges képességek tudatos fejlesztése.

A harmadik lépcsőfokon valósul meg a matematikai alapismeretek során elsajátított tudásanyag és képességek alkalmazása a matematika későbbi speciális fejezeteiben, a műszaki alapozó tárgyakban, majd a mérnöki szaktárgyakban először segítségével, később

önállóan. Itt viszi át a mérnöki megvalósítás területére a hallgató a matematika tanulása során elsajátított ismereteket, jártasságokat, készségeket, képességeket.

A matematikatanár munkája

Az oktató munkája – nemcsak a matematikánál, hanem minden tárgynál – nem az ún. oktatás, hanem az ismeretszerzési folyamat, a tanítási-tanulási folyamat tervezése, irányítása és értékelése, azaz hatékony pedagógiai eszközrendszer kidolgozása és végrehajtása a képzési célok elérésére.

A tervezőmunka peremfeltételei:

- a hallgatókról, a hallgatói csoportokról szerzett és feldolgozott információk: a hallgatók előzetes ismeretei, jártasságuk, készségük, képességük, munkamódszerük, önállóságuk, önellenőrző képességük, fegyelmük (önfegyelmük), koncentrálókéességük, akarat tulajdonságaik, motivációjuk (nem szabad vakon tanítani!!!);
- a meghatározott tananyag, tanítási cél.

A peremfeltételek ismeretében, a feltárt körülmények között kell megtervezni a közelebbi és távolabbi célok elérésének konkrét módját. Az ismeretszerzési folyamat irányítási tervének elkészítéséhez ismerni kell a szerkesztés alapelveit és ezek indoklását, miértjeit. Az oktatási folyamat hatékonysága attól is függ, hogy a folyamat egyes szakaszai mennyire vannak összehangolva. Figyelembe kell tehát venni az egyes szakaszok közti ugrásokat, átváltási nehézségeket is (középiskola-főiskola).

Didaktikai megoldásrendszer, módszerek kidolgozása:

A peremfeltételek feltárása, felderítése után az első és második lépcsőfok sikeres végrehajtásához a középiskolai és főiskolai oktatási forma közti eltéréseket is figyelembe véve készíthető el a tanítási-tanulási folyamat irányításának terve, amit partitúrának is nevezhetünk. A tananyagelemzés, a tananyag didaktikai szerkezetének feltárása (fogalmak, ezek kapcsolatrendszer, tételek, ezek kapcsolatai, bizonyítások, eljárások, szükséges előismeretek) után a matematikai tevékenység szintek megállapítása, majd ezek szakaszokra bontása, az anyagnak – a felsőoktatásnak megfelelő oktatási struktúra szerinti – előadásra, gyakorlatra, önálló munkára való tagolása történik.

A matematika intellektuális tevékenység, ezért az egyes szakaszoknak a hallgatók tevékenységére transzformálásával alakul ki a didaktikai megoldásrendszer. Tehát a módszerek megválasztásakor a hallgatók tevékenységére kell alapozni. Bármely ismeretszerzési folyamatnak két oldala van: individuális és kollektív, társadalmi tevékenység. Egyrészt tehát az egyén – hatékonyan – ismeretek birtokába nem közlés, hanem tevékenység, méghozzá saját tevékenysége által jut, másrészt viták, eszmecserek által egymástól is tanulunk.

E kettős oldal összhangba hozásához alkalmas forma az anyag feladatcsoportokra bontása. A hallgatók feladatcsoportok láncolatának önálló feldolgozásával, közbeiktatott közös megbeszélésekkel, tanári irányítással, kiegészítésekkel és magyarázattal szereznek ismereteket, alkalmaznak ismereteket, alakítanak ki fogalmakat, fedeznek fel fogalmak közti kapcsolatokat, tételeket, találják meg a miértekre a választ, indoklást, bizonyítást. Ez a módszer hatékony mind a tervezés, mind az ismeretszerzési folyamat irányítása szempontjából. Megvalósul benne az információ-visszajelzés (formatív értékelés), -módosítás. Felkészít az önálló ismeretszerzésre, fejleszti az önellenőrző és önértékelési képességet, lehetővé válik a tanulási folyamat vezérlése, szabályozása. (Az oktatás dinamikus rendszer!)

Oktatási formák a felsőoktatásban

A felsőoktatásban két oktatási forma jellemző: az előadás és a gyakorlat.

A hallgatók aktivitásából kiindulva az előadásoknak három típusa különböztethető meg: hagyományos, problémafelvető és konverzátorikus.

A hagyományos előadás lényege, hogy az előadó bizonyos információ-anyagot közvetlenül ismertet, a hallgatók pedig végighallgatják s esetleg (kisebb vagy nagyobb részét) megjegyzik. Az előadó kész, megjegyzésre alkalmas formában közöl, anélkül, hogy a hallgatók is részt vennének az információk létrehozásában. A hallgató munkája a hallási, látási ingerek befogadása és a jegyzetelés. Az ismeretsajátítás szempontjából a hagyományos előadás hatékonysága 10–20 százalék, közvetlenül az előadás után vizsgálva.

A problémafelvető előadás célja a hallgatói aktivitás fokozása, a párbeszéd (belső, külső). Lényege, hogy diszkurzív gondolatmenetet állítunk a hallgatók elé, gondolatmenetüket irányítjuk. Nagyobb aktivitást követel a hallgatóktól, logikai rendszerbe foglalt ismereteket ad, önálló gondolkodásra tanít. Mérések igazolják, hogy hatékonysága 40–60 százalék. Problémás viszont, hogy nem ismerjük a hallgatók aktivitásának körét és hatékonyságát.

A konverzátorium jellegű előadás lényege, hogy az előadást összekötjük a hallgatók közvetlen tevékenységével és ezt a tevékenységet az elméleti és gyakorlati problémák megoldására irányítjuk. Hatékonysága 70–90 százalék. Ha a konverzátorium jellegű előadásokhoz kapcsolódóan az előadást követő gyakorlatra egyszerűbb feladatokat, elméleti jellegű kérdéseket, a tárgyalat egyszerűbb tételek igazolását a hallgatók házi feladatnak kapják, biztosítható az előadás oldaláról az ismeretszerzés folyamat jellege. Biztosítható az előadás részéről a hallgatók rendszeres tananyagkövető tanulásra való szoktatása, az önálló ismeretszerzésre való fokozatos alkalmassá válása.

A hagyományos gyakorlatoknak egyféle funkciója van: az előadás anyagának alkalmazása (néha több héttel lemaradva attól!). Az ismeretszerzésnek valódi tanítási–tanulási folyamattá alakításához ki kell használni és meg kell valósítani a gyakorlatok komplex funkcióját. A gyakorlatokat szorosan az előadásokhoz illeszkedve kell megtervezni, kihasználva a gyakorlat előadást előkészítő, ismereteket rendszerező funkcióját, így biztosítható a gyakorlat oldaláról az előadás és gyakorlat láncszerű kapcsolata. A gyakorlatokon az ismeretek alkalmazásakor fokozott figyelmet kell fordítani a gyakorlat elméletformáló hatására. Az ismeretanyagot több oldalról közelítve, kialakult kapcsolataiktól eltérő kombinációban is felhasználva mélyíthetők a hallgatók ismeretei, fejleszthető gondolkodási képességük.

Oktatási kísérlet a műszaki főiskolai matematika-oktatás hatékonyságának növelésére (a közép- és felsőfokú képzés közti váltáskor)

Ebben a dolgozatban eltekintek a „hagyományos” felsőfokú képzés problémáinak és a közép- és főiskolai képzés eltéréseinek elemzésétől, csak a fentiekre tekintettel ismertetem egy oktatási kísérlet rövidített változatát.

Az oktatási folyamatnak a didaktikai alapelvekkel való összhangba hozása is feltétlenül fontos a felsőfokú képzés első félévében, az átmenet zökkenőmentesebbé tétele érdekében. A didaktikai alapelvek mindegyikét – fokozatosság, szemléletesség, arányosság, rendszeresség-szervezettség, komplexitás – figyelembe vettem, de az első félévben, a középiskolából a felsőoktatásba kerülő hallgatók esetén az oktatási folyamat megszervezésében a fokozatosság elve volt a domináns. A fokozatosság elve az előadások ütemében, a gyakorlatok anyagának felépítésében, a példák emelkedő színvonalában, a jegyzetelési képesség kialakításában, az önálló tanulási módszerek elsajátításában nyilvánult meg.

A képzési cél megvalósítása érdekében a tanítási–tanulási folyamat megszervezésének másik döntő momentuma az elméleti és gyakorlati képzés egységének megvalósítása volt a matematika tárgy keretein belül. Ezt azért tartottam fontosnak, mert az előadás és gya-

alapvető matematikai ismeretekkel kapcsolatban is tártak fel hiányosságokat, melyeknek pótlására is megoldást kellett keresni.

A tankörökön belül két-három fős mikrocsoportokat alakítottam ki. Egy-egy mikrocsoport egy-egy középiskolai alapvető témát vállalt, melyet részletesen kidolgozott, és így ők lettek ezen témák „specialistái”. A témák kidolgozását a hallgatók önállóan végezték, melyhez alkalmanként konzultáción nyújtottam segítséget. Mivel a hallgatók 95 százaléka kollégista, ezért megoldhatónak tűnt, hogy a különböző mikrocsoportok tagjai egymást segítsék ezen alapvető középiskolai hiányok pótlásában. Későbbiekben a mikrocsoportok már nem az alapvető hiányok pótlásában segítettek, hanem szerepet kaptak az egyes főiskolai témák zárásakor tapasztalható hibák korrekációjában is.

3. A témakörök részletes anyagának kidolgozása

A témakörök részletes anyagát a strukturált tantervi anyag témakörei előtt íratott felmérések értékelése alapján építettem fel. A középiskolai anyaghoz visszanyúlva, azt rendezve építettem rá a főiskolai anyagot emelkedő ütemben, a fokozatosság elvét betartva.

Megállapítottam, melyek azok a fogalmak, amelyeket alapos előkészítés után bevezetek, melyek azok a fogalmak közti kapcsolatokat leíró súlyponti tételek, melyeket az előadáson tárgyalok és a bizonyítása is fontos. Az anyaghoz kapcsolódó egyszerűbb tételek bizonyítását – melyek tulajdonképpen a fogalmak mélyebb megismerését segítik elő – házi feladatnak adtam az előadást követő gyakorlatra. A témakör anyagának ezen mennyiségi elemzése után következett az anyag struktúrába foglalása: a fogalmak egymáshoz való viszonyának, a fogalmak és törvények (tételek) viszonyának, az ismeretek logikai szerkezetének meghatározása. Ez a tartalmi alapja a módszerek megválasztásának, tehát utána próbáltam megkeresni az anyag tárgyalásának módszertanilag várhatóan legjobb módját. A módszerek kiválasztásában az oktatás anyagára, céljára, az oktatási formára és különösen a hallgatók fejlettségére, képességeire voltam tekintettel. Az előadások anyagába nagyobb részletezés nélkül matematika-történeti dolgokat, érdekességeket is beiktattam.

Az önálló ismeretszerzéshez szükséges készségek kialakítása érdekében már az első félév második részében jelöltem ki bizonyos egyszerűbb, rövidebb lélegzetű részeket az elméleti anyagból önálló feldolgozásra. Ezeket is a témakör részletes kidolgozásakor választottam ki a hallgatóim gondolkodási szintjét megismerve.

A gyakorlatok anyagát is a témakörök részletes tárgyalásának kidolgozásakor terveztem meg szorosan az előadások anyagához építve. Kijelöltem azokat az egyszerűbb feladatokat, kérdéseket, melyeket az előadás végén önálló munkára adtam a következő gyakorlatra és az előadás anyagának megértését, elmélyítését, esetleg más szempontú rendszerezését szolgálták. Összeválogattam a gyakorlaton feldolgozásra kerülő feladatokat, amelyek az elméleti anyag alkalmazását szolgálták, különös tekintettel a szakmai alkalmazási lehetőségekre. Majd megterveztem a gyakorlat következő előadást előkészítő részét. Végül kijelöltem a gyakorlat anyagához kapcsolódó házi feladat példáit.

4. Az előadás lefolyása

Az előadások megtartásánál igyekeztem szakítani a régi, megszokott „merev előadási stílussal”. A hallgatókat bevonva, kérdezve, gondolatmenetüket irányítva próbáltam őket megmozgatni, aktív együttműködésre, együttgondolkodásra serkentve a kétirányú információcserét biztosítani a hallgató problémamegoldó-, gondolkodási képességének fejlesztése érdekében (problémafelvető, ill. konverzatorikus előadás).

A fogalmak kialakítása szinte mindig induktív úton történt. A fogalmak bevezetése előtt optimális tapasztalati anyagot gyűjtöttünk és ezeket vizsgálat tárgyává téve jutottunk el absztrakció útján a fogalmakhoz, és alkottuk meg a definíciókat. A helyes gondolkodási képesség alapja a definíciók pontos és helyes megfogalmazása. A logika szerint a fogalmak meghatározása az a gondolkodási művelet, amellyel feltárjuk a fogalom

tartalmát. Kiemelten gondot fordítottam a fogalmat definiáló ismérvekre, azok szerepének magyarázatára. Törekedtem a fogalom más fogalmakhoz való viszonyának, kapcsolódásának megvilágítására, az azonos és megkülönböztető jegyek megállapítására, hiszen a fogalom definiálásával az adott fogalomnak az ismereteink rendszerébe való elhelyezése történik. A fogalmak induktív úton való kialakítása jelentős mennyiségű önálló hallgatói munka révén hozzájárult a logikai képességek fejlesztéséhez. A fokozatos elvét követve már első félévben szerepelt a fogalomkialakítás konstruktív és deduktív módja is. A konstruktív módon történő fogalombevezetés során a fogalom néhány reprezentánsának adott feltételek melletti előállítását után általánosítottuk az eljárást és alkottuk meg a definíciót.

A felsőfokú tanulmányok során képessé kell válni a hallgatónak szakkönyvek alapján, vagy „igazi” főiskolai, egyetemi előadás alapján fogalmakat elsajátítani. Ezért már első félévben deduktív módon is vezettünk be fogalmakat, azaz a definíció kimondását követte az elemzés és a fogalom konkretizálása, példákkal való illusztrálása. A fogalmak megerősítését, rögzítését szolgálták a különböző definiálási lehetőségek megvilágítása, a különböző definíciók ekvivalenciájának bemutatása, a definíciók következményeinek levonása, fogalommal kapcsolatos példák és ellenpéldák adása, fogalmak fogalomrendszerbe való beágyazása.

A műszaki felsőoktatásban részt vevőknek nem feladata, hogy logikailag definiálni tudják, mit is jelent egy fogalmat meghatározni vagy hogy ismerjék az egyes definíciófajtákat. A definíciókkal szemben támasztott követelményekre is az anyagban szereplő egyes definíciók kapcsán hívtam fel a figyelmet. Mint például: a definíció pontos és egyértelmű legyen, a fogalom teljes terjedelmét meg kell adnia, nem tartalmazhat ellentmondást, nem tartalmazhat felesleges elemeket, nem lehet körbenforgó, a meghatározó részben kizárólag már korábban definiált fogalom vagy alapfogalom szerepelhet.

A fogalmak bevezetésekor nyílt leginkább lehetőség arra, hogy megláttassam a hallgatókkal a matematika valós eredetét, rámutassak a gyökerekre, arra, hogy a matematika egyszerűsége objektíven adott. Szemben például a műszaki tudományokkal, amelyek sokkal bonyolultabb, összetettebb problémák vizsgálatát tűzik ki célul. Ezekhez nyújt a matematika segítséget és így válik a műszaki tudományok alapozó tárgyává.

A tételek tárgyalásakor sem a pusztán közlésre hagyatkoztam, hanem igyekeztem megsejtenni a fogalmak közti kapcsolatokat, felfedeztetni a törvényszerűség fennállását. Mindezt azért tettem, mivel a műszaki felsőoktatásban a matematika a műszaki tárgyak, ezen belül az alapozó műszaki tárgyak alapozója és jellegénél, absztrakciós szintjénél fogva talán a legalkalmasabb a logikus gondolkodásmód fejlesztésére.

A helyes gondolkodási képesség másik alapját képezik – a definíció mellett – a tételek (törvények). Tehát a fogalmak közti kapcsolatok, törvények példákön keresztül történő felfedezése, a tételekbe történő megfogalmazása kapcsán elemeztük a tételek szerkezetét (feltételek, következmény). Megbeszéljük, mit jelent egy tételt megfordítani, mi a szükséges feltétel, mi az elegendő feltétel, mit jelent a szükséges és elégséges feltétel.

(Tétel: Ha A, akkor B; a tétel megfordítása: Ha B, akkor A; a tétel kontrapozíciója: Ha nem B, akkor nem A; a tétel megfordításának kontrapozíciója: Ha nem A, akkor nem B; szükséges és elégséges feltétel: A akkor és csak akkor, ha B; tételek általánosítása.)

A tételek igazolásánál is a természetes gondolatmenetet követve próbáltunk „bizonyítani”, majd ezen eszme-futtatás után történt meg a precíz bizonyítás. Ezzel is szerettem volna hangsúlyozni a gondolat természetességét, a matematika hozzáférhetőségét az ember számára. A bizonyítás nem lehet öncélú elméletieskedés. A bizonyítás során a logika szabályai szerint következtetünk a feltételekből az állításra, kapcsolatot teremtünk közöttük. A bizonyítás útjának felderítésekor elemeztük: mi a feltevés, mi a konklúzió, mit kéne belátni ahhoz, hogy a konklúzió igaz legyen, esetleg alkalmazható-e valamilyen korábban bizonyított tétel, hol és hogyan használhatók a feltételek, volt-e korábban valamilyen analóg tétel, azt hogyan bizonyítottuk ...?

A bizonyítások ilyen módon való felfedeztetése egyrészt kifejleszti a bizonyítási igényt, másrészt önbizalmat ad a hallgatónak, mivel természetes úton ő talált rá a bizonyításra, harmadrészt az egyszerű logikai sémák sokrétű kombinációinak alkalmazásával gondolkodásmódja nagymértékben fejlődött. A feltételből (A) az állításhoz (B) vezető logikai lánc, lépéssorozat sokszor hosszú és bonyolult, ezért tudatosítottam a lépésstratégiákat, melyek más esetben már segítették a következtetési lánc megtalálását.

A fokozatosság elvét figyelembe véve alapvetően háromféle bizonyítási stratégiát alkalmaztunk: szintézis, analízis és nem teljes analízis. A szintézis, a célirányos okoskodás során a feltételekből az axiómák, korábban bizonyított tételek és definíciók felhasználásával szükséges feltételek láncolatán át jutunk el a következményhez. (Séma: $A \Rightarrow A_1 \Rightarrow A_2 \Rightarrow \dots \Rightarrow A_n \Rightarrow B$) Az analízis, a fordított irányú okoskodás azt jelenti, hogy a következményből (B) kiindulva, ahhoz keresünk elégséges feltételt, amiből következik az állítás (B), majd ezután folytatjuk a gondolatmenetet addig, amíg ilyen elegendő feltételek sorozatán keresztül a feltételhez (A) eljutunk. (Séma: $B \Leftarrow B_1 \Leftarrow B_2 \dots \Leftarrow B_n \Leftarrow A$)

A nem teljes analízis a két stratégia kombinációja. (Séma: $A \Rightarrow A_1 \Rightarrow A_2 \Rightarrow \dots \Rightarrow A_i$
 $B \Leftarrow B_1 \Leftarrow B_2 \dots \Leftarrow B_j$ és $A_i = B_j$)

A bizonyítási módszerek közül zömmel a direkt bizonyítás szerepelt, de előfordult teljes indukciós bizonyítás és indirekt bizonyítás is. (Utóbbit főleg tételek megfordításánál, létezési és negált létezési állítások igazolásánál alkalmaztuk.)

A félév elején különösen szem előtt tartottam, hogy a bekerült hallgatóknak jegyzetelni is meg kell tanulni. Ezért az első előadásokon különválasztottam a magyarázatot és az anyag lejegyzését. Először figyeljenek a magyarázatra és ne írjanak, majd utána ebből a lényegret rögzítettem velük, mely a táblára is felkerült, ez volt a jelzés arra, hogy írjanak. Félév végére akartam eljutni oda, hogy a hangsúlyok, kiemelések alapján önállóan le tudják jegyezni a lényegret.

Minden előadás végén az anyaghoz kapcsolódó egyszerűbb feladatokat, elméleti jellegű kérdéseket és az előadáson tárgyalt egyszerűbb tételek bizonyítását házi feladatnak adtam az előadást követő gyakorlatra. Ennek kettős célja volt: a hallgatók az önálló munkavégzésre, önálló ismeretszerzésre fokozatosan alkalmassá váljanak, valamint az elméleti anyagból felkészülve jelenjenek meg a gyakorlaton, tehát a rendszeres tananyagkövető tanulásra szoktassam őket. Ezzel kívántam biztosítani egyik oldalról az előadás és a gyakorlat szoros egymásraépülését, láncszerű kapcsolatát.

5. A gyakorlatok megszervezése és lefolyása

A gyakorlatokon igyekeztem a felsőoktatás gyakorlatának komplex funkcióját kihasználni. Sajnos a felsőoktatásban, így az én munkámban is korábban a gyakorlatnak az ismereteket alkalmazó funkciója dominált. Munkám során megkíséreltem a gyakorlat többi funkcióját is figyelembe venni a hatékonyabb munka érdekében. A gyakorlatokat szorosán az előadásokhoz illeszkedve terveztem meg, elsősorban a gyakorlat előadást előkészítő, ismereteket rendszerező funkcióját kihasználva, hogy a gyakorlat oldaláról is biztosítsam az előadás és gyakorlat láncszerű kapcsolatát. Ezen kívül a gyakorlatok során az ismeretek alkalmazásánál fokozott figyelmet fordítottam a gyakorlat elméletformáló hatására. Az ismeretanyagot több oldalról közelítve, kialakult kapcsolataiktól eltérő kombinációban felhasználtatva próbáltam a hallgatók ismereteit elmélyíteni, gondolkodási képességüket fejleszteni.

A gyakorlatokon írtam meg az egyes témakörök előtt azokat a felméréseket, amelyekből tájékoztatást kaptam a hallgatók középiskolás tudásállapotáról és arról, milyen az a szint, amelyről indulni kell. Ezeket a felmérőket a témakör első előadását megelőző gyakorlat utolsó részében írták. A megírás után azonnal elvégeztük a javítást, értékelést. A megbeszélés során munkájukat pirossal saját maguk javították és pontozták, az írásvetítőn látható helyes megoldás alapján, összeszámolták pontjaikat, melyből azonnal látható volt,

kinek kell az ismereteit kiegészíteni. Az egyes feladatok utáni kézfeltartásból – hányan oldották meg helyesen – megállapítottam, mely területen van leginkább probléma. Ezután a főiskolai anyag szempontjából rendszereztem az előismereteiket. Így készítettük elő a témakör előadásait. A legkevésbé tudott részeket beépítettem a téma feldolgozásába.

A gyakorlatokon az alkalmazásra kerülő elméleti anyagot az előadás házi feladatainak megbeszélésével elevenítettük fel. Így győződtem meg arról, hogy az előadás anyagát milyen mélységben sajátították el, az megfelelő-e feladatmegoldásra történő alkalmazásra, hol kell az elméleti anyagot további más szempontú ismétlésekkel, magyarázatokkal biztos tudássá fejleszteni. Az egyszerűbb tételek bizonyítását is házi feladatnak kapták a hallgatók az előadásokon. Ezek elvégzése és megbeszélése egyrészt segítette a fogalmak elmélyítését – mivel ezek legtöbbször csak a definíció alkalmazásának tekinthetők –, másrészt ezek kapcsán figyeltem meg, hol tartanak a hallgatók az önálló gondolkodásban.

A gyakorlatok feladatmegoldó részében önálló munka folyt. A feladatokat a hallgatók felkészültségét figyelembe véve a fokozatosság elve alapján, a könnyebbtől a nehezebb felé, az egyszerűtől a bonyolultabb felé haladva adtam a hallgatóknak. A magasabb szintű feladatokat megelőzték a begyakorlást célzó, melyekkel elegendő számú megerősítést kívántam adni ahhoz, hogy a hallgatók egyre igényesebb feladatok megoldására váljanak képessé. Ahol lehetőség volt rá, szakmai alkalmazási feladatokat is válogattam.

A feladatmegoldó tevékenység pedagógiai célja nem a feladat konkrét végeredményének produkálása, hanem azoknak a képességeknek a működtetése, amelyeket a tanítási-tanulási folyamat során fejleszteni akarunk vagy ki akarunk alakítani a hallgatóban. A hallgatói produkció csak ennek megítélésére szolgál. A feladat lényege tehát a megoldás érdekében elvégzendő feladatmegoldó tevékenység, amelynek során különböző gondolkodási műveleteket, a logika szabályai szerinti következtetéseket hajtanak végre. Így fejlődik a feladatmegoldás során a hallgatók gondolkodásmódja, problémamegoldó képessége.

A fogalmak jobb megértését, elmélyítését szolgálták azok a feladatok, melyek példákat, ellenpéldákat adtak a fogalmakra (fogalomrealizálás), azok a feladatok, melyek definíció alapján való indoklást, a definíció alkalmazását igényelték (fogalomazonosítás), olyan feladatok, melyek egy fogalom fogalomrendszerbe való beágyazását jelentették (fogalomspecializálás, általánosítás, osztályozás; fogalmakkal kapcsolatos kijelentések értékelése).

A tételek jobb megértését, rögzítését szolgálták a különböző kijelentéseknek, állításoknak a vizsgálatát jelentő feladatok, mint az univerzális állítások hamisságának megmutatása ellenpéldával, általános állítás igazságának, egzisztenciális állítás hamisságának logikai következtetéssel való igazolása.

A magasabb szintű feladatok már igazi problémamegoldást jelentettek. Ezek megoldása során tudatosítottuk a problémamegoldáskor használatos stratégiákat. A célirányos okoskodásnál a feladat feltételeiből kiindulva tételek, fogalmak láncolatán át jutunk el a célig. A fordított irányú okoskodásnál a probléma célkitűzéséből kiindulva közbeeső elemeket keresünk addig, míg a kiindulási feltételekhez jutunk. A problémamegoldáskor gyakran előforduló stratégia még a szisztematikus próbálkozás is, amikor konkrét esetek vizsgálata révén jutunk el a megoldáshoz. A problémamegoldás során heurisztikus elveket is használunk: analógiákat figyelünk meg, ismeretlen probléma megoldását ismert problémára vezetjük vissza, optimalitást (szélsőértéket), speciális eseteket vizsgálunk.

A problémamegoldás során a kulcskérdés a megoldás ötletének megtalálása. Hogy egy korábbi megoldási módszer, eljárás alkalmazható-e, ennek eldöntésében az ellenőrzési tevékenységnek fontos szerepe van. Az önellenőrzési képesség kialakítását szolgálták az inverz műveletek, a becslés alkalmazása, a függvények vázlatos ábrázolása, az indirekt okoskodás felhasználása, többféle megoldás összehasonlítása.

Az önálló feladatmegoldás alatt a hallgatók között sétálva figyelemmel kísértem egyenként a munkájukat. Így lehetőségem volt arra, hogy a hallgatóknak egyénileg segít-

sek, feltűnés nélkül irányítsam munkájukat, megerősítést adjak. Ez egyúttal jó lehetőség volt a hallgatók tulajdonságainak megismerésére is. Hasznos megfigyeléseket tehettem az értelmi tulajdonságok terén a hallgatók gondolkodási képességéről, felfogóképességéről, a különböző jártasságok, képességek meglétéről; az érzelmi tulajdonságok terén hangulatokról, esetleges szorongó állapotokról. Megfigyelhettem akarati tulajdonságaikat, mennyire kitartóak, türelmesek, fegyelmezettek, szorgalmasak a munkában. Megfigyeléseim alapján így alkalmam nyílt személyiségük formálására, a jobb oktató-hallgató kapcsolat kiépítésére.

Feladatonként az önálló megoldás után megbeszélést tartottunk, elemeztük a feladatmegoldás módszereit, a hibákat. A megbeszéléskor igyekeztem olyan légkört teremteni, hogy a hallgatók bátran fejtsek ki gondolataikat, megadva a tévedés és kételkedés szabadságát azzal, hogy ezért nem jár osztályzat.

A hallgatók feladatonként pontozták munkájukat. A pontok összesítése a gyakorlat végén történt. Ezzel a hallgatók képet kaphattak saját teljesítményükről, és ezzel én is képet kaphattam arról, hogy hogyan sajátították el a szükséges ismereteket, hol vannak még hiányok, melyek a kritikus pontok. Az időkorlát több esetben nem tette lehetővé minden feladat teljes megoldását. Ilyen esetben bizonyos feladatoknál csak megoldási tervet készítettünk, elvi megoldást adtunk. Jobb képességű hallgatók esetén plusz feladatokat is kiosztottam. Ezzel a képességek sokoldalúbb kibontakoztatása mellett az is céлом volt, hogy a hallgatók lássák, a főiskolán megszerzett ismeretek azon túlmenő ismeretek megszerzésére is képessé tesznek a gondolkodás segítségével, valamint azt, hogy a matematika nem lezárt egész.

6. Összegzés

A gyakorlatok anyagából sok házi feladatot adtam azzal, hogy ennek bizonyos százalékát kell megcsinálni. Megmondtam, mennyi a minimális, melyek a súlyponti feladatok. A többiből mindenki – önálló megítélés alapján – szükség szerint válogathat.

Ez a rövid ismertető nem terjed ki a hallgatók munkájának ellenőrzésére és értékelésére. Ezeket a kutatómódszertan szabályai szerint végeztem és az eredmények feldolgozása, értékelése a matematikai statisztika módszereivel történt. Az eredményekből néhányat szeretnék bemutatni:

1. Igazolódott, hogy az ismeretszerzési folyamat hatékonysága döntő mértékben függ a hallgatók aktuális tudásállapotától, felkészültségétől; a középiskolában tanultak elsajátítási szintjének ismerete alapján megszerkesztett témakörök oktatása hatékonyabb, így a két iskolaszint anyaga szerves egységet alkot.

2. Az eredmények alátámasztják, hogy a fogalomkialakítás során követett út (először zömmel induktív, majd konstruktív és deduktív) az első félévben hatékonyabb, jobb a fogalmak alkalmazni tudása.

3. A kétirányú információcserével, a tételek felfedeztetésével, azok szerkezeti elemzésével, a bizonyítási igény és képesség kialakításával, a gyakorlaton folyó feladatmegoldási tevékenység közben alkalmazott módszerek elemzésével, tudatosításával biztosítható a hallgatók aktív gondolkodási tevékenysége.

4. Igazolódott, hogy a kísérlet során az előadás, önálló munka, gyakorlat láncszerű kapcsolata biztosítja a hallgatók folyamatos munkáját, jobb motiváltságát a tanulásra; a folyamatos visszacsatolás, korrekció és az önálló munka vezérlése pedig az állandó aktivitást. Ez a tanítási-tanulási folyamat lehetővé teszi az ismeretelsajátítás hatékony irányítását, melynek következtében a hallgatók hosszú távon működőképes ismereteket, gondolkodási és önálló tanulási képességeket sajátítanak el.

Galilei mondása az ezredforduló éveiben különösen aktuális a műszaki felsőoktatás első éveit tanító oktatók számára, ha legalább megőrizni akarjuk a magyar felsőoktatás nemzetközileg is elismert színvonalát.

Irodalom

- Bátory Zoltán (1987): *Tanítás és Tanulás*. Tankönyvkiadó, Bp.
Biczók Ferenc (1979): *A gyakorlat a Felsőoktatásban*. Fpk, Bp.
Bíróné – Golnhoffer Erzsébet (1974): *Az előadás a felsőoktatásban*. Fpk, Bp.
Falus Iván (1998): *Didaktika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp.
Megyesi László – Peller József (1987–89): *A tanulók tevékenységének tervezése és irányítása*. Könyvsorozatok, Bp.
Nagy József (1984): *A megtanítás stratégiája*. Tankönyvkiadó, Bp.
Nagy Sándor (1986): *Az oktatásméletelem alapkérdései*. Tankönyvkiadó, Bp.
Okon (1973): *Felsőoktatási didaktika*. Fpk, Bp.
Vigné Lencsés Ágnes (1998): *A középiskolai és műszaki főiskolai oktatás közti átmenet problémái*. Ph.D dolgozat.

Abstract

The teaching-learning process can be divided into phases. The effectiveness of teaching – among other factors – depends on the harmonisation of these stages. The article treats briefly the problem of the shift between two phases namely the transition between secondary education and polytechnics in terms of mathematics. It offers a solution based on experiments for the most problematic phase of polytechnical education, that is the first term.

This solution takes into consideration the place and role of mathematics as a foundation course in the system of education. It offers a new teaching-learning strategy based on the information obtained from the students making the most of the complex function of lectures and seminars, accomplishing the unity of theoretical and practical training. The students becoming active part of the teaching-learning process will have been able to acquire the learning methods of the higher education's knowledge aquisition by the end of the first term. The applied teaching – learning strategy, the mathematical-didactical system of solution increases not only the level of mathematical knowledge but also positively effects the subjects requiring mathematical skills as well as the acquisition of the methods of independent learning.