

## 10. A BIOFIZIKA OKTATÁSA

---

### NEMZETKÖZI VONATKOZÁSOK

A biofizika oktatásának kérdései hangsúlyos témaként szerepeltek az 1997. évi EBSA Kongresszuson (Orleans) éppen úgy, mint a Budapesten 1998-ban megrendezett Nemzetközi Fotoszintézis Konferencián. Ezekre a 103. ill a 175. oldalon található utalás.

Az IUPAB Educational Task Force tagja Garab Győző, Társaságunk alelnöke.

### HAZAI KAPCSOLÓDÓ ESEMÉNY

A MBFT 1999. augusztusában Kecskeméten rendezett XIX. Vándorgyűlése második napjának estjén, két egyidejűleg tartott kerekasztal megbeszélés keretében, került sor e témakör megvitatására:

#### 1. A biofizika és az orvosi fizika egyetemi oktatása

E témakör vezetője Rontó Györgyi professzorasszony volt, a vitaindítókat az eredeti programtól kissé eltérően Nagy László (DOTE), Szőkefalvi-Nagy Zoltán (Állatorvostudományi Egy.), Ringler András (SZOTE), Lakatos Tibor (POTE), és Berkes László (SOTE) oktató kollégák tartották. A SOTE-n, a POTE-n és az Állatorvostudományi Egyetemen folyó biofizikai oktatásról az 1997. évi MBFT Értesítő 184-195. oldalain olvasható ismertetés. A DTE biofizika oktatásáról Nagy László és a SZTE biofizika stúdiumának részleteiről Ringler András által 1999-ben elmondottak összefoglalója az alábbiakban olvasható.

#### 2. A biomechanika egyetemi és főiskolai oktatása

Ennek vezetője Mészáros Tamás volt, a vitaindítókat Tihanyi József (TE), Barabás Anikó és Szilágyi Tibor (TE), Krakovits Gábor (János Kórház) és Ringler András (SZOTE) tartották.

## A BIOFIZIKA OKTATÁSA A DEBRECENI EGYETEMEN

Az utóbbi években a biofizika tantárgy oktatásában a Debreceni Egyetemen jelentős változások történtek, melyek az elméleti tantárgyakat érintő átfogó reform keretében zajlottak. A változtatások arra irányultak, hogy a nagy, egész éves, esetleg két éves tantárgyakat egy-egy funkcionális témakör köré csoportosuló tematikával rendelkező tantárgyak váltsák fel. Így jött létre pl. a neurobiológia tantárgy, amely az anatómia, élettan és biokémia idegrendszerrel foglalkozó részeit öleli fel, ill. így került sor az első éves hallgatóknak oktatott biológia tantárgy három részre osztására is (molekuláris biológia, sejtbiológia, genetika). A Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrumának Biofizikai és Sejtbiológiai Intézetének (korábban DOTE Biofizikai Intézet) sejtbiológiai kutatásokkal foglalkozó múltjának köszönhetően intézetünk vállalta fel a hallgatók sejtbiológiai oktatását is, amelyre az első év második félévében kerül sor. Ez jelentős tematikai változásokat hozott a biofizika oktatásában is. A korábban egy éves kurrikulum félévre csökkent, és jelenleg az első évfolyam első félévében az orvosi kémiával párhuzamosan történik oktatása. Mivel az intézetünk által oktatott tantárgy korábban is erősen biológiai, ill. orvosi szemléletű fizika, ill. biofizika volt, így a biofizika egyes témaköreit (pl. membránbiofizika sejtbiológiai vonatkozásai) az új rendszerben a sejtbiológia tantárgy keretében oktatjuk.

A biofizika tantermi oktatása jelenleg heti két előadásban történik, melyhez szintén heti két óra szeminárium kapcsolódik, ahol az előadás anyagának részletesebb megbeszélése történik. A szemináriumokat általában az az oktató tartja, aki az előadást tartotta. A szemináriumokon a hallgatók ún. kiselőadásokat tartanak, melynek témája a szemináriumhoz kapcsolódik. A hallgató az oktatótól kapott anyagot (magyar vagy angol cikk, ill. könyvrészlet) feldolgozva, a tankönyvből a kapcsolódó anyag átnézésével készül fel a kiselőadásra.

A gyakorlati oktatás heti háromórás gyakorlatok keretében történik. A félév első öt hetében a gyakorlatok keretében kerül sor a biostatisztika oktatására. Ez a legalapvetőbb függvénytan ismereteket, valószínűségszámítási alapfogalmak tisztázását és a statisztikai próbák elvégzéséhez szükséges ismeretek oktatását foglalja magába. A gyakorlatok „gyakorlati” részében a hallgatók egyszerű műszeres méréseket (pl. fluorimetria, biológiai membránok elektromos működésének szimulálása, radioaktív sugárzás detektálása, CT szimuláció, fény- és fluoreszcens mikroszkópia) végeznek, ill. a kísérleteket értékeli ki.

A tantárgy oktatása a következő blokkokra osztható:

- *kvantumfizikai áttekintés*: atommodellek, magfizika, ill. radioaktivitás. Ez a középiskolás fizikai ismeretekre építve olyan mélységben tárgyalja a kvantumfizikai ismereteket, amely lehetővé teszi az orvosi fizikai jelenségek és mérési módszerek fizikai alapjainak megértését. A legtöbb esetben ez leíró jellegű tárgyalást jelent, a jelenségek pontos fizikai leírásának mellőzésével.
- *biológiai mérőmódszerek* (szedimentációs módszerek, fotometria, fluorimetria) és *orvosi vizsgálati eljárások* (képalkotó eljárások (CT, mágneses rezonancia, PET, SPECT), lézerek orvosi alkalmazása, izotópok orvosi felhasználása) *fizikai alapjainak tárgyalása*. Ez tekinthető a tantárgy lehangsúlyosabb részének.

- *ionizáló sugárzások biológiai hatása*
- *termodinamika*: ennek keretében az első és második főtétellel, a termodinamikai állapotfüggvényekkel (szabadenergia, -entalpia) foglalkozunk.
- *transzport biofizikája*: diffúzió értelmezése statisztikus fizikai alapon és kémiai potenciál segítségével, Fick törvények, keringés egyes fizikai aspektusai
- *érezkszervek biofizikája*: a szem geometriai optikai tulajdonságai, a látás mechanizmusa, a hallás mechanizmusa és jelátviteli folyamatai, szaglás és ízlelés, érzékszervi receptorok közös biofizikai tulajdonságai.
- *ultrahang biofizikája*: az ultrahang keletkezésének és biológiai hatásának fizikai alapjai, orvosi alkalmazásai.
- *információelmélet*: információtartalom jellemzése, adattovábbítás, kódoláselmélet, szabályozáselmélet.

A tantárgy oktatása három könyvből, ill. jegyzetből történik. Az elméleti anyagot az „Orvosi biofizika” című tankönyv alapján oktatjuk (szerkesztette: Damjanovich Sándor és Mátyus László, Medicina kiadó, Budapest, 2000). A gyakorlati ismeretek és a biostatizika tanítását az intézet által írt jegyzetek segítségével oldjuk meg.

A hallgatói munka évközi számonkérése írásbeli dolgozatokkal történik, melyekre a hallgatók „bónuszpontokat” kapnak, melyek alapján a szigorlaton kedvezményeket kaphatnak. Ezenkívül az utolsó oktatási héten kerül sor a gyakorlati vizsgára, melyen a hallgatóknak egyesével kell egy gyakorlatot, ill. annak egy részét elvégezniük. A hallgató egész féléves gyakorlati munkájának elfogadása a gyakorlati vizsgán nyújtott teljesítmény, ill. a minden gyakorlat végén kapott jegy alapján történik. A félév elfogadásának feltétele még a szemináriumon tartott kiselőadás elfogadása.

A szigorlat három részből áll.

1. gyakorlati vizsga: ez szintén egy gyakorlat vagy annak egy részének elvégzését jelenti. Ez alól mentességet lehet szerezni a 15. heti gyakorlati vizsga és az évközi gyakorlati jegyek alapján.
2. minimumkérdések: írásbeli teszt, melyben 20 kérdésre kell rövid szöveges választ adni. A szigorlat folytatásának feltétele minimum 16 helyes válasz. A hallgatók évközben megkapják a minimumkérdéseket válaszokkal együtt.
3. szóbeli vizsga.

A biofizika tantárgy össz. oktatott óraszám: 30 óra előadás+30 óra szeminárium+45 óra gyakorlat=105 óra. A szemináriumok tartása blokkosítva történik (az adott témáért felelős oktató tartja az összes, azaz 10 csoportnak a szemináriumot egy hétig). Egy oktató általában 1-2 témában tartja az előadásokat és a szemináriumokat. A gyakorlatok során minden csoportnak 2 saját gyakorlatvezetője van, akik nemcsak a gyakorlatokat, hanem a biostatiztikai órákat is megtartják az adott csoportnak. Így a gyakorlati oktatásban részt vevő fiatalabb oktatóknak általában két csoportjuk van.

A fentebb ismertetettek elsősorban az Általános Orvostudományi Karon, ill. a Fogorvostudományi Szakon tanuló hallgatókra vonatkoznak. Az utóbbi években a fentiek mellett gyógyszerészhallgatók és laboratóriumi analitikus hallgatók biofizikai oktatását is végzi intézetünk. A gyógyszerészhallgatók képzése a fentiekhez nagyon hasonló tanterv alapján történik, a laboratóriumi analitikus hallgatók képzése más jellegű, ezek a hallgatók kevesebb biofizikai vonatkozást tanulnak, az előadásokon és gyakorlatokon a fizika alapjait is ismertetjük velük. A hangsúlyt azokra a fizikai

fogalmakra helyezzük, amelyek a jövőbeni laboratóriumi analitikusok által használt műszerek működési elvének megismerését és megértését alapozzák meg.

Az egyetemen folyó angol nyelvű orvosképzés keretén belül szintén oktat az intézet biofizikát az első év első félévében. Ez a magyar hallgatók tantervével megegyezően történik. A biofizika elméleti és gyakorlati oktatását az intézet által írt jegyzetek segítségével végezzük, míg a biostatisztika tanítása a *Biostatistics: A Foundation for analysis in the health sciences (7th edition, Wayne W. Daniel)* című könyv alapján történik. Az angol nyelvű képzés mind a gyakorlati, mind az elméleti oktatás terén kb. feleakkora óraszám terhelést jelent az oktatóknak, mint a magyar.

Terveink között szerepel a kurrikulum karbantartása és fejlesztése, és ennek érdekében egyeztetni kívánunk a felsőbb éveken oktató intézetekkel, hogy területükön milyen irányú és szintű alapot igényelnek az általunk oktatott tárgyakból. Külön figyelmet szentelnénk a klinikumban megkívánt biofizikai és sejtbiológiai ismereteknek. A fizikai, biofizikai tudás alaposabb és mélyebb szintű megalapozását kívánjuk elérni az alábbi területeken: képalkotó diagnosztikai módszerek, sugárterápia, biomechanika, valamint a keringés és légzés fizikája. Tervezzük az „Orvosi biofizika” tankönyv új kiadását, és szeretnénk a szerkesztők és a szerzők számát bővíteni az ország más orvosi egyetemén oktató kutatókkal, segítségükkel új fejezetekkel egészítenénk ki a könyvet, ill. a meglévő fejezeteket pedig tovább modernizálnánk.

NAGY PÉTER

## **ORVOSI FIZIKA A SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEMEN**

A mai SZTE ÁOK Orvosi Fizika Oktatási Csoport 1992-ben alakult meg az akkori SZOTE Oktatástechnikai Központjának keretében, majd utóbbi megszűntével ma annak jogutódjaként működik. Ringler András egyetemi docens vezetésével ellátja az orvostanhallgatók orvosi fizika oktatását, s arányosan csökkentett tematikával oktatja a tárgyat egyes egészségügyi főiskolai szakokon is. Saját oktatógárda hiányában az orvosi fizika és statisztika oktatását az ÁOK, a TTK, az MTA Biofizikai Intézete és a JGYTF mintegy 16 oktatója segíti. Az alábbiakban az orvostanhallgatók oktatásának részleteit mutatjuk be.

### **Áttekintés**

Elsőéves orvostanhallgatóink az első szemeszter során 45, a másodikban pedig 30 elméleti órában hallgatják az Orvosi Fizika és Statisztika című tárgyat. Ehhez mindkét félévben 30-30 órás laboratóriumi mérési gyakorlat társul. A tárgy szigorlattal zárul. Jelenlegi elképzelések szerint a diszciplína első féléves kreditértéke 4, a második pedig 5 pont lesz.

Az elméleti előadásokon három orvosi szempontból fontos területtel foglalkozunk bővebben:

- az emberi testben lejátszódó transzport folyamatok leírásával,
- az orvostudomány különböző területein használt technika fizikai alapjaival, és
- az érzékszervek biofizikájával (a részletes tematika később).

Munkatársaimmal arra törekszünk, hogy hallgatóink megértsék azokat az alapvető fizikai elveket, amelyekre későbbi tanulmányaik és munkájuk során, mind a diagnosztika mind a terápia területén szükségük lesz, illetve, hogy a fizikai jelenségek matematikai leírása - az ezaktságot megsértése nélkül - a lehető legegyszerűbb legyen.

A laboratóriumi gyakorlatok célja, hogy minden hallgató megérthesse az orvostudományban leggyakrabban használt mérések fizikai alapjait. Az önállóan végzett mérési feladatok elvégzése során hallgatóinknak el kell sajátítaniuk a jegyzőkönyv-vezetés legfontosabb szabályait, és gyakorolniuk kell a mérési adatok megjelenítésének legfontosabb mozzanatait. Az ezekhez szükséges elméleti alapokat - az első félév elején - a biometria előadásokon és szemináriumokon sajátítják el diákjaink.

Oktatásunkban az ismeretátadásnak ún. induktív útját követjük. Mindig arra törekszünk, hogy hallgatóink fokozatosan jussanak el az új ismeretekig, és hogy bennük mindig tiszta fogalmak alakuljanak ki. Az elmúlt 30 évben több mint 12 000 diák képzésében és vizsgáztatásában vettünk részt. E nagyszámú vizsgatapasztalattal a hátunk mögött biztosan állíthatjuk, hogy hallgatóink tudásának megmérése az írásbelivel kombinált szóbeli vizsga a legmegbízhatóbb és legobjektívebb módszer. Nagy előnye, hogy az egyéni szóbeli szereplést megelőzi egy, mindenki számára azonos kérdéseket tartalmazó, assay-szerű írásbeli dolgozat (a teszt-szerű írásbeli vizsgát nem tartjuk értékes vizsgaformának). Az írásbeli válaszok adják a hallgatók felkészültségének méréséhez szükséges azonos objektív alapot, majd a dolgozat diskussziója a személyes lehetőséget a hallgatók tudásának megítéléséhez. Ezt a módszert hallgatóságunk 90 %-a - a vizsgákat követő kérdőíveken adott válaszaiban - pozitívan értékeli. Hallgatóink ugyanis, az oktatómunkánkról alkotott véleményüket, (a vizsgát követően és személytelenül, az érdemjegy ismeretében) egy kérdőívre adott válaszaikkal közlik. A hallgatói értékelések statisztikai feldolgozásával kapott összesített eredményét visszajelezzük diákjainknak, és írásbeli jelentést küldtünk a Kar illetve a Szak vezetőjének is. A hallgatói értékelésekből kiderül:

- Az oktatásban résztvevő kollégák minősítése általában 4,0 és 5,0 között van, ami véleményünk szerint nagyon szép eredmény.

- Az év végi szigorlatok után a hallgatók 80 %-a, "tudásának megfelelőnek" ítéli szigorlati vizsgájára kapott érdemjegyét.

- A hallgatók 90 %-a elégedett tudásának ellenőrzésére használt évközi beszámolókkal.

- Hallgatóságunk 90 %-a - a hagyományosnak mondható szóbeli vizsgák helyett - szívesen választja az írásbelivel kombinált szóbeli vizsgát. A módszer kedveltségét mi sem jelzi jobban, hogy a 2000/2001-es tanévben pl. minden hallgatónk ezt a vizsgaformát választotta. A korábbi években a hallgatók 15 %-a ragaszkodott a hagyományos szóbeli vizsgához, amelynél két elméleti, egy gyakorlati kérdésből, és egy biometria feladat megoldásával vizsgázik a hallgató.

- A vizsgák menete és hangulata 4,5-es minősítést kapott.

- A kérdőívek feldolgozása során örömmel tapasztaltuk, hogy nagyon-nagyon ritka a hallgatóság részéről a tanári munka értékét "lepontozó bosszú" (gyakorisága kisebb, mint 3 %).

- Az előadások látogatottságával is elégedettek lehetünk, hallgatóságunknak több mint a 75 %-a nyilatkozik úgy, hogy minden előadáson ott volt.

- A tárgy előadójára vonatkozó adatok egy részét, az elvégzett munka minőségét talán legjobban szemléltető adatokat, az ún. "összstanári tartást", az alábbi táblázatok mutatják be. (Az elmúlt hét tanévben kapott érdemjegyek átlagai az előadásokra vonatkozóan az 1-es, a gyakorlatok vonatkozóan pedig a 2-es táblázatban láthatóak.)

1. táblázat:

Évfolyam	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
Orvosképzés (180 fő)	4,80	4,70	4,50	4,42	4,72	4,65	4,66*
Angol nyelvű képzés (120 fő)	4,70	4,55	4,17	4,59	4,38	4,52	4,49*
Német nyelvű képzés (25 fő)	-	-	-	-	-	4,32	4,31
"O"-ik évfolyam (110 fő)	-	4,71	4,40	4,39	4,80	-	-
Gyógytornász (60 fő)	-	-	4,16	4,24	4,54	4,36	-
Diplomás Ápoló (60 fő)	-	-	4,86	4,62	4,62	4,35	4,11
Levelező Dipl. Ápoló (60 fő)	-	-	4,66	4,04	4,74	-	-
Kardiológus assz. (20 fő)	-	-	-	5,00	-	-	-
Védőnő (60 fő)	-	-	4,58	4,36	4,12	4,61	4,55
Képző és interv. (25 fő)	-	-	-	-	-	4,27	4,58
Gyulai diplom. ápol. (20 fő)	-	-	-	-	-	-	4,87
Gyulai lev. dipl. ápol. (35 fő)	-	-	-	-	-	-	4,97
Kineziológus levelező (20 fő)	-	-	-	4,70	4,80	5,00	-
Összesen	795 fő						

\* csak a hallgatók 90 %-a vizsgázott az összeállításig

2. táblázat:

Évfolyam	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
Orvos képzés	4,80	4,79	-	4,65	4,75	-	-
Angol nyelvű képzés	5,00	4,65	5,00	4,70	5,00	4,83	-
Német nyelvű képzés	-	-	-	-	-	4,44	4,00
"O"-ik évfolyam	-	4,81	4,72	4,09	4,80	-	-

- A hallgatói visszajelzések nagyon fontosak és tanulságosak a számunkra, és sohasem csinálunk belőlük titkot. Az adatok önmagukért beszélnek, különösen akkor, ha azt is tudjuk, hogy a legjobb érdemjegy az ötös. Hallgaóink objektivitását tükrözi, hogy annak ellenére, hogy az első vizsgán a magyarul tanuló hallgatók 30 %-a, az idegen nyelven tanuló diákoknak pedig 60 %-a szokott megbukni, a tanárok munkájának hallgatói megítélése mégis jó. Hallgatóságunk az Orvosi Fizika Oktatási Csoport munkáját az évenkénti dékáni megbeszéléseken eddig mindig pozitívan értékelt. A csoport munkáját dicséri, hogy az 1997/98-as tanévben, az angolul tanuló hallgatók kezdeményezésére megkaptuk az először odaítélt "BEST DEPARTMENT" kitüntetést is. Az oktatás színvonalának és az oktatói munka megbecsültségének másik fokmérője lehet az, hogy a tárgy előadója, Ringler András 1987-ben "*Legjobb előadó*", 1993-ban "*A SZOTE Kiváló oktatója*", 1997-ben "*A SZOTE Kiemelkedő oktatója*",

1999-ben - "*Best Practical Teacher*", 1999-ben "*Legjobb oktató*", 2000-ben pedig "*Ehrenpreis für den besten Physiklehrer*" kitüntetésekben részesült.

Az Orvosi Fizika és Statisztika diszciplína oktatását jelenleg az alábbi kollégák segítik:

Munkatársak az ÁOK-ról: Szil Elemér egyetemi docens (MBFT)

Morvay Zita egyetemi docens

Kiss József Géza tudományos tanácsadó

Szabó Endre klinikai orvos

Séra Teréz intézeti fizikus

Bor Pál egyetemi adjunktus

Munkatársak a TTK-ról: Várkonyi Zoltán egyetemi docens (MBFT)

Várkonyiné Bálint Erzsébet egyetemi docens (MBFT)

Nagy László egyetemi docens (MBFT)

Kálmán László egyetemi adjunktus (MBFT)

Tandori Júlia egyetemi adjunktus (MBFT)

Laczkóné Dr. Turzó Kinga egyetemi tanársegéd (MBFT)

Geretovszki Zsolt egyetemi adjunktus

Munkatársak az MTA Biofizikai Intézetéből:

Ormos Pál intézetvezető igazgató (MBFT)

Párduc Árpád tudományos tanácsadó

Munkatárs a JGYTF-ről: Kövesdi Katalin főiskolai docens

*Az (MBFT) jelzés arra utal, hogy a kolléga Társaságunk tagja (a szerk.).*

A hallgatóság tanításában kifejtett eredményes munkájukat ezen a fórumon is megköszönöm!

### **Az Orvosi Fizika tanulmányozásához ajánlott tankönyvek:**

Szalay L. és Ringler A.: Biofizika, Tankönyvkiadó, Bp. 1986.

Rontó Gy. és Tarján I. (Szerk.): A biofizika alapjai, Semmelweis Kiadó, Bp. 1999.

Damjanovich S. és Mátýus L. (Szerk.): Orvosi biofizika, Medicina Könyvkiadó Rt. Bp. 2000.

### **Jegyzetek:**

Maróti P. és Laczkó G.: Orvosi Fizika I. (Transzportfolyamatok), SZOTE, 1991.

Maróti P. és Laczkó G.: Orvosi Fizika II. (Kvantumjelenségek, sugárzások), SZOTE, 1992.

Maróti P. és Ringler A. (Szerk.): Fizika gyakorlatok (Orvoshallgatók részére), SZOTE, 1992.

Hajtmán B.: A biometria alapjai, Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Bp.

### **Tanulmányi követelmények**

Az előadásokon és a laboratóriumi gyakorlatokon való részvétel kötelező.

A gyakorlatok esetleges pótlásának határideje a szorgalmi időszak vége.

Az első félévi előadásokhoz két évközi írásbeli beszámoló kapcsolódik. Ezek érdemjegyeiből és a mérési gyakorlatok jegyátlagából adódik az indexbe kerülő első félévi gyakorlati érdemjegy 0,25-0,25-ös, illetőleg 0,5-ös súlyozással.

Az évközi beszámolók elmulasztása nem buktató jellegű, de az igazolatlan hiányzásra elégtelen érdemjegy jár. Minden érdemjegy egyszer javítható, de javított érdemjegynek a két beszámoló számtani közepét tekintjük.

A félévi gyakorlatokon végzett mérési gyakorlatok jegyeinek javítására - technikai okok miatt - nincs lehetőség.

A második félévi írásbeli beszámolóra a szemeszter vége felé kerül sor. Ennek egyetlen célja a szigorlatra való felkészülés segítése. Ezen beszámoló érdemjegye is egyszer javítható, de javított érdemjegynek ekkor is a két beszámoló számtani közepét tekintjük. A beszámolás elmulasztása nem buktató jellegű, de az igazolatlan hiányzás esetén elégtelen érdemjegyet adunk. A második félévi javításokra és az elmulasztott gyakorlatok pótlására az utolsó két gyakorlaton kerül sor. A második félév gyakorlati jegye a mérési gyakorlatokra kapott érdemjegyek átlagának, és a harmadik beszámoló érdemjegyének átlagaként adódik.

Az évközi beszámolók bármelyikének elmulasztása szigorított, vagyis dupla kérdésszámú szigorlatot von maga után.

Az év végi szigorlat gyakorlati és elméleti részből áll. A szigorlat gyakorlati része alól felmentést kap a hallgató, ha félévi gyakorlati jegyeinek és a tanév során megírt három beszámolója jegyeinek összege legalább 23.

Az év végi záróvizsgán a hagyományosnak mondható, szóbeli számonkérésre alapozott (két elméleti, egy gyakorlati kérdést és egy biometria feladatot tartalmazó), szigorlat mellett előre meghatározott napokon írásbeli dolgozattal kombinált szóbeli vizsga is van. Ezekben - a nyolc elméleti, a két gyakorlati és a két biometria kérdést tartalmazó - esszé-szerűen megválaszolt dolgozatok javítását szóbeli diszkusszió követi. A dolgozat eredményét - a vizsga szóbeli részének elhagyásával - elfogadhatják a hallgatók, vagy szóban folytathatják szigorlatukat, de csak akkor, ha írásban elérték a kettes érdemjegyhez szükséges 51 %-os "átmenési szintet".

A szigorlatokra való felkészülést a vizsgaidőszak alatti rendszeres konzultációkkal segítjük. A szigorlatok és konzultációk időpontját, a vizsgákra jelentkezés rendjét a vizsgaidőszak megkezdése előtt legalább egy hónappal közöljük illetve kifüggesztjük a Fizika Laboratórium előtti hirdetőtablánkon.

## **Orvosi Fizika és Statisztika előadások tematikája orvostanhallgatók számára**

**1-10.** A biometria alapjai: a mérés és a mérési hibák, a reprezentatív minta, a minták jellemzői, a gyakorisági eloszlás és a valószínűségi sűrűségfüggvény, a normális (Gauss-) eloszlás és egyéb eloszlások. Az eloszlások paraméterei, konfidencia intervallumok, szabadsági fok, a statisztikai próbák elméleti alapja, elvégzésük módja, (egymintás t-próba, kétmintás t-próba, F-próba és a  $\chi^2$ -próba). A lineáris regressziószámítás.

**11-20.** Atomfizika a biológiában és az orvostudományban: a radioaktív sugárzás keletkezése és tulajdonságai. Rutherford és Chadwick kísérlete, az atommag felépítése, a kötési energia, a magok stabilitása, maghasadás és fúzió. A radioaktivitás bomlástörvénye: az atommag bomlásának módjai, a Soddy-Fajans eltolódási szabály, fizikai és biológiai felezési idő, láncreakció, az atomreaktor működése. A

magsugárzások közegbeli abszorpciója. Elektron egyensúly, lineáris ionsűrűség, lineáris energia transzfer, relatív fékezőképesség, Geiger-Nuttall szabály, Bragg csúcs, orvosi alkalmazások.

**21-25.** A dozimetria alapjai: abszorbeált-, besugárzási és a biológiai hatásos dózis, SI és a korábbi dózisegységek (gray, C/kg, sievert, rad, röntgen, REP, REM), sugárhatás-sugárdózis összefüggések (találat-elméletek), a sugárhatást befolyásoló tényezők, sugárzási szintek, sugárvédelem. Sugázmérők (gázionizációs, gerjesztési, fotografiai és egyéb dózis mérő módszerek, a gamma-kamera). Radioaktív nyomjelzők, izotópok a klinikai gyakorlatban, a kobalt ágyú, a radioaktív technécium bomlása, térfogat-meghatározás hígítási módszerrel, anyagcsere-folyamatok vizsgálata, radiokardiográfia, a szív relatív pumpálási térfogatának meghatározása, kormeghatározás a szén 14-es izotópjá segítségével, termolumineszcencia, képpalkotás radioaktív izotópokkal. A nukleáris medicina technikai alapjai, ionizáló sugarakkal végzett terápia, a besugárzás tervezése.

**26-45.** Transzport folyamatok a biológiában és az orvostudományban: a transzport jellemzésére használt mennyiségek, az áramlás erőssége és sűrűsége, az ideális folyadékok és gázok áramlása (a kontinuitási egyenlet, az áramerősség meghatározása injekciós módszerrel, Fick nulladik törvénye, a vér oxigén szállítása, Bernoulli törvénye és gyakorlati alkalmazásai), reális folyadékok áramlása (a Newton féle súrlódási törvény, newtoni és nem-newtoni folyadékok, a folyadékok viszkozitásának hőmérsékletfüggése, a Hagen-Poiseuille-törvény és orvosi vonatkozásai, viszkoziméterek és alkalmazásaik az orvostudományban). Lamináris és turbulens áramlás, kritikus nyomás és kritikus sebesség, a Reynolds-féle szám. Soros és párhuzamos csövek áramlási ellenállása, a vazodilatáció, lüktető áramlás rugalmas falú csövekben, nyomás és sebesség viszonyok a leszálló aortában. Nem-newtoni folyadékok, a vér áramlási sajátosságai.

Mikro-transzport: a diffúzió alaptörvényei (Fick első és második törvénye). A diffúzió szerepe a vörösvértestek gáz cseréjében (Henry törvénye, a vér (hemoglobin) oxigénfelvétele, a Bohr effektus, az emberi agykéreg oxigénellátásának modellje).

Hőtranszport az emberi szervezetben, a hővezetés, a hőkonvekció és a hőszugárzás. A Newton-féle lehűlési törvény. Hőleadás párlogtatással, a hóguta. A hőközlés és hőelvonás orvosi alkalmazásai, az emberi test hőleadása.

Transzportfolyamatok biológiai membránokon: a biomembránok felépítése, lipid-fehéreje kölcsönhatások, szendvics modellek, Frye és Eddidin kísérlete. A membránok külső és belső felületének szerkezete, a glykocalix. A passzív és aktív transzport. Az elektród potenciál, Volta és koncentrációs elemek, a diffúziós potenciál, Nernst egyenlet. A membránpotenciálok eredete (diffúziós potenciál, elektrogén ionpumpák és felületi potenciálok). A Donnan-egyensúly és a Donnan-potenciál, a Hodgkin-Huxley-Katz-féle transzport modell, a Goldman-egyenlet. A membránpotenciál kísérleti meghatározásának módszerei (mikroelektródák, feszültségrogzítás, az ionszatornák áramának mérése (patch-clamp). A nyugalmi potenciál és az akciós potenciál: fenomenológiai leírás (a nyugalmi potenciál kialakulása, az akciós potenciál általános jellemzői, ionáramok az akciós potenciál alatt (időfüggésük, áram-feszültség jelleggörbék), az akciós potenciál terjedése (a lokális köráram-modell, mielin hüvelyű idegrostok). Hiperpolarizáció, hipopolarizáció, depolarizáció, túllövés, repolarizáció, a

negatív és pozitív utópotenciál. Az akciós potenciál kialakulásának molekuláris leírása (a  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ionpumpa működése, idegmérgek).

Diffúzió félig áteresztő hártályon, az ozmózis, a Pfeffer-féle ozmométer, van't Hoff törvénye, direkt és indirekt lehetőségek az ozmotikus nyomás mérésére, ozmométerek, az ozmózis fiziológiai jelentősége: izotóniás, hipotóniás és hipertóniás oldatok, a hemolízis és plazmolízis, a fiziológiás sóoldat, infúziók, a Starling-effektus és az ödéma, dialízis és a hemodialízis (művese).

**46-54.** A kvantum elmélet kialakulása: a kvantumelmélet kísérleti alapjai (a fekete test sugárzási törvényei, fotoelektromos hatás és a Franck-Hertz kísérlet, a vonalas színek létrejötte), részecske-hullám dualizmus és a Heisenberg-féle határozatlansági reláció. A spektroszkópia kvantumfizikai alapjai, atomspektroszkópia: az atomabszorpciós, atomemissziós spektrofotometria, atomfluoreszcencia spektroszkópia és orvosi biológiai alkalmazásai.

Molekulaspektroszkópia: a molekulák energiaszint-rendszere, a Beer-Lambert törvény és orvos biológiai alkalmazásai, a fényszórás. Molekuláris lumineszcencia spektroszkópia, Jablonski diagram, fluoreszcencia és foszforeszcencia, lumineszcencia jellemzők (kvantum és energia színek, a lumineszcencia élettartama, határfok, polarizációfok) és méréstük. Lumineszcencia a biológiában és az orvostudományban, rutin klinikai diagnosztikai alkalmazások, immunfluoreszcencia, véredények vizsgálata, fluoreszcencia-aktivált sejtanalízis és sejtszeparálás, fehérjék és nukleinsavak szerkezetvizsgálata, FRAP. Lézerek (a lézersugárzás fizikai tulajdonságai, a lézerműködés fizikai alapjai, lézertípusok), lézerek az orvosi gyakorlatban.

**55-68.** Elektromágneses hullámok, a fény mint elektromágneses hullám, a geometriai és fizikai optika alapjai. Fénnyel történő képalkotás az orvostudományban (fotometria, endoszkópia (száloptika és video-endoszkópia), a mikroszkópok felépítése, a feloldás határa.

A röntgensugárzás fizikai alapjai: a röntgensugárzás általános tulajdonságai, előállítása (röntgenforrások: röntgenszó, részecskegyorsítók), spektruma (főkezési és karakterisztikus sugárzás: Duan-Hunt és Moseley-törvénye). A röntgensugárzás közegbeli gyengülése (a gyengülés alaptörvénye és mechanizmusai, koherens szórás, fotoelektromos hatás, Compton szórás, párképződés). A röntgensugarak diagnosztikai (pozitív és negatív kontrasztanyagok, a szummációs kép) és terápiai alkalmazásai. Molekulaszerkezet meghatározása röntgendiffrakcióval (Bragg-feltétel, fázisproblémák). Képalkotás röntgensugárral, geometriai és a számítógépes tomográfia, a digitális szubtrakciós angiográfia, radioaktív nyomjelzés (fotonemissziós tomográfia, pozitronemissziós tomográfia). termográfia, képalkotás ultrahanggal (az ultrahangok tulajdonságai, előállítása (direkt és indirekt piezoelektromos hatás, magnetosztatika, az impulzus-visszhang- és Doppler-módszerek)). Mágneses rezonancia (NMR), elektronspin rezonancia spektroszkópia (ESR).

**69-75.** Fejezetek a biofizikából: az izomműködés molekuláris eseményei, a kontraktilis fehérjék, a neuromuskuláris junkció. Az izmok hőtermelése, a Hill egyenlet. A szívizom rostjainak elhelyezkedése. A szív munkája és elektromos aktivitása, az EKG hullámok létrejötte. Az érfalakban kialakult tenzió, Laplace törvénye.

A hang tulajdonságai, halláselemlétek. Audiometria és orvosi alkalmazásai. A zaj mint fizikai környezet-szennyezés.

Az emberi szem mint optikai rendszer. A látás sejtszintű és molekuláris jelenségei (látópigmentek, a színlátás elméletei, a szintévesztés és színvaktság, a rodopszin fotokémiája).

Kórházi osztályok, laboratóriumok és műtők érintésvédelme, elektromos készülékek hálózatba kapcsolásának szabályai.

### **Orvosi fizika mérési gyakorlatok tematikája**

1. A laboratóriumi munka előkészítése (tűz, baleset és eszközvédelem)
2. Detergensok kritikus micella koncentrációjának meghatározása a felületi feszültség mérésével
3. A viszkozitás és hőmérséklet függésének vizsgálata Höppler-féle viszkoziméterrel
4. A diffúziós állandó meghatározása rétegzési (schlieren) eljárással
5. Hőmérsékletmérés termisztorral
6. Hőmérsékletmérés termoelemmel, a termoelem hitelesítése
7. Testek fűtési és lehülési kinetikájának tanulmányozása
8. Az emberi test környezettel való hőcseréjének modellezése
9. Membránok permeabilitásának meghatározása
10. Redoxrendszerek középponti potenciáljának meghatározása
11. Mérések félvezető dióddal és tranzisztorttal
12. Erősítők tanulmányozása
13. A katódsugárcső felépítése, jelalak vizsgálat katódsugár oszcilloszkóppal
14. Elektrolitek vezetőképességének mérése
15. Váltóáramú rezgőkörök tanulmányozása
16. Abszorpciómérés: pH-indikátorfestékek különbségi színeképe
17. pH-indikátorfesték proton-disszociációs állandójának meghatározása
18. Törésmutató és diszperzió meghatározása Abbe-féle refraktométerrel
19. Fókusz távolság meghatározása Bessel- és Abbe módszerrel. A szem mint optikai rendszer
20. Folyadékok és szilárd testek sűrűségének mérése
21. Gyakorlat a Radiológiai Klinika ultrahang laboratóriumában
22. Gyakorlat az Izotóp Diagnosztikai Központban
23. Gyakorlat az Onkoterápiás Klinikán
- 24-30. Biometria szeminárium, feladat megoldás

További információ: SZTE, Orvosi Fizika Oktatási Csoport  
(6720 Szeged, Dóm tér 13., Tel./Fax: 62/420-053,  
ringler@comser.szote.u-szeged.hu)

RINGLER ANDRÁS

## BIOFIZIKA A KÖZÉPISKOLÁBAN

A szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumban 1982/83-as tanévben került sor először a középiskolás korosztály számára a biológia egyik határtudományának, a biofizika alapismereteinek az oktatására. A tehetséggondozás jegyében szakköri jelleggel kezdődtek a foglalkozások, melynek szervezését és oktatását Dr. Bánfalvi József igazgatótól Gál Béla, e cikk szerzője kapta. A 'hőskor' a próbálkozások jegyében telt. Mivel az akkori Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem Biokémiai Intézetének biofizika csoportja elsősorban izombiofizikával foglalkozott, így a csoport akkori mentora, Dr. Török Attila segítségével először az izomműködés témája került terítékre. Mellette néhány előadást hallgathatott a 14 önként jelentkezett tanuló az idegélettan biofizikai kapcsolódásairól, és belekóstolhatott a biometria, a biokibernetika alapjaiba is. Az első néhány év során kialakult, hogy milyen témaköröket és milyen mélységben érinthetünk a képzés során 14-18 éves korosztálynak, milyen pedagógiai módszereket használhatunk a célok eléréséhez. Az útkeresés eredményeként - Dr. Tigyi József professzor, a Magyar Biofizikai Társaság elnökének és Dr. Bánfalvi József iskolánk igazgatójának hathatós támogatásával - az 1985/86-os tanévben kísérleti jelleggel 18 tanulóval kezdte meg minisztériumi engedéllyel a működését a biofizika tagozat. Minden évben - a mai napig is - országos beiskolázással működve, felvételi vizsga után kerülhetnek a tagozatra a diákok.

Az általános gimnáziumi osztályokhoz képest a tanrendbe többletórák szerepeltek (az első adat az általános gimnáziumi osztályban kötelezően meglévő óraszám):

	9. osztály	10. osztály	11. osztály	12. osztály
biológia	0 +2	2 +2	2 +2	2 +2
fizika	2 +2	2 +2	3 +1	2 +2
biofizika	2	2	2	2

A biofizika tantárgy tananyagát az élő rendszerek fizikai jelenségeinek megismerésével, egyszerűbb fizikai vizsgáló módszerek (centrifugálás, kromatográfia, stb.) elsajátításával, fizikai jelenségeken alapuló műszerek (fotométer, mikroszkóp, vérnyomásmérő, oszcilloszkóp, stb.) használatával kezdtük. A biometriába is belekóstolhattak a tanulóink. A 10. osztályban a légzés, a keringés biofizikája következett, megismerve a tudományterületen, az orvoslásban alkalmazott vizsgálatok fizikai alapjait. A vázizmok mechanikájának megismerése zárta a tanévet. A 11. osztályban a bioelektromos jelenségek tárgyalása jól kapcsolható volt az izom elektromos változásaival. A receptorok és azok működési mechanizmusa, az elvégzett egyszerű kísérletek mindig nagy érdeklődésre tartott számot. Fontos szempont volt a tanórák során, hogy diákjaink megtanulják a kísérleti módszereket, és ezzel együtt a kapott eredmények tudományos igényű elemzését is. A program utolsó évében a bioenergetikai alapelveinek a megismerése, a fotoszintézis, a mitokondrium és a

Halobacterium halobium működésének fizikai vonatkozásai kerültek előtérbe. A tanterveket Dr. Németh Gábor\* kollégámmal állítottuk össze, és készítettünk hozzá a tanulás segítéséhez egy jegyzetet.

A gyakorlati órákból igyekeztünk minél többet beiktatni. Szívesen végezték a kísérleteket, a feladatokat, és a céljaink eléréséhez pedagógiai szempontból is a legtöbbet adták ezek az órák. Nem sikerült azonban beszerezni a szükséges felszereléseket.

Próbálkozásaink egy korszerűen felszerelt biológiai-biofizikai laboratórium kialakításához eleve kudarcra ítéltetett, hiszen ez akkora anyagi háttérrel igényel, melyet a ma középiskolája külső segítség nélkül képtelen biztosítani. Két út maradt: a Szegeden megtalálható intézetek segítőkészségének kihasználása, a számukra nem szükséges, de használható műszerek átadása, illetve a gyakorlati óráknak a tudományos intézetekben történő megtartása. Szerencsére mindkettőben kaptunk segítséget. Tanulóink járhattak a SZOTE különböző klinikáin, a deszki szanatóriumban, a MTA Szegedi Biológiai Központjában, a JATE Biofizikai Tanszékén.

A legfontosabb célunk a természettudományos gondolkodás kialakítása, a problémamegoldó képesség fejlesztése volt. A pedagógus számára az okozta a legtöbb problémát, hogy a korosztály fejlettségének megfelelő szintre hozza az ismeretek úgy, hogy a szakmai igényesség ne sérüljön. Az évek során ennek megfelelően szükség volt a tartalmi korrekciókra. A biometria túlságosan korán került tárgyalásra. Bár diákjainknak - a visszatérők jelzése szerint - az egyetemen óriási előnyük származott abból, hogy a biometria alapjait megismerték, mégis túl sok energiát, feleslegesen sok erőfeszítést, küzdelmet igényelt tanulóktól, tanártól egyaránt. Így két év múlva átkerült a 12. osztályba, majd a biofizika órakeretének csökkentésekor kikerült a tantervből. Gondot okozott a megfelelő előképzettséggel rendelkező pedagógus megtalálása is, hiszen - bár a középiskolai tanárok találkoznak a biofizikával - nem mindenki tudja megvalósítani a speciális tudományterületnek a serdülők szintjére történő transzformálását. Az aktuális minisztériumi irányelvek (csökkenjen a terhelése a tanulóknak), és a speciális oktatásra vállalkozó, megfelelő pedagógusok hiánya miatti kettős szorítás az iskolát arra kényszerítette, hogy a biofizika órákat csak 10. osztálytól vezesse be, és a 10. és 11. osztályban csak heti egy, majd a 12. osztályban heti két tanóra legyen a ráfordított idő. Az oktatás idővesztését a hatékonyság növelésével próbáltuk kompenzálni. Kiváló együttműködés volt, és az utóbbi időben ez még tovább javult a SZTE Biofizika Tanszékének vezetőjével, oktatóival - külön köszönet Dr. Nagy László tanár úrnak -, akik az iskolával egyeztetett program szerint gyakorlatokat, konzultációkat tartottak a 10. és 11. osztályos biofizika tagozatos tanulóinknak. Az egyetem az együttműködéssel nem csak az oktatásban segített, de a gimnáziumunkról is nagy terhet vállalt át azzal, hogy biztosította a laboratóriumot a gyakorlatok számára.

A biofizika speciális tagozatos diákjaink heti óraszámja jelentősen növekedett a tagozat sajátosságának megfelelően. Ez nem volt szerencsés a tanulók terhelése szempontjából, ennek ellenére szívesen tanultak tagozaton a diákok, hiszen mind

---

\* Németh Gábor tanár úr, aki az 1989-1997 közötti Értesítő füzetekben megjelent, a biofizika középiskolai oktatásáról tudósító, beszámolókat szerzője is volt, 2000 januárjában – már nyugdíjasként – sajnos elhunyt. (- a szerk.)

biológiából, mind pedig fizikából, sőt matematikából is eredményesen szerepeltek az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyeken. 1988-1997 között az országos döntőbe 21 itt tanuló diák került, akik közül első 10 helyezett közé biológiából 10, fizikából 2 és kémiából 2 tanuló jutott. Nagyon sikeres a Bugát Pál Természetismereti Versenyen (a biológia, a fizika, a kémia és a számítástechnika kreatív alkalmazása) való szereplése tanulóinknak, bizonyítva, hogy egy komplexebb természettudomány oktatására nyílik lehetőség. Volt országos első helyezés az Irinyi János Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen, második és nyolcadik helyezés a Kitaibel Pál Biológiai Tanulmányi Versenyen, sőt a Lóczy Lajos Országos Földrajzi Tanulmányi Versenyen is sikerült ötödik helyen végezni a biofizika tagozaton tanuló diákunknak.

A jövő? A program népszerűsége ugyan nem érte el a biológia speciális tagozatunk népszerűségét, de általában elegendő jelentkeztek. Érezhető törést jelentett a beiskolázásban az orvostudományi egyetemeknek az a döntése, hogy a fizika mellett a kémia is választható felvételi tantárgynak. Nagyon sokan elpártoltak a fizikától, ami a biofizika tagozatra való jelentkezésben is érezhető volt.

A kerettantervi szabályozás sem támogatja az ilyen tehetséggondozó, gyakorlatokra épített, időigényes programokat, hiszen nem sok mozgásteret hagy az iskoláknak. Az egyes tantárgyak óraszámainak csökkentése már lehetetlen, a hetente maximálisan megtartható órák száma ugyanakkor csökkent a tanulók terhelését csökkentendő. Így a biofizika, a biológia és a fizika tanórákra nincs elég idő. Mégis úgy döntött a Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium nevelőtestülete, hogy szeretné folytatni a programot. Látunk értéket, a diákjaink fejlődése számára többletet nyújtó lehetőséget a programban, és hisszük, hogy a természettudományok társadalmi presztízse előbb-utóbb a megfelelő helyére kerül.

A következő óraszámokat fogadtuk el a kerettantervnek megfelelő pedagógiai program elkészítésekor:

	9. osztály	10. osztály	11. osztály	12. osztály
biológia	0 +2	2 +2	2 +3	2 +3
fizika	1,5 +0,5	2 +1	2 +1	0+3
biofizika	0	1	1	0

Megpróbáljuk a hatékonyság fokozásával pótolni az elvesztett órakeretet. Reményeink szerint az intézményünk felújítása hamarosan megindul, melynek következtében kialakíthatunk korszerű laboratóriumot, és talán megfelelő eszközöket is képesek leszünk beszerezni. Folytatódhat az együttműködés Szeged természettudományos műhelyeivel, a segítőkész kutatókkal, oktatókkal.

GÁL BÉLA  
szaktanár

## **BIOMÉRNÖK HALLGATÓK SZENT-GYÖRGYI ALBERT SZAKKOLLÉGIUMA**

A BME Vegyészmérnöki Karán néhány biomérnök hallgató kezdeményezésére „Szent-Györgyi Albert Szakkollégium” néven 2001 tavaszán dolgozni kezdett egy hallgatói csoport. Független diákszervezetként, ésszerű célok kitűzésével, kívánják elősegíteni a biomérnökök eredményesebb oktatását. Kapcsolatot keresnek a Magyar Biofizikai Társasággal is.

Céljaik között szerepel a biomérnöki szak ismertebbé tétele, mind szakmai körökben, mind pedig a középiskolás diákok körében, a hallgatók látókörének bővítése, érdeklődésük felkeltése, érdekes és fontos tudományos kérdésekkel való megismertetése, a információhoz juttatásuk olyan szakmai kérdésekben, melyekben jelenleg nehéz a tájékozódás stb. Általános tapasztalat a hallgatóság körében, hogy egy kívülálló számára a biomérnök szó általában ismeretlen, s a jelenség nem csak a laikusok körében tapasztalható, hanem sokszor egy-egy állásbörzén is, bár a szak több mint két évtizede működik!

A különböző kurzusokra szétszórt hallgatókat a Szakollégium egységesebb közösséggé formálhatná.

Tudományos előadásokat kívánnak szervezni, amelyeknek elsődleges célja nem elsősorban a szakmai ismeretek átadása lenne, hanem érdekes kérdések felvetése, tudományos problémák exponálása, a kutatáshoz, tudományos munkához való kedvcsinálás. Ez a fórum lehetőséget biztosítana a tanárok számára is, hogy érdeklődő hallgatóságnak meséljenek saját kutatásaikról, tudományos munkájukról, hiszen mindegyre az órarendi előadáson általában nincs lehetőség illetve idő. Meghívott előadókra is gondolnak.

Előadásokat kívánnak szervezni arról is, hogy egy végzett biomérnöknek milyen lehetőségei vannak diplomázás után, milyen munkakörben, milyen körülményekkel, fizetéssel stb. tud elhelyezkedni. Különböző programokkal (pl. intézetlátogatás) szakmai tapasztalatokat is szeretnének szerezni. A hallgatóság jobb tájékoztatása érdekében összegyűjtik a TDK-munkalehetőségeket a szakon és egyéb intézményekben, ugyanígy a nyári gyakorlat-lehetőségeket is, mivel sok hallgató kényszerül arra, hogy maga szervezze ezeket. Egy adatbázis összeállításával és annak publikálásával kívánnak ebben segíteni.

A szakkollégiummal kapcsolatba lehet lépni a [bmeszasz@freemail.hu](mailto:bmeszasz@freemail.hu) címen, vagy tevékenységükről tájékozódni a [szasz.ini.hu](http://szasz.ini.hu) honlapjukon.