

**A Magyar Tudományos Akadémia
Fizikai Tudományok Osztálya,
az Eötvös Loránd Fizikai Társulat,
a Magyar Biofizikai Társaság és
az Oktatási Minisztérium
folyóirata**

Főszerkesztő:

Berényi Dénes

Szerkesztőbizottság:

**Barlai Katalin (Csillagászat),
Faigel Gyula,
Gnädig Péter (Négyszögletes kerék),
Horváth Dezső (Mag- és részecskefizika)
Jéki László, Kanyár Béla (Sugárvédelem),
Németh Judit, Ormos Pál (Biofizika),
Pál Lénárd, Papp Katalin,
Sükösd Csaba (Vélemények),
Szőkefalvi-Nagy Zoltán (Biofizika),
Tóth Eszter,
Turiné Frank Zsuzsa (Megemlékezések),
Ujvári Sándor (A fizika tanítása)**

Szerkesztő:

Hock Gábor

Műszaki szerkesztő:

Kármán Tamás

A lap e-postacíme:

fizszem.elft@mtesz.hu

A folyóiratba szánt írásokat erre a címre kérjük.

A címlapon:

Sugárvédelem Magyarországon

TARTALOM

<i>Kanyár Béla</i> : Sugárvédelem Magyarországon – bevezetés	209
<i>Csete István</i> : A sugárvédelemben használatos mennyiségek és azok mérési lehetőségei	211
<i>Köteles György</i> : Biológiai ismeretek és sugárvédelmi szabályozás	216
<i>Bäumler Ede, Deme Sándor, Vincze Árpád</i> : A hazai sugárvédelmi műszergyártás múltja és jelene	220
<i>Kanyár Béla, Zagyvai Péter, Homonnay Zoltán, Dezső Zoltán, Farkas György, Fehér István, Ozoray Kamilla, Pellet Sándor, Uray István, Vincze Árpád, Zombori Péter</i> : Sugárvédelem a felsőoktatásban	224
<i>Bujdosó Ernő</i> : A Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam múltja, jelene és várható jövője	230
TÁRSULATI ÉLET	
Fizikus Vándorgyűlés	233
Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat közhasznúsági jelentése a 2003. évről	234
A FIZIKA TANÍTÁSA	
Öveges József Fizikaverseny – Győr, 2004 (<i>Berkes József</i>)	237
VÉLEMÉNYEK	
Próbaérettségi: elégtelen (<i>Vankó Péter</i>)	240
FIZIKUSNAPTÁR	244
MELLÉKLET	
Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alapszabálya	
<i>B. Kanyár</i> : Radiation protection in Hungary – an introduction	
<i>I. Csete</i> : Quantities relevant for radiation protection and their measurement	
<i>G. Köteles</i> : Biological knowledge and radiation protection directives	
<i>E. Bäumler, S. Deme, Á. Vincze</i> : The manufacture of radiation-protection instruments in Hungary: past and present	
<i>B. Kanyár, P. Zagyvai, Z. Homonnay, Z. Dezső, G. Farkas, I. Fehér, K. Ozoray, S. Pellet, I. Uray, Á. Vincze, P. Zombori</i> : Radiation protection education at the college level	
<i>E. Bujdosó</i> : Our refresher courses in radiation protection: past, present, and foreseeable future	
NEWS OF THE PHYSICAL SOCIETY	
TEACHING PHYSICS	
The J. Öveges Competition in Physics – Győr, 2004 (<i>J. Berkes</i>)	
OPINIONS	
An unsuccessful candidate – secondary schools' newly proposed final exam (<i>P. Vankó</i>)	
PHYSICISTS' CALENDAR	
<i>B. Kanyár</i> : Strahlungsschutz in Ungarn – eine Einführung	
<i>I. Csete</i> : Die Meßgrößen des Strahlungsschutzes und ihre Bestimmung	
<i>G. Köteles</i> : Für den Strahlungsschutz maßgebende biologische Kenntnisse	
<i>E. Bäumler, S. Deme, Á. Vincze</i> : Ungarische Meßgeräte für den Strahlungsschutz: Vergangenheit und Gegenwart der Serienherstellung	
<i>B. Kanyár, P. Zagyvai, Z. Homonnay, Z. Dezső, G. Farkas, I. Fehér, K. Ozoray, S. Pellet, I. Uray, Á. Vincze, P. Zombori</i> : Der Strahlungsschutz im Hochschulunterricht	
<i>E. Bujdosó</i> : Unsere Fortbildungskurse in Strahlungsschutz: Vergangenheit, Gegenwart und nähere Zukunft	
AUS DEM GESELLSCHAFTSLEBEN	
PHYSIKUNTERRICHT	
Der J.-Öveges-Wettbewerb in Physik – Győr, 2004 (<i>J. Berkes</i>)	
MEINUNGSÄUSSERUNGEN	
Durchgefallen: die neue Reifeprüfung (<i>P. Vankó</i>)	
PHYSIKERKALENDER	
<i>Б. Каньярь</i> : Радиационная защита в Венгрии – введение	
<i>И. Цете</i> : Употребляемые в радиационной защите физические величины и их измерение	
<i>Д. Кэтелеш</i> : Биологические основы радиационно-защитных мероприятий	
<i>Э. Беймлер, Ш. Деме, А. Винце</i> : Отечественное производство приборов радиационной защиты – прошлое и настоящее	
<i>Б. Каньярь и др.</i> : Радиационная защита в университетском образовании	
<i>Э. Буйдошо</i> : Наш курс повышения квалификации по радиационной защите – прошлое, настоящее и предвидимое будущее	
ИЗ ЖИЗНИ ФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА	
ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ	
Физический конкурс им. Й. Эвегеша, Дьер, 2004. г. (<i>Й. Беркеш</i>)	
ЛИЧНЫЕ МНЕНИЯ	
Безуспешно экзаменувавшийся экзамен (<i>П. Ванко</i>)	
КАЛЕНДАРЬ ФИЗИКОВ	

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

A Fizikai Szemle az Akadémia által 1862-ben elindított Matematikai és Természettudományi Értesítő és az 1891-ben Eötvös Loránd által alapított Matematikai és Physikai Lapok utóda és folytatása

LIV. évfolyam

7. szám

2004. július

SUGÁRVÉDELEM MAGYARORSZÁGON – BEVEZETÉS

Kanyár Béla

Veszprémi Egyetem, Radiokémia Tanszék

Az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport évek óta tervezi a hazai sugárvédelmi tevékenység összefoglalását, hogy elősegítse a közeljövő fontosabb feladatainak megfogalmazását, a hatékonyabb hazai és nemzetközi együttműködést. Ezzel egyben gyarapítható a szakemberek, köztük a sugárzásokat alkalmazók és ilyen kérdések iránt csupán érdeklődők sugárvédelmi ismeretei. A *Fizikai Szemle* ezen tematikus számában öt cikk keretében tekintjük át tevékenységünket és feladatainkat. A következőkben néhány mondatban vázoljuk a sugárvédelmi ismeretek speciális jellegét a természettudományok között és a tervezett témákat.

A sugárvédelem a sugárzások káros hatásainak mérésével, megítélésével, az esetleg fellépő ártalmak megelőzésével, illetve csökkentésével foglalkozik. Ezért a sugárvédelem alapvetően a következő két, egymástól erősen eltérő szakterülethez kapcsolódik:

- a *sugárzások és anyag közötti kölcsönhatás*, azaz elsősorban a sugárzások fizikai, kémiai, biológiai hatásaival (ionizációval, kémiai kötések módosításával, biológiailag fontos molekulák és más képződmények – köztük sejtek, szövetek – károsodásával, élettani funkciók változásával) foglalkozó természettudományi terület,
- *védelmi jellegű terület*, ahol a munkavédelemhez, környezetvédelemhez, egészségvédelemhez stb. hasonlóan elengedhetetlenek a mindennapi gyakorlatban jól használható, jogszabályokban, rendeletekben megfogalmazható, ellenőrzésben alkalmazható eljárások kialakítása, tükrözve az adott technikai, gazdasági és társadalmi körülményeket, az érdekeltek számára elfogadható formában.

A sugárzás és anyag közötti kölcsönhatás a sugárvédelmet annyiban érinti, hogy ezen ismereteken alapul a *sugárzások dozimetriája*, mely a sugárvédelem egyik legfontosabb részét, a dóziskorlátozást és a védelmi intézkedések jogosságát, szükségét alapozza meg, természettudományos igénnyel. A sugárvédelemben használatos a sugárdózis mennyiség, mely az élővilágra gyakorolt hatás szempontjából magában foglalja, figyelembe veszi – ha korlátozott mértékben is – a sugárzás típusát (pl. α -, β -, γ -sugárzás) és energiáját egyaránt. A sugár-

dózis segítségével nem kell minden egyes radionuklidra és tevékenységre külön-külön mérni és megadni a korlátozásra vonatkozó radioaktivitást, vagy/és a sugárzásra vonatkozó más paramétert. Mint látni fogjuk, 3–4 alapvető dózismennyiség, dóziszfogalom elégséges ahhoz, hogy mind a mérés, mind a korlátozás döntő része megfogalmazható legyen a jelen védelmi elvárások, igények mellett.

A sugárvédelemben, mint más szakterületen, a fogalmak, mennyiségek egy része időről-időre módosul az újabb ismeretek, mérési lehetőségek fejlődésével. Az utóbbi évtizedekben ez a változás az átlagosnál gyakoribb volt, és jelenleg még mindig számos félreértés származik belőle. Külső szakember számára az újabb elnevezések, mértékegységek bevezetése esetenként mesterkéltnek tűnik, illetve gyakorlati szempontból elhanyagolható jelentőséggel bír. A legutóbbi nagyobb változást az 1991-ben megjelent ICRP-ajánlások tartalmazzák (ICRP: *International Committee on Radiological Protection*, Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság). Jelenleg ezen ajánlásokon alapulnak az ENSZ szakosító szervezeteinek (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, Egészségügyi Világszervezet stb.) standardjai, az EU-direktívák és a hazai szabályozás is. Mindezek alapján a következő három, úgynevezett alapvető dózismennyiség használatos a sugárvédelemben:

Elnyelt dózis: a sugárzás révén a tömegegységben elnyelt energia mértéke, egysége a gray (Gy) és $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ (korábban használatos egysége a rad, $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$). Ez a dózismennyiség igen általánosan használható, mindenfajta ionizáló (sőt általában nem ionizáló) sugárzásra és elnyelő anyagra – mind élettelenre, mind előre –, kis és nagy dózisoknál egyaránt. Viszont egymagában nem fejezi ki a sugárzás károsító hatását, ezért más mennyiségek bevezetése is szükséges.

Egyenértékű dózis: az elnyelt dózis és a sugárzási súlytényező szorzata, számolható mennyiség. A sugárzási súlytényező értéke függ a sugárzás típusától, γ -sugárzásra 1, neutronsugárzásnál energiafüggő. Az egyenértékű dózis egysége a sievert (Sv) és csak emberi szervek, illetve szövetek sugárterhelésének jellemzésére használjuk.

Effektív dózis: szintén számolható dózismennyiség, mely az egyes szervek, szövetek egyenértékű dózisának súlyozott összege, és az egész testre jellemző. Az úgynevezett szöveti súlytényezők értéke 1-nél kisebb, összegük 1. Az effektív dózis az egyén egészére vonatkozik, ezért egésztestdózisnak is nevezzük, egysége szintén a sievert (Sv). Mivel a súlytényezőket eddig csak embernél határozták meg, mégpedig a sugárvédelem néhány mSv nagyságú tartományában, ezért ezt a mennyiséget alapvetően csak embernél és viszonylag kis dózisoknál (kb. 1 Sv-ig) használjuk. Természetesen találkozunk az utóbbi két dózismennyiség kiterjesztésével más élőlényekre és nagyobb dózistartományokra egyaránt.

A fenti meghatározások látszólag egyértelműek, de ha például mérési eljárásokat is kell definiálni, akkor újabb problémák merülnek fel, ezért továbbra is használatos a korábbi *dózisegyenérték* mennyiség, igaz, értelmezése kissé módosult. Az emberi dózis meghatározásánál figyelembe kell venni az emberi test sugárszóródó és árnyékoló hatását, különösen, ha az egyes szervek sugárterhelését kell meghatározni. Ekkor nem mindegy, hogy oldalt, vagy előlről történik a besugárzás, vagy az emberi szervezetbe került radioaktív anyag sugárzásából származik a dózis. Mindezekről és a dóziszfogalmak pontosabb értelmezéséről, kiterjesztéséről a későbbiek során több-kevesebb részletességgel olvashatunk.

A *védelmi intézkedéseket* a végrehajthatóság érdekében jogszabályszerűen, egy természettudományos szakember szemszögéből egyértelműen kell megfogalmazni és alkalmazni. Több esetben egy-egy ellentmondás nem oldható fel, és a jogszabály sem fogalmazható meg mindenre kiterjedő következetességgel. Így egyes kérdésekben a sugárvédelem a fizikát művelő olvasó számára elfogadható következetességgel tudja alkalmazni az eredményeket, más esetekben azonban kénytelen kevés és bizonytalan ismeretek alapján dolgozni, döntéseket megalapozni. Egy a jelenleginél következetesebb és egységesebb sugárvédelmi rendszer kialakítása, fejlesztése továbbra is fontos feladat a nemzetközi együttműködésben.

A sorozat első anyagában az ionizáló sugárzásokkal kapcsolatos dózismennyiségek és egységek részletesen szerepelnek az értelmezésükkel együtt, általában definíciószerűen, azaz szakemberek számára (*Csete I.: A sugárvédelemben használatos mennyiségek és azok mérési lehetőségei*).

A védelemmel kapcsolatos sugáralkalmazási korlátozások, teendők elsősorban a sugárzás biológiai, élettani károsító hatásaiból kiindulva tervezhetők. Tudjuk azonban, hogy már egy sejt, de különösképpen egy emberi szervezet meglehetősen bonyolult ahhoz, hogy az egészségkárosító hatást egy számérték, a dózismennyiség alapján megítéljük. Pedig a sugárdózis mérésével, becslésével éppen arra nézve kívánunk tapasztalatot szerezni, hogy mekkora hatás várható hetekkel, hónapokkal, esetleg évekkel később rosszindulatú daganat formájában, hogy a szükséges védelmi intézkedést, akár a gyógyítást a lehető legkorábban elkezdhesük. Miközben – a jelen sugárvédelmi irányzatok döntő többségét követve – a káros hatásokat, az ártalmakat hangsúlyozzuk, ez nem jelenti azt, hogy nem lehetnek olyan körülmények, szempon-



tok, amikor a pozitív hatások fontosak. Igaz, ilyen vizsgálatok, eredmények rendszerint már nem a sugárvédelem területéhez tartoznak. Ezekről a problémákról szól *Köteles Gy.: Biológiai ismeretek és sugárvédelmi szabályozás* című munkája.

A sugárzások védelmi célú, dozimetriai mérése szintén tartalmaz speciális követelményeket a nukleáris mérések széles skáláján belül. A mérőeszközök fejlesztésével és gyártásával kapcsolatos hazai viszonyokat tartalmazza a harmadik munka, *Bäumler E., Deme S., Vincze Á.: A hazai sugárvédelmi műszergyártás múltja és jelene* címmel.

A további munkák közül megemlítjük a nemzetközi és hazai szervezetek állásfoglalását az utóbbi 10 évben szigorított dóziskorlátozásról, a használt dozimetriai mennyiségekről és szabályozásokról. Tervezünk egy munkát a szabályozás módszertanáról, problémáiról általában, a gyakorlati alkalmazhatóság, esetenként a társadalmi elvárások szemszögéből.

A fenti általánosabb anyagok után speciális kérdésekről mutatunk be eredményeket, többek közt az egésztestmérésekről, a sugárvédelem felsőfokú oktatásának helyzetéről (beleértve a továbbképzéseket), az orvosi (röntgen- és izotópdiaosztikai, radioterápiái) sugárterhelésekről, az atomerőműi sugárvédelemről, a személyi dozimetriáról, a környezeti ellenőrzésekről, a radonnal kapcsolatos sugárterhelésekről, a csernobili tapasztalatokról, a nukleáris baleset elhárításáról és a radioaktív hulladékról, annak elhelyezéséről. A sugárvédelem hallatán rendszerint az ionizáló sugárzásokra asszociálunk, pedig az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb jelentőséget kapnak a nemionizáló sugárzások (UV-fény, radar, mobiltelefon stb.). Ez utóbbiakról is tervezünk 2–3 átfogó munkát.

A SUGÁRVÉDELEMBEN HASZNÁLTOS MENNYISÉGEK ÉS AZOK MÉRÉSI LEHETŐSÉGEI

Csete István
Országos Mérésügyi Hivatal

Az ionizáló sugárzások elleni védelem fontos része a sugárforrások és a sugárzási terek mérése. A mérések első sorban a két legfontosabb sugárfizikai mennyiséghez, a radioaktivitáshoz és a különféle dózismennyiségekhez kapcsolódnak. A sugárvédelmi célú aktivitásmérések a radionuklidok azonosításával és aktivitásuk meghatározásával elsősorban az emberi szervezetbe jutó radionuklidoktól eredő (belső) sugárterhelés meghatározását segítik. A dóziskorlátozások és megszorítások ellenőrzéséhez, a gyakorlati alkalmazásokhoz (például ellenőrzött terület határának kijelölése, személyi dózis becslése) elengedhetetlen a különféle dózisegységérték és effektív dózismennyiségek meghatározása mérésekkel és számításokkal. A mérések megfelelő pontosságának, a hitelesítés, a kalibrálás és más mérés technikai szempontok biztosítására az OMH Sugárfizikai Mérések Osztálya kifejlesztette és nemzetközi összehasonlítással folyamatosan fenntartja a két legfontosabb sugárfizikai SI egység, a becquerel (Bq) és gray (Gy) *elsődleges nemzeti etalonjait*.

A fontosabb sugárvédelmi mennyiségek definíciója és egységei az SI mértékrendszerben

Egy ember által elszennvedett valamilyen ionizáló besugárzás fizikai hatásának bonyolultságát jól mutatja, hogy még egy külső monoenergiás, egyetlen irányból érkező foton sugárzás esetén is az egyes testszövetekben keletkező töltött részecskék – az elnyelő szövet molekuláitól, atomjaitól függő – bonyolult energiaspektrummal rendelkeznek. Ezen különböző energiájú töltött részecskék energiájuk leadása során a különféle sejtekben többféle biológiai végpontú változásokat képesek okozni. Ilyenek például a különböző sejtpusztulások, mutációk képződése, kromoszómaabberációk, a sejtek rosszindulatú átalakulása stb. (*Köteles Gy.: Sugáregészségtan* [1])

A sugárvédelmi fogalomrendszer egyik legalapvetőbb feltételezése, hogy a különféle sugárzások együttes hatása, elnyelt dózisa időben és sorrendtől függetlenül szuperponálódik.

A sugárvédelem fejlődése során bevezetett újabb és újabb mennyiségek és mértékegységek meg kell feleljenek a sugárvédelem szabályozási feladatainak, másrészt azonban figyelembe kell venni a gyakorlatban rendelkezésre álló mérési lehetőségeket, módszereket. Ez a kérdés a mai napig tartó tudományos diskurzus tárgya orvosok, biológusok és fizikusok között. Mivel a mérőeszközök fejlődése egyre inkább felgyorsult különösen a számítástechnika eredményei alkalmazásával, ezért az utóbbi negyedszázadban többször előfordult, hogy a fogalmak, mennyiségek meghatározását bővíteni, esetenként változtatni kellett.

Megelőlegezve most néhány alapvető sugárvédelmi fogalom és mennyiség ismeretét – melyek megismerésére részben ebben a cikkben, illetve a továbbiakban lesz

mód – a mikrodozimetriai és sugárbiológiai kutatások eredményei az utóbbi 30 évben az alábbi fő kérdéseket vetették fel.

- Az ionizáló sugárzás biológiai hatását kifejezni hivatott minőségi tényező (Q) a lineáris energiaátadás (LET) értékén alapuljon-e, és folytonos fizikai változó legyen-e?
- A különböző biológiai hatásokra legyen-e külön Q érték?
- Milyen a biológiai hatása az úgynevezett alacsony dózisosoknak?
- Legyen-e referenciasugárzás, és melyik legyen az, amire $Q = 1$?
- Milyen összefüggés van egy adott sugárzás esetén a LET és a Q között a kis dózisos esetén?
- A Q és a dózisegységérték (H) helyett találjunk-e ki valami mást?

Az ideális sugárvédelmi fogalom- és mennyiségrendszernek az alábbiak kellene megfelelnie:

1. Tegye lehetővé mérések és számítások végzését és az eredmények gyakorlati alkalmazását.
2. Az ionizáló sugárzás azonosnak mért vagy számított dózisegységértékei – a LET-értéktől függetlenül – azonos valószínűséggel okozzanak daganatos és örökletes elváltozásokat a sztochasztikus hatású dózistartományban, amellyel a sugárvédelem foglalkozik.
3. Az elkerülhetetlen dózisbecslések alkalmazása ne vezessen a kockázat kettes faktoránál nagyobb alábecsléséhez.
4. Legyen egyszerűen érthető, kezelhető és világos fogalmazású.

A következőkben szereplő fogalmak és definíciók az eddig elért kutatási eredményeket összegezve a Nemzetközi Sugárvédelmi Társaság (*International Commission on Radiological Protection*, ICRP), valamint a Sugárfizikai Mennyiségek Nemzetközi Társasága (*International Committee on Radiation Units and Measurements*, ICRU) publikációinak magyar nyelvű megfelelői és többé-kevésbé megfelelnek a fenti követelményeknek.

Aktivitás (A)

Egy adott időpontban, adott energiaállapotban lévő radionuklidra az $A = dN/dt$ aktivitás a dt idő alatt bekövetkezett dN spontán magátalakulások számának várható értékét jelenti. Mértékegysége a becquerel, jele: Bq és $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$. (Régebbi egysége a curie (Ci), $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.)

Átadott energia (ϵ)

Az ionizáló sugárzás által az anyag egy adott térfogatában átadott energia, számítása az

$$\epsilon = R_{in} - R_{out} + \sum Q$$

összefüggés alapján történik, valószínűségi változó. Vár-

ható értéke $\bar{\epsilon}$, az átlagosan átadott energia, ahol R_{in} , R_{out} a vizsgált térfogatba belépő, illetve kilépő összes töltött és töltetlen részecske energiája a nyugalmi energiától eltekintve, ΣQ pedig a térfogatban történt nyugalmi tömegváltozáshoz tartozó energia negatív előjellel. Egységnyi tömegre vonatkoztatva a $z = \epsilon/m$ a *fajlagosan átadott energia*, ahol m a tömeg.

Elnyelt dózis (D)

A sugárzást elnyelő anyag megadásával együtt használandó, például vízben elnyelt dózis. Definíciója:

$$D = \frac{d\epsilon}{dm}; \quad D = \lim_{m \rightarrow 0} \bar{z},$$

mértékegysége a gray, jele Gy, $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$. A differenciális alakú meghatározást pontszerű mennyiségként használjuk.

Közölt dózis (K , kerma)

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm},$$

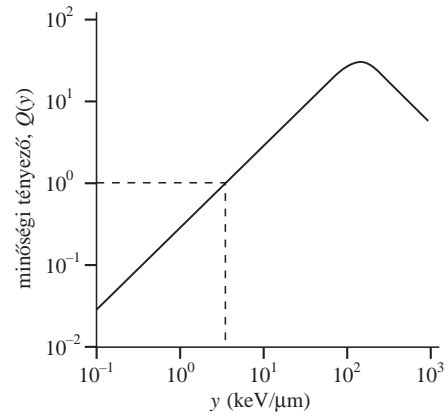
ahol dE_{tr} a töltetlen ionizáló részecskék által keletkezett másodlagos töltött részecskék kezdeti kinetikus energiájának összege. A közölt és elnyelt dózis kapcsolata $K = D/(1-g)$ alakban írható, ahol g a másodlagos töltött részecskék fékezési sugárzása (angolul: δ -ray) miatti energiaveszteségi hányad. (3 MeV energiáig a sugárvédelemben elhanyagolható.) A kerma és az elnyelt dózis olyan mértékben egyenlő egy bonyolult sugárzási tér adott pontjában, amilyen mértékben a töltött részecske egység (CPE) megvalósul. A CPE akkor áll fenn a besugárzott anyag egy pontjában, amikor a töltött részecskék spektrális eloszlása azok maximális hatótávolságán belül állandó. Ez jó közelítéssel igaz, amikor az indirekten ionizáló sugárzások (foton, neutron) töltetlen részecskéinek energiája az adott pontban lényegesen nagyobb, mint a felszabaduló másodlagos töltött részecskék kötési energiája.

A levegőben közölt dózis (K_{air}) a $K_{air}(1-g) = XW/e$ összefüggés szerint kapcsolódik a régebben használatos besugárzási dózis (*exposure*) mennyiségéhez (jele: X), W az átlagos energia, amely egy ionpár keltéséhez szükséges a levegőben, e pedig az elektron töltése, és így $W/e = 33,97 \text{ J/C}$. A besugárzási dózis SI mértékegysége C/kg, régebben a röntgen (R) volt, és $1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$. (Régebben a közölt dózis és az elnyelt dózis mennyiségeinek közös neve a gray helyett, annak pontosan századrésze, a rad volt használatos.)

Részecskefluens (Φ)

$$\Phi = \frac{dN}{da},$$

ahol dN a da keresztmetszetű gömb felszínén belépő részecskék száma, mértékegysége $1/m^2$.



Ábra. A $Q(y)$ minőségi tényező értékei a lineáris energia (y) függvényében

Egy adott foton-sugárzás spektrumára a levegőben közölt dózis a

$$K_{air} = \int \Phi_E \frac{\mu_{tr}}{\rho} dE$$

integrállal határozható meg, ahol μ_{tr}/ρ a levegőtömeg energiaátadási együtthatója E energián.

Lineáris energiaátadás (L vagy LET) vagy lineáris ütközési fékezőképesség (S_{col})

$$L = \frac{dE}{dl},$$

ahol dE egy anyagban (vízben) a töltött részecskék elektronokkal történő ütközése során dl távolságon történő átlagos energiaveszteségét jelenti.

(A LET nem egyszerűen kapcsolható az adott térfogatban történő energia leadáshoz. Elég kis térfogatban a hatás valószínűsége és a helyi energialeadás dE nem arányosak (lásd az ICRP No. 60 javasolta $Q(L)$ függvény 10 keV/μm-ig Q konstans. Direkt módon nehezen mérhető, az effektív Q -hoz kell a $D(L_{\infty})$ függvénye.)

Az ICRP No. 60 kiadványban javasolt $Q(L)$ függvény a következő:

$$\begin{aligned} Q(L) &= 1 & L < 10 \text{ esetén,} \\ Q(L) &= 0,32L - 2,2 & 10 < L < 100, \\ Q(L) &= 300/L^{1/2} & L \geq 100. \end{aligned}$$

Lineáris energia (y):

$$y = \frac{\epsilon}{I}$$

valószínűségi változó, ahol ϵ az anyagnak (ICRU-szövet) átadott energia a vizsgált térfogatban, amelynek \bar{I} az átlagos húrja (konvex testre $\bar{I} = 4V/A$, gömbre $2/3 d$, $y = z\rho A/4$), a sugárvédelemben $d = 1 \mu\text{m}$ -es gömb a használatos (ez az alsó méréshatár jelenleg). Mértékegysége: J/m, illetve keV/μm.

Mivel nem kell ismerni a részecske pályaszerkezetét, alkalmazható a hatótávolságnál nagyobb \bar{I} esetén is, míg a LET nem. A $D(y)$ elnyelt dózis mérhető, de y kevésbé alkalmas számításokhoz.

Kísérleti eredmények vannak a relatív biológiai hatá-
sosság (RBE) és \bar{y}_D^* függvények hasonlóságára a 100 keV
– 10 MeV neutronsugárzás-tartományban is. Részletek az
ICRU 40-ben találhatóak.

Minőségi tényező (Q)

Pusztas szám, amely egyfajta referenciasugárzást elfogadva
átvezet a tisztán fizikai mennyiségekből a sugárzás bioló-
giai hatását is figyelembe vevő sugárvédelmi mennyiségek
körébe.

$$Q(y) = \frac{a_1}{y} \left[1 - \exp(-a_2 y^2 - a_3 y^2) \right],$$

ahol $a_1 = 5510 \text{ keV}/\mu\text{m}$, $a_2 = 5 \cdot 10^{-5} \mu\text{m}^2/\text{keV}^2$, $a_3 =$
 $2 \cdot 10^{-7} \mu\text{m}^3/\text{keV}^3$ és értékeit az *ábra* mutatja.

A $Q(y)$ függvényt elméleti számításokból és a leg-
újabb, nagy LET-értékű sugárzást is használó kromoszó-
ma-rendellenességre irányuló kutatási eredményekből
határozták meg. Maximuma $140 \text{ keV}/\mu\text{m}$ -nél van. Mivel
egyetlen energiájú és fajtájú sugárzás esetén is a vizsgált
térfogatban az elnyelt dózis különböző lineáris energiák-
nál valósul meg, létezik $D(y)$ függvény, valamint a jelen-
legi idevágó ismeretek szerint a relatív biológiai hatás egy
tartományához csak egy úgynevezett *effektív minőségi*
tényezőt, \bar{Q} -t lehet és kell rendelni:

$$\bar{Q} = \frac{1}{D} \int D(y) Q(y) dy.$$

A régi definícióban (1955) az y helyett L_∞ szerepel, ezt az
ICRP No. 60 megtartotta.

Dózisegyenérték (H):

$$H = \bar{Q} D.$$

Ettől a mennyiségtől már elvárható, hogy értéke arányos
legyen a biológiai hatással. A dózisegyenérték mennyisé-
geket csak a sugárvédelemben szabad használni, és nem
alkalmasak a baleseti nagy (5–10 Gy-nél nagyobb) dózi-
sok kezelésére, mértékegysége a sievert, jele Sv, $1 \text{ Sv} =$
 1 J/kg . (Régebben, amikor az elnyelt dózis mértékegysé-
ge a rad volt akkor a dózisegyenérték egysége a rem.)

Sugárzási súlytényező (w_R)

Az ICRP No. 60-ban [3] definiált dóziszfogalom, amely egy
szövet vagy szerv egyenértékdózisának, H_T -nek a számí-
tásakor veszi figyelembe a sugárzást az RBE értékének
megfelelően külső és belső sugárzási terek esetén, és
csak analógiája a \bar{Q} minőségi tényezőnek. Csak a sugár-
zás típusától és energiájától függ. A jelenlegi sugárvédel-
mi szabályozásban Q és $w_R = 1$ olyan fotonokra és elekt-
ronokra, amelyekre y kisebb, mint $3,25 \text{ keV}/\mu\text{m}$.

A jelenlegi sugárvédelmi szabályozás a dózisegyenér-
ték különböző, nem mérhető átlagértékeit használja. Az
ICRP 60-as kiadványban az 1991-ben bevezetett két „új”
mennyiséget az *egyenértékdózist* szervekre vagy szövetre és
az *effektív dózist* a besugárzott különböző szervek súlyo-
zott egyenértékdózisainak összegére értelmezzük.

táblázat		
A sugárzási súlytényezők (w_R)		
fajtája	energiatartománya	súlytényező
foton	minden energián	1
elektron ¹ , müon	minden energián	1
neutron	< 10 keV	5
	10 keV – 100 keV	10
	100 keV – 2 MeV	20
	2 MeV – 20 MeV	10
	> 20 MeV	5
proton ²	> 2 MeV	5
α -részecske, hasadási termék, nehéz mag	minden energián	20

¹ Kivéve a DNS-be emittált Auger-elektronokat, amelyekre külön mik-
rodozimetriai megfontolások alkalmazandók.

² nem visszaszórt

Egyenértékdózis (H_T):

$$H_T = \sum_R w_R D_{TR},$$

ahol D_{TR} az átlagos elnyelt dózis a T szövetben vagy
szervben az R típusú külső vagy belső sugárzásból, w_R az
 R típusú sugárzás súlytényezője. (A D_{TR} szervdózis nem
mérhető mennyiség.)

Effektív dózis (E):

$$E = \sum_T w_T H_T,$$

ahol w_T a T szövet súlyfaktora, 12 féle emberi testszövetet
megkülönböztetve [1, 3]. Az effektív dózis

$$E = \sum_T w_T D_T \sum_R \frac{D_{TR}}{D_T} w_R$$

alakjában a

$$\sum_R \frac{D_{TR}}{D_T} w_R$$

rész a régi Q_T -vel analóg mennyiség.

A külső vagy belső sugárzás spektrumának és a meg-
felelő kölcsönhatások adatainak ismeretében, valamint a
valós besugárzási helyzetet a jelenlegi számítógépek tel-
jesítményének megfelelően leegyszerűsített fantommal
modellezve, lehetőség van az effektív dózis számítással
történő meghatározására. Ilyen eredményeket tartalmaz
például az ICRU No. 57. riportja.

A gyakorlati sugárvédelemben a H_T , illetve E értékeit a
lehető legjobban közelítő, (felülbecslő) mérhető mennyi-
ségekre van szükség (ICRU No. 39, 1985).

A sugárvédelmi célú mérések két fő csoportra oszt-
hatók:

a) Területellenőrzés $H^*(d)$, $H'(d, \alpha)$ (hordozható
vagy telepített dózismérők, melyek ember nélkül mér-
nek, pontszerű, izotróp érzékenységgű mérőeszközök).

b) Az ember által kapott tényleges dózis mérése H_p (személyi dózismérők, melyek csak az emberrel, illetve fantommal együtt mérnek helyes eredményt).

A sugárzás fajtája:

– gyengén vagy erősen áthatoló aszerint, hogy H_E , illetve $H'(0,07, 0)$ (bőrre) legalább 10-szer nagyobb, mint E , illetve $H^*(10)$, vagy nem,

– a béta-sugárzás és fonsugárzás 15 keV alatt, gyengén áthatoló.

A területellenőrzéshez szükséges új mennyiségek jól alkalmazható és precíz definíciójához igen sok ellenőrző számítás és mérés után a következő egyszerűsítések szükségesek és engedhetők meg:

- ICRU gömbfantom az emberi törzs helyett, átmérő 30 cm, 1 g/cm³, 76,2% O, 11,1% C, 10,1% H, 2,6% N.

- Kiterjesztett és irányított sugárzási tér feltételezése.

Kiterjesztett a sugárzási tér, ha az egész fantomban ugyanaz a fluens és az irány- és energiaeloszlás, mint a mérés pontjában. (Alkalmasan megválasztott pontban egyetlen mért H értékkel akarjuk az effektív dózist helyettesíteni.)

Irányított a sugárzási tér, ha változatlan fluens és energiaeloszlás mellett a sugárzás egyetlen irányból érkezik. (A megfelelő mérési pont kiválasztása a gömbfantomban.)

Környezeti dózisegyenérték, $H^*(d)$

A dózisegyenérték a sugárzási tér egy adott pontjában, amely az ICRU gömb d mélységében, a kiterjesztett és irányított sugárzási tér esetén a sugárzás irányával ellentétes sugáron lenne. (Erősen áthatoló sugárzások mérésére, $d = 10$ mm).

Irány szerinti dózisegyenérték, $H'(d, \Omega)$

A dózisegyenérték a sugárzási tér egy adott pontjában, amely az ICRU gömb d mélységében, a kiterjesztett sugárzási tér esetén egy Ω irányban lévő sugáron lenne.

Gyengén áthatoló sugárzások mérésére, $d = 0,07$ mm bőrre, 3 mm szemre, és gömb helyett $30 \times 30 \times 15$ cm-es hasábfantom is használható. Egyirányú sugárzás esetén Ω helyett lehet a sugárzás irányához viszonyított α szöget használni, ha $\alpha = 0$ akkor $H'(d) = H^*(d)$. A mérőeszköz irányfüggése feleljen meg $H'(d)$ irányfüggésének (*isodirectional*).

Személyi dózisegyenérték, $H_p(d)$

Az a dózisegyenérték, amely lágy szövetben a test egy adott pontján d mélységben mérhető. Gyengén, illetve erősen áthatoló sugárzás mérésére, $d = 0,07$ mm, vagy 3 mm, illetve $d = 10$ mm ajánlott, valódi testszövet helyett $30 \times 30 \times 15$ cm-es ICRU szövet, víz, illetve plexi hasábfantomok is használhatók a sugárzás fajtájától függően.

A dózisegyenérték (H) mérési lehetőségei

a) A $D(y)$ mérése és a $Q(y)$ ismeretében a H integrálással kiszámítható. $D(y)$ mérésére alkalmas méretű alacsony nyomású szövetegyenértékű proporcionális kam-

rát használnak, főleg neutronsugárzás méréséhez. Ha $\bar{Q} = 1$ a $H = D$, akkor a mérésre szövetegyenértékű, energiafüggetlen ionkamra is alkalmas. Főleg mikrodozimetriai alap kutatásokban használatos ez a méréstechnika.

b) Más, pontosan mérhető mennyiség méréséből (be-sugárzási dózis, levegőben közölt dózis, vízben elnyelt dózis) kiindulva, a sugárzás spektrumának ismeretében, konverziós tényezők alkalmazásával lehet meghatározni az operatív dózisegyenérték-mennyiségek $H^*(d)$, $H'(d, \alpha)$, $H_p(d)$ értékeit. *Ez a jelenlegi legelterjedtebb mérési gyakorlat, a mérőeszközök kalibrálásakor, bitelesítésekor csak ez használható.* Az ISO 4037 szabvány tartalmazza ezeket a konverziós értékeket a kalibráláshoz használandó összes sugárzási fajtára.

Sugárfizikai etalon mérőeszközök az OMH-ban

A magyarországi sugárvédelmi gyakorlat számára is használható első aktivitásmérések és dózismérések 1958-ban kezdődtek az OMH-ban, az Elektronikus és Sugárfizikai Mérések Osztályán. Kezdetben évi néhány ezer ionkamra személyi dózismérő kalibrálása, illetve a 37 MBq-nél nagyobb aktivitású ⁶⁰Co, ²²⁶Ra és ¹³⁷Cs izotópok aktivitásának mérése volt lehetséges. Az aktivitás- és dózismennyiségek mérése a hazai Onkológiai Intézet és a leningrádi Mengyelejev Intézet etalonjaira voltak visszavezetve.

1963-tól kezdődött meg az OMH-ban a nemzetközi gyakorlatnak megfelelő, 4π térszögű proporcionális számláló, koincidenciamérési elven alapuló abszolút aktivitásmérés.

1965 és 1978 között az alábbi, ma is használt elsődleges etalon aktivitásmérő berendezések készültek az OMH-ban.

1968

Koincidenciamérő berendezés az (α, β) - γ koincidiában bomló, valamint a 0,5 MeV-nél nagyobb maximális energiájú tiszta β -sugárzó radionuklidok aktivitásának mérésére.

Detektorok: normál nyomású 4π térszögű Ar+CH₄ gázáramlásos proporcionális számláló α - és β -részecskékre és NaI(Tl) szcintillációs számláló a fotonokra.

Mérhető radionuklidok: ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr(+⁹⁰Y), ⁹⁹Mo, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²⁴¹Am, valamint tracer módszerrel ³⁵S, ⁴⁵Ca, maximálisan 1 MBq radioaktivitásig.

1976

Koincidenciamérő berendezés az elektronbefogásos és (α, β) - γ koincidiában bomló radionuklidok aktivitásának mérésére.

Detektorok: nagy nyomású (max. 2 MPa) 4π térszögű Ar+CH₄ gázáramlásos proporcionális számláló egybeépített előerősítővel és NaI(Tl) szcintillációs számláló a fotonokra.

Mérhető radionuklidok: ⁵⁴Mn, ⁵⁷Co, ⁶⁷Ga, ⁷⁵Se, ⁸⁵Sr, ⁹⁹Tcm, ¹⁰⁹Cd, ¹³³Ba, ¹⁵²Eu, ¹⁶⁹Yb, ¹⁹²Ir, ²⁰¹Tl

1978

Folyadékszcintillációs koincidenciamérő berendezés az (α, β) - γ koincidiában bomló, a 0,5 MeV-nél kisebb

maximális energiájú tiszta β sugárzó és az elektronbefogásos radionuklidok aktivitásának mérésére.

Detektorok: folyadékszintillátor (SUPERSOLVE) + fotoelektronsokszorozó és NaI(Tl) szcintillációs számláló a fotonokra.

Mérhető radionuklidok: ^{54}Mn , ^{55}Fe , ^3H , ^{14}C , ^{63}Ni .

1978

Nagyfelületű 4π proporcionális számlálós mérőberendezés α és β sugárzó nagyfelületű sugárforrások felületi aktivitásának, illetve kilépő részecskeszámának mérésére.

Detektor: 4π térszögű, CH_4 gázáramlásos (65 kPa) proporcionális számláló.

Mérhető radionuklidok: ^{14}C , ^{60}Co , $^{90}\text{Sr}(+^{90}\text{Y})$, ^{147}Pm , ^{204}Tl .

Az aktivitásmérések másodlagos etalon mérőeszközei kalibrált 4π -gamma-üregionizációs kamrák (mérés-tartományuk 50 keV felett maximum 3 GBq ^{60}Co ekvivalens aktivitásig) és a kalibrált félvezető gamma-spektrométerek.

Sugárvédelmi célú aktivitás- és szennyezettségmérésekhez gyakran szükségesek különféle *Radioaktív Hiteles Anyagminták* (RHA-k). Az RHA-k készítését 1968-ban kezdte meg az OMH. Kezdetben 80–100 darab készült évente, melyek több mint 30 radionuklid között oszlottak meg. 1978-ra már 54 különféle radionukliból készültek folyadék és szilárd etalonok, s az évi gyártás 250–300 darab volt. A legnagyobb igény az RHA-k iránt 1986–1988-ban, a csernobili atomerőművi baleset után volt, amikor az évi darabszám már elérte az 5–600-at. Az évek során a sugárforrások választéka jelentősen bővült új, nagyfelületű (max. 600 cm²), nagytérfogatú (max. 1500 cm³), Marinelli geometriájú ^{85}Kr -gáz és extra alacsony aktivitású RHA-k kifejlesztésével.

Az első OMH-gyártmányú dozimetriai etalon mérőeszközök 1965-ben készültek el. Ezek különböző térfogatú, gömb alakú, grafit falú és úgynevezett szabadlevegős ionizációs kamrák voltak. Ezekkel az akkori gyakorlatnak megfelelően a röntgentartománytól a ^{60}Co energiájáig széles intenzitástartományban volt mérhető a besugárzási dózismennyisége röntgen egységben. Az ionizációs áram méréséhez szükséges rezgőkondenzátoros elektrométert és az urán árametalont az NDK mérésügyi hivatalában kalibrálták.

Az ICRU 1963-ban definiálta a ma is érvényes besugárzási dózis- és a levegőben közölt dózismennyiségeket, melyek elsődleges etalonjai, a röntgensugárzás tartományában (10–320 kV), az úgynevezett szabadlevegős ionizációs kamrák, a ^{137}Cs és ^{60}Co radionuklidok gamma-sugárzására pedig az úgynevezett Bragg–Gray-elve alapuló grafit falú üregionizációs kamrák. Ezek az etalonok 1972 és 1978 között, szintén az OMH-ban készültek, és folyamatosan részt vesznek nemzetközi összehasonlításokban. A velük mért levegőben közölt dózis értékének eltérése más nemzetek hasonló elsődleges etalonjaihoz viszonyítva nem több, mint néhány tized százalék.

Egy adott anyagban elnyelt dózis definíciója 1968 óta (ICRU 11) változatlan. Mérésére csak a 80-as évekre sikerült (nem az ionizációra alapuló) elsődleges mérőeszközt kifejleszteni, először grafit-, majd vízkaloriméter formájá-

ban. Az OMH-ban a vízben elnyelt dózis etalonja egy grafit anyagú kaloriméter. 1986-ban épült osztrák és NAÜ-együttműködés keretében. A kaloriméterrel kvázi adiabátiikus vagy izoterm módszerrel lehet minimum 0,5 Gy dózist mérni. Érzékenysége 1,4 mK/Gy, így a rutinnérésekhez másodlagos etalon ionizációs kamrák használatosak. Kiterjesztett mérési bizonytalansága ($k = 2$) 1,0%.

A sugárvédelemben használatos mérőeszközökkel mérhető, úgynevezett operatív mennyiségeket és azok ma is használatos definícióit, melyek az effektív dózis meghatározására szolgálnak, 1985-ben, illetve 1992-ben az ICRU 39-ben és az ICRU 47-ben publikálták. Ezek a környezeti dózisegyenérték $H^*(d)$, illetve a személyi dózisegyenérték $H_p(d)$ mennyiségek. 1996 óta az OMH-ban is lehetőség van, a levegőben közölt dózis mennyiségéből kiindulva, az ISO 4037-III szabvány ajánlásait követve, a $H^*(d)$, illetve $H_p(d)$ mennyiségekben hitelesíteni a területellenőrzésre, illetve a személyi dozimetriára használt mérőeszközöket.

A foton-sugárzáson kívül a $^{90}\text{Sr}(+^{90}\text{Y})$, ^{147}Pm , és a ^{204}Tl β -sugárzásának vízben, illetve lágy testszövetben elnyelt dózisének mérésére van etalon mérőeszköze (plexi anyagú extrapolációs ionizációs kamra) az OMH-nak.

Magyarország mint a Nemzetközi Méteeregylemény tagja, 1999 októberében aláírta a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Bizottság (CIPM) által kidolgozott, az országos etalonok és a mérési bizonyítványok elfogadásáról szóló Kölcsönös Elismerési Megállapodást (MRA). E megállapodás B melléklete tartalmazza a mérésügyi hierarchia tetjén álló, úgynevezett kulcs-összehasonlítások adatbázisát és az elsődleges etalonok – ezen összehasonlításokból meghatározott – egyenértékűségi fokát. A C melléklet tartalmazza az aláíró országok nemzeti mérésügyi intézményeinek, úgynevezett rutin kalibrálási és mérési képességit tartalmazó CMC adatbázist. E két naprakész elektronikus adatbázist a Nemzetközi Súly és Mértékügyi Hivatal (BIPM) gondozza, amelyben megtalálhatók az ionizáló sugárzás mérésére vonatkozó magyarországi (OMH) adatok is. (<http://kcdb.bipm.org/appendixC>). A C melléklet 74 radioaktivitással kapcsolatos és 40 dozimetriával kapcsolatos mérési, kalibrálási szolgáltatást tartalmaz. Az ezekre vonatkozó OMH által kiállított bizonyítványban szereplő mérési eredményt és azok mérési bizonytalanságát mind az 59 aláíró ország elfogadja, elősegítve ezzel többek között a sugárvédelmi célú mérések világméretű egységességét is.

Összefoglalás

Az első részben ismertetett dozimetriai mennyiségek (K , D stb.) megfelelő fizikai alapot adnak az elméleti és gyakorlati sugárvédelem számára. A legfontosabb és egzaktul mérhető mennyiség a vízben elnyelt dózis, melynek mérését ionometrius és kalorimetrius elsődleges etalonokra alapozott mérés-technika biztosítja világszerte.

A sugárvédelmi szabályozást szolgáló egyenértékűsítés (H_p) és effektív dózis (E) mennyiségek értékeit a legtöbb gyakorlati sugárzási esetben megfelelő pontossággal közelítik a mérhető, jelenleg használt operatív

mennyiségek, mint a környezeti (H^*) és a személyi (H_p) dóziségenértékek.

A gyakorlatban felmerülő bonyolult sugárzási terek mérés technikájának fejlődése (in-situ foton-, illetve neutronspektrometria), a számítógépes modellezés (Monte Carlo módszerek, jelenleginél realisabb fantomok, újabb adatbázisok az ionizáló sugárzás és az anyag fizikai kölcsönhatására), és az effektív minőségi tényező pontosabb meghatározását segítő sugárbiológiai és mikrodozimetriai kutatások eredményei, remélhetőleg még precízebbé és ugyanakkor egyszerűbbé is fogják tenni a sugárvédelmi fogalomrendszert a nem túl távoli jövőben.

Irodalom

1. KÖTELES GY. (szerk.): *Sugáregészségtan* – Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2002
2. International Commission on Radiation Measurement and Units; ICRU-report No. 10c, 19, 33, 39, 40, 43, 47, 51, 57
3. International Committee on Radiological Protection; ICRP publications No. 26, 60, 74

4. Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes, Paris, 14 October 1999 (1999)
5. H.O. WYCKOFF, F.A. ATTIX: *Design of free-air ionization chambers* – NBS Handbook 64 (1957)
6. York IAEA; Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Safety Report Series No. 16 (2000)
7. International Standard Organization; X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose-rate meters and for determining their response as a function of photon energy: ISO-4037 Part 1 (1996), Part 2 (1997) and Part 3 (1999)
8. ISO standards, numbers: 6980, 8529, 8769
9. IEC standards, numbers: 61526, 61846, 61512, 61283
10. IAEA; Assessment of Occupational Exposure due to External sources of radiation, IAEA Safety Standard series, No. RS-G-1.3 (1999)
11. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories ISO/IEC 17025: 1999
12. Guide to the expression of uncertainty in measurement (ISO, IEC, OIML,...) 1993
13. ISO 3534-1 1993 Statistics Vocabulary and symbols
14. Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration EA-4/02 1999
15. I. CSETE et. al.: BIPM Reports, numbers: 2000/05, 02/12, 03/08, 94/13

BIOLÓGIAI ISMERETEK ÉS SUGÁRVÉDELMI SZABÁLYOZÁS

Köteles György

„Fodor József” Országos Közegészségügyi Központ
Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézete

Az ionizáló sugárzás és a radioizotópok 108–109 évvel ezelőtti feltalálása örömet okozott, mindenki azt hitte, nagyon fontos eszközökhöz jutott a betegségek kezelésében. Ez így is van azóta is, de hamarosan rádöbbenek, hogy ezek a sugárzások igen veszélyesek, súlyos károkat okozhatnak a szervezetben. A szakmai társadalom reagált: létrehozta azt a bizottságot, amelyik a védelem feltételeit vizsgálja. Ez lett a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP). A széles körű társadalom félelme akkor terebélyesedett, amikor a hirosimai és nagaszaki bombázás eredményeiről értesültek. Ezt fokozta a hidegháborús fenyegetések miatti aggodalom, majd az atomerőművi balesetek Pennsylvaniában és Csernobilban. Azóta a sugárzás, az atom szavak hallatán sokan megrémülnek, anélkül, hogy tudnák miről is van szó. Rendszerint ez a helyzet például a kisebb atomerőművi üzemzavarok bejelentésekor is.

A jelen tanulmány célja a jogos aggodalmakat ápolni, erre felhívni a figyelmet, az indokolatlan aggályoskodásokat pedig csökkenteni. Az indokolatlan szorongás, félelem önmaga is egészségkárosító tényező!

A sugárzás tehát veszélyes, mint a tűz, de mint ahogyan a tűzvédelem teszi lehetővé a tűz elengedhetetlen, biztonságos alkalmazását, úgy a sugárvédelem intézkedik a sugaras technológiák biztonságos alkalmazásáról.

Körülöttünk természetes és mesterséges sugárforrások vannak, ezektől jól ismert, jól mérhető sugárterhelést kapunk, ezek nagyságrendje kijelöli számunkra a „mi a sok és mi a kevés” határait, jogszabályi, szervezeti, műszeres felkészültségünk van a sugárzási viszonyok ellenőrzésére és ha szükséges a munkahelyeken dolgozók és a lakosság megóvására az egészségkárosító sugárterhelésektől.

Az alábbiakban részint a sugárvédelmi határértékek változása, másrészt a jelenlegi biológiai ismeretek szerinti biológiai–egészségi hatásokat kiváltó dózistartományok kerülnek tömör ismertetésre.

A sugárvédelmi határértékek változása

A röntgensugárzás és a rádium felfedezését követő első két évtizedben számtalan sérülés történt, hiszen nem ismerték a hatásokat. Ez különösen csúcsondott az I. Világháború idején, amikor igen egyszerű, védelem nélküli, hordozható röntgenkészülékeket használtak. A német röntgentársaság már 1913-ban ajánlásokat tett közze, a brit röntgentársaság 1915-ben realizálta a védelem szükségességét, és 1921-ben erre vonatkozó ajánlásokat fogalmazott meg. A 20-as évek elején más országok is felzárkóztak a sugárvédelmi gondolatkörre, mint Olaszország, Norvégia és a Szovjetunió. Az első hazai Sugárvédelmi Szabályok megfogalmazására 1930-ban kezdődtek törekvések. 1925-ben az I. Nemzetközi Radiológiai Kongresszuson a nemzetközi együttműködés szükségessége vetődött fel. Ennek eredményeképpen megalakult az ICRU és 1928-ban az ICRP (akkori nevén *International X-ray and Radium Protection Committee*). A Bizottság mintegy 3 és fél oldalas ajánlást adott ki a röntgen- és rádiumexpozícióval szembeni védekezésről, nem fogalmazott meg ugyan határértékeket, de ajánlotta sugaras munkahelyen dolgozóknak a hosszabb szabadságot és a munkaórák csökkentését. Néhány mérföldkő:

táblázat		
A sugárvédelmi dózishatárértékek változása		
év	foglalkozási	lakossági
1934	toleranciadózis 0,2 r/nap ¹	
1951	maximálisan 0,5 r/hét egésztést megengedhető dózis 1,5 r/hét kezek, karok	
1955	egésztést, gonádok, vérképző szervek, mint kritikus szervek 300 rem/hét ²	
1958	kumulált dózisegyenérték 5 rem/év	kumulált dózisegyenérték 0,5 rem/év genetikai dózis 5 rem/generáció
1977	50 mSv/év dózisegyenérték 500 mSv/év szervekre 300 mSv/év szemlencsére	5 mSv/év egésztést 50 mSv/év szervekre
1990	effektív dózis: 20 mSv/év, öt évre átlagolva egyenértékdózis: szemlencsére 150 mSv/év bőrre 500 mSv/év kezekre, lábakra 500 mSv/év	effektív dózis: 1 mSv/év egyenértékdózis: szemlencsére 15 mSv/év bőrre 50 mSv/év

¹ 1 r = körülbelül 9 mGy, 0,2 r/munkanap = 500 mGy/év

² 1 rem = körülbelül 10 mSv

1934-ben

Zürichi találkozásaikon használták először a „toleranciadózis” fogalmát, amit körülbelül 0,2 röntgenben jelöltek meg naponta.

1931-ben

A Népszövetség egy bizottságot küldött ki, amelyik a sugárzással járó kockázatokat és a sugárvédelmet lett volna hivatott tanulmányozni.

1950-ben

Újjászervezték az ICRP-t, *International Commission on Radiological Protection*, magyarul: Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ettől kezdve ezen a néven).

1951-ben

Már megjelentették ajánlásaikat, amelyben a „maximális megengedhető dózis” fogalmát vezették be, amit 0,5 röntgenegységben határoztak meg 1 hétre vonatkozóan egésztést-besugárzás esetére és 1,5 röntgenre a kezekre és karokra. Úgy gondolták ugyanis, hogy az előző határérték, azaz a 0,2 r/nap nagyon közel van a káros hatások valószínű küszöbéhez. Ekkor vezették be először azt az elvet, miszerint „mindent el kell követni, hogy bármilyen ionizáló sugárzás esetén az expozíciót a lehetséges legalacsonyabb szintre kell csökkenteni”. Ekkor jelenik meg a relatív biológiai hatékonyság (RBE) és a standard ember fogalma. 11 nuklidra maximálisan megengedhető terhelési értéket adtak meg.

1952-ben

H. Müller a genetikai dózis határérték bevezetését ajánlotta, miszerint a *per caput* gonád dózis ne legyen több, mint 20 r (kb. 200 mSv). Szerinte ezt nem haladnák meg, ha a foglalkozási dózishatárértéket 0,3 r (kb. 3 mSv) heti értékben szabnák meg.

1955-ben

Bevezették a kritikus szerv fogalmát a gonádokra és a vérképző szervekre és az új határértéket 300 millirem/hét értékben szabták meg. Erre alapozva adták meg immár 90 radionuklidra a maximálisan megengedhető koncentrációt (MPC). Érdekes az a megfogalmazásuk, miszerint „a természetes háttérnél nagyobb sugárzási szintek nem tekinthetők abszolút biztonságosnak... és olyan gyakorlati szintet kell választani a mindenkori sugárbiológiai ismeretek alapján, amelyek kockázata elhanyagolható”.

1956-ban

Immár nőtt a lakossági védelemre vonatkozó igény a sztochasztikus hatások kivédéséért. Ajánlották, hogy az ellenőrzött zónán kívüli személyek ne kaphassanak a foglalkozási háttérérték 0,1-nél nagyobb sugárterhelést.

1958-ban

Az ICRP 1. számú közleményében az akkumulált dózis egyenérték fogalmát vezette be, valamint az évi határértéket 5 rem-ben szabta meg.

1965-ben

A 9. számú közlemény vezette be a dóziskorlát fogalmát, ezt a foglalkozási kategóriában évi 5 rem-ben, a lakosság egyedeire 0,5 rem-ben ajánlotta.

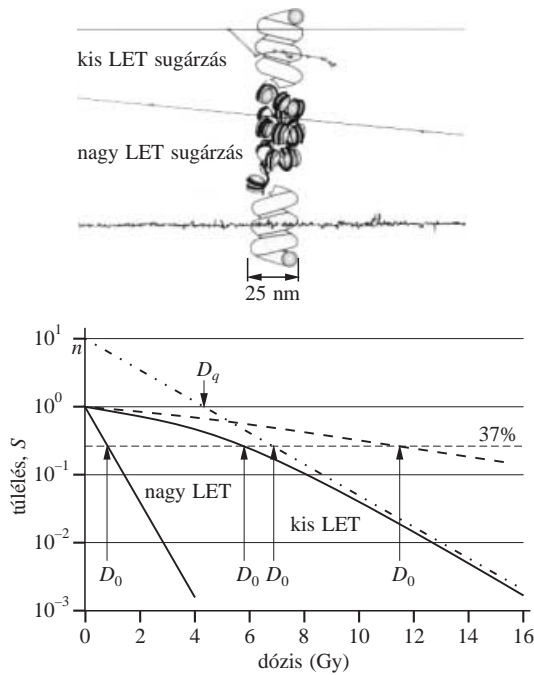
1977-ben

A 26. számú közlemény vezette be a rem helyett a sievert elnevezést, az effektív dózisegyenérték fogalmát, a sugárvédelem optimalizálása alapjául, az egészség károsodás (*Radiation Health Detriment*) fogalmát, a maximálisan megengedhető dózis helyett a dóziskorlát fogalmát. Ez utóbbi a foglalkozási kategóriára 50 mSv lett, a lakosság egyedeire 5 mSv, de úgy ajánlva, hogy hosszú távon átlagosan évi 1 mSv-nél ne legyen nagyobb. Elvetették a kritikus szerv fogalmát. A 30. számú közlemény maximálisan megengedhető koncentráció helyett (MPC) az évi felvételi korlát fogalmát (*Annual Limit of Intake*) vezették be. 1977-ben az ENSZ Atomsugárzás Hatásait Vizsgáló Tudományos Bizottsága (UNSCEAR) fordította először figyelmét a belső terek radonkoncentrációjára, ami hozzájárul az exponáltak effektív egyenértékdózisához.

1991-ben

A 60. számú közlemény a foglalkozási dóziskorlátot 5 évre átlagolva 100 mSv-ben szabta meg, azaz évente 20 mSv, de 50 mSv-nél nem nagyobb, a lakosság egyedeire pedig évi 1 mSv-ben.

A „toleranciadózis”-tól, a bőrpír kiváltását előidéző dózison át tehát hosszú út volt a mai dóziskorlátértékek bevezetéséig. Kezdetben alapvető szempont volt a de-



1. ábra. Különböző típusú sugárzások biológiai hatása. Fent: nagy és kis LET-értékű, sűrűn és ritkán ionizáló sugárzások energia átadásának szemléltetése a kromatin-struktúrában. Lent: nagy és kis LET-értékű sugárzások hatása oszlo sejtek túlélésére. A túlélő sejtek részaránya (S) logaritmikus skálán, a dózis (D) – lineáris skálán – függvényében ábrázolva (ICRP 1991).

terminisztikus hatások elkerülése, majd a sztochasztikus hatások kockázatának csökkentése. Valójában tehát mindig az adott biológiai–sugárbiológiai ismeretek ösztönözték a határértékek változtatását, azaz egyre inkább a csökkentését.

A biológiai–egészségi hatásokat kiváltó dózistartományok

Ionizáló sugárzások biológiai hatását a szervezetben – szövetekben, sejtekben – elnyelt energia váltja ki. A hatás mértékét befolyásolja a különböző sugárzások minősége is. Minthogy csak az elnyelődő fotonok, illetve elemi részecskék váltanak ki biológiai reakciót, a rendkívül nagy energiájú és áthatolóképesű és ezért testszövetekben viszonylag kevésbé elnyelődő kemény röntgen- és gamma-fotonok kevésbé hatásosak, mint a nagyszámú iont létrehozó és rövid úthosszon elnyelődő részecske- (alfa, béta-, neutron-) sugárzások.

A lineáris energiaátadás (LET) a részecske haladásának nyomvonalán egységnyi távolságon belül átadott átlagos energia. Egysége: keV/ μm . Nagy LET-értékű sugárzás esetén a sejtek túlélési görbéje exponenciális lehet, azaz fél-logaritmikus ábrázolásnál lineáris (1. ábra). Jellemzője a D_0 érték, amely a 37%-os túlélést eredményező dózis. Kis LET-értékű sugárzások – úgynevezett ritkán ionizáló sugárzások –, mint például a röntgensugárzás, a dózishatás görbének a kezdeti szakasza kis dózisonál kevésbé meredek, mint a nagyobb dózisonál (1. ábra). Jellemzői az n érték, ami a görbe exponenciális szakaszának és a függőleges tengelynek a

metszéspontja és a „kvázi-küszöbdózis” (D_q), annak a görbe exponenciális szakaszának és a 100% túlélési szint vízszintesének metszéspontja. A kis és nagy LET-értékű sugárzások különböző biológiai hatását a relatív biológiai hatékonysággal (RBE) fejezik ki:

$$\text{RBE} = \frac{D_R}{D_T}$$

Az RBE a referenciasugárzástól (D_R) és bármely más ionizáló sugárzástól származó, ugyanazon biológiai hatás kiváltásához szükséges elnyelt dózisek (D_T) hányadosa. Vonatkoztatási sugárzasként a 250 kV röntgen- vagy ^{60}Co gamma-sugárzást alkalmazzák. Az RBE dimenzió nélküli szám, amely megmutatja, hogy a nagy LET-értékű sugárzás hányszor hatásosabb, mint a kis LET-értékű sugárzás. A LET-értékét kísérleti úton lehet meghatározni. Az RBE értéke függ az alkalmazott dózistól, dózisteljesítménytől és a használt biológiai rendszertől.

A fenti sugárbiológiai összefüggések rávilágítanak, arra, hogy a biológiai reagálásoknál a sugárzás fizikai tényezőit is figyelembe kell venni. Az RBE-érték ismeretének jelentőségét pedig éppen egy legutóbbi ICRP közlemény tárgyalja (ICRP92, 2003). A sugárzás okozta biológiai hatások kialakítását számos úgynevezett sugárhatást módosító tényező befolyásolhatja.

Sugárhatást módosító tényezők

Fizikai jellegűek: Sugárhatást módosító tényezőkkel már korábban is, mindig számoltunk. Így a sugárzás LET-értéke, a sugárzás dózisteljesítménye, a besugárzás jellege, azaz akut, krónikus, frakcionált. Maga az ICRP is bevezette a dózis–dózis teljesítménycsökkentő tényező értékét (DDRRF) (ICRP 60, 1991) a sztochasztikus hatások kockázatának becslésében.

A **kémiai jellegűekhez** az endogén és exogén antioxidáns és sugárvédő vegyületeket soroljuk. E téren az irodalomban az antioxidáns vegyületek és kapacitás feltérképezése folyik.

A **biológiai jellegűek** között ismert volt néhány sejtélet-tani jellegzetesség: oszlo és nem oszlo sejt közötti különbség, vagy a sejt oszlási cikluson belüli helye, a sejt-cikluson belüli fázisok szerepe. Újabbban e téren halmozódott fel sok ismeret, mint a génaktiválás és -gátlás jelenségei, a sejt-ciklus szabályozásának szerepe, a sejt–sejt közötti kommunikáció módjai.

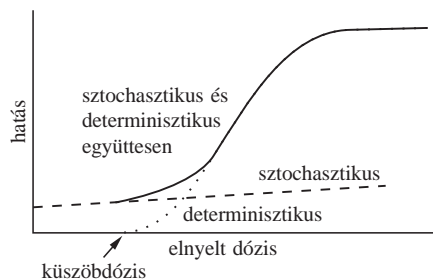
A sugárhatást módosító biológiai tényezők között újabbak is az érdeklődés előterébe kerültek. Ezek közül a kockázatot növelik:

- a gén- és kromoszómainstabilitás kialakulása,
- a közelhatás lehetősége, amikor a „találatot” kapott sejt szomszédjai is sérülnek.

Míg a kockázatot csökkentik:

- az alkalmazkodási válaszreakciók és a kis dózisú sugárzás sejt-folyamatokat stimuláló hatása, hormesis.

A sugárzás sejt-szintű biológiai hatásainak komplex ismerete hozzájárul a szervezeti szintű hatások megértéséhez.



2. ábra. Ionizáló sugárzás sztochasztikus és determinisztikus hatásainak dózis-hatás összefüggése.

A biológiai egészségügyi hatások a mérhető dózisértékekre vonatkoztathatók. A hatások mértékét a dózishatás-összefüggések alapján becsüljük meg. Ez utóbbiak többféle modellel fejezhetők ki. A sugárvédelemben két modell használatos (2. ábra):

- amikor a sugárzás dózisének növekedésével egy bizonyos biológiai hatás valószínűsége nő, ezek az úgynevezett sztochasztikus hatások, valamint

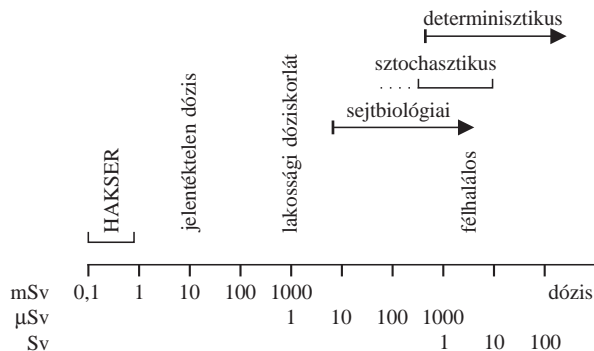
- amikor a sugárzás dózisének növekedésével egy „küszöbdózis” felett, egy bizonyos hatás súlyossága nő, ezek az úgynevezett determinisztikus hatások.

Sztochasztikus hatások a rosszindulatú daganat keletkezése és az örökletes károsodások. Determinisztikus hatások a szövetek, szervek sérülései, a sugársérülések, a sugárbetegség különböző tünetegyüttesei.

A sztochasztikus hatások közül örökletes hatásokat emberi népességben még nem észleltek. A rákkeletkezés valószínűségére pedig becslések vannak. A legnagyobb vitát az elmúlt években éppen az a kérdés váltotta ki, hogy vajon minden kis dózisonak tulajdonítható-e valamely valószínűség – bármilyen kicsi is –, vagy a sugárhatást módosító fizikai, kémiai tényezők, a biológiai védekezés hatására a kis dózisok kockázata lényegesen kisebb, esetleg elhanyagolható, akár nincs is. Ennek közegészségügyi jelentőségén kívül gyakorlati, pénzügyi jelentősége is van. A kérdés ugyanis az, hogy érdemes-e egyre többet költeni olyan szintű sugárterhelés-csökkentésre a nukleáris energia alkalmazása során, amely az évente természetes forrásoktól eredő terhelésnek ezredtizede része.

A determinisztikus hatások balesetek következtében fordulnak elő, ezek ellátására, kezelésére civilizált országokban az egészségügyi szolgálatokat jogszabályok kötelezik.

A kétféle hatás csoport elkülönítése, az elkülönítés tudatosítása a társadalomban azért is fontos, mert a sugárzashoz és annak hatásához sok téves elképzelés kapcsolódik. Ez sok indokolatlan félelem forrása. Az egyes sugárzási szinteket és az ezekhez kapcsolható biológiai hatásokat a 3. ábra szemlélteti. Látható, hogy a sztochasztikus, illetve a determinisztikus hatásokat kiváltó dózistartományok több nagyságrenddel különböznek egymástól. Hangsúlyozni kell azt is, hogy míg a determinisztikus hatások orvosi-biológiai módszerekkel diagnosztizálhatók, addig a sztochasztikus hatások az alacsony dózisok tartományában csak epidemiológiai módszerekkel mutathatók ki. Erre alapozta a kockázati tényezőket a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság



3. ábra. Dózistartományok és egészségi/biológiai hatások. (HAKSER: Hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer, „jelentéktelen dózis”: évi 10 μSv, lakossági dóziskorlát: évi 1 mSv.)

(ICRP). A nagy dózistól származó megbetegedések gyakoriságából állapította meg a kockázati tényezőket. A kis dózisok felé lineáris extrapolációval lehet egy adott dózistartomány kockázatát megbecsülni. A rosszindulatú daganatos megbetegedésekre vonatkozó becslések emberi népességből származnak. Az örökletes elváltozásokra vonatkozó valószínűség becslése nem emberi populáción történt megfigyelésből származik, hanem sugárbiológiai kísérletekből, a genetikai kutatások különböző vizsgálati alanyaiból a növényektől a kísérleti állatokig.

Ami a 3. ábrából szintén nyilvánvaló, hogy a leginkább „rettegett” atomerőművi kibocsátásokból származó sugárterhelések normális működés esetén nagyságrendekkel a természetes háttér alatt vannak. Úgyisintén egyes balesetek, vagy üzemzavari esetek, amire volt példa, a természetes háttérnél lényegesen kisebb többletterhelést jelentettek a hazai lakosságra.

Ki mit tart kis dózissnak?

Az epidemiológiai tanulmányok alapján, a sugárexponált népesség rosszindulatú daganatos betegségeinek statisztikáját feldolgozó és összefoglaló szervezetek a mintegy 200 mSv effektív dózis alatti tartományt kis dózissnak tekintik. Ez az érték úgy adódott, hogy 200 mSv alatt a rákos megbetegedési statisztikák elbizonytalanodnak, nem volt kimutatható szignifikáns összefüggés a dózis és a hatás, illetve a sugárzás indukálta és a nem sugárzás okozta rosszindulatú daganatok gyakorisága között (lásd szaggatott rész sztochasztikus hatások alsó dózistartományában). Bizonyos epidemiológiai felmérések mutattak összefüggést, például pajzsmirigy, emlőrákok, valamint *in utero* besugárzott magzatok későbbi rosszindulatú megbetegedése eseténél, de a tapasztalatok alapján úgy tűnik, hogy a kis dózisok daganatkeltő hatásaira nem általánosíthatók az ICRP kockázati értékei.

Sejtbiológiai módon meglepő módon számos olyan biológiai jelenség érzékelhető, amelyet már 10–100 mSv kivált. Ezt a dózistartományt tekintik a kis dózis tartományának. Sejtszintű elváltozások vizsgálatánál indokolt a mikrodozimetriai megközelítés, amikor az energiaátadást sejtszintű méretekben vizsgálják, a találatok valószínűségét ilyen kis térfogatokra vonatkoztatják. Mikrodozimetriai megkö-

zelítésben azt tekintik kis dózissnak, amikor a célpont-terefogat 20%-át éri találat. A sejtszintű reakcióknál hangsúlyozni kell, hogy ezek nem vezetnek feltétlenül károsodásokhoz, hiszen a reakció, a hibák, elváltozások kijavítását is magába foglalja.

Következtetések

- Az ionizáló sugárzás jól ismert sztochasztikus hatása a rosszindulatú daganatkeltés. A legkisebb dózis, amely statisztikailag szignifikáns módon emeli a kockázatot, 100 mSv körül van. Ez önmagában még nem jelenti küszöbdózis létezését, de arra utal, hogy az egyéb, rákkeltő hatások között ekkora sugárterhelés kockázata eltörlődik.

- A mesterséges sugárforrásoktól származó mintegy 1 mSv évenkénti terhelés kockázata a természetes háttér felett, jelenleg nem különböztethető meg a mindennapos, különböző okú egészségkárosító veszélyek között.

- Megfelelő tájékoztatás, gazdasági, környezeti, etikai és pszichológiai ismeretek bővítése szükséges ahhoz, hogy a biztonságos alkalmazás megvalósuljon és azt a társadalom elfogadja éppen a saját jóléte, biztonsága, egészsége és közegészségügye érdekében.

- A kis dózissal szembeni aggályoskodás nem szabad, hogy eltérítse a társadalmat az orvosi alkalmazások jótékony hatásainak kihasználásától.

- További kutatások szükségesek a különböző hatások dózis-hatás viszonyainak tanulmányozására, a kisdózisú sugárzás biológiai hatásainak vizsgálatára, a sejtek és

a szervezet védekezési és alkalmazkodási mechanizmusainak megismerésére, az exponált emberi közösségek epidemiológiai elemzésének kiterjesztésére, finomítására.

Irodalom

- BISZTRAY-BALKU SÁNDOR, BOZÓKY LÁSZLÓ, KOBLINGER LÁSZLÓ: *A sugárvédelem fejlődése Magyarországon* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982
- 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection – ICRP60, Annals of the ICRP, 21, No. 1–3, 1991
- Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (W_R) – ICRP92, Annals of the ICRP, 2003, Pergamon
- B. KANYÁR, G.J. KÖTELES: *Dosimetry and biological effects of ionizing radiation in „Radiochemistry and radiopharmaceutical chemistry in life sciences”* – ed. Rösch, F., Handbook of Nuclear Chemistry, Vol. 4. Chapter 10., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Boston, London, 2003
- KÖTELES GYÖRGY: *Ionizáló sugárzás kiváltotta biológiai hatások és közegészségügyi jelentőségük* – Egészségtudomány 38 (1994) 195–206
- KÖTELES GYÖRGY, TÓTH ESZTER: *Gondolatok az ionizáló sugárzás kis dózisainak hatásairól* – Fiz. Szle. 49 (1999) 394–400
- KÖTELES GYÖRGY: *Civilek és szakemberek a nukleáris arénában* – Környezetvédelem 2000. XII. 21.
- KÖTELES GYÖRGY: *A sugáregészségügyről dióhéjban* – Tisztiorvos 3 (2000) 11–14
- KÖTELES GYÖRGY: *Új szempontok a sugárvédelem biológiai alapjaiban* – Egészségtudomány 44 (2000) 312–321
- KÖTELES GYÖRGY: *A csernobili baleset miatt bekövetkezett lakossági sugárterhelés egészségi kockázatai* – Orvosi Hetilap 143 (2002) 1411–1414
- LÁZÁR ISTVÁN, KÖTELES GYÖRGY: *Sugárzás és biológiai rejtélyek* – Fiz. Szle. 52 (2002) 151–154
- LINDELL BO: *A brief history of ICRP* – NRPB Radiol Prot. Bull., No. 209, 210, 211 (1999)
- Sugáregészségtan* (szerk.: Koteles György) – Medicina Kiadó, Budapest, 2002
- Sources and effects of ionizing radiation* – United Nations, New York, 1993
- Sources and effects of ionizing radiation* – United Nations, New York, 2000

A HAZAI SUGÁRVÉDELMI MŰSZERGYÁRTÁS MŰLTJA ÉS JELENE

Bäumler Ede, Gamma Műszaki Rt.

Deme Sándor, KFKI AEKI

Vincze Árpád, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem

A nukleáris mérőműszerek az ionizáló sugárzás mérésére szolgálnak, ezeken belül azokat tekintjük sugárvédelmi műszernek, amelyeket csak sugárvédelmi célra lehet használni, így a sugárzás dózisát, dózisteljesítményét, a felületi szennyezettséget mérő eszközök alkotják a csoport zömét. A sugárvédelem használ más műszereket is, például számlálókat, spektrométereket, de ezeket már nem soroljuk a sugárvédelmi műszerek közé, ahogy az orvosi célú sugázmérőket sem.

A sugárvédelmi műszerek együtt fejlődtek a sugárzás alkalmazásával. Kezdetben a rádium- és a röntgensugárzást kellett csak mérni, de attól a pillanattól kezdve, hogy működésbe lépett az első atommáglya, majd felvillant az első atombomba, a sugárvédelem mérés technikájának az új terület követelményeinek is meg kellett felelnie.

A múlt század ötvenes éveinek közepén már magas színvonalú nukleáris kultúra alakult ki hazánkban, első sorban a Központi Fizikai Kutatóintézet (KFKI) vezetésével. Ez megnyilvánult a nukleáris, köztük a sugárvédelmi eszközök fejlesztésében és gyártásában is. Nem véletlen,

hogy már az első szovjet licencek honosításával egyidejűleg elkezdődhetek az első hazai fejlesztések, hiszen éppen állt a tudományos háttér, a szakembergárda. A kutató-fejlesztő intézmények között a KFKI mellett fontos szerepet játszott a debreceni Atommagkutató Intézet (ATOMKI), az Izotóp Intézet, a Mecseki Érbányászati Vállalat (MÉV), a Budapesti Műszaki Egyetem (BME), a Semmelweis Orvostudományi Egyetem (SOTE), a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem és más egyetemek, az utóbbiak általában egy-egy speciális kérdésben. Emellett az igények révén lényeges szerepük volt a felhasználóknak, köztük az orvosi intézményeknek, majd a nukleáris létesítményeknek, elsősorban a Paksi Atomerőműnek.

A hazai műszergyártás kezdetei

Az 1950-es években az atomháború veszélye reális fenyegetésnek tűnt, ezért sürgetővé vált a hadsereg és a polgári védelem ellátása sugázmérő műszerekkel. A

kormány döntést hozott: az 1920-ban alapított, a haditechnikai fejlesztés-gyártásban nagy hagyományokkal és magas műszaki kultúrával rendelkező Gamma Műveket jelölte ki a nukleáris műszergyártás profilgazdájának. A sugárvédelmi eszközök területén elsőként a KFKI által kifejlesztett Bozóky-féle dózismérő toll (kisméretű, zsebben hordható ionizációs kamra) és töltőkiértékelő készüléke került sorozatgyártásba. Speciális fejlesztések területén meg kell említeni az uránbánya eredményeit, elsősorban a terepi körülmények között használható nagyérzékenységű sugárzás intenzitásmérő műszerek területén.

Az első katonai radioaktív sugázmérő műszer honosításával (IH-1) a Haditechnikai Intézet (HTI) az Irodagépipari Vállalatot (IGV) bízta meg. A két cég nevének kezdőbetűiből ered a mai napig használt típusszám jelölés, az IH. Egyéni sugáradagmérő, ismertebb nevén dózismérő toll és töltő-mérő készülékének honosítását – szovjet licenc alapján – szintén az IGV végezte, gyártását azonban már a Gamma Művekre bízta. Egyidejűleg megkezdődött egy új gyártmánycsalád fejlesztése is a Gamma területén működő Optikai Kutató Laboratóriumban (OKL), ezek az ionkamrás detektorral működő IH-2 sugárszintmérő, az IH-3M járműfedélzeti sugárszintmérő és a GM-csőves IH-12 sugárszennyezettség-mérő műszerek. Az OKL által fejlesztett műszerek gyártása szintén a Gamma Művekhez került, a szovjet DKP-50 önleolvasós zsebdózismérő honosítása már ott történt. A felsorolt eszközök a háborús, nagy intenzitású sugárzások mérésére készültek, érzékenységük nem volt elegendő polgári sugárvédelmi feladatokra.

Polgári célra a Gamma az Elektromechanikai Vállalat (EMV) által kifejlesztett „Transrate” tranzistoros, GM-csőves sugázmérőt vitte gyártásba. A zsebrádió méretű, már a háttérsugárzást is jelző dózisteljesítmény- és felületi szennyezettségmérő volt az első univerzális kedvenc.

Az új technológiák beruházásokat igényeltek, speciális szerelő és vizsgáló részlegek kialakítására volt szükség. Példaként a DKP önleolvasós személyi dózismérő kvarc szálainak aranyozása, szerelése zsilipkamrával ellátott helyiségben, huzat- és pormentes boksokban történt.

A hazai nukleáris műszergyártó bázis megteremtése nem csak a katonai műszerek gyártására korlátozódott. Egyidejűleg a Gamma – a SOTE Biofizikai Intézet fejlesztésére alapozva – elkezdte a szcintillációs kristály- és detektorgyártást, és átvette a Központi Fizikai Kutatóintézet-től a rack rendszerű, laboratóriumi nukleáris elektronikus egységek gyártását, így megteremtődött a későbbi orvosi nukleáris profil alapja is. Összességében az 1965-ig tartó időszakban létrejött a hazai fejlesztő- és gyártókapacitás, elindult a gyártás honosított dokumentáció alapján a Gammában, sugárszintmérő, sugárszennyezettség-mérő, járműfedélzeti műszerekből több ezres, egyéni dózismérőkből százezres sorozatokban.

1965-től a HTI vezényletével intenzív fejlesztések indultak a Gammában, a Villamos Automatika Intézetnél (VILATI) és a Műszeripari Kutatóintézetben (MIKI), illetve az OKL-ből lett Elektronikai és Finommechanikai Kutatóintézetben, az EFKI-ben (még később Videoton Fej-

lesztési Intézet, VIFD). Kifejlesztették a szilícium alapú félvezető detektorokat, amelyek egy új sugázmérő család létrehozását tették lehetővé a Gammában. A család legismertebb tagjából, az IH-5 egységes sugázmérő műszerből majd tízezer darab készült. A műszer két – különböző térfogatú, így érzékenységű – Si(Li)-detektora hét nagyságrend dózisteljesítmény mérést tett lehetővé, ami több, mint a korábban gyártott IH-12 és IH-2 tartománya együttesen.

A járműfedélzeti sugárszintmérő műszert és helikopterre szerelt légi változatának fejlesztését és gyártását a VILATI és a Gamma közösen végezte. Ezek voltak az első, digitális kijelzéssel rendelkező készülékek. A MIKI kifejlesztette a WS-67 atomrobbanás-bemérő műszert, amely a villanás intenzitása, valamint a fény és a hang időkülönbségéből hatóerőt és távolságot számolt. Gyakorlati felhasználására – szerencsére – nem került sor.

A félvezető detektorok alkalmazása szélesebb mérés-tartományú, nagyobb pontosságú és hosszabb élettartamú műszerek gyártását tette lehetővé, másrészt viszont ezek a műszerek bonyolultabb elektronikát, elektronikus és/vagy izotópos fényforrással működő stabilizálást igényeltek. 1970-ben avatta a Gamma új izotóp laboratóriumát, amelyet akkor Közép-Európa legkorszerűbb ilyen létesítményeként tartottak számon. A katonai műszereknél megtörtént a generációváltás. Megjegyzendő azonban, hogy ebben az időszakban a hazai polgári célú fejlesztés-gyártás megszűnt, mivel arra a KGST Csehszlovákiát és Lengyelországot szakosította. Egyedül az IH-5 polgári célra felszabadított, kékre festett változata volt kapható a piacon.

A 70-es és 80-as években már sor kerülhetett a honvédség és a polgári védelem speciálisabb igényeinek kielégítésére is. A „spec” (azaz katonai) műszerek fejlesztője: Gamma – HTI, gyártója a Gamma. Az IH-63 sugárszintjelző egy egyszerű hangriasztást adó személyi eszköz volt, detektora egy kamrába zárt FET tranzisztor. Az IH-81 kombinált sugárszint és szennyezettségmérő műszer forgódobbal ellátott alaplátóról – a megengedett maximális dózishoz, illetve a mért dózisteljesítmény értékéből – a logarléc elve alapján a tartózkodási idő is leolvasható volt.

A polgári védelem ellátása korábban a honvédségen keresztül történt, így ugyanazokat az eszközöket használták. A 80-as évek elejétől a Polgári Védelem Országos Parancsnoksága (PVOP) független megrendelőként jelentkezett a Gammánál, saját feladataira specializált eszközöket rendelt, ilyenek voltak a sugárveszély fokozatát jelző készülékek, vagy a szennyezettség- és hasadványkeverék életkorát mérő műszer. Az előző az atomrobbanást követően a sugárzás intenzitásának változása sebességéből számította a végtelen tartózkodási időre vonatkoztatott dózist, és ehhez rendelt veszélyességi fokozatokat. A szennyezettség- és életkormérő műszer a hasadási termékek átlagos energiájának változásából számította a kihullástól eltelt időt (azaz a hasadványok „életkorát”, majd a szennyezettség mértéke és az életkor alapján terepi körülmények között határozta meg az élelmiszer, víz, takarmány fogyaszthatóságát. A műszerek fejlesztése a BME Fizikai-Kémia Tanszékkal közösen történt.

A KFKI kis sorozatban gyártotta az általa kifejlesztett laboratóriumi termolumineszcens dózismérő (TLD) kiértékelő készüléket, ehhez a dózismérő anyagát BME Fizikai-Kémia Tanszéke dolgozta ki. A több mint tíz kilós TLD kiértékelő laboratóriumi készülék kisöccse, az egykilós Pille kijutott a világűrbe is. Erre a műszerre azért volt szükség, mert a kozmikus sugárzás a hosszú időtartamú űrutazások egyik jelentős egészségi kockázati tényezője. A Pillevel először *Farkas Bertalan* végzett méréseket 1980-ban, a Szaljut-6 űrállomáson, később járt e műszer típusa a Szaljut-7-en, a Space Shuttle fedélzetén, a Mir űrállomáson. Jelenleg a Nemzetközi Űrállomás rendszeresített eszközeként kering a Föld körül. A Pille a maga nemében egyedülálló műszer az űrben, földi változatát a Tungsram kissorozatban gyártotta.

Csernobil után

A csernobili katasztrófa jelentős hatást gyakorolt világképzőnkre, ezen belül a sugárvédelmi mérőműszerek iránti követelményekre szerte a világon, így hazánkban is. Az események után a határokon beérkező szállítmányok radioaktív szennyeződésének vizsgálata a fegyveres testületek feladata volt, a műszerek azonban gyakorlatilag nem voltak alkalmasak a sugárzási háttérhez közeli szintek mérésére. Az egyetlen – akár a zöldségpiacon is – jól használható hazai műszer a Gamma „Contameter” nevű felületi szennyezettségmérő műszere volt, abból viszont nagyon kevés készült, a korábban említett KGST-szakosítás miatt. A probléma megoldására a Gamma átadta nagyfelületű GM-cső-raktárcsészletét az Izotóp Intézetnek, ahol rekordidő alatt kifejlesztették az „Autocont” szennyezettségmérőt, amelybe az érzékeny felület növelése céljából nem egy, hanem két GM-cső került. A ma is jól használható műszerrel az Izotóp Intézet el tudta látni legalább a szakma szűkebb igényeit. A Gamma pedig a PVOP kérésére 8 nap alatt kifejlesztett egy olyan sugárkaput, amely Záhonyban változó háttérsugárzás mellett is használható volt.

Csernobil szemléletbeli változást hozott a katonai doktrínában is, mely szerint elsősorban az ipari katasztrófák elhárítására kell felkészülni, nem a katonai atomcsapásra. Ez azt vonta maga után, hogy a sugárvédelmi műszereknek már a természetes háttérsugárzás szintjétől kell mérni, a korábbi katasztrófaszintekig.

A 90-es évektől fejlesztett műszerek közös jellemzője, hogy mikrokontroller-vezéreltek és számítógépes kapcsolatok van. Azon túl, hogy a divatosá vált mikroprocesszoros műszerek elegánsabb megjelenést, komfortosabb kezelést tettek lehetővé, a hazai fejlesztésű eszközökben új mérési eljárások is megvalósulhattak. A Gamma-HTI katonai műszerfejlesztések folytatódtak.

Az IH-90 sugárszennyezettség-mérő műszerben – a BME Fizikai-Kémia Tanszék közreműködésével – megvalósított mérési eljárások kihasználták a félvezető detektor energiaszelektív voltát, így lehetővé vált a felületi alfa- és béta-sugárzó szennyezettség meghatározása magas gamma-sugárzási háttérben is. Ez volt az utolsó Gamma gyártmányú félvezető detektoros műszer, ezt követően nagyfelületű GM-csővek kerültek alkalmazásra.

Az új járműfedélzeti sugárszintmérő műszer a terep sugárszintjének felderítésekor a mérési eredményeket már összerendelte az idő- és helykoordináta-adatokkal. A SOJKA pilóta nélküli repülőgépre sugárfelderítő detektor került. A földi állomás a rádióon keresztül érkező fedélzeti dózisteljesítmény, magassági és helykoordináta-adatokból meghatározza a terep sugárszintjét és térképesen megjeleníti azt.

A jelenlegi helyzet és kilátások

A rendszerváltást követően a nagy volumenű központi beszerzések hiánya és a konkurens külföldi cégek megjelenése minden magyar cégre hátrányosan hatott, ezért a 90-es évek elején 14 cég létrehozta érdekvédelmi szervezetét, a Magyar Nukleáris Műszeripari Egyesületet (NUME). A NUME nem volt hosszú életű, talán azért mert tagjai egymás konkurenciái voltak a piacon. A 14 cég zöme ma is jeleskedik a szakmában, de elsősorban nagyobb mérőrendszerek (atomerőművi ellenőrzés, mérő és adattovábbító hálózatok stb.) kialakításában egy-egy speciális feladattal, eszközzel, egyetemi tanszékekkel, kutatóintézeti részlegekkel, nemzetközi csoportokkal együttműködve. Itthon sugárvédelmi célú műszerfejlesztéssel és -gyártással elsősorban a Gamma Műszaki Rt.-ben foglalkoznak.

Az 1990-es évek második felétől kifejlesztett korszerű eszközök képezik a Gamma Rt. jelenlegi termékválasztékát. A paletta széles, a fontosabbak a következők:

- Az IH-95 sugárszint- és szennyezettségmérő műszer több műszer funkcióját egyesítő eszköz, egyetlen detektorral alkalmas dozimetriai célokra és alfa-, béta-felületi szennyezettség mérésre, béta-radioaktív koncentráció meghatározására. A műszer detektora egy nagyfelületű GM-cső, amely lehetővé teszi a természetes háttérsugárzás szintjétől történő mérést. A 95-ös bázisán további műszerek születtek: BNS-97 Sugárvédelmi monitor, BNS-98 Dózisteljesítmény-távadó.

- Katonai TL sugáradagmérő kiértékelő készülék-korszerűsítés. Az egyéni sugáradagmérő kiértékelő készülék termolumineszcens sugáradagmérő kiolvasására szolgál. A korábbi NDK gyártmányú készülék a korszerűsítés után ismét kalibrálhatóvá vált, a kimutathatóság alsó határa két nagyságrenddel alacsonyabb lett, megoldódott több százezer doziméter további rendszerben tartása, lehetőség van számítógépes dozimetriai rendszer kialakítására.

- Monitoring rendszerek távadóval. A Magyar Honvédség automata mérésadatgyűjtő rendszerének (AMAR) korszerűsítése az elmúlt évben fejeződött be. A dózisteljesítmény és meteorológiai adatok GSM-hálózaton keresztül jutnak a központ szerver gépére, onnan SMS-formátumban kerülnek tovább a felhasználókhoz.

- Szcintillációs kristályok és detektorok. A szcintillációs kristályok növesztése, a detektorok gyártása továbbra is folyik. Az új fejlesztésű „intelligens szcintillációs detektor” lehetővé teszi például – egyetlen szendvics kristállyal szerelt detektorral – a szelektív α - és β -számlálást, γ -spektrometriával egyidejűleg.



Ábra. Határátkelőhelyre telepített sugárkapu

- Laboratóriumi összeállítások. Szcintillációs detektort és ólomárnyékolást tartalmazó különböző célú laboratóriumi összeállítások készültek az elmúlt években.

- Sugárkapuk járművek, személyek és poggyászok sugárszennyezettségének felderítésére. A sugárkapuk nukleáris detektora gamma–neutron kristállyal szerelt intelligens szcintillációs detektort. Az országhatárainkra a környezetvédelmi tárca és Phare tender finanszírozásában kerültek a kapuk, további rendszerek települtek kohókban a fémhulladék ellenőrzésére, postákon csomagvizsgálatra. Készül a mobilizálható katonai változat járművek szennyezettségének felderítésére, a dekontamináció sikerességének ellenőrzésére. Elkészült egy táskasugárkapu prototípusa, amely alkalmas például rendezvények résztvevőinek átvizsgálására. A vasúti ellenőrzéshez telepített sugárkapu detektorai látszanak az *ábrán*.

- Járműfedélzeti sugárfelderítő rendszer. A sugárszintmérőket, vegyjelzőt, mobilizálható meteorológiai állomást, adatgyűjtőt és GPS-vevőt tartalmazó rendszer vegyi- és sugárfelderítő páncélozott járművekbe kerül beépítésre. A program automatikusan készít és továbbít NATO-formátumú jelentéseket.

- Légi sugárfelderítő rendszer. Az elmúlt évben harci helikopterre függesztett konténerbe épített rendszerrel sikeres repülési vizsgálatokat hajtottunk végre. A konténerbe kétféle nukleáris detektor (szcintillációs és GM-csőves), adatgyűjtő, magasságmérő és GPS-vevő került beépítésre. A dózisteljesítmény-távadó adataiból a program kiszámítja a terep sugárszintjét és digitalizált térképen jelöli a szennyezett terepszakaszokat. A jelenleg folyó továbbfejlesztés kapcsán videokamera és rádiós adatátviteli rendszer kerül pótlólagosan beépítésre.

Egyes fejlesztések intézmények, egyetemi tanszékek közreműködésével valósulnak meg. A sugáradagmérő témában a KFKI AEKI működött közre, a különböző laboratóriumi összeállítások algoritmusának kidolgozásában, kalibrálásában a BME Nukleáris Technikai Intézete. Az intelligens szcintillációs detektorok tesztelésével, alkalmazási lehetőségeinek bővítésével a Veszprémi Egyetem foglalkozik. A haditechnikai fejlesztések jelenleg is a volt HTI, mai nevén HM Technológiai Hivatal témavezetése mellett történnek.

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Vegyi és környezetbiztonsági tanszéke a SOMOS Környezetvédelmi Kft.-vel közösen fejlesztett intelligens sokcsatornás nukleáris spektrométere DSP-vel. Az energiamérést megvalósító spektrométerekben hagyományosan az úgynevezett Wilkinson-típusú analóg–digitális átalakítókat alkalmazzák. Ezek kiváló linearitással rendelkeznek, de holtidejük aránylag nagy, és az áruk is meglehetősen magas. A kifejlesztett módszer és eszköz az egyes jeleken végzett többszörös kvantáláson (mintavétel és analóg–digitális átalakítás) és a kvantált minták súlyozott átlagolásán alapszik. Ehhez olcsó, relatíve kis bitszámú (10 bit), gyors analóg–digitális konverter és digitális jelfeldolgozó (DSP) integrált áramkörre van szükség. A DSP segítségével intelligensen lehet kommunikálni a külvilággal (PC), ez vezérli a jelfeldolgozás folyamatát, tartalmazza és kezeli (írja és olvassa) a sokcsatornás spektrummemóriát, beállítja a spektrométer paramétereit (erősítés, detektálási küszöbszint, detektor-tápfeszültség, mérési idő stb.). Elegendően gyors DSP-t választva, az a fenti feladatokon felül elvégzi a kvantált minták súlyozott átlagolását is. Kimutatható, hogy ez esetben – elegendő mintaszám esetén – a kívánt csatornaszám kisebb bitszámú konverterrel is megvalósítható, ami olcsóbbá teszi a rendszert, és egyben az egy impulzus feldolgozásához szükséges holtidőt is jelentősen csökkenti. Ezzel együtt jelentősen nő az intenzitásmérés pontossága, különösen nagy intenzitásoknál. A SOMOS Kft. szintén részt vesz sugárvédelmi ellenőrző rendszerek fejlesztésében elsősorban nukleáris létesítmények munkahelyein [6–8].

A KFKI AEKI, az ATOMKI és más kutató-, illetve egyetemi intézmény továbbra is részt vesz nagyobb sugárvédelmi rendszerek kialakításában, például a Paksi Atomerőmű környezetellenőrző rendszerének rekonstrukciójában.

Összefoglalás

Miközben a hazai intézmények és műszergyártók kezdetben, a múlt század második felében igen jó eredményeket értek el a sugárvédelmi műszerek fejlesztése és gyártása területén, az utóbbi évtizedben, egyrészt a piac beszűkülése, a tőke hiánya, másrészt a konkurens külföldi cégek markáns megjelenése miatt csökkent az értékesítés mind a hazai, mind a nemzetközi piacon. A visszaesés nem a szakterület sajátossága, hanem az egész magyar gazdaságé. Ebben az időszakban egész iparágak szűntek meg, csak azok maradtak talpon, akik világpiacon is versenyképes terméket tudtak előállítani. A hazai sugárvédelmi műszerfejlesztést a kezdetektől fogva az jellemezte, hogy nem követő fejlesztések voltak, hanem mindig meglettek a szakmát valami újdonsággal, ezért a megvalósult eszközök mindenkor versenyképesek voltak.

A nem költségvetési beruházások piacára az a jellemző, hogy bár fejlesztésekben most sem szűkölködünk, a szóba jöhető piac kicsi egy-egy nagyobb széria gyártásához. Ezért elsősorban speciális eszközök és rendszerek fejlesztése és gyártása jöhet számításba.

A költségvetésből finanszírozott beruházások a NATO-ba és az EU-ba belépvé várhatóan ismét növekednek, mivel az államnak kötelezettségei vannak a környezetvédelem, az államhatárok szigorúbb ellenőrzése és a haditechnikai korszerűsítés területén.

Az Unióban sem lehet arra számítani, hogy azok az országok, amelyek fejlett sugárvédelmi műszergyártással rendelkeznek, valaha is magyar műszert vásároljanak sajátjuk helyett. Intenzív marketingmunkával viszont elérhető, hogy akinek nincs megfelelő, saját fejlesztésű, gyártású műszere, az magyart válasszon.

Ismertetőnk – a téma jellege miatt – nem lehetett teljes. Reméljük, hogy a szakmában dolgozók kiegészítik az általunk leírtakat, így a sugárvédelmi műszerek hazai gyártásának nyoma marad, s jelenét is megismerhetik a potenciális felhasználók és a téma iránt érdeklődők.

Irodalom

1. SOLYMOSI J., BÄUMLER E. és társai: *Eljárás és berendezés ismeretlen összetételű és/vagy többkomponensű, főként basadási termékekkel kontaminált terepszakaszok sugárszintjének földi felderítésére* – 198798 B BME–GAMMA szolgálati találmány
2. SOLYMOSI J., BÄUMLER E. és társai: *Eljárás és berendezés ismeretlen összetételű és/vagy többkomponensű, főként basadási termékekkel kontaminált terepszakaszok sugárszintjének légi felderítésére* – 201161 B BME–GAMMA szolgálati találmány
3. BÄUMLER E., ERDŐS K., PINTÉR I., SARKADI A., SOLYMOSI J. és társai: *Univerzális radioaktív sugárásmérő műszer és eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés mérésbatárájának kiterjesztésére* – P9700746 HTI–GAMMA–BME szolgálati találmány bejelentés
4. BÄUMLER E., ERDŐS K., SARKADI A.: *Eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés basadási és aktivációs radioizotópokkal kontaminált élelmiszerek fogyaszthatóságának eldöntésére* – P0301996 GAMMA szolgálati találmány bejelentés
5. BÄUMLER E., ERDŐS K., SARKADI A.: *Eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés járművek és/vagy rakományok radioaktív szennyezettségének – mobil sugárforrás – kimutatására* – 220207 GAMMA szolgálati találmány
6. Á. VINCZE, J. SOLYMOSI, K. NAGY, I.C. SZABÓ, G. VOLENT, Á. GUJGICZER, O. ZSILLE: *Monitoring of the fuel-cassette-free state of the control rod sleeves during its lift by radiation measurement* – IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe, 22–27, August, 1999, Budapest, Hungary, Proceedings, 184–192, 1999
7. Á. VINCZE, G. VOLENT, J. SOLYMOSI: *A procedure for the continuous control of the retention properties of gas adsorber systems* – J. Radioanal. Nucl. Chem., 218/1 (1997) 81
8. K. NAGY, Á. VINCZE, J. SOLYMOSI, G. EIGEMANN, G. VOLENT, Á. GUJGICZER, O. GIMESI, O. ZSILLE, GY. PLACHTOVICS: *Measuring the filter efficiencies of iodine filters at NPP Paks* – V. Nemzetközi Atomtechnikai Szimpózium, Paks, 2000 október

SUGÁRVÉDELEM A FELSŐOKTATÁSBAN

Kanyár Béla, VE Radiokémia Tanszék
 Zagyvai Péter, BME Nukleáris Technikai Intézet
 Homonnay Zoltán, ELTE TTK Magkémia Tanszék
 Dezső Zoltán, DE Környezetfizika Tanszék
 Farkas György, SE Sugárvédelmi Szolgálat
 Fehér István, KFKI AEKI
 Ozoray Kamilla, ÁNTSZ Országos Tisztifőorvosi Hivatal
 Pellet Sándor, OOK OSSKI
 Uray István, ATOMKI
 Vincze Árpád, ZMNE Vegyi és Környezetbiztonsági Tanszék
 Zombori Péter, ELTE TTK Sugárvédelmi Oktatási Laboratórium

A természettudományok, azon belül a fizika tanítása keretében többször találkozunk a nukleáris tudományok, közöttük a sugárvédelem oktatásának problémáival, mind a *Fizikai Szemle*ben, mind a sugárvédelmi kiadványokban [1–4]. A sugárvédelmi rendezvények között megemlíthető a 25. Sugárvédelmi Továbbképzés felkért előadása *A sugárvédelmi képzési formák kialakulása és fejlődése Magyarországon* címmel [5], az ELFT Sugárvédelmi szakcsoport 2001-ben tervezett tanulmánya a sugárvédelem helyzetéről (az oktatási részt ezen írás első 3 szerzője vállalta) és a 2002. áprilisban szervezett akadémiai ankét [6]. A hazai sugárvédelem bemutatása keretében készített jelen munka elsősorban a felsőfokú, a graduális képzésben és a továbbképzésben szerzett tapasztalatokkal foglalkozik, figyelembe véve a helyi és speciális sajátosságokat. Ez utóbbi célkitűzés indokolja a szerzők viszonylag magas számát. Természetesen tudjuk, hogy a középiskolai, a felsőfokú és a speciális képzések mereven nem különíthetők el egymástól, egymásra épülnek, többek közt számos szakember érdekelte a sugárvédelmi képzés különböző szintjein.

A sugárvédelem oktatását a felsőfokú, elsősorban tanári képzésben a lakossági tájékoztatás szempontjából is fontosnak tartjuk, ugyanis a felsőfokú képzés kikerülő tanárai, mérnökei, azaz a későbbi helyi értelmiség hozzájárulása révén mind az iskolákban, mind a lakosság körében a jelenleginél szakszerűbb és hitelesebb információ alakulhat ki, és reálisan tudják megítélni a közvetlen őket érintő helyzetet, esetleg problémát. Mindezek természetesen érvényesek a környezetvédelem, egészségvédelem stb. oktatásánál is, melyek része lehet a sugárvédelmi képzés [7, 8].

Mint már több kiadványban is szerepel, a képzés sugárvédelemre vonatkozó általános céljai közé tartozik, hogy minden érintett személy – akár dolgozóként, akár a lakosság tagjaként – lehetőséget kapjon a sugárzásokkal veszélyeztetett munka- és lakókörülményeinek, az esetleges káros hatások elleni védekezés eljárásainak, eszközeinek, az ellenőrzés módszereinek és eredményeinek megismerésére. Különösen fontos ez a jelen társadalmi viszonyok között, amikor potenciális környe-

zeti veszélyforrásként szóba jöhető üzem tervezéséhez, engedélyeztetéséhez lakossági közreműködés, meghallgatás, jóváhagyás szükséges. Ezért a képzés, az oktatás és annak hatékonysága, eredményessége nemcsak munkahelyi, hanem általánosabb, lakosságot is érintő feladatokhoz elengedhetetlen. Az atomenergia egyik nagy kihívása az utóbbi évtizedekben éppen az alkalmazása elleni túlzott lakossági, társadalmi idegenkedés mérséklése. Ez a cél csak az összes, itt tárgyalt képzési mód eredményességének növelésével válhat elérhetővé. Megfelelő szintű, terjedelmű és hiteles információhoz kell jutnia mindenkinek ahhoz, hogy felelősséggel formálhasson véleményt, mely egyben saját erkölcsi kötelessége is lehet. Ezek az oktatási célok, igények megfogalmazódnak a nemzetközi sugárvédelmi ajánlásokban és a hazai szabályozásokban egyaránt [9, 10].

Az elsősorban a munkahelyre vonatkozó 16/2000 (VI.8) EüM rendelet [10] szerint az atomenergia alkalmazása körébe tartozó tevékenységet csak az a személy végezhet, aki vizsgaköteles sugárvédelmi képzésben, illetve továbbképzésben vett részt és eredményes vizsgát tett. Kivételesen, a vizsga letételéig, megfelelő képzettséggel rendelkező személy felügyelete mellett, legfeljebb 1 évig lehet dolgozni ilyen munkakörben. Ez alól felmentés nem adható. Az oktatásról a sugárforrás engedélyesének kell gondoskodnia.

A nemzetközi tapasztalatok felhasználása, elsősorban a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP) ajánlásainak elfogadása és bevezetése szinte végigkíséri a hazai sugárvédelmi képzést is [11, 12].

A sugárvédelmi képzés fejlődéséről

A sugárvédelem hazai oktatása – egyrészt a nemzetközi tapasztalatokhoz, másrészt más szakterületekhez hasonlóan – alapvetően követi a sugárvédelem fejlődését, igazodik az igényekhez és lehetőségekhez [13].

Kezdetben, az 1920-as évektől, az oktatás a tudományos és technikai eredmények, illetve ismeretek terjesztése révén valósul meg. Ennek fórumai az Akadémia és a tudományos (elsősorban orvostudományi, részben műszaki, ill. fizikai) társaságok. A röntgenológiában és a rádiumterápiában az 1930-as évek végén megjelenő szabványok eredményeként a sugárvédelem már önálló fejezetként szerepel a sugárzások alkalmazását elősegítő képzések anyagában. Az 1950-es években – elsősorban az Országos Atomenergia Bizottság (OAB) megalakulásával és támogatásával – a mesterséges radioaktív készítmények, a nyílt izotópok széleskörű alkalmazása újabb sugárvédelmi és ezzel párhuzamosan további képzési, oktatási igényeket alakított ki. Az OAB és az illetékes főhatóság által jóváhagyott tematikával úgynevezett izotóptanfolyamokat szerveznek az egyetemek, kutatóhelyek, köztük elsősorban a Budapesten és Debrecenben önálló sodott orvostudományi egyetemek, továbbá a Budapesti Műszaki Egyetem szakirányú intézetei és a Központi Fizikai Kutató Intézet sugárvédelmi részlege. Míg az előbbieket az orvosi, az utóbbiak a vegyészmérnöki és a fizikusi irányultságú képzés keretében oktatták a sugárvédelmet.

Az orvosegyetemeken a radioaktív készítményekkel kapcsolatos sugárvédelem és annak oktatása kezdetben el különül a röntgenológiától, sőt ez bizonyos mértékben később is megmarad [14, 15].

Az 1960-as évektől a sugárvédelem oktatása önálló és jól körülhatárolt, elsősorban a nukleáris energiatermelés igényei alapján megerősödő hatóság feladatként jelenik meg. Ebben az időszakban számos tanfolyami anyag, jegyzet, tankönyvfejezet, konferenciaösszefoglaló stb. kerül kiadásra a fordításokkal együtt (kb. 1965–1990), s az átfogó tankönyvek esetén egy-egy fejezet tartalmazza a sugárvédelmi ismereteket [16–20]. Az 1962-ben, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat keretében alakult Sugárvédelmi szakcsoport, majd a nemzetközi igények hatására létrejött IRPA Magyar Nemzeti Bizottsága újabb fórumot teremtett a speciális területen dolgozó szakemberek közötti információcserére. Igen pozitív szerepet kap a képzésben az ELFT Sugárvédelmi szakcsoport által indított és szervezett, évenként megrendezett Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam [4]. A tanfolyam, a találkozó lehetőséget teremt az új eredmények közzétételére, egymás problémáinak megismerésére és megoldására.

A következő (1990-től, harmadik) szakaszban egyre több, önálló sugárvédelmi, sugáregészségügyi jegyzet, könyv jelenik meg a hazai szerzőktől [21–25] és az utóbbi évek munkái már az 1990-től megújuló sugárvédelmi fogalmak, elvek és normák alapján készültek. Általában mondható, hogy a hazai szabályozás nehézségei miatt a törvények és rendeletek megszületése, kiadása 5–10 évet is késik a nemzetközi ajánlásokat követően, miközben az oktatás és annak eredménye, az újabb sugárvédelmi normák szerinti munka viszonylag gyorsan – 1–2 év alatt – követi azokat. Ez mind az oktatás eredményességét, mind az újabb normákat alkalmazók befogadóképességét dicséri.

Az egészségvédelem, munkavédelem, környezetvédelem stb. oktatásának felértékelődése gazdasági szempontból is előnyössé teszi a sugárvédelem oktatását, általános és speciális tanfolyamok szervezését, ami a magánvállalkozások részvételét segíti elő. Ennek hatására jelenleg igen sokféle képzési formával találkozunk.

A sugárvédelem, s így annak oktatása fontos az utóbbi évtizedekben erőteljes fejlődésnek indult nukleárisbaleset-elhárítás területén is, így például a polgári védelemben, tűzoltóságnál, rendőrségen és honvédelemlnél. Az itt oktatottak egyrészt más-más előismeretekkel rendelkeznek, másrészt a sugárvédelmi képzésük tartalma is erősen eltérhet egymástól, illetve az iparban, egészségügyben kidolgozott anyagoktól.

Annak ellenére, hogy egy általános képzés keretében igen nehéz kiválasztani azokat a szakterületeket, speciális ismereteket, melyek oktatása mindenképpen kell, hogy szerepeljen minden állampolgár képzésében, igényüket kisebb-nagyobb óraszámokkal ki kellene elégíteni az iskolai, illetve számos szakterületen a felsőfokú tanterv keretében. A sugárvédelem azok közé tartozik, melyet a jelen társadalmi viszonyok között célszerű oktatni minden szinten.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy Magyarországon energiahordozókban szegény, így a belátható jövőben, legalábbis több évtizedig, nem mondhat le az olcsó

és környezetkímélő nukleáris energiatermelésről, amelyre leginkább jellemző, hogy óriási – itthon is rendelkezésre álló, illetve képezhető – szakértelmet igényel, aminek szerves része a sugárvédelem.

Sugárvédelmi tanfolyamok, továbbképzések

A sugárvédelmi szakképzés alapvetően az egészségügyi területéhez tartozik, az egészségügyi miniszter 16/2000 (VI.8) sz. rendelete tartalmazza az oktatás rendjét [10]. Ez a rendelet – a korábbihoz [26] hasonlóan – a sugaras tevékenység jellegétől függően három fokozatot különböztet meg: alapfokú, bővített és átfogó fokozatú képzést.

Az alapfokú képzés és legalább 5 évenkénti továbbképzés tematikáját és vizsgakövetelményeit az ÁNTSZ területileg illetékes intézménye hagyja jóvá. A bővített és átfogó fokozatú képzés esetén az oktatók névjegyzékét, a képzés és továbbképzés tematikáját, valamint a vizsgakövetelményeket az Országos Tisztiorvosi Hivatal (OTH) engedélyezi. Mivel a tanfolyamok pénzdíjasok, tanfolyami oktatást számos intézmény, alapítvány, csoport stb. végez, szerzett erre jogosultságot, és ezek során kapott – elsősorban a továbbképzést elismerő – oklevelek száma évente több mint 100. Mondható, hogy az igények többsége alapítvány, magánvállalkozás által szervezett tanfolyamok révén nyer kielégítést. A speciális igényekre rendszerint kihelyezett tanfolyamokat szerveznek.

A műszaki, élettelen természettudományi jellegű, illetve az orvosi irányultságú tanfolyamok közötti eltérés egyrészt a szervezésben, másrészt a gyakorlatokban, az ismerttetett példákban nyilvánul meg.

Speciális sugárvédelmi képzési és továbbképzési igény jelentkezik a nukleárisbaleset-elhárítás területén, különösen a Paksi Atomerőmű, a BM Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és az Országos Atomenergia Hivatal részéről.

Ebben a helyzetben különösen fontos, hogy a képzések, tanfolyamok anyagának jóváhagyásáért felelős szakmai testület (ÁNTSZ, OTH) a tematikákat egységes felfogásban bírálja el.

A munkahelyeken – általában rövid távú érdekek figyelembe vétele, a munkaidő jobb kihasználása következtében – a célirányú képzés került előtérbe, az oktatás egyre erőteljesebben igazodik a speciális, munkahelyi igényekhez, kisebb jelentőséget kapnak az általános alapok, a koncepciók, a kapcsolódó tárgyak, beleértve a laboratóriumi gyakorlatokat is. Ezt tükrözi, hogy az 1990-es években már elkezdődött a tanfolyami órák számának csökkenése. Sajnos az EU-direktívák (96/29/Euratom, 13. May 1996) is csak igen röviden említik az oktatást (Article 22 Information and training) [27], továbbá a 16/2000 (VI.8) EüM-i rendelet úgyszintén igen lakonikusan tér ki a képzésre.

Sugárvédelem a felsőfokú képzésben – szakemberhiány

A sugárvédelem sokrétűsége megjelenik a felsőoktatási tantervekben, képzési formákban is. A felsőoktatás területén a sugárvédelmi képzést nagyban segíti azon sajátos-

ság, hogy a sugárveszélyes munkakörben foglalkoztatott személyek számára miniszteri rendelet írja elő a megfelelő szintű sugárvédelmi szakképesítés megszerzését. Nyilvánvaló, hogy az ilyen munkahelyek betöltésére készülők, a középfokú végzettséggel már rendelkező fiatalok számára jelentős előnyt jelent, ha már az egyetemi képzés során megszerezhetik ezt a szakképesítést, vagy legalábbis elsajátíthatják annak egyes elemeit. Másrészt a felsőfokú képzés rugalmasabb a középiskolainál, könnyebben alkalmazkodik az igényekhez, különösen, ha lehetőség adódik posztgraduális képzésre, tanfolyamok indítására, doktori témák kiírására. Jelenleg itt alapvetően a fizetőképes kereslet, illetve az állami támogatás, preferencia határozza meg a képzés mértékét, intenzitását. Az általános érdeklődés kielégítésére példaként említhető, hogy a Debreceni Egyetemen évenként 50–100 hallgatója van a sugárvédelem interdiszciplináris jellegű bemutató fakultatív kurzusnak, az „értelmiségi modul”-ban meghirdetve, bármely szak és évfolyam hallgatói számára. A sugárvédelmi kultúra szélesebb körben történő elterjesztésében a társadalmi gondolkodást követő, a természetes érdeklődést kielégítő tematikák tehát szintén fontosak lehetnek a képzést nyújtó, többnyire kötelező „szakemberképzés” mellett, esetenként ahhoz kedvet is csinálva.

A felsőfokú képzés során kell megadni azt a lehetőséget, hogy a kikerülők később akár sugárvédelmi szakemberek legyenek, mérnöktovábbképzés, doktorandusz képzés stb. keretében. Miközben évek óta növekszik az egyre magasabb képesítést igénylő munkahelyek és a felsőoktatásban tanulók száma, a természettudományok és műszaki tudományok területén ez a tendencia stagnál, illetve fordított. Mindez vonatkozik az interdiszciplináris ismereteket igénylő sugárvédelem oktatására is. Amennyiben ez a változás folytatódik, egyre kevesebb fizikus-, vegyész-, illetve ezen szakirányú mérnök- stb. hallgatóval találkozunk és így a sugárvédelmet választók száma is oly mértékben csökken, hogy évek múlva komoly szakemberhiánytól kell tartani. A fejlett országok ezen viszonylag könnyen segítenek, legalábbis egy ideig azzal, hogy a szegényebb országokból pótolható a fizikus, mérnök, s így a sugárvédelmi szakember is, s utánképzéssel a helyi ismeretek is megszerezhetőek. De mi lesz később, s a kevésbé fejlett országokban, ahol a társadalmi és technológiai viszonyok kevésbé vonzóak? Mindezen problémákra már most fel kell hívni a figyelmet, illetve támogatni azokat az erőfeszítéseket, melyek sürgetik a hasonló kérdések megoldását. A szellemi tőke „zsugorodásának” konkrét veszélyeire hívta fel a figyelmet nemrégiben *Szatmáry Zoltán* is [28] e folyóirat hasábjain.

Már ma is részben megmutatózó problémának tűnik az oktatáshoz szükséges szakembergárda elégtelen száma. Az egyetemi oktatók, szakemberek leterheltsége nagyon nagy, a meglévő – és értelemszerűen nem veszélytelen – infrastruktúrák kiszolgáltatását a korábbi leépítések miatt az egykori létszámok töredéke kénytelen elvégezni. Másrészt a sugárvédelemhez erősen kötődik a laboratóriumi munka, a műszeres mérések, a veszélyes anyagokkal való tevékenység. Mindezekhez az átlagosnál na-

Sugárvédelmi képzettséget szerzők száma néhány egyetemen (éves értékek az utóbbi 2–5 év tapasztalata alapján)

Intézmény	Graduális képzésben bizonyítványt szerzők	Továbbképző tanfolyamon bizonyítványt szerzők	Diplomamunkát készítők ¹	Sugárvédelmi témájú PhD-munkák ¹
Budapesti Műsz. és Gazd.tud. Egy.	6–12	15–30	1–3	1–2
Debreceni Egyetem TTK és más kar	10–20	0	2–5	1–2
Eötvös Loránd TE TTK	10–15	15	2–4	2
Semmelweis Egyetem	–	100–150	2–5	1–2
Szegedi Egyetem TTK	5–10	10–15	1–2	–
Veszprémi Egyetem	15–20	10–15	5–7	1–2
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem	15–20	18–22	4–6	1–2

¹ amennyiben a munkának legalább 30%-a a sugárvédelemmel kapcsolatos

gyobb biztonsági követelmény, nagyobb oktatási leterheltség, odafigyelés, költséges laboratóriumok kialakítása és fenntartása szükséges, miközben az oktatás csak kiscsoportos foglalkozás keretében végezhető. Ma viszont az úgynevezett redukált hallgatói létszám előtérbe helyezésével a sugárvédelem alapvetően alulfinanszírozott az oktatáspolitikai, s így rendszerint a felsőfokú intézmény részéről.

Bár a Paksi Atomerőmű blokkjainak élettartamhosszabbítása kihirdetett célkitűzés, a szakmában a fiatalok részéről meglehetősen érdektelenség mutatkozik, ami utánpótlási gondokat vetít előre már a közeljövőben. Többben észrevételezik a sugárvédelmi szakma művelőinek elöregedését. Ez a helyzet felértékeli azon – a már korábban említett – intézmények tevékenységének a jelentőségét, ahol PhD-képzés keretében is folyik sugárvédelmi kutatómunka. Ugyanis ez lehet a fő forrása az oktatónemzedék megújulásának.

Az 1990-es években induló PhD-programok keretében sugárvédelmi témák is szerepelnek például az ELTE és SE közös szervezésében, a BME Nukleáris Technikai Intézet és a VE Radiokémia tanszék és a ZMNE témái közt.

Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb szerepet kap a nem ionizáló sugárzásokkal kapcsolatos dozimetria és sugárvédelem oktatása. E téma oktatásában eddig sajnos csak kevés kezdeményezés történt, köztük a SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézete, az OSSKI, néhány ÁNTSZ-intézmény, a BME villamosmérnöki, híradástechnikai intézetei valamint a VE egyes tanszékei említhetők.

Sugárvédelmi szakemberképzésben az átlagosnál jobban érdekelt intézmények

A 16/2000 (VI.8) EüM rendelet [10] szerint a sugárvédelmi képzettség a felsőfokú intézmény graduális és szakirányú képzési szakjain is megszerezhető. Ezzel a lehetőséggel több egyetem él, és például szakirányképzés keretében oktatja a bővített sugárvédelmi bizonyítványhoz szükséges ismereteket, diplomamunkákat és doktori témákat hirdet meg és vezet a sugárvédelem területén. A nagyobb intézmények között az 1. táblázat jelzi az utóbbi évek

számaikat. A graduális képzés keretében rendszerint több, 2–3-szor annyi órában hallgatnak szakismeretet, vesznek részt a laboratóriumi gyakorlaton a hallgatók, mint a tanfolyami résztvevők.

A fentiekén kívül több felsőoktatási intézményben, így például a Soproni Egyetemen, a Paksi Energetikai Főiskolán is folyik sugárvédelmi képzés, diplomamunkák készítése, PhD-témák vezetése stb. Az viszont egyértelmű, hogy jelenleg elsősorban az orvosi, egészségügyi terület igényli a legtöbb sugárvédelmi képzést, köztük is elsősorban a röntgenorvosként, röntgenasszisztensként, az izotópdiaosztikában, az orvosi kutatásban stb. dolgozók.

A BME-n elsősorban a mérnök-fizikusoké a nukleáris technika szakirányú, valamint a reaktorteknikai szakmérnök-hallgatók érdekeltek, a Veszprémi Egyetemen pedig a vegyészmérnök-hallgatók a Radiokémia technológia, a környezetmérnök hallgatók pedig a Radioökológia szakirányok keretében vesznek részt a képzésekben. Az ELTE TTK-n elsősorban a vegyész- és a fizikus-hallgatók köréből választják a sugárvédelmet. Az utóbbi években a tanárjelöltek között is megnőtt a sugárvédelem iránti érdeklődés, szinte mindegyik egyetemen, így az ELTE-n, a BME-n, a DE-n, a SZE-n és a VE-n egyaránt.

A részletes tantárgyprogramok azonban erősen tükrözik az oktatási intézmény profilját, például a BME-n a reaktorteknika, a ZMNE-n a környezetvédelem, a DE-n az orvosi (PET-) alkalmazások, a VE-n radioökológia területek sugárvédelmi képzési igénye kap nagyobb hangsúlyt.

Tájékoztatóképpen a 2. táblázat mutatja a sugárvédelem (beleértve sugárbiológiát, dozimetriát) oktatásában érdekelt felsőfokú intézmények néhány meghirdetett, a sugárvédelmet kisebb-nagyobb részben érintő tantárgy megnevezését, a képzés szintjét, az óraszámokat és a sikeresen vizsgázók számát, az utóbbi 2–3 év átlaga, tapasztalata alapján. A tárgyak nagyobb része – különösen a graduális alapképzésben – csupán 10–20%-ban foglalkoznak sugárvédelmi kérdésekkel, viszont némelyik – elsősorban a szakirány képzés során – szinte teljes egészében. Mindenesetre látható, hogy igen széles skálán történik a sugárvédelemmel kapcsos-

Sugárvédelmi érintettségű tantárgyak néhány egyetemen

Tantárgy	Képzési szint	Teljes óraszám			Évenként sikeresen befejezők
		Ea.	Lab.	Szem.	
<i>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem</i>					
Sugár- és környezetvédelem	G-A	40	13	–	90
Radioaktív hulladékok	G-Sz	40	13	–	10
Szennyeződésterjedés a környezetben	G-Sz	26	–	13	10
Sugárvédelem II.	G-Sz	26	26	–	10
Nukleáris környezetvédelem	G-Sz	26	13	–	35
Nukleáris környezetvédelem	P	40	26	–	15
Radiológiai technikák	P	52	–	–	30

Debreceni Egyetem¹

Dozimetria	G-A	–	48	–	20
Környezetfizika	G-A	12	4	–	90
Radiokémia	G-A	28	–	–	40
Izotóptechnika	G-A, -Sz	28	–	–	45
Sugárvédelem és dozimetria	G-A, -Sz	28	–	–	20
Radioaktivitás a környezetben	G-A	28	–	–	8
Sugáregészségügy	G-Sz	28	–	–	12
Radioökológia	G-Sz	28	–	–	10
Orvosi radiológia	G-A	28	–	–	200
Nukleáris medicina ²	G-A	–	12	–	–

¹ A tárgyak egy részéből posztgraduális (PhD stb.) képzés is van² Új tantárgy a gyógyszereszeknek, végzetek létszámáról még nincs adat*Eötvös Loránd TE TTK*

Bevezetés a nukleáris környezetvédelemben	G-A	26	–	–	15
Magkémiai laboratóriumi gyakorlat	G-A	–	26	–	40
Sugárvédelem	G-A, -Sz	26	–	–	20

Veszprémi Egyetem³

Sugárzástani ismeretek	G-A	14	–	–	150
Radioökológia	G-A	28	–	–	80
Nukleáris mérés technika	G-Sz	28	14	–	15
Radioaktív hulladék feldolgozása, elhelyezése, rekultiváció	G-Sz	28	14	–	5
Sugár- és nukleáris balesetek tapasztalatai	G-Sz	28	–	–	30
Radionuklidok környezeti terjedésének modellezése, szimuláció	G-Sz	–	–	14	8
Radioökológiai laboratórium	G-Sz	–	28	–	8
Dozimetria és sugárvédelem	G-Sz	28	–	–	35
Nem ionizáló sugárzások elleni védekezés ⁴	G-Sz	14	–	–	–

³ A tárgyak egy részéből rendszeresen 5–8 PhD hallgató is vizsgázik⁴ Új tantárgy, a végzetek létszámáról még nincs adat*Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem*

Radiológia	G-Sz	40	13	–	15
Nukleáris környezetvédelem	P	26	–	–	6
Nukleáris baleset-elhárítás	P	26	–	–	8
Sugárvédelem	P	26	–	–	3

Jelmagyarázat: Ea: előadás, Lab: laboratóriumi gyakorlat, Szem: szeminárium, számítási gyakorlat, G-A: graduális alapszintű képzés, G-Sz: graduális szakirány szintű képzés, P: posztgraduális – szakmérnöki, PhD-képzés

Egyes tárgyak fél évenként, mások csak évenként vannak meghirdetve.

latos ismeretek oktatása, és a hallgatói átjárhatóság elősegítésére célszerű lenne mind a tárgyak elnevezéseiben, mind azok tartalmában a jelenleginél hatékonyabban egyeztetni, tapasztalatot cserélni.

Más egyetemen, főiskolán is szerepelnek hasonló megnevezésű tárgyak, azok száma azonban rendszerint kisebb, mint az itt felsoroltak. Például az orvosi radiológia minden állat-, illetve humán orvosi jellegű karon megtalálható, illetve az orvos- és gyógyszerészképzésben a biofizika keretében néhány órában szintén szerepel a sugárbiológia, dozimetria és sugárvédelem.

Az átfogó sugárvédelmi fokozatot adó tanfolyami szervezők közül kiemelhetők az ELTE TTK, a KFKI AEKI-be kihelyezett Sugárvédelmi Oktatási Laboratóriuma a műszaki és az OSSKI az egészségügyi irányultságú szakemberek képzése, továbbképzése esetén.

Következtetések, ajánlások

Miközben az ionizáló sugárzások alkalmazása az utóbbi évtizedekben – az orvosi, egészségügyi területek kivételével – az abszolút számokat tekintve fokozatosan csökken, ugyanakkor a technikai fejlődéssel az alkalmazások típusa, jellege egyre szélesedik, és az erre irányuló „társadalmi szintű” figyelem erősödik. Ennek következtében a munkahelyek sugárvédelme, a szabályozások és ellenőrzések, illetve ezek oktatása, gyakorlása egyre szerteágazóbb. Mondhatjuk, hogy a sugárvédelmi ismeretek az általános elvek és eljárások mellett egyre több speciális ismeretet igényelnek, s a sugárvédelem oktatási igénye mind erősebben kötődik a konkrét alkalmazásokhoz. Az ionizáló sugárzást, az ezzel kapcsolatos eljárásokat, gépeket alkalmazó üzemeltető igénye is az, hogy a dolgo-

zők mindenképpen a helyi igényeket ismerjék meg, rendszerint kevésbé motivált más területek sugárvédelmi ismereteinek oktatásában, legfeljebb csak akkor, ha igen sokféle sugaras tevékenységben érdekelt.

A sugárvédelmi ismeretek iránti igények szélesedésével a hazai jogalkotás – több nemzetközi példát követve – azzal válaszolt, hogy mindazon eljárások, módszerek, eszközök ismertetését, oktatását, amelyek csak közvetve kapcsolódnak a sugárvédelemhez, az üzemeltető feladatává tette úgy, hogy a számonkérés is legfeljebb csak közvetett lehet. Ezáltal a sugárvédelmi oktatásban ajánlott tematika erősen redukálódott, a tanfolyami órák száma, de különösen a laboratóriumi gyakorlatok mennyisége erősen csökkent. Az így tervezett oktatás során szinte csak elméleti és adminisztratív ismeretekkel találkozhatnak a résztvevők. Nyilvánvaló, hogy a képzési időtartam csökkentése általában találkozik a foglalkoztató igényével, minél kisebb legyen a dolgozó üzem kívül töltött munkaideje. Az általános ismeretek sem mindig hasznosak a munkahelynek, különösen, ha csak egy-egy speciális munkafolyamatra tervezi a dolgozó alkalmazását, és azon van, hogy ne tudjon más területen elhelyezkedni. Ez a fajta specializálódás, beszűkülés a sugárvédelmi ismeretek területén nem támogatható minden határon túl, hiszen egy munkafolyamat, netán munkahely-változtatás sok problémát jelenthet. Javaslatok:

- A tematikák az eddigieknél több laboratóriumi mérést, ellenőrzést tartalmazzanak (alapfokozatnál műszerbemutatókat, bővített fokozatnál eljárások és eszközök alkalmazását, átfogó fokozatnál elsősorban ellenőrző eszközök használatát).

- Elsősorban a bővített ismereteket adó tanfolyamok keretében több lehetőséget kell biztosítani az általános ismeretek elsajátításához, az itt végzők többsége egy-egy váratlan szakmai problémát is hatékonyan tudjon kezelni, képes legyen reálisan felmérni az esetleges veszélyhelyzetet, sőt szükség esetén részt venni a sugárvédelmi ismeretek oktatásában.

- A felsőfokú oktatási intézmények nukleáris, radiológiai stb. – ezen belül a sugárvédelmi – tárgyak oktatása területén célszerű lenne rendszeresen, az eddigieknél gyakrabban, illetve célzottabban tapasztalatot cserélni, többek közt a hallgatói átjárhatóság elősegítésére egymás, illetve külföldi intézmények között. Különösen fontos ez a „Bolognai folyamat” néven elindult hazai oktatáspolitikai ismeretében, amikor az eddigieknél lényegesen kevesebb szak és egyeztetett tantárgyak támogatása várható.

- A nem ionizáló sugárzások elleni védelem oktatására a jelenleginél nagyobb hangsúlyt kell fektetni, az erre vonatkozó munkahelyi képzés és továbbképzés rendjét is ki kellene alakítani.

- A sugárvédelem oktatása is számos szakterületet, több törvényt, rendeletet, nemzetközi és honi iránymutatást érint. Az Európai Közösségbe való belépés részeként a magyar szakhatóság csatlakozott az Európai Szabványügyi Testülethez. A szabványok szerepének megváltozása, a nemzetközi és nemzeti szabványok tartós „együttélése” folyamánként – többek között – a

sugárvédelmi tárgyú szabványok átalakítása, megújítása is megkezdődött. Mindezek figyelembe vételével, szükség esetén több helyen, más-más szempontokat súlyozva kell gondoskodni arról, hogy a képzés szabályozása minden, szóba jöhető szinten hatékony és egyben aktuális legyen.

Irodalom

1. PAPP K., JÓZSA K.: *Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok?* – Fiz. Szemle 50/2 (2000) 61–64
2. URAY I., H. OBERHUMMER: *A nukleáris tudományok társadalmi elfogadottsága* – Fiz. Szemle 53/2 (2003) 75–76
3. BAZSA GY., KEVICZKY L.: *A Magyar Tudományos Akadémia a korszerű tudományos közoktatásért (MTA ad hoc bizottság jelentése)* – Fiz. Szemle 53/3 (2003) 112–115
4. BUJDOSÓ E.: *A Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam múltja, jelene és várható jövője* – Fiz. Szemle jelen számában (a sugárvédelmi sorozat anyaga)
5. KANYÁR B.: *A sugárvédelmi képzési formák kialakulása és fejlődése Magyarországon* – 25. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam és III. Magyarországi Nukleáris találkozó előadáskivonatai, pp. 19. 2000. május 30. – június 2., Balatonkenese
6. *Nukleáris tudomány az oktatásban: Helyzetértékelés, javaslatok* – Anktét az MTA Radiokémiai Bizottsága, az MTA Sugárvédelmi, Környezetfizikai és Reaktorfizikai Bizottsága, valamint a Hevesy György Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság közös szervezésében. MTA székház, Budapest, 2002. április 16.
7. KERÉNYI A.: *Környezettan* – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 2003
8. NÉMETH J.: *A természettudomány és a természettudományos oktatás szerepe a 21. században* – Fiz. Szemle, 53/7 (2003) 229–232
9. 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról – Magyar Közlöny 1996/112. szám (XII.18) 6321–6334
10. 16/2000 (VI.8) EüM rendelet – Magyar Közlöny, 2000/55. szám, 3204–3228
11. *Recommendations of the International Committee on Radiological Protection* – ICRP No. 60. 1991
12. NAÜ Biztonsági Szabályzat. Biztonsági sorozat No. 115.: *Nemzetközi Biztonsági Alapszabályzat: Az ionizáló sugárzás elleni védelem és a sugárforrások biztonsága* – Magyar fordítás, Budapest, 1996
13. BISZTRAY-BALKU S., BOZÓKY L., KOBLINGER L.: *A sugárvédelem fejlődése Magyarországon* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982
14. NAGY J. (szerk.): *Izotópdiaгностиika és terápia* – Orvostovábbképző Intézet jegyzete, Budapest, 1965
15. GYÖRGYI S., KRASZNAI I. (szerk.): *Orvosi Izotóptechnika* – Medicina Kiadó, Budapest, 1985
16. FEHÉR I.: *A sugárvédelem elméleti és gyakorlati kérdései* – Tankönyvkiadó, Budapest, 1966
17. DEME S.: *A sugárvédelem alapjai és mérőműszerei* – Tankönyvkiadó, Budapest, 1966
18. RONTÓ GY., TARJÁN I. (szerk.): *A biofizika alapjai* – Semmelweis Kiadó, Budapest, 1999 (első kiadás 1964)
19. NAGY L.GY., NAGYNÉ LÁSZLÓ K.: *Radiokémia és izotóptechnika* – Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999 (első kiadás 1970)
20. SZTANYIK B.L. (szerk.): *A sugárterhelések megelőzése és gyógykezelése* – Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1989
21. VIRÁGH E.: *Sugárvédelmi ismeretek* – BME Mérnöktoábbképző Int., jegyzet, Budapest, 1990
22. FEHÉR I. (szerk.): *Alapfokú sugárvédelmi ismeretek* – Paksi Atomerőmű Rt., Budapest, 1992
23. TURAI I.: *Sugáregészségügyi ismeretek* – Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1993
24. KANYÁR B., SOMLAI J., SZABÓ D.L.: *A sugárzások elleni védelem dozimetriai és hatástani alapjai* – Jegyzet, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 1996
25. KÖTELES GY. (szerk.): *Sugáregészségtan* – Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2002
26. 7/1988 (VII.20) SzEM rendelet – Magyar Közlöny, 1988. 33. szám, 863–878
27. *Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996* – Official Journal of the European Communities, No. L 159, Vol. 39. 29. June, 1996
28. SZATMÁRY Z.: *Súlyos üzemenzavar a Paksi Atomerőműben* – Fiz. Szemle 53/8 (2003) 266–271

A SUGÁRVÉDELMI TOVÁBBKÉPZŐ TANFOLYAM MÚLTJA, JELENE ÉS VÁRHATÓ JÖVŐJE

Bujdosó Ernő
Országos Atomenergia Hivatal

A XXV. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam alkalmából feleletet szeretnék adni a Tanfolyam 24 éves történeti sikerére, válaszolni azoknak, akik a Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam indításakor kifogásokat emeltek, nevezetesen, hogy (1) a Tanfolyam nem lesz hosszú életű, (2) a Tanfolyamokon csupán egypár sugárvédelmi szakember fog egymásnak beszélni, és (3) a Tanfolyam rövid idő alatt kifogy a témákból.

Ha csupán az eltelt 24 évet, és az évente jelenlévő 120–140 fő résztvevőt tekintjük, a Tanfolyamot máris sikeresnek könyvelhetjük el. E számadatok azonban a siker titkára nem adnak felvilágosítást, ehhez további analízis szükséges. Vegyük tehát nagyító alá az eltelt 24 év előadásait, előadóit és témáit.

Az előadások és poszterek száma

Huszonegy év alatt összesen 690 előadás hangzott el és 346 poszter lett kiállítva, nem tekintve a meghívott külföldi vendégek előadásait. Összességében ez 1036 „prezentációt” jelent.

Az előadások száma a kezdeti 28–30 értékről az évek során növekedett, majd az 1987. évtől kezdődően, hozzávéve a poszterek számát, a 90-es évek végére elérte a kezdeti érték kétszeresét (1. ábra). A poszterek száma nagy ingadozást mutat az évi 25 körül, tükrözve a rendezés évente változó preferenciáját, az előadásokat és posztereket illetően.

Az előadások időtartamát egységesen 15 percre tekintve, a 24 év előadásai összességükben egy teljes hetet tennének ki, éjt-nappalt egybevéve, a posztereket pedig egymás után lerakva közel fél kilométert fednének le.

A továbbiakban egyenrangúaknak tekintjük az előadásokat és a posztereket. Amennyiben nincs szükség megkülönböztetésükre, egyformán előadásoknak nevezzük. Nem teszünk különbséget az előadások és poszterek szerzői, társszerzői között sem, őket egyformán szerzőknek tekintjük.

Szerzőség, szerzők száma

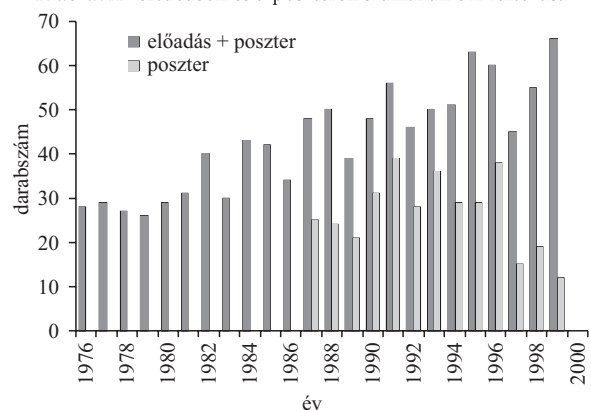
Az előadások címe alatt általában több szerző szerepelt. A szerzők számát az előadások gyakoriságának függvényében ábrázolva a 2. ábrát kapjuk az eltelt 24 évre összegezve. Megállapíthatjuk, hogy az előadott eredmények többnyire egy „team” munkájaként jöttek létre, tekintettel arra, hogy a leggyakoribb a három társszerzős előadás volt.

Elhangzott az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport által rendezett XXV. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyamon, 2000. május 16-án. A szerző egyike volt a Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyamok elindítójának.

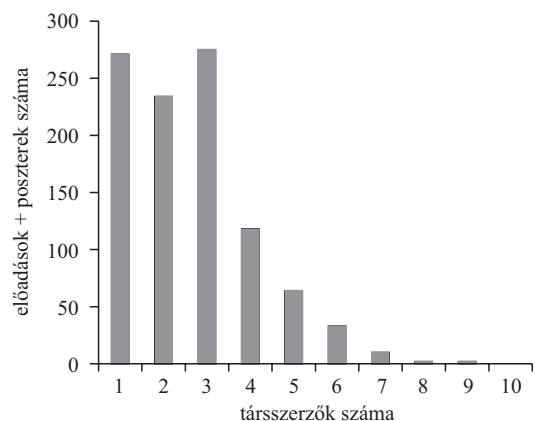
A tanfolyam oktató jellege miatt, illetve az 1986. évben bevezetett „kitekintés” eredményeként az egy szerzős előadások száma foglalja el gyakoriságban a második helyet. Érdekes megfigyelni, hogy a társszerzők száma egészen 9-ig terjed. Összeszorozva az összetartozó absztraktok és ordináta értékeket, majd ezeket összeadva, az „össz-szerzősége” kapunk számadatot. Ennek értéke 2658, azaz összesen ennyi nevet olvastak fel a szekció-elnökök a 24 év alatt, amikor az előadásokat bejelentették. Ezt elosztva 1036-tal, azaz az előadások és a poszterek számának összegével, egy előadás átlagos szerzőinek számára 2,6 értéket kapunk.

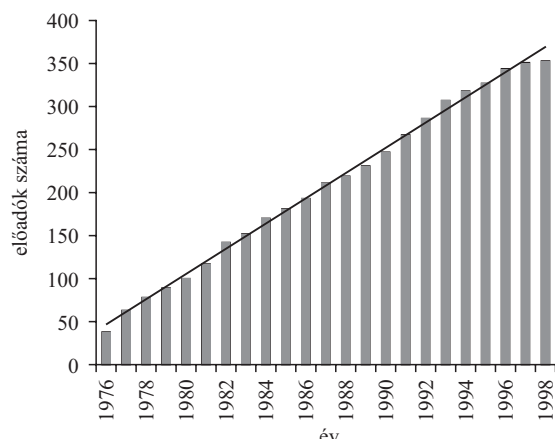
Egy szerző azonban többször is szerepelt egy Tanfolyam alatt, illetve a Tanfolyamok sorában egyedül, illetve más-más társszerzővel együtt. Az előadók számának megállapításához név szerint kell számba vennünk az előadókat. Ennek eredményeként 24 év alatt 705 szerzőt kapunk a 29 külföldi társszerzővel együtt, nem tekintve a meghívott külföldi előadókat, akik általában egy külön szekciót alkottak. Mondhatjuk tehát, hogy 24 év alatt 676 hazai eladó került rövidebb-hosszabb kapcsolatba a sugárvédelem valamely vonatkozásával.

1. ábra. Az előadások és a poszterek számának évi változása



2. ábra. A társszerzők számának gyakorisága az előadásokban és poszterekben





3. ábra. A sugárvédelemmel tartós kapcsolatba került hazai előadók számának kumulatív növekedése

A sugárvédelemmel „fertőzöttek” számának meghatározásánál ne tekintsük jelentősebb kapcsolatban lévőknek azokat a szerzőket, akik a 24 év alatt csupán egyetlen előadást tartottak. Ők leginkább egy évig, vagy ennél is rövidebb időre kerültek kapcsolatba a sugárvédelemmel. Az egyetlen előadást tartók számát levonva, azaz $676 - 216 = 460$ főt tekinthetünk olyannak, akit rövidebb-hosszabb időre a sugárvédelem „megfertőzött”.

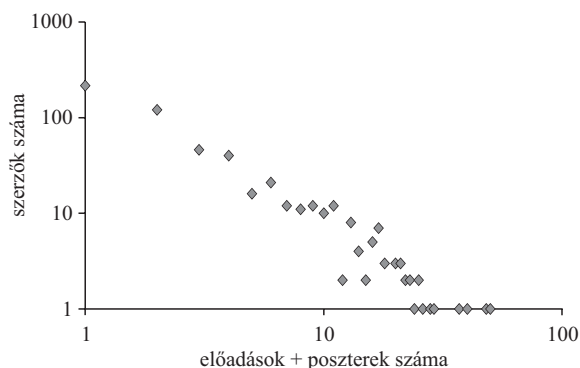
Vizsgáljuk most azokat a szerzőket, akik legalább két előadásban vettek részt, két egymást követő évben, vagy ennél nagyobb időintervallumot felölelő években. Ezeket tekinthetjük a tartós fertőzöttség állapotában lévőknek, tekintettel arra, hogy minimum két, de inkább több éves kapcsolatban voltak a sugárvédelemmel. Kumulatív számukat ábrázolva az első előadásuk évének függvényében a 3. ábrát kapjuk. Növekedésük lineáris. Az egyenes iránytangense megadja az évente átlagosan megjelenő, a sugárvédelemmel tartós kapcsolatban maradó új szerzők számát. Ez az érték 15 fő/év. Itt kell sajnálattal megállapítanunk, hogy az eltelt 24 év alatt számos, a sugárvédelemmel tartós kapcsolatban lévő, de a földi létől megvált szerzőtől kellett fájdalmas búcsút vennünk.

A fenti a vizsgálatok tehát rámutatnak a Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam szerepére a hazai sugárvédelemben, nevezetesen:

A Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam összefogta és közös (társ)szerzős) előadásokra inspirálta a sugárvédelem hazai művelőit. Évente új művelői születtek a sugárvédelemnek, akik tanúbizonyságot adtak tevékenységükről.

A produktivitás vizsgálata

Lapozgatva az évente kiadott előadás-kivonatokat, feltűnik, hogy egyes szerzők nevét gyakran látjuk. A társadalmi jelenségekre a Pareto-eloszlás, a szellemi produktivitás eloszlására a hozzá hasonló Lotka-eloszlás érvényes. Szavakban ezt már Máté evangélista is kifejezte (igaz, más értelemben). Idézem Károli Gáspár fordításában a Máté 13,12-t: „Mert a kinek van, annak adatik, és bővülködik, de a kinek nincs, az is elvétetik tőle, amije van.” Ez azt jelenti tehát, hogy kevésnek van sok, és soknak



4. ábra. A produktivitás Lotka-eloszlása

van kevés a javakból, de például az előadások számából is. A Lotka-eloszlás általános alakját megkapjuk, ha $n(i)$ -vel jelöljük az i számú előadással rendelkező szerzők számát, akkor

$$n(i) = \frac{1}{i^m}, \quad \text{ahol } 1 < m < 2.$$

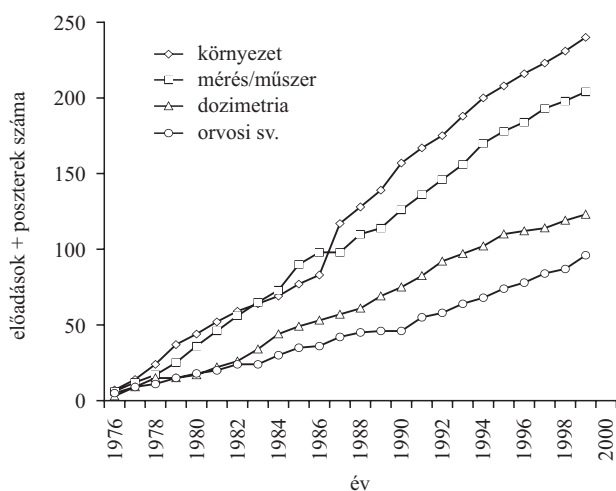
Ha az m kitevő 1-hez esik közel, akkor az eloszlás a szerzők erős kooperációjára utal, ha 2 értéket vesz fel, akkor az egymástól független tevékenységüket mutatja.

A 24 év alatt tartott Tanfolyamok szerzőit és az általuk bemutatott előadásokat összeszámlálva, majd az értékeket logaritmikus tengelyekkel ábrázolva egy pontsort kapunk (4. ábra). Ha ezt a pontsort egyenessel közelítjük, iránytangensére $m = 1,6$ értéket kapunk, ami igazolja a társzerzők vizsgálatánál tett megállapításainkat.

Érdemes a legproduktívabb szerzőket név szerint is megemlíteni. Az alábbi felsorolás tartalmazza azon szerzők neveit, akik a 24 év alatt 20 vagy ennél több előadásban (és poszterben) szerepeltek egymagukban, vagy társ-szerzőkkel, tekintet nélkül az előadások tartalmára és súlyára. *Ballay László* (50), *Pellet Sándor* (48), *Fehér István* (40), *Deme Sándor* (37), *Andrási Andor* (30), *Kanyár Béla* (29), *Hunyadi Ilona* (28), *Kerekes Andor* (26), *Solymosi József*, *Sztanyik B. László* (25–25), *Germán Endre* (24), *Naményi József*, *Szabó Péter Pál* (23–23), *Farkas György*, *Gachályi András*, *Kovács László* (22–22), *Stur Dénes*, *Vágvölgyi Jenő* (21–21), *Jung József*, *Szőrényi Árpád*, *Zagyvai Péter* (20–20), összesen: 576.

A fentiekből láthatjuk, hogy 576 előadásban ugyanaz a 21 fő szerepel. Leegyszerűsítve a dolgot, a szerzőknek csupán 3 százaléka szerepel mint (társ)szerző az előadások 56 százalékában. Íme, hogyan érvényesült itt is a Máté törvény! Ha csak az itt szereplő 21 főt tekintenénk, igazat kellene adnunk annak, aki a „bevezetésben” említett (2) kifogást felvetette. Szerencsére azonban ott van a szerzők többsége, 9 százaléka, akik közreműködtek az előadások maradék 44 százalékának létrehozásában.

A szerzők produktivitásának vizsgálatából megállapíthatjuk, hogy *a Tanfolyamok fő hajtóerőit egyes nagy produktivitású sugárvédelmi szakemberek jelentették. Azonban a derékbadat, a számukat sokszorosan meghaladó szakembergárda alkotja, akiknek részvétele nélkül a Tanfolyamok értelmüket vesztenék.*



5. ábra. A környezet ellenőrzése, védelme; a sugárvédelmi műszerek gyártása, hitelesítése mérési módszerek; a személyi dozimetria, belső sugárterhelés, orvosi alkalmazások; valamint az orvosi munkahelyek ellenőrzése, sugárvédelme területeken elhangzott előadások számának kumulatív növekedése az elmúlt 25 évben

A Tanfolyam témáinak vizsgálata

Ha a Tanfolyam előadásait a témák szerint vizsgáljuk, akkor valamiféle engedményt kell tennünk azáltal, hogy témacsoportokat alkotunk. Jelen esetben az alábbi témacsoportokat alakítottuk ki:

- (1) a környezet ellenőrzése és védelme, beleértve az élelmiszerek radioaktivitásának vizsgálatát,
- (2) sugárvédelmi műszerek, gyártásuk, hitelesítésük; sugárvédelmi mérési módszerek,
- (3) személyi dozimetria, belső sugárterhelés, beleértve az orvosi alkalmazást,
- (4) orvosi munkahelyek ellenőrzése, sugárvédelem,
- (5) egyéb munkahelyi sugárvédelem és ellenőrzés,
- (6) radonmérések,
- (7) oktatás (ICRP előírások, szabványok, általános sugárvédelmi ismeretek),
- (8) sugárbalesetek, baleset-elhárítás, baleseti dozimetria, légköri terjedésszámítások,
- (9) radioaktív hulladékok, hulladékkezelés, kiégett fűtőelemek,
- (10) egyéb.

Az egyes témák kumulatív növekedését az 5. és 6. ábrák mutatják. Megállapíthatjuk, hogy a környezetellenőrzés (1) a csernobili baleset után átvette vezető szerepét és mindvégig megtartotta a közel lineáris növekedést mutató sugárvédelmi műszerek (2) témakörével szemben. A dozimetria (3), az orvosi sugárvédelem (4) és a munkahelyi sugárvédelem (5) sorrendben egymás után következnek. Utóbbi a Paksi Atomerőmű 1. blokkjának indítása után kezdett el ütemesen növekedni. A radon (6) és a radioaktív hulladék (9) témakörökben az 1994–1995 években látható ütemváltás. A baleset-elhárítás témaköre (8) jelentős növekedést mutat 1996 után.

A témákat tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy: *a Tanfolyam a sugárvédelem széles spektrumának megjelenését biztosította, és az egyes témákkal jelentőségüknek megfelelő súllyal foglalkozott.*

A Tanfolyam mérföldkövei

A Tanfolyam az elmúlt 24 év során folyamatos fejlődött. Újabb kezdeményezések, új területek megjelenése formai és tartalmi mérföldköveket jelentettek a fejlődésben. Ezek közül csupán néhány jelentősebbet említve:

1982 Paksi nullszintfelmérés, az első előadás a nem ionizáló sugárzásokról.

1983 Megjelenik egy hirdetés.

1984 Beszámoló az A/11. OKKFT program sugárvédelmi eredményeiről.

1986 „Kitekintés” és az úrhajózás sugárvédelmének megjelenése.

1987 A csernobili atomerőmű baleset hazai tanulságai, a poszterszekció megjelenése, az első PR előadás: *Atomenergia a köztudatban* címmel.

1990 Az első műszerkiállítás.

1992 Az előadás-kivonatok először tartalmazzak angol nyelvű ismertetést, rendszeressé válnak a hirdetések.

Vagy az oktatás terén, ha csupán az ICRP ajánlásokat nézzük:

ICRP 34 (1986) Protection of Patient in Diagnostic Radiology

ICRP 37 (1988) ...Optimization of Radiation Protection

ICRP 38 (1988) Radionuclide Transformations: Energy, Intensity...

ICRP 40 (1986) Protection of Public in Major Radiation Accidents...

ICRP 41 (1986) Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation

ICRP 42 (1986, 1988) ...Major Concepts and Quantities in Use by ICRP

ICRP 45 (1988) ...Developing a Unified Index of Harm

ICRP 46 (1989) ...Disposal of Solid Radioactive Waste

ICRP 47 (1988) Radiation Protection of Workers in Mines

ICRP 48 (1989) Metabolism of Plutonium and Related Elements

ICRP 50 (1988) Lung Cancer Risk for Indoor Radon...

ICRP 54 (1993) ...Monitoring of Intakes by Workers...

ICRP 56 (1991) ...Doses of the Public from Intake of Radionuclides...

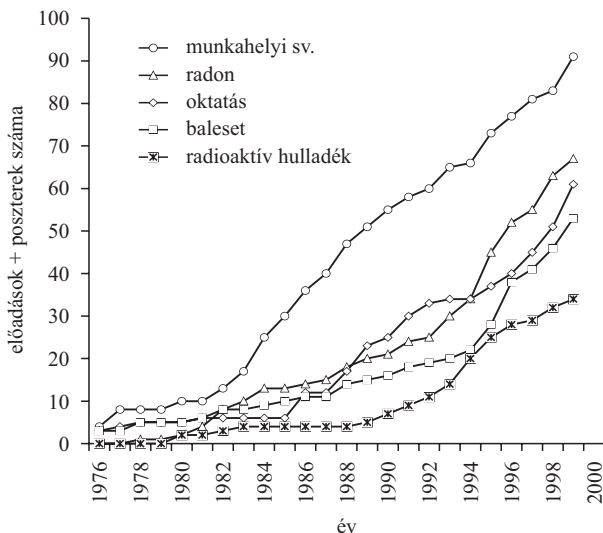
ICRP 60 (1991) 1990 Recommendation of the ICRP

A sort tovább lehetne folytatni, számos jelentős kezdeményezést, témakört, intézkedést lehetne még említeni. Nem hiszem, hogy ezek további felsorolása erősítené érvelésünket a Tanfolyam indítása ellen a bevezetésben ismertetett aggályokkal szemben.

A tanfolyamok többségét Balatonkenesén rendeztük, az utóbbiak közül a 2002. és 2003. éveket Mátrafüreden, de legutóbb, 2004-ben ismét Balatonkenesére adott otthont a találkozónak. Az utóbbi, közel 15 évben az előadáskivonatokat angol nyelven is megjelentek [1, 2].

Összefoglalás

A Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyamok töretlen fejlődést mutatnak a sugárvédelem szinte minden vonatkozásában. Alkalmat adtak a sugárvédelem vonzá-



6. ábra. A munkahelyi sugárvédelem; a radon mérések; az oktatás; a baleseti dozimetria; valamint a radioaktív hulladékok kezelése, elhelyezése, kiégett fűtőelemek területeken elhangzott előadások számának kumulatív növekedése az elmúlt 25 évben

sába került fiatalok képességeinek kibontakoztatására és bemutatására. Széles fórumot biztosított mindazon eredményeknek, ismereteknek, amelyek a hazai sugárvédelemben tevékenykedők fejlődését, továbbképzését szolgálták.

Amennyiben a Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam ragaszkodik 24 éves hagyományaihoz, az elmúlt évekhez hasonló módon fejlesztve azokat, minden remény megvan arra, hogy az elkövetkezendő években is be fogja tölteni azt a szerepet, amit korábban. Még hosszú évekig a legjelentősebb eseménye lesz a magyar sugárvédelemnek.

Irodalom

25. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam és III. Magyarországi Nukleáris Találkozó. 2000. május 30 – június 2., Balkatonkenese (Program és Előadáskivonatok magyar és angol nyelven). Kiadó: Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoport
29. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam. 2004. május 4–6., Balatonkenese (Program és Előadáskivonatok, magyar és angol nyelven). Kiadó: Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoport

TÁRSULATI ÉLET

FIZIKUS VÁNDORGYŰLÉS

2004. augusztus 24–27., Szombathely, Berzsényi Dániel Főiskola

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat augusztus 24. és 27. között rendezi meg Fizikus Vándorgyűlését a szombathelyi Berzsényi Dániel Főiskolán. A magyar fizikustársadalom átfogó konferenciájának mottója ebben az évben: „Physica infiltrans”, ami arra a XXI. század elejének fizikáját minden bizonnyal meghatározó folyamatra utal, hogy a problémák fizikai megközelítése és a fizika módszerei egyre inkább teret nyernek a társtudományokban és a mindennapi élet szinte minden területén. A fizikai gondolkodás nemcsak a fizika tudományágában eszköze a természetről alkotott elképzeléseink fejlődésének, hanem az új évezred elején jelentős eredményeket ér el a biofizikában, biológiai fizikában, környezettudományban, a társadalmi folyamatok leírásában, a modern kort meghatározó informatika és az Internet fejlődésében is.

A konferencia ez évi újdonsága az Osztrák Fizikai Társulattal közösen tartott *nemzetközi nap*. Augusztus 26-án déltől a konferencia végéig angol nyelvű előadások hangzanak el, továbbá egy – ugyancsak angol nyelvű – tudománypolitikai kerekasztal, melynek résztvevői vezető magyar és európai tudománypolitikusok lesznek. A kerekasztal fő témáit a kutatásfinanszírozás és a regionális kutatási infrastruktúra kérdései köré fogjuk csoportosítani.

A Vándorgyűlés tudományos programja plenáris előadásokból és poszterszekciókból áll, amelyek az első két napon magyar, csütörtök déltől pedig – tekintettel a nemzetközi programra – angol nyelven hangzanak majd el.

A konferencia részletes programja és a jelentkezési információk a konferencia honlapján tekinthetők meg: <http://ion.elte.hu/vandorgyules>.

Reméljük, hogy a vándorgyűlés programja minden magyar fizikus, fizikai kutatásokkal foglalkozó kutató és fizikát tanító tanár számára érdekes, új ismeretek forrása lesz.

A Fizikus Vándorgyűlés meghívott előadói:

Ábrabám Péter (Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet): A csillagfejlődés viharos időszakai

Bíró Tamás (KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet): A különös kvarkanyag

Bozóki Zoltán (MTA–SZTE Lézerfizikai Kutatócsoport): Gázösszetétel-mérő dióda lézeres, fotoakusztikus rendszerek fejlesztése

Dér András (MTA Szegedi Biológiai Központ): Fehérjék a bioelektronikában

Domokos Péter (MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet): Laser cooling and trapping of atoms in an optical resonator

Erdélyi Zoltán (Debreceni Egyetem): Synchrotron radiation reveals strange diffusion effects on metal interfaces sharpening instead of smearing

Fally, Martin (Universität Osnabrück): Recording of holograms in nonlinear optical crystals

Fodor Zoltán (ELTE Elméleti Fizika Tanszék / Universität Wuppertal): Fázisátmenetek a részecskefizikában

Fülöp Zsolt (MTA Atommagkutató Intézete): Magfizikai módszerekkel az elemek keletkezésének nyomában

Kiss Ádám (ELTE Atomfizikai Tanszék): Van-e környezettudomány fizika nélkül?

Koblinger László (Országos Atomenergia Hivatal): Valóban árt egy kis sugárzás?

Krexner, Gerhard (Universitat Wien): Neutron holography: a novel technique for structural investigations

Mibaly György (BME Fizika Tanszék): A nanoelektronika kvantumfizikai alapjai

Peterlik, Herwig (Universitat Wien): Aerogels, investigated by synchrotron radiation

Ruffer, Rudolf (European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble): Science at the ESRF

Szabó Gábor (SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék): Kozoktatasi és felsooktatasi reformok

Szabó György (MTA Muszaki Fizikai és Anyagtudomanyi Kutatóintézet): Evolucios jatekelmelet és statisztikus fizika

Ungar Tamás (ELTE Általános Fizika Tanszék): X-ray line profile: fingerprint of the microstructure

Vattay Gábor (ELTE Komplex Rendszerek Fizikaja Tanszék): Az Internet modellezese és mérése fizikus szemmel

Vogl, Gero (Universitat Wien): On the shoulders of the Hungarian Hevesy and the Austrian Paneth

Zehetbauer, Michael (Universitat Wien): Parameters from XRD Line Shape Analysis Governing the Strength and Ductility of Nanomaterials

Zoletnik Sándor (KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet): A fúziós energiatermelés jövője, avagy szabályozhatjuk-e a plazmaturbulenciat?

AZ EOTVOS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT KOZHASNUSAGI JELENTÉSE A 2003. ÉVRŐL

A Fővárosi Birosag 1999. április hó 26-án kelt 13. Pk. 60451/1989/13. sz. végzésével a 396. sorszám alatt nyilvántartásba vett Eötvös Loránd Fizikai Társulatot közhasznú szervezetnek minosította. Ennek megfelelően a Társulatnak beszámolási kotelesztsege teljesítése során a közhasznú szervezetekről szóló (módositott) 1997. évi CLVI. törvény, a számvitelről szóló, tobbszor módositott 1991. évi XVIII. törvény, valamint a számviteli beszamolassal kapcsolatban a számviteli törvény szerinti egyéb szervezetek éves beszámoló készítésének és könyvvezetési kotelesztsegenek sajátosságairól szóló 219/1999 (XII.30) korm. sz. rendeletben foglaltak szerint kell eljárnia. A jelen közhasznúsági jelentés az említett jogszabalyok eloirasainak figyelembe vételével készült.

I. rész – Gazdálkodási és számviteli beszámoló

Mérleg és eredménykimutatás

A Társulat 2003. évi gazdálkodásáról számot adó mérleget a jelen közhasznúsági jelentés 1. sz. *melléklete* tartalmazza. A 2. sz. *mellékletként* csatolt eredménykimutatás szerint a tárgyévben 711 eFt eredmény keletkezett.

Költségvetési támogatás és felhasználása

A költségvetési támogatás a tavalyi évhez képest jóval kisebb, 1.570 eFt volt. A személyi jövedelemadó 1%-ának a Társulat celjaira történt felajanlasabol a tárgyévben 928 eFt bevétele származott. Ezt az összeget a Társulat teljes egészében a Fizikai Szemle nyomdai költségeinek részleges fedezeteként használta fel.

Kimutatás a vagyon felhasználásáról

E kimutatás elkeszıteséhez tartalmi előirások nem állnak rendelkezésre, így a Társulat vagyónának felhasználását illetően csak a mérleg forrasoldalanak elemzésére szorítkozhatunk. A Társulat vagyónát tőkéje testesíti meg, amely az induló tokebol és az eredményből tevődik össze.

A 2003. évi Közgyűlés döntése értelmében az induló tőke a 2002. évi eredménnyel, azaz 134 eFt-tal növekedett. Ezzel az 1989. évi állapotot tükröző induló tőkéhez (7.581 eFt) képest mutatkozó, a negatív irányba ható halmozott tőkeváltozás csökkent, értéke jelenleg –3.770 eFt. Így a Társulat saját tőkéjének jelenlegi, a mérleg szerint számított értéke 4.522 eFt, szemben a tárgyévet megelőző év 3.811 eFt tokeertekevel.

Cél szerinti juttatások

A Társulat valamennyi tagja – a fennálló tagsági viszony alapján – a tagok számára nyújtott, cél szerinti juttataskent kapta meg a Társulat hivatalos folyóirata, a *Fizikai Szemle* 2003-ban megjelentetett évfolyamának számait.

Kiemelt támogatások

A Társulat 2003-ban cél szerinti, a Khtv. 26. § c.) pontjának hatálya alá eső feladatainak megoldásához az alabbi támogatásokban reszesult (a Khtv. 19. § (3) bek. e) pontjában megadott forrásokra szorítkozva, ezer Ft-ban):

- | | |
|---|-----------|
| • Központi költségvetési szervtől | 1.570 eFt |
| • Elkülönített állami pénzalapoktól | 0 eFt |
| • Helyi önkormányzatoktól | 420 eFt |
| • Kisebbségi területi önkormányzatoktól | 0 eFt |

A 2003. évi Egyszerűsített éves beszámoló mérlege

Sor-szám	A tétel megnevezése	Tárgyév (eFt)
1.	A. Befektetett eszközök (2–5. sorok)	1754
2.	1. Immateriális javak	26
3.	2. Tárgyi eszközök	1728
4.	3. Befektetett pénzügyi eszközök	
5.	4. Befektetett eszközök értékhelyesbítése	
6.	B. Forgóeszközök (7–10. sorok)	15 500
7.	1. Készletek	
8.	2. Követelések	2 101
9.	3. Értékpapírok	
10.	4. Pénzeszközök	13 399
11.	C. Aktív időbeli elhatárolások	429
12.	Eszközök (aktívák) összesen (1.+6.+11. sor)	17 683
13.	D. Saját tőke (14–19. sorok)	4 522
14.	1. Induló tőke/jegyzett tőke	7 581
15.	2. Tőkeváltozás/eredmény	-3 770
16.	3. Lekötött tartalék	
17.	4. Értékelési tartalék	
18.	5. Tárgyévi eredmény alaptevékenységből (közhasznú tevékenységből)	711
19.	6. Tárgyévi eredmény vállalkozási tevékenységből	
20.	E. Céltartalékok	
21.	F. Kötelezettségek (22–23. sorok)	12 862
22.	1. Hosszú lejáratú kötelezettségek	
23.	2. Rövid lejáratú kötelezettségek	12 862
24.	G. Passzív időbeli elhatárolások	299
25.	Források (passzívák) összesen (13.–20.+21.+24. sor)	17 683

- Települési önkormányzatok társulásától 0 eFt
- Egészségbiztosítási önkormányzattól 0 eFt

A fenti összesítés magában foglalja a megadott forrásheklyek alsóbb szervei által nyújtott támogatásokat is.

Vezető tisztségviselőknél nyújtott juttatások

A Társulat vezető tisztségviselői ezen a címen 2003-ban semmilyen különjuttatásban nem részesültek.

II. rész – Tartalmi beszámoló a közhasznú tevékenységről

A közhasznú szervezetként való elismerésről szóló, a jelentés bevezetésében idézett bírósági végzés indoklásában foglaltak szerint a Társulat cél szerinti tevékenysége keretében a Khtv. 26. § c) pontjában felsoroltak közül az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- (3) tudományos tevékenység, kutatás
- (4) nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- (5) kulturális tevékenység;
- (6) kulturális örökség megóvása;
- (19) euroatlanti integráció elősegítése.

A 2003. évi Beszámoló eredménykimutatása

Sor-szám	A tétel megnevezése	Tárgyév (eFt)
1.	A. Összes közhasznú tevékenység bevétele (2.+8.+9.+10.+11. sor)	68 986
2.	1. Közhasznú célú működésre kapott támogatás	12 971
3.	a) alapítótól	
4.	b) központi költségvetéstől	1 570
5.	c) helyi önkormányzattól	420
6.	d) társadalombiztosítótól	
7.	e) egyéb, ebből 1%: 928 eFt	10 981
8.	2. Pályázati úton elnyert támogatás	9 310
9.	3. Közhasznú tevékenységből származó bevétel	37 257
10.	4. Tagdíjból származó bevétel	8 829
11.	5. Egyéb bevétel	619
12.	B. Vállalkozási tevékenység bevétele	
13.	C. Összes bevétel (1.+12. sor)	68 986
14.	D. Közhasznú tevékenység ráfordításai (15–20. sorok)	68 275
15.	1. Anyagjellegű ráfordítások	52 109
16.	2. Személyi jellegű ráfordítások	14 847
17.	3. Értécsökkenési leírás	956
18.	4. Egyéb ráfordítások	363
19.	5. Pénzügyi műveletek ráfordításai	
20.	6. Rendkívüli ráfordítások	
21.	E. Vállalkozási tevékenység ráfordításai (22–27. sorok)	
28.	F. Összes ráfordítás (14.+21. sor)	68 275
29.	G. Adózás előtti eredménye (13.–21. sor)	
30.	H. Adófizetési kötelezettség	
31.	I. Tárgyévi vállalkozási eredmény (29.–30. sor)	
32.	J. Tárgyévi közhasznú eredmény (1.–14. sor)	711
Tájékoztató adatok		
33.	A. Személyi jellegű ráfordítások (34.+37.+38. sor)	14 847
34.	1. Bérkölttség	8 096
35.	ebből: megbízási díjak	1 457
36.	tiszteletdíjak	
37.	2. Személyi jellegű egyéb kifizetések	3 694
38.	3. Bérjárulékok	3 057
39.	B. Szervezet által nyújtott támogatások	
40.	C. Továbbutalási céllal kapott támogatás	
41.	D. Továbbutalati támogatás	

A tudományos tevékenység és kutatás területén a tudományos eredmények közzétételének, azok megvitatásának színteret adó tudományos konferenciák, iskolák, előadóülések, valamint más tudományos rendezvények szervezését és lebonyolítását emeljük ki.

A 2003. év legjelentősebb szakmai eseménye volt a JENAM 2003 (Joint European and National Astronomical Meeting), amelyet Budapesten rendeztünk 2003. augusztus 25–30. között. A visszajelzések szerint sikeres konferencián a résztvevők száma 350 fő volt.

Székesfehérváron rendezték meg a *Physics on Stage* hazai válogatóversenyét 2003 szeptemberében, amelynek célja a nemzetközi *Physics on Stage* (Hollandia, Nordwijk, 2003. november 8–15.) rendezvényre kiutazó magyar szereplők kiválasztása volt.

A hazai részvétellel megtartott és a Társulat, illetve szakcsoportjai által rendezett tudományos, szakmai továbbképzési célú és egyéb rendezvények közül meg kívánjuk említeni az alábbiakat:

- Anyagtudományi szakcsoport Őszi iskolája, Tata, 2003. szeptember 29. – október 2.
- Sugárvédelmi Szakcsoport XXVIII. Sugárvédelmi továbbképző tanfolyama, Mátrafüred, 2003. május 6–8-ig
- Az Atom-, Molekulafizikai és Kvantumelektronikai Szakcsoport megtartotta 2003. évi „Lézerteá”-ját, valamint a *Kvantumelektronika 2003* konferenciát

Több szakcsoport – így például a Vákuumfizikai, a Részecskefizikai, és a Termodinamikai szakcsoport – havi rendszerességgel tart szemináriumokat. Szükségesnek tartjuk kiemelni, hogy a szakcsoportok által rendszeresen tartott szemináriumok, előadói ülések a szakmai közélet értékes fórumai.

A 2003-as év az augusztusban Budapesten megrendező európai csillagászkonferencia miatt alkalmatlannak bizonyult a Vándorgyűlés megrendezésére, így azt 2004-re kellett halasztanunk.

A Társulat szakcsoportjai és területi csoportjai a külön említettekén kívül – önállóan, vagy a fizika területén működő kutatóhelyekkel közösen, egyedi jelleggel vagy rendszeres időközönként számos alkalommal rendeztek szakmai jellegű összejöveteleket, előadói üléseket, tudományos előadásokat, szervezték tagjaik részvételét külföldi szakmai konferenciákon.

A kutatás területén elért eredmények elismerésére a Társulat 2003-ban is odaítélte tudományos díjait (Szalay Sándor-díj: *Sudár Sándor*; Novobátzky Károly-díj: *Bajnok Zoltán*, Bródy Imre-díj: *Derényi Imre*). Az Eötvös-érmet *Gaal István*, a Prométheusz-érmet *Bencze Gyula* kapta. A Fizikai Szemle Nívódíjában részesült *Szegő Károly* és *Krausz Ferenc*.

A nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés területén végzett szerteágazó munka zöme a Társulat oktatási szakcsoportjai, valamint területi csoportjai szervezésében folyt. A fizikatanári közösség számára módszertani segítséget, a tapasztalatcsere és szakmai továbbképzés lehetőségét kínálták a két oktatási szakcsoport által 2003-ban megrendezett, elismert továbbképzésként is akkreditált fizikatanári ankétok, így

- 46. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás, 2003. április 12–16., Esztergom
- 27. Országos Általános Iskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás, 2003. június 22–26., Keszthely

A Társulatnak a képességfejlesztés szolgálatában álló versenyszervező tevékenysége az általános iskolai korostól kezdve az egyetemi oktatásban résztvevőig terjedően kínál felmérési lehetőséget a fizika iránt fokozott érdeklődést mutató diákok, hallgatók számára. A területi szervezetek túlnyomó többsége szervez helyi, megyei, adott esetben több megyére is kiterjedő vagy akár országos részvételű fizikaversenyeket. Ezek részletes felsorolá-

sa helyett csak meg kívánjuk említeni, hogy a 2003-ban szervezett és lebonyolított, adott esetben több száz főt is megmozgató versenyek száma meghaladja a húszat. Ezek között számos olyan is szerepel, amelyek hosszabb idő óta évente rendszeresen kerülnek megrendezésre.

A területi szervezetek által rendezett versenyeken kívül a Társulat 2003-ban is megrendezte hagyományos, országos jellegű fizikaversenyeit (Eötvös-verseny, Ortway-verseny, Mikola-verseny, Öveges-verseny, Szilárd Leó Fizikaverseny). A korábbi évekhez hasonlóan 2003-ban is a Társulat szervezte meg a résztvevők kiválasztását és a magyar csapat felkészítését az évenkénti fizikai diákolimpiára. A Diákolimpián – melyet 2003. augusztus 2–11. között Tajpejben rendeztek – a magyar csapat tagjai 1 ezüst-, és 3 bronzéremet, valamint 1 dicséretet szereztek. (A diákolimpiai felkészítésben nagy segítséget jelent a Villamosművek Rt. anyagi támogatása.)

Az oktatással kapcsolatos fontos események között feltétlenül meg kell említeni a Társulatnak a NAT felülvizsgálata során kifejtett tevékenységét. Ennek során 2003 nyarán egy eseti bizottság véleményezte a NAT 2003 tervezetét, majd a Társulat elnöksége az MTA Fizikai Osztályának javasolta, hogy készítsen egy olyan követelmény rendszert, amely a készülő kerettantervek számára fizikából megszabja a minimális szakmai követelményeket. A minimum követelményrendszer elkészítésében a Társulat részéről ismét egy eseti bizottság vett részt, amely kikérte gyakorló tanárok véleményét is. Mind a NAT vélemény, mind a minimális követelményrendszer megjelent a *Fizikai Szemle*ben. Az oktatás során végzett kimagasló munkát ismerik el a társulat tanári díjai. A 2003. évben a Felsőoktatási díjat *Kotek László* kapta, *Kobzos Ferenc*, *Megyeri István* és *Hóbor Sándor* Mikola Sándor-díjban részesültek.

A továbbképzésben, szakmai ismeretterjesztésben és az információszolgáltatásban betöltött szerepe mellett a tehetséggondozás feladatait is szolgálja a Társulat folyóirat-kiadási tevékenysége. A Társulat 2003-ban kiadta a Társulat havonta megjelenő hivatalos folyóirata, a *Fizikai Szemle* 53. évfolyamának 12 számát, továbbá kiadóként megjelentette a Bolyai János Matematikai Társulattal közösen szerkesztett *Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok* (KöMaL) 2003. évi évfolyamát. (A KöMaL kiadásában jelentős segítséget jelent az Ericsson Magyarország anyagi támogatása.) A Társulat tagjainak tagsági jogon járó *Fizikai Szemle* megtartotta elismert szakmai színvonalát, változatlanul a magyarul beszélő fizikusársadalom egyik igen jelentős összefogó erejének tekinthető.

Az *euroatlanti integráció elősegítése* szolgálatában állt a Társulat nemzetközi tevékenysége, amellyel a hazai fizika nemzetközi integrálódásának folyamatát kívántuk erősíteni. Sikerral kapcsolódott be a Társulat a hazai rendezvények kapcsán már említett, 22 európai ország részvételével szervezett *Physics on Stage* programba. A program 2003. november 8–15. között megtartott hollandiai záró fesztiválján tíztagú magyar tanárküldöttség vett részt, ahol *Härtlein Károly*, az ELFT főtítkárhelyettese elnyerte a két egyéni díj egyikét demonstrációs kísérleteivel.



A fenti Közhasznúsági jelentést az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Küldöttközgyűlése 2004. június hó 5-én elfogadta.

ÖVEGES JÓZSEF FIZIKAVERSENY – Győr, 2004

A XIV. Öveges József Fizikaverseny megrendezésére Győrben, a Kazinczy Ferenc Gimnáziumban került sor, 2004. május 21–23. között. Az országos döntőbe 67 hazai diák jutott, de a hagyományoknak megfelelően meghívást kaptak a határon túli országokban fizikát magyar nyelven tanuló diákok képviselői (Romániából 4 fő, Szlovákiából 4 fő és Ukrajnából 2 fő) is.

A döntő feladatainak kitűzői ebben az évben: *Berkes József*, *Farkas László*, *Ferencz János* és *Wöller László*. A zsűri elnöki tisztére *Hadházy Tibor*, a Nyíregyházi Főiskola tanszékvezető főiskolai tanára kapott felkérést.

A tanulók pénteken érkeztek a verseny színhelyére. A regisztráció, a szállás elfoglalása és az ebéd után a megnyitó következett a városháza dísztermében, melyen részt vett *Horn Gábor* államtitkár is. A megnyitó után a versenyzők és kísérőik megtekintették a Czuczor Gergely Bencés Gimnáziumban a Jedlik-kiállítás, és koszorút helyeztek el *Jedlik Ányos* szobránál.

A vacsorát követően *Zsoldos Tamásné Öveges József élete és munkássága* címen tartott előadást, melynek anyagát tartalmazó füzetet minden versenyző megkapta. Ezután *Pintér Ambrus* atya, a pannonhalmi Bencés Gimnázium fizikatanára egy számítógéphez kapcsolható, mozgó mechanikai alkatrészek nélküli gyorsulásmérőt mutatott be.

A szombaton kezdődő országos döntő első részében a hat gondolkodtató („A”) és a három összetettebb, bonyolultabb számítást igénylő („B”) feladat megoldására került sor. Az előbbire 60 perc, az utóbbira 120 perc jutott. A döntő második része ebéd után következett. A kísérleti („K”), a kísérletelemző („E”) és a fizikatörténeti („T”) feladat megoldására egyaránt 40–40 perc állt a versenyzők rendelkezésére. Mindegyik feladat megoldását a felügyelőtanártól kapott golyóstollal kétoldalas, indigós munkalapra kellett elkészíteni.

A délelőtti, illetve a délutáni feladatok megoldásának befejezése után a versenyzők magukkal vihették a feladatlapokat és megoldásaik indigós másolatait. Megtekintés céljából kifüggesztésre kerültek az egyes versenyfeladatoknak a feladatkitűzők által megadott megoldásai, illetve pontozási rendszere.

Az effektív verseny befejezése után *Zombori Ottó A harmadik évezred csillagképei a Kárpát-medence felett* címmel tartott előadást. A vacsora után a verseny résztvevőinek a *Kalácsa Együttes* adott nagyszerű koncertet.

A hivatalos eredményhirdetés előtt lehetőséget adtunk a diákoknak, illetve kísérőtanáraiknak az általuk vélt és indokolt reklamálásra, a kifogásolt megoldások értékelésének ismételt felülvizsgálatára. A reklamálást írásban, indoklással, az igényelt pontszám megjelölésével lehetett beadni. A 924 darab kijavított feladatra 3 felülvizsgálati kérelem érkezett, amelyet a versenybizottság alapos elemzés után nem tartott indokoltnak.

A díjkiosztó ünnepélyen jelen volt az ELFT elnöke, *Németh Judit* is. Az *Öveges József Éremet*, a verseny első helyezettje, *SZIRMAI PÉTER* (92,2%) és felkészítő tanára, *Monus Tibor* érdemelte ki. A versenybizottság a legjobb 16 versenyző teljesítményét (78,2% felett) díjazta. Minden díjazott versenyző *Magyar Bálint* oktatási miniszter által aláírt oklevelet kapott.

A részt vevő diákok a XIV. Öveges József Fizikaversenyen is térítésmentesen vehettek részt. A lebonyolítás költségeit pályázatokból, minisztériumi és egyéb támogatásokból biztosítottuk.

A kitűzött feladatok

Gondolkodtató („A”) feladatok

Az első három feladatban megfogalmazott négy kijelentés közül egy nem igaz. Karikázd be a feladatlapon, illetve írd az indigós munkalapra a hamis állítás betűjelét! Indokold meg, hogy a kiválasztott állítás miért nem igaz!

„A1” feladat

- A) Az asztalra helyezett test súlya az asztalra hat.
- B) A test sebességváltozása csak a testre ható erő nagyságától függ.
- C) A két test között fellépő súrlódási erő nagysága független az egymással érintkező felületek nagyságától.
- D) Ha a test egyenes vonal mentén állandó sebességgel mozog, akkor a testre ható erők eredője zérus.

Berkes József

„A2” feladat

- A) Ha a daru felemel egy testet, akkor a gravitációs mező energiája nő.
- B) Ha a daru függőlegesen és állandó sebességgel emeli a testet, akkor az egyenlő útszakaszokon végzett munkája és teljesítménye is állandó.
- C) Ha a daru ugyanakkora állandó sebességgel a $2m$ tömegű testet kétszer magasabbra emeli fel, mint az m tömegű testet, akkor a végzett munkája és teljesítménye is kétszeresére nő.
- D) Ha a daru függőlegesen és egyenletesen gyorsulva emeli a testet, akkor az egyenlő útszakaszokon végzett munkája állandó, a teljesítménye viszont nő.

Ferencz János

„A3” feladat

- A) Ha a víz hőmérséklete csökken, akkor a sűrűsége nő.
- B) Ha az alumíniumból készült csavaralátét hőmérséklete csökken, akkor a lyuk átmérője is csökken.
- C) A lefedett levesestál fedőjére lecsapódó vízgőz melegíti környezetét.

D) A tanteremben lévő tanulói szék fa ülőkét ke-zünkkel érintve magasabb hőmérsékletűnek érezzük, mint a vasból készült lábát.

Wöller László

„A4” feladat

A piros és a kék golyóról a következőket tudjuk:

- Az egyik puha, a másik kemény fémből készült.
- Ha a golyókat olyan, vízzel félig töltött mérőhenge-rekbe tesszük, ahol az alaplapok átmérőinek aránya 2, akkor a vízszintemelkedések aránya 1/4.

• A vízszintes talajon, ha egyenlő nagyságú, ellentétes irányú sebességgel ütköznek, akkor a közös sebességük nagysága az eredeti sebességük nagyságának fele lesz.

Hogyan aránylik a piros és a kék golyó sűrűsége a két golyó átlagsűrűségéhez?

Farkas László

„A5” feladat

Csilla a műanyag flakont 9/10-ed részéig forrásban lévő vízzel töltötte meg, majd dugóval lezárta. Rövid idő elteltével a flakonban lévő vizet összerázta, és a dugó a flakomból kirepült.

Vajon miért? Add meg a helyes magyarázatot a tapasztalt jelenségre!

Wöller László

„A6” feladat

A két ugyanolyan ellenállású fogyasztót először sorosan, majd párhuzamosan kapcsolták egy-egy áramkörbe. A mért áramerősség mindkét esetben megegyezett.

- Mekkora az áramforrások feszültségének aránya?
- Mekkora az áramforrások teljesítményének aránya?

Berkes József

A számítós („B”) feladatok

„B1” feladat

Három gépjármű (*A*, *B* és *C*) halad egyenletesen az útesten. Az *A* jelű mögött halad a *B*, és velük szemben a *C*. Az *A* tömege 1,5-szerese a *B* tömegének, míg a *C* tömege 75%-a az *A* tömegének. A *C* sebessége 20 m/s. Az *A* sebessége 10 m/s a *B* jelű gépjárműhöz viszonyítva. Az *A* gépjármű lendülete kétszerese a *C* lendületének. Egy adott pillanatban az *A* 1 km távolságra volt a *C* jelűtől és *B* jelűtől is.

- Mennyi idő múlva találkozik a *C* jelű az *A* jelűvel és a *B* jelűvel?
- Mekkora a három jármű mozgási energiájának aránya? (*A*, *B*, *C* sorrendben)

Farkas László

„B2” feladat

Egy 15 cm × 20 cm alapélű, 30 cm oldalélű egyenes hasáb alakú edényt 2/5 részéig öntöttek vízzel. A vízbe merülőforralót tettek a másnapra tervezett melegítéshez. Reggelre azonban a hideg éjszakán a víz -3 °C-os jéggé fagyott. A merülőforralót ilyen körülmények között kapcsolták a 230 V feszültségű hálózati áramforrásra.

Hány perccig kellett a merülőforralót üzemeltetni, hogy 40 °C hőmérsékletű vízhez jussanak?

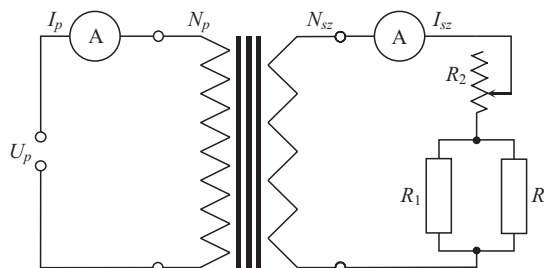
A króm-nikkel fűtőszál hossza 1,4 m, a keresztmetszete 0,03 mm². Az 1 m hosszú és 1 mm² keresztmetszetű króm-nikkel huzal ellenállása 1,2 Ω. A melegítés hatásfo-

ka 75%. A jég fajhője 2,1 kJ/kg °C, az olvadáshője 336 kJ/kg, víz sűrűsége 1000 kg/m³, a fajhője 4,2 kJ/kg °C.

Wöller László

„B3” feladat

A kapcsolási rajzon látható transzformátor primer tekercsére kapcsolt feszültség 230 V, a primer tekercs menetszáma 10000, a szekunderé 2000. Az *R*₁ jelű ellenállások értéke 100 Ω.



a) Ha a 30 cm hosszú változtatható ellenállás harmadát iktatták az áramkörbe, akkor mindhárom ellenállás kivezetésein azonos feszültséget mértek. Mekkora erősségű áramot mutattak ekkor az ampermérők?

b) Hányszorosára változik meg a primer körben az áramerősség, ha a változtatható ellenállást teljes hosszában az áramkörbe iktatják?

c) Írd fel és ábrázold a primer körben mérhető áramerősséget a változtatható ellenállás áramkörbe iktatott hosszának függvényében?

A feladat megoldásánál mindennemű veszteségtől eltekintünk.

Ferencz János

Kísérletelemző („E”) feladat

A kísérletező tanár két vasmagos tekercsel, melyek sorosan vannak kapcsolva egy zsebtelepre, próbál felemelni egy vashasábot úgy, hogy a tekercsek vasmagjait a vashasáb végeihez közelíti. Ez először sikerül is neki, de amikor az egyik tekercs kivezetéseire kapcsolt vezetékeket felcserélve, vagy az egyik tekercset 180°-kal elforgatva szeretné megemelni a hasábot, kudarcot vall.

Elemezd a látottakat, és add a magyarázatát!

Berkes József

Kísérleti („K”) feladat

A rendelkezésedre álló eszközök segítségével végezz méréseket és határozd meg, hogy mekkora az 1 m hosszú 1 mm² keresztmetszetű ceruzabél (grafitszál) ellenállása! Rajzold le a mérés kapcsolási rajzát, és a mérés menetéről készíts részletes jegyzőkönyvet! A ceruzabél átmérője: 2 mm.

Eszközök: preparált ceruzabél, zsebtelep, V–A mérő, vezetékek, krokodilcsipeszek, vonalzó.

Ferencz János

Fizikátörténeti („T”) feladat

A következő fizikátörténeti feladat az angol *Isaac Newton* életével és munkásságával kapcsolatos. Mindegyik kérdésnél a három válasz közül csupán egy a helyes. Az

általad helyesnek vélt válasz betűjelét írd az előtte lévő üres keretbe! Minden helyes válasz egy pontot ér.

1. Mikor és hol született?

- 1 Grantham, 1634. április 2.
- x Woolsthorpe, 1643. január 4.
- 2 North Witham, 1717. december 15.

2. Hol végezte egyetemi tanulmányait?

- 1 London
- x Párizs
- 2 Cambridge

3. A fény természetével kapcsolatos gondolatait ebben a művében fejtegette ki:

- 1 A fény eredete
- x A színek világa
- 2 Optika

4. Mi volt a Királyi Társaság?

- 1 Az európai uralkodók szövetsége a XVII. században
- x Az uralkodó, II. Károly havonta üléselő baráti köre
- 2 Hivatásos tudósok és tudománykedvelő amatőrök gyülekezete

5. A kor jeles kísérleti fizikusa, az experimentátor, Newton nagy ellenfele:

- 1 Boyle
- x Hooke
- 2 Descartes

6. Kik voltak az alkímisták?

- 1 Népiesen így hívták az akkori vegyészeket
- x Akik kevésbé nemes fémekből akartak aranyat előállítani
- 2 Protestáns hívők egy csoportja Newton idejében

7. A mechanikával kapcsolatos legfontosabb tudományos eredménye:

- 1 A tömegvonzás törvényének felismerése
- x A bolygók ellipszispályákon való keringésének igazolása
- 2 A Föld forgási sebességének kiszámítása

8. A matematika területén elért legnagyobb felfedezése:

- 1 Az ellipszis területének meghatározása
- x A differenciálszámítás elméletének kidolgozása
- 2 A párhuzamos szelők tételének felismerése

9. Newton nem sejtette, hogy az általa felfedezett új matematikai módszer tőle függetlenül másnak is eszébe jutott. Ki volt az a másik személy, akivel még perbe is keveredett?

- 1 Leibniz
- x Barrow
- 2 Halley

10. A fény természetére vonatkozó, de Newton gondolataitól eltérő elmélet kidolgozója:

- 1 Descartes
- x Huygens
- 2 Hooke

11. A bolygómozgás tapasztalati úton nyert törvényeit Newton matematikailag levezette a gravitációs törvényből. Ki állította fel korábban a bolygómozgás alapvető törvényeit?

- 1 Galilei
- x Tycho Brahe
- 2 Kepler

12. A tudományon (matematika, fizika, filozófia) kívüli tevékenysége:

- 1 A Tower igazgatója
- x A londoni pénzverde igazgatója
- 2 Az Államkincstár őre

13. A mechanika legalapvetőbb törvényeit ebben a művében fogalmazta meg:

- 1 Principia
- x Matematikai mágia
- 2 Értekezés a módszerről

14. Hol van a sírbelye?

- 1 Cambridge
- x London
- 2 Oxford

Berkes József

A díjazott versenyzők

I. díjas: 1. SZIRMAI PÉTER (118 pont, Kisvárdai, Vári Emil Általános Iskola, tanára: *Monus Tibor*)

II. díjasok: 2. LŐRINCZ ZSUZSANNA (113, Fertőd, Általános Iskola, *Gáspár József és Pápai Gyuláné*), 3. CSATÓ BERTALAN (112, Győr, Révai Miklós Gimnázium, *Németh Lajos*)

III. díjasok: 4. TIBORCZ LÍVIA (107, Tata, Vaszary János Általános Iskola, *Maráz Lászlóné*), NAGY ZSOLT (107, Pécs, PTE Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola, *Sebestyén Zoltánné*), FERENCZ ENDRE (107, Szatmárnémeti (RO) Főgimnázium, *Mártin Csilla*), 7. HULLÁR DÁVID (106, Tiszabercel, Bessenyei György Általános Iskola, *Lipcseiné Nemcsik Edit*), 8. SZOLNOKI LÉNÁRD (104, Debrecen, Református Kollégium Dóczy Gimnáziuma, *Tófalusi Péter*), PÁSZTOR ÁRPÁD (104, Debrecen, DE Gyakorló Gimnáziuma, *Kirsch Éva*), HEGYI ÁDÁM (104, Eger, Dobó István Gimnázium, *Hóbor Sándor*), DEMETER DÁNIEL (104, Pécs, Testvérvárosok Terei Általános Iskola, *Sebestyén Zoltán*), ÁBRAHÁM GERGŐ (104, Lenti, Vörösmarty Mihály Általános Iskola, *Balogbné Bedő Judit*), 13. HORVÁTH BALÁZS (102, Budapest, Gábor Áron Általános Iskola, *Kertész Ilona*), 14. KÁLVIN BALÁZS (101, Dorog, Eötvös József Általános Iskola, *Gubn Ferencné*), CSALLÓKÖZI DÁVID (101, Kazincbarcika, Pollack Mihály úti Általános Iskola, *Polyák István*), 16. PARASZTI ISTVÁN (100, Nagymegyer (SK) Bartók Béla Magyar Tannyelvű Alapiskola, *Nagy Teréz*)

Berkes József, PTE

Szerkesztőség: 1027 Budapest, II. Fő utca 68. Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.kfki.hu/elft/>, e-mail címe: mail.elft@mtesz.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Berényi Dénes főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrzünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Tamás, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyzámlán.

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 600.- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257

PRÓBAÉRETTSÉGI: ELÉGTELEN

Az új, kétszintű érettségivel eddig csak véleményezésre kiküldött anyagok formájában találkoztam. Már ezek alapján sem vártam sok jót. Nem a két szinttel kapcsolatban vannak fenntartásaim (bár a *középszint* elnevezést nem nagyon értem, amikor nincs ennél alacsonyabb szint) – az évről-évre könnyebb érettségi és felvételi feladatsorok láttán az *emelt szint* némi reményre is adhatna okot. (Kérdés persze, hogy fogja-e valaki is az emelt szintet választani, ha ezt még a legrangosabb egyetemek se teszik kötelezővé a felvételihez.)

Nem szeretem a tesztek (feleletválasztós kérdéseket): gyakran előfordul, hogy több félig-meddig jó válasz van, vagy éppen egy se teljesen igaz, a tanulónak mégis ki kell választania pontosan egyet. Különösen a kritikusán, árnyaltan gondolkodó, tehetséges tanulók jutnak nehéz helyzetbe, miközben a felületes diák akár véletlenül is adhat jó választ. Korábban a biológia felvételi feladatsorokból mazsoláztak tanítványaim szép példákat. Álljon itt egy elretentésül: „Két mennyiség közti viszonyt kell vizsgálni. A lehetséges válaszok: *A* – egyenes arányosság, *B* – fordított arányosság, *C* – nincs kapcsolat.” A megoldókulcsból az is kiderült, hogy minden monoton növekedő függvény esetében (például négyzetes összefüggés) az *A* válasz a helyes. Ha két mennyiség között szinuszos kapcsolat van, gondolom *C*-t kell választani. Matematika tagozatos diákjaim persze hamar megtanulták, hogy a feladatok megoldásakor – elfelejtve a matematika- és fizikaórákon tanultakat – ilyen sajátos módon kell „gondolkodni”.

A korábban kiküldött feladatsorokból egy feladat maradt meg élesen emlékezetemben. Az *1. ábrán* látható sebesség–idő függvényt kellett elemezni, és megrajzolni a hozzá tartozó gyorsulás–idő függvényt. A grafikonon egy pattogó (tökéletesen rugalmasan ütköző) labda mozgását ábrázolja. A javítási útmutató szerinti megoldás a *2. ábrán* látható. Az útmutató külön kitért a kis köröcskék fontosságára (pontlevonás, ha nincsenek). A feladat kitűzői szerint ezekben a pillanatokban a testnek nem értelmezhető gyorsulása? Ha viszont a gyorsulás mindig negatív, akkor miért nem monoton csökken a sebesség? A feladat kitűzői láthatólag tanultak *matematikát* (szakadásnál nem deriválható a függvény), de nem értik a feladatban lévő *fizikát*: az ütközés nagyon rövid (de nem nulla!) ideig tart a mozgás többi részéhez képest, ezért a sebesség–idő grafikonon (majdnem!) függőleges szakaszok lesznek. Ezalatt a testnek, értelemszerűen, rövid ideig nagyon nagy pozitív gyorsulása van (*3. ábra*).

Ilyen előzmények után némi gyanakvással, de kíváncsian vártam, hogy megkapjam a május 26-án megírt próbaérettségi feladatait¹ és az általam tanított tizenegyedik-

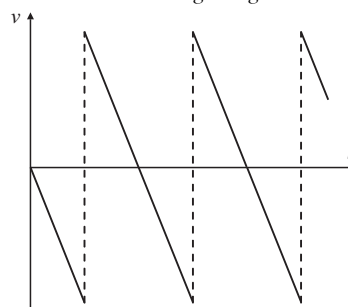
sek munkáit. Egy tanuló kivételével mindenki emelt szintet írt, így először abba a feladatsorba lapoztam bele. Amikor pedig megláttam, hogy már az első két feladat megoldása hibás, ...

Nem akarok általánosságokat írni, ezért kénytelen vagyok végigelemezni a két feladatsor összes hibáját. Az emelt szint első két feladatával (feleletválasztós kérdések) mégis kivételt teszek. A javítási útmutatóban megadott válaszok (*D* és *A*) egyértelműen, nyilvánvalóan rosszak. Feltehetően felcserélték a két választ, mert a helyes megoldás *A* és *D*. Azonban egy érettségi feladatsornál egy ilyen hiba is megengedhetetlen, különösen akkor, ha az útmutató szerint: „A feleletválasztós kérdésekben csak az útmutatóban közölt helyes válaszra lehet megadni a pontot.”

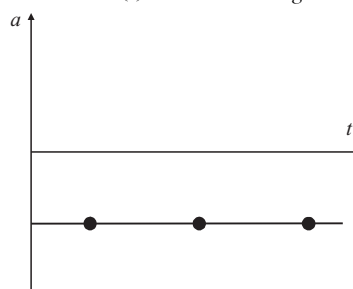
Nézzük tovább az *emelt szintű* feladatsort!

1. rész, 4. feladat: Az esőcseppek függőleges irányban esnek, 7 m/s sebességgel. Az esőcseppek nyomai a víz-

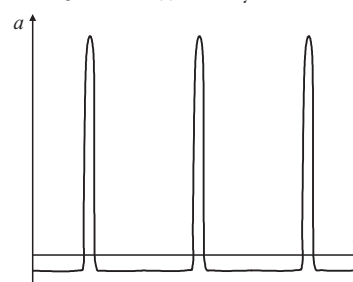
1. ábra. Sebesség–idő grafikon



2. ábra. $a(t)$ – a hivatalos megoldás



3. ábra. $a(t)$ – a helyes ábra



¹ A feladatok és a javítási útmutatók megtalálhatóak a <http://www.om.hu/okev> internetcímen.

szintes pályán mozgó vonat ablakán a vízszintessel 30° -os szöget bezáró csíkok. Mekkora a vonat sebessége?

A megadott válaszok közül a B válasz körülbelül (egy tizedesre kerekítve) megegyezik a kiszámolt értékkel. De akkor nem így kellene fogalmazni a kérdést: „Körülbelül mekkora a vonat sebessége?” vagy: „Melyik értékhez áll legközelebb a vonat sebessége?” Lehet, hogy ez csak szörszálhasogatás, de azt gondolom, hogy ez a feleletválasztós kérdések egyik típushibája. Szigorúan véve egyik válasz se jó.

7. feladat: A víz alatti hajóroncsra kalapácsával ráüt egy bűvár. Ki hallja meg előbb: a víz alatt a delfin vagy az éppen a bűvár feje fölött repülő sirály? A delfin és a bűvár (sic!) azonos távolságra van a bűvártól. A – A madár, B – A delfin, C – Egyszerre hallják meg. D – Egyik sem hallja (nem keletkezik hang).

Újra egy elírás, most nem a javítási útmutatóban, hanem a feladatlapon. Persze nem nagyon lehet másként érteni, mint ahogy a feladatkitűzők gondolták. De hogyan gondolták? A hang kibocsátásakor van a delfin és a sirály azonos távolságra? És merre úszik a delfin? Ha a delfin gyorsan távolodik, a sirály pedig közvetlen a víz felett száll (épp halászik), akkor lehet A vagy C is a helyes válasz.

(Persze, a tesztek megoldására jól felkészített diák kitalálja a feladatkitűző gondolatát, észreveszi, hogy mire találták ki ezt az életszerű kis feladatot, és helyesen válaszol.)

10. feladat: A borult, felhős éjszakák általában kevésbé hidegek, mint ugyanabban az időszakban derült, tiszta égbolt esetén. Miért?

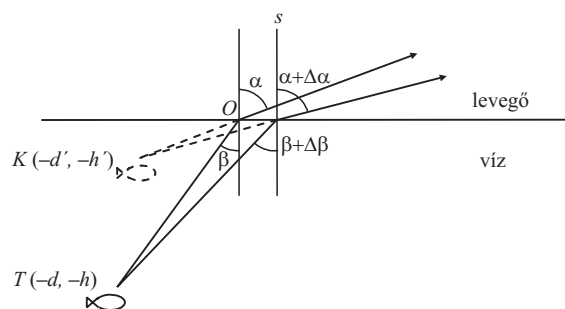
Ez a feladat tetszik. A hőszugárzást nagyon fontos tananyagának tartom. Ismeretterjesztő előadásokon, olimpiai felkészítésen is szoktam tanítani. Tapasztalatom szerint legtöbb diák nem tanult róla.

12. feladat: Miért csökken a feltöltés után a telepről lekapcsolt síkkondenzátor feszültsége, ha a lemezek közé szigetelőanyagot juttatunk? ... D – Állandó marad a töltés, a kapacitás növekedett, így a feszültség csökken.

Az indoklás teljesen formális, a megoldáshoz nem a szigetelőanyagok elektromos viselkedésének ismeretére, hanem a függvénytáblázat képleteinek formális használatára van szükség. A kapacitás növekedése éppen a szigetelőanyag polarizációja miatt kialakuló télerősség- és feszültségcsökkenés következménye.

14. feladat: Két azonos hosszúságú és keresztmetszetű huzalt kötünk sorba. Az egyik rézből, a másik alumíniumból van. Az áramerősséget fokozatosan növeljük. Melyik huzal izzik fel előbb?

Milyen rézből? A (tiszta) alumínium fajlagos ellenállása nagyobb, mint a vörösrézé, de kisebb a sárgarézénél. Tegyük fel, hogy vörösréz. Akkor az alumíniumon több hő keletkezik, mint a rézen. Ebből még nem feltétlen következik az, hogy melegebb is lesz. Ez függ a környezettel való termikus kapcsolattól is. Tekintsünk el ettől is. A halvány, sötétvörös izzás körülbelül 600°C -



4. ábra

on kezdődik – de épphogy elkezdődik: az alumínium 660°C -on olvad.

Szépen diszkutálható kérdés lenne, ha lehetne diszkutálni.

16. feladat: Hova kell nyúlnia a folyóban lazacra halászó medvének, ha sikeres akar lenni? A – Lejebb és távolabb, mint ahol látja a halat. B – Lejebb és közelebb, mint ahol látja a halat. C – Feljebb és távolabb, mint ahol látja a halat. D – Feljebb és közelebb, mint ahol látja a halat.

A hivatalos válasz: B . Ez a válasz rossz!

De a feladat is rossz. A feladat tisztességes megoldására a 240 perces teljes idő se biztos, hogy elegendő lenne. A víz alatti tárgyról nem keletkezik éles kép! Próbáljuk meg a hal képét úgy kiszámolni, hogy a halból két közeli fénysugarat indítunk azonos függőleges síkban (4. ábra).

$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\sin(\alpha + \Delta \alpha) = n \sin(\beta + \Delta \beta)$$

$$\tan \alpha = d' / b'$$

$$\tan(\alpha + \Delta \alpha) = (d' + s) / b'$$

$$\tan \beta = d / b$$

$$\tan(\beta + \Delta \beta) = (d + s) / b$$

Felhasználva, hogy $\Delta \alpha$ és $\Delta \beta$ kicsi, ezért

$$\sin(\alpha + \Delta \alpha) = \sin \alpha + \Delta \alpha \cos \alpha$$

és

$$\tan(\alpha + \Delta \alpha) = \tan \alpha + \Delta \alpha / \cos^2 \alpha,$$

az egyenletekből b'/b -t és d'/d -t kifejezve azt kapjuk, hogy mindkét érték bármely α értékre egynél kisebb, azaz a kép a rajzon is látható helyen keletkezik.

Eszerint a helyes válasz (hosszas, a diákoktól nem elvárható számítások után) A lenne.

De ez a válasz se jó! Ha nem két azonos függőleges síkban lévő, hanem két vízszintes (a rajzon a papír síkjára merőleges) irányban eltérő fénysugarat vizsgálunk, akkor más eredményt kapunk. Ekkor a hal képe a hal felett keletkezik – ilyen válaszlehetőség viszont az érettségiben nincs.

De ha lenne, akkor is nehéz lenne eldönteni, hogy a két ellentmondó megoldás közül melyiket válasszuk. (Ne feledjük, indokolni, diszkutálni nem lehet!) A térlátásban fontosabb szerepe van a két szemmel látásnak, mint az

akkomodációnak, ezért a megoldás valószínűleg attól függ, hogy hogyan tartja a medve a fejét.

A feladatkitűző valószínűleg egy rossz rajzot látott valahol egy könyvben (egy tankönyvben?), és annak alapján adta fel a feladatot. Valószínűleg eszébe se jutott, hogy utánanézzon a problémának. Arra se gondolt, hogy az a diák, aki nem ugyanazt a könyvet vagy tankönyvet olvasta, mint a feladatkitűző, az hogyan jöhet rá a (szerte) helyes megoldásra.

18., 19. és 20. feladat:

Atomfizika. A próbaérettségit 11.-esek írják. Azok, akik nem a kerettanterv szerint tanulnak, és a 12. évfolyamon is tanulnak fizikát (sok ilyen tanuló van), még biztosan semmit nem tanultak ebből, ezekre a kérdésekre legfeljebb tippelni tudnak. Miért kellett ilyen feladatok a próbaérettségibe? A tanárok, a jövő évi érettségire készülő diákok tájékoztatására a próbaérettségitől függetlenül lehetne kiadni minta feladatsorokat – ezekben természetesen minden olyan tananyag szerepelhetne, ami az érettségi feladatsorban is előfordulhat.

II. rész (esszé):

Azzal, hogy az emelt szintű érettségien a feladatmegoldás mellett ilyen típusú feladat is helyet kapjon, alapjában egyetértek. (Bár szerintem ez tipikusan a szóbelire való feladat.) Egy komolyabb téma (például: megmaradási tételek a fizikában, gravitáló és tehetetlen tömeg) szöveges kifejtésével a tanuló a fizika mélyebb megértéséről adhatja tanúbizonyságot. Az itt szereplő három téma kidolgozásához viszont főleg adatokat, neveket, tényeket kell összegyűjteni (melyek jelentős része ráadásul megtalálható a függvény táblázatban).

Ennél is elszomorítóbb a feladat pontozásához adott kicsinyes, bonyolult, épp a tényszerű adatokat és nem az összefüggéseket jutalmazó javítási útmutató. Nem hiszem, hogy egy esszé színvonalát a felsorolt (függvény táblázatból kiírt) adatok és fogalmak száma határozná meg. Azt se gondolom, hogy ettől lenne az értékelés objektív. A javítási utasítások elolvasásakor ugyanaz a rossz érzésem van, mint a feleletválasztós kérdések elemzése előtt idézett mondat olvasásakor („...csak az útmutatóban közölt helyes válaszra lehet megadni...”).

III. rész, 1. feladat: Az 1000 kg tömegű, 100,8 km/h sebességű gépkocsi egyenletesen lassulva 84 m út megtétele után áll meg.

a) Hány másodperc alatt tette meg a gépkocsi a 84 m hosszúságú utat?

b) Mekkora utat tett meg a gépkocsi, amíg a sebessége a kezdeti érték felére csökkent?

c) Mekkora munkát végzett a fékezőerő a megállásig az autón?

Könnyű, hagyományos feladat. Mi ezzel a bajom? A 100,8 km/h-s kezdeti sebesség adat. Ez az adat szemléletromboló. Egy (véletlenül pontosan 1000 kg tömegű) autó sebességét nem életszerű tized km/h pontossággal mérni és megadni. Ez az érték visszafelé keletkezett: így lesz a m/s-ban mért sebesség (és a többi eredmény) egész szám. De ez vajon miért fontos a zsebszámológépek korában?

A feladat c) részének hivatalos megoldása viszont nemcsak szemléletromboló, hanem rossz is:

„A fékezőerő munkája megegyezik a mozgási energia megváltozásával. ($\Delta E = W$ alakban is megadható.)”

Eddig jó, de ezután a hivatalos megoldás megfélemlít arról, hogy az autó fékez, mozgási energiája csökken, és így természetesen W is negatív lesz.

„ $W = 1/2 mv^2$, $W = 392000 \text{ J}$ ” – ez a hivatalos, megkérdőjelezhetetlen válasz.

3. feladat: Sorba kötünk egy 110 V-os feszültségre méretezett, 50 W fogyasztású és egy 220 V, 200 W felirátú izzót a 220 V-os hálózati feszültségen. Hogyan fognak világítani a névleges teljesítményükhöz képest?

A hivatalos megoldás:

„A két ellenállás egyenlőségének indoklása: A fogyasztók ellenállása a teljesítménnyel kifejezve: $R = U^2/P$. Az 50 W-os fogyasztó ellenállása: $R_1 = 242 \Omega$. A 200 W-os fogyasztó ellenállása: $R_2 = 242 \Omega$. (Az ellenállások egyenlőségének szöveges vagy paraméteres bizonyítása is elfogadható 6 ponttal, az értékek kiszámítása nélkül is.)

A fogyasztók feszültségének meghatározása: Mivel a két ellenállás egyenlő, mindkét izzón 110 V esik. (Számítással is elfogadható.)

Helyes válasz: A 110 V-os izzó a megadott teljesítménnyel működik (»rendesen világít«). A másik kisebb teljesítménnyel működik, halványabban világít.”

A valóban helyes megoldás viszont így szól:

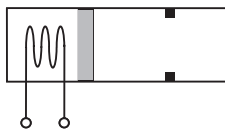
A két izzó üzemi (meleg) ellenállása megegyezik. Ha mindkettő üzemi hőmérsékletű lenne, akkor mindkettőre 110 V feszültség esne. De a 220 V-os izzó 110 V feszültség hatására jóval hidegebb, mint az üzemi feszültségen, ezért ellenállása is jóval kisebb lesz. Akkor viszont kisebb feszültség esik erre az izzóra, és nagyobb a 110 V-osra. Így a 220 V-os izzó még hidegebb, még kisebb ellenállású lesz, a 110 V-os pedig túlmelegszik, ellenállása tovább nő. A feszültségarány tovább romlik. Így a 110 V-os izzó biztosan kiég, és persze ezután egyik izzó sem fog világítani.

Hosszú évek óta foglalkozom a nemlineáris jelenségek tanításával (és ennek fontosságával). A példatárakban szereplő izzólámpás feladatokat, ahol az izzó ellenállását állandónak, hőmérséklettől függetlennek tekintik (pedig az közelítőleg sem állandó, egy nagyságrendet változik), elrettentő példaként szoktam idézni. Az izzó áram-feszültség karakterisztikájának kimérése (és ebből az izzószál hőmérsékletének meghatározása) nálam alapfeladat a 9. évfolyamon. Ez a tanulságos mérés olcsó és egyszerű. A legrosszabbul felszerelt iskolában is könnyen összeállítható több példányban: elvégezhető minden tanuló. A kimért görbe segítségével a (jelentős belső ellenállású) zsebletre kapcsolt izzó munkapontja már egyszerű szerkesztéssel meghatározható.

Ez a feladat – a hivatalos megoldással – nagyon elszomorító. Tipikus példája a valóságtól elszakadt, fizikai szemléletet nélkülöző, öncélú feladatoknak, melyek elárasztják a példatárak és a tankönyvek jelentős részét. Ez az a feladat, amit az okos, gondolkodó tanuló old meg »rosszul«. Az ilyen feladatok miatt éri sok (jogos) kritika a feladatmegoldás-centrikus fizikaoktatást. Pedig

egy jó feladat (probléma) megoldása olyan szellemi kaland lehet, amely a fizika határain túlmutató élményt és tapasztalatot adhat.

4. feladat: Egy dugattyúval lezárt, hőszigetelt csőben 0,3 kg oxigéngáz van, melynek térfogata $0,1 \text{ m}^3$. A bezárt gáz nyomása $2,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. A csőbe egy elektromos fűtőszál



nyúlik be, melynek teljesítménye 400 W. Ezt a melegítőt 15 percen keresztül üzemeltetjük. Ez alatt az idő alatt a következő folyamat zajlik le: kezdetben a dugattyú állandó nyomása mellett a gáz $0,2 \text{ m}^3$ térfogatra tágul, majd itt a dugattyú megszorul, és ekkor a gáz nyomása emelkedni kezd. Mekkora a nyomása a gáznak a folyamat végén? (A szükséges állandókat a függvénytáblázatból keresse ki!)

A feladat megoldásához persze semmilyen állandóra, sőt a feladatban megadott tömegre sincs szükség. Természetesen az ellen semmi kifogásom, hogy a feladatban olyan adat is szerepel, amire nincs szükség a megoldáshoz. Azt már kevésbé értem, hogy a javítási útmutató miért csak két hosszú, bonyolult, a végeredményben nem szereplő tömeget is felhasználó megoldás után harmadikként ismerteti a rövid, háromsoros, elegáns megoldást.

Nem egészen értem a „dugattyú állandó nyomása” kifejezést. Az ábrából úgy értelmezem, hogy a felütközésig (és nem megszorulásig!) a dugattyú szabadon mozoghat. Szabadon mozgó dugattyú esetén a gáz nyomása a külső légnyomással azonos. A megadott, szokatlan nagyságú ($2,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) külső légnyomáshoz legalább valamilyen indoklás kívánkozik.

Középszint, I. rész (feleletválasztós kérdések), 7. feladat: Az alábbi kérdések közül melyik reverzibilis (megfordítható)? A – Az inga csillapodó rezgése B – A leeső üveg-pohár összetörök C – A leeső gumilabda mozgása D – Egyik sem.

Én – ebben az összefüggésben – biztosan C-t választanék. A és B hangsúlyozottan irreverzibilis. A leeső gumilabda mozgása... Meddig? Visszapattanásról nincs szó. A szabadesés – kis sebességeknél, ha elhanyagoljuk a légellenállást – reverzibilis. De ha tovább gondolom a mozgást: az első felugrásig, ami majdnem olyan magas, mint a kezdő helyzet (középszinten csak teljesen rugalmatlan és tökéletesen rugalmas ütközést tanul egy diák), akkor is a reverzibilitás jut az eszembe. Persze, sok ütközés után a pattogó gumilabda is meg fog állni. A reverzibilitás időskála kérdése.

Mérlegelni itt sem lehet. A hivatalos válasz: D. Vitatkozni se lehet vele (a labda idővel tényleg megáll). Legfeljebb megkérni a feladatkitűzőt, hogy mondjon egy valóságot, reverzibilis folyamatot.

9. feladat: Az autórádió csak akkor használható, ha az antenna a karosszérián kívül van. A mobiltelefont enélkül is használhatjuk az autóban. Mi ennek az oka?

A – ... B – A rádióadók által használt elektromágneses hullámokat az autó fémkarosszériája leárnyékolja, míg a

mobiltelefon-hálózatok által használt sokkal nagyobb frekvenciájú sugárzást nem. C – ...

De miért nem? Ez csak formális ok. Miért a frekvencia szerepel az indoklásban, és nem a hullámhossz? (Persze a kettő összefügg.) Az árnyékolás bonyolult és nehéz probléma. Nehéz jól indokolt választ adni, de lehet vele kísérletezni: például három réteg alumíniumfóliába csomagolva már nem szólal meg a mobiltelefon. Ugyanakkor fémdobozba zárt mobiltelefon esetében az árnyékolás függ az árnyékoló doboz méretétől is.

A városi forgalomban tapasztalataim szerint minden második, harmadik vezető kihangosítás vagy fülhallgató nélkül használja a mobiltelefont – pedig ez veszélyes és tilos. A feladat második mondata úgy is értelmezhető, hogy szabad. Egy fizikafeladatban még ilyesmire is kell figyelni.

13–14. feladat: modern fizika. Lásd emelt szint, I. rész, 18–20. feladat.

16. feladat: Az α -sugárzás pozitív töltése miatt erősen ionizál, viszont már néhány centiméteres levegőrétegben is elnyelődik. A γ -sugárzás semleges, viszont jóval nagyobb az áthatolóképesége. Ennek alapján melyik veszélyesebb biológiai szempontból egy körülbelül 1 m-re lévő sugárforrás esetén? Az állítások azonos intenzitású és energiájú sugárzásokra vonatkoznak.

„Ennek alapján...”: Az α -sugárzás pozitív töltése miatt ionizál. Ha a γ -sugárzás semleges, akkor nem is ionizál? Akkor veszélyes-e egyáltalán? Persze, aki észreveszi, hogy az α néhány cm-en belül elnyelődik, tehát 1 m-re már el se ér – rájön, hogy csak a másik lehet a jó megoldás. Akkor is, ha nem tud semmit a radioaktív sugárzásokról.

II. rész, 1. feladat: Egy modellvasút 30 dkg tömegű mozdonya 2 m sugarú körpályán egyenletesen halad. Egy teljes kört 3,7 s alatt tesz meg.

a) Mekkora a mozdony sebessége és lendülete?

b) Mekkora oldalirányú erővel nyomja a sín a mozdony kerekét?

c) Legfeljebb milyen magas lejtőre tud felgurulni a mozdony a feladatban szereplő kezdeti lendülettel, ha motorját a lejtő alján kikapcsolják? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ közelítő érték használható.)

Miért számoljunk egy olyan feladatban, ahol úgysem egész számok szerepelnek $g = 10 \text{ m/s}^2$ értékkel? Ez 2% hiba, teljesen feleslegesen – a számológépbe nem sokkal több idő beüttni a 9,81-et, mint a 10-et.

Kicsit gyors is ez a játékmozdony, több mint 12 km/h a sebessége, akkora, mint egy futó embernek. Ha nincs eléggé lent a súlypontja, fel is borulhat. Lehet, hogy az eredeti feladatban ez is kérdés volt, mert ($g = 10 \text{ m/s}^2$ esetében) pontosan 60° -os szöget zár be a sín által kifejtett vízszintes és függőleges erő.

A lejtő magasságára ($g = 10 \text{ m/s}^2$ -tel számolva) 0,58 m jön ki. Ezt a hivatalos megoldás 0,6 m-re – egy tizedesre, felfelé kerekíti. Pedig az adatok (3,7 s, 10 m/s^2) két tizedes pontosságúak. A felfelé kerekítés ellen szól az is, hogy a mozdonyra súrlódás is hat. (Ez abból derül ki,

hogy a lejtő elérése előtt, az egyenletes haladáshoz, be volt kapcsolva a motorja.)

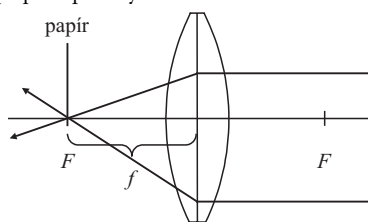
2. feladat: Egy vékony gyűjtőlencsével erős napfényben meg tudunk gyújtani egy papírdarabot, ha 20 cm távolságra tartjuk a lencsétől.

a) Készítsen a fénysugarak menetéről olyan rajzot, amely a papírdarabot és a fókusz-távolságot is a megfelelő helyen mutatja! (A papírdarabot elég egy vonallal jelölni.) Adjon rövid magyarázatot arra, hogy miért azon a helyen gyullad meg a papír!

b) Hány dioptriás a lencse?

c) Milyen közel kell tenni a papírlapot a lencséhez, ha a lencsét nagyítóként használva, a papírlapot négyszeres nagyításban szeretnénk látni? Készítsen rajzot a képalkotásról, és számítsa ki a papírlap helyét!

A hivatalos megoldás rajza az a) feladathoz:



A rajzon a fénysugarak a lencse közepén törnek meg. A Nap fénye a rajz és a szöveg szerint is egy

ponton megy át, pedig a valóságban egy kicsiny (kb. 2 mm átmérőjű) folt lesz a Nap képe.

A sokkal-sokkal nagyobb baj viszont a c) kérdéssel van. Egy 20 cm-es fókusz-távolságú lencsét nem lehet úgy tartani, hogy a papírlapot négyszeres nagyításban lehessen látni! Az, hogy a papírt a nagyítóval négyszeres nagyításban látjuk, azt jelenti, hogy a nagyítón át nézve a papírról négyszer akkora kép keletkezik a retinánkon, mint a nagyító nélkül. Tehát a szögnagyítást kell vizsgálni. Egy egyszerű nagyító szögnagyítása viszont (mint ahogy a függvénytáblázatból is kiderül) legfeljebb $1 + d/f$ lehet, ahol $d \approx 25\text{--}30$ cm a tisztánlátás távolsága. $f = 20$ cm esetén tehát legfeljebb 3-szoros lehet a szögnagyítás. A helyes válasz tehát az, hogy a lapot nem lehet a feladat feltételeinek megfelelően tartani.

A feladat kítőzője összekeveri a nagyítást a szögnagyítással. A hivatalos megoldás – teljesen hibásan – azt számolja ki, hogy hová kell rakni a papírlapot ahhoz, hogy egy négyszeres nagyítású virtuális kép keletkezzen. Ekkor viszont a kép 60 cm távolságra keletkezik a lencse mögött. Ilyen messziről viszont – hiába négyszeres nagyobb a virtuális kép – csak körülbelül kétszer nagyobb-nak látjuk a papírlapot, mint nagyító nélkül (a tisztánlátás távolságából). A feladatkítőző logikája szerint akár százszoros nagyítással is lehetne nézni a papírlapot: a tárgyat $t = 19,8$ cm távolságra kéne rakni a lencsétől, a kép pedig $-k = 19,8$ méter távolságra keletkezne! (Persze, ahogy közelítjük a tárgyat a fókuszhoz, már sokkal hamarabb „szétfolyik” a kép a lencse tökéletlenségei miatt.)

Mіндеzt ki lehet próbálni, csak kézbe kell venni egy 20 cm fókusz-távolságú lencsét.

3/B feladat: Anna, Béla és Cili hideg narancslevet szeretne inni, ezért a pincértől jéggel kérik. Anna és Béla 8–10 °C hőmérsékleten szeretné fogyasztani, Cili pedig jégkása formájában. Amikor a pincér a három egyforma italt

felszolgálja, Anna egy részét megissza a narancslének. De mivel az még körülbelül szobahőmérsékletű, elhatározza, hogy inkább vár még, a többiek is azt teszik. (A narancslé fagyáspontja közel van a 0 °C-hoz, és a jég mennyisége elég ahhoz, hogy jégkása képződhessen.)

a) Ezután ki kezdhet legkorábban inni, ha a kívánt hőmérsékleten akarja italát fogyasztani? Milyen időbeli sorrend alakul ki e tekintetben?

b) Ki tudja legtovább halogatni az ivást? Itt is állítson fel sorrendet a három személy között!

c) Állapítson meg sorrendet arra nézve, hogy kinek áll rendelkezésére a leghosszabb időtartam itala kívánt hőmérsékleten való elfogyasztásához!

A válaszokat indoklással adja meg!

Nem tudom, mit ért a feladatkítőző *jégkásán*. A feladat szövegében leírt esetben a narancslé lehűl 0 °C-ra, és ebben a folyadékban jégkockák úsznak. Ez nem jégkása.

A hosszú szöveges megoldást nem írom le, csak két részletre térek ki:

A b) részben a hivatalos megoldás szerint Anna itala hamarabb melegszik fel, mint Béláé, de ezt az útmutató nem indokolja. Nem is biztos, hogy ez így van! Anna leitta a meleg, *szobahőmérsékletű* narancslé egy részét, de ezzel nem változott meg italának energiadeficitje a szobahőmérséklethez képest. Feltéve – nem biztos, hogy jogos ez a feltevés –, hogy a poharak ugyanannyi hőt kapnak időegységenként a környezettől, az italok energiadeficitje később is egyforma lesz. Ebből viszont az következik, hogy amikor Béla itala újra 8–10 °C lesz, akkor Anna kisebb tömegű itala még hidegebb lesz – tehát a hivatalos megoldással szemben Béla itala melegszik fel hamarabb.

Persze ebben a feladatban rengeteg a feltevés, a tisztázatlan körülmény. Majdnem minden állítás ellenkezőjét is meg lehet indokolni. A c) rész megoldásában a hivatalos megoldás is óvatosabban fogalmaz: „A jégkásaállapot a jég teljes elolvadásáig tart, így feltételezhetően ez a leghosszabb ideig tartó folyamat, míg a hőmérséklet-tartományokon való átmenet (hűléskor és melegedéskor) feltételezhetően rövidebb ideig tart.” Persze, ha kevesebb a jég, és a pohár jobb hőszigetelő, akkor éppen a hivatalos megoldás fordítottja jön ki. De a javítási útmutató itt is csak az indoklások, megfogalmazások módjában engedékeny. Az fel sem merül, hogy – megfelelő indoklással – más eredmény is teljes pontszámmal elfogadható lenne.

◇

A végére értem. A hibajegyzék is majdnem olyan hosszú, mint a feladatlapok. Szerencsére ez az idejű feladatsor csak próba. A tanulókat nem érte helyrehozhatatlan kár. De mi lesz jövőre? Mi lesz, ha a tanulók egy megoldhatatlan feladattal idejük jelentős részét elpocsékolják? Mi lesz, ha az emelt szintű érettségien az ismeretlen javítók a hivatalos javítókulcs szerint fognak pontozni, és az okos, gondolkodó, valóban helyes választ adó diákok fognak rosszabb eredményt elérni?

A próbaérettségi értékelése: elégtelen. Ki a felelős érte? Mi a biztosíték arra, hogy jövőre ez a peches évfolyam, amely tanulmányai közepén már kénytelen volt átélni egy tantervváltoztatást, tisztességes feladatsort fog kapni?

Vankó Péter

9TH WORKSHOP ON MULTIMEDIA IN PHYSICS TEACHING AND LEARNING

Dear Colleague,

We would like to inform you about and to invite you to the 9th Workshop on Multimedia in Physics Teaching and Learning.

The workshop will take place at the University of Graz, Austria, September 9–11, 2004.

This workshop follows the successful meetings in Parma and Prague and is again an official EPS conference. It keeps also the general aims of the previous workshops, namely to provide for an overview and an exchange of trends, research results, new materials and experiences with regard to the use of multimedia in physics education, at the university as well as on the school level. If you are interested in MPTL9 please visit the homepage <http://physik.uni-graz.at/MPTL9>. It contains detailed information about the topics of the conference, about accommodation, travelling, registering and submitting contributions.

Please forward this circular to colleagues who are active or interested in this topic.

Content

The workshop is open for all contributions related to the development and use of multimedia products in physics teaching and learning. In particular, three topics will be given more attention at this workshop:

Lecturing with multimedia – possibilities of the role of multimedia in creating courses in physics (internet, applets, problem solving, learning environments,...)

Research and physics education – can presentations and discussions of recent research data in some field contribute to a more attractive and modern way of teaching physics?

Multimedia in mechanics teaching and learning – worldwide offered software products on mechanics will be evaluated. The results of the evaluations in Europe, as well as in the US, will be presented.

Contributions

There will be three groups of presentations: *invited talks*, talks selected from the *contributions* of the participants, and *interactive poster presentations*. The interactive poster sessions start with short, informal, plenary, oral presentations of the contributions. Enough time (about two hours) and space (computers and poster area) will be provided such that the individual products can be viewed and discussed interactively.

As in the past workshops, there will be just a few invited talks, the main part of the time will be dedicated to *presentations of the participants*. Therefore you are kindly *invited to submit a contribution* and therewith enrich the scientific content of the meeting.

Registration

The *registration fee* of the workshop will be 60,- Euro. The registration fee covers: participation at the workshop; folder with information about the workshop, booklet of abstracts, information about Graz and Styria; beverages and snacks at the coffee breaks; lunch (Friday).

The registration fee has to be paid *in cash* when registering at the *workshop office desk*.

Accommodation

Rooms have been reserved at a students' hostel (run as a hotel during summer vacations): *Studentinnen- und Studentenheim der Akademikerhilfe*, Untere Schönbrunnngasse 7–11, 8043 Graz. Price: Euro 37,- per person and night (breakfast included, all rooms with bath/shower and WC).

It takes a 10–15 minutes walk from the students' hostel to the conference venue, there is also a bus connection.

Travel

Direct flights to Graz are offered from several airlines (including Ryanair). There are also good *train connections* to Graz (the train ride from Vienna to Graz, for example, takes about two and a half hours).

Preliminary Schedule

Wednesday, September 8

In-service training for school teachers (in German) „Multimedia im Physikunterricht“

Thursday, September 9

Registration (10:00–14:00)

Opening (14:00)

First session (14:30–18:00)

Friday, September 10

Second session (9:00–10:30)

Coffee break / Interactive poster session (10:30–12:30)

Lunch

Third session (14:00–15:30)

Coffee break / Interactive poster session (15:30–17:30)

Workshop dinner

Saturday, September 11

Fourth session (9:00–12:30)

Excursion to „Weinstraße / Styrian Tuscany“ (12:30– all afternoon)

Because the MPTL9 meeting coincides with the annual *CoLoS* (Conceptual Learning of Science) meeting, we have organized a number of joint sessions in order to facilitate the exchange of information between these two groups. Additional information about CoLoS can be obtained from their website: <http://www.colos.org>.

It might be of interest for you and important for your planning that the University of Graz will host a conference with a related topic in the week following our workshop, namely the *9th European Conference on Media in Higher Education*, September 16–19, 2004 <http://www.gmw04.at/>

With our best regards, for the organizing committees:

H.-J. Jodl, Univ. Kaiserslautern

L. Matbelitsch, Univ. Graz

AZ ELFT VÁKUUMFIZIKAI SZAKCSOPORTJA ÉS A IUVSTA MNB KÖZÖS SZEMINÁRIUMAI 2004 MÁSODIK FÉLÉVÉBEN

Az előadások helye: az ELFT székházának (Budapest, I. Fő utca 68.) II. emelet, 222. terme.

2004. szeptember 7-én 14 órakor:

Gyulai József (MTA MFA, Budapest): Lehetőségeink az EU6-ban és az EU7 felé

Kövér László (MTA ATOMKI, Debrecen): Beszámoló a velencei IVC-16 kapcsán tartott IUVSTA ECM-95, ECM-96 és GM-15 ülésekről

2004. október 26-án 14 órakor:

Pödör Bálint (MTA MFA, Budapest): Kvantumos Hall-effektus félvezető heteroátmenetekben

2004. november 23-án 14 órakor:

Berkó András (MTA Reakciókinetikai Kutatócsoport, Szeged): Az alagútmikroszkópia hozzájárulása az oxid-fém határfelületek megismeréséhez

Az előadásokra minden érdeklődőt szeretettel vár a szakcsoport és az MNB vezetősége.

Felhívjuk az érdeklődők figyelmét, hogy a szakcsoport társszervezésében a Joint Vacuum Conference-10 (JVC-10, <http://www.jvc10.si>) a szlovéniai Portorozban kerül megrendezésre 2004. szeptember 29. és október 2. között.

AZ EÖTVÖS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT ALAPSZABÁLYA

I. Általános rendelkezések

1. §

- (1) Az egyesület neve: Eötvös Loránd Fizikai Társulat (a továbbiakban: Társulat)
angolul: Roland Eötvös Physical Society, Hungary
franciául: Société de Physique Roland Eötvös, Hongrie
németül: Roland Eötvös Physikalische Gesellschaft, Ungarn
oroszul: Физического Общества им. Роланда Этвеша, Венгрия
spanyolul: Sociedad Fisica Roland Eötvös, Hungria.
- (2) A Társulat székhelye: Budapest II., Fő utca 68.
- (3) A Társulat működési területe: Magyar Köztársaság.
- (4) A Társulat hivatalos nyelve: magyar; a nemzetközi kapcsolatok vonatkozásában: magyar és angol.
- (5) A Társulat pecsétje: köriratban Eötvös Loránd Fizikai Társulat Budapest, 1891.
- (6) A Társulat jelvénye: Eötvös Loránd fejének stilizált grafikája, körülötte köriratban Eötvös Loránd Fizikai Társulat 1891.
- (7) A Társulat elődje az 1891-ben alapított Matematikai és Fizikai Társulat, amely 1923-ban alapítójáról az Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulat nevet vette fel. E társulat működése 1945-ben megszűnt, fizikai részlege 1945 és 1948 között mint a Magyar Természettudományi Társulat Fizikai Szakosztálya működött. E szakosztályból alakult meg 1949-ben a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének tagegyesületeként a Magyar Fizikusok Egyesülete, amely 1950-ben az Eötvös Loránd Fizikai Társulat nevet vette fel.
- (8) A Társulat elsősorban a fizikai és a hozzá kapcsolódó tudományok területén működő kutatóknak, tanároknak és a fizika alkalmazásával foglalkozóknak önkéntes társuláson alapuló tudományos egyesülete.

2. §

- (1) A Társulat önálló jogi személy, amely az egyesülési jogról szóló 1989. évi II. törvény keretei között társadalmi szervezetként, továbbá a közhasznú szervezetekről szóló 1997. évi CLVI. törvény (a továbbiakban: Khtv.) keretei között közhasznú szervezetként működik. A Társulat feletti törvényességi felügyeletet a Fővárosi Főügyészség látja el.
- (2) A Társulat közvetlen politikai tevékenységet nem folytat, politikai pártoktól független, azoknak anyagi támogatást nem nyújt. A Társulat sem országgyűlési, sem megyei vagy fővárosi önkormányzati választásokon képviselőjelöltet nem állít és nem támogat. A Társulat sem munkaadói, sem munkavállalói érdekképviseleti tevékenységet nem folytat.

II. A Társulat céljai, feladatai

3. §

- (1) A Társulat közhasznú szervezetként a társadalom és az egyén közös érdekeinek kielégítésére a Khtv. 26. § c.) pontjában megjelöltek közül az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:
 - tudományos tevékenység, kutatás (3);
 - nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeret-terjesztés (4);
 - kulturális tevékenység (5);
 - a kulturális örökség megóvása (6);
 - az euroatlanti integráció elősegítése (19).
- (2) A Társulat közhasznú szolgáltatásait minden érdeklődő igénybe veheti, azokra a Társulat a sajtóban és a számítógép-hálózaton hívja fel a figyelmet.

4. §

- (1) A Társulat – hagyományainak megfelelően – társadalmi úton részt kíván venni a magyarországi fizikai kutatás, a fizika minden szintű oktatása valamint a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazása és hasznosítása színvonalának és korszerűségének fejlesztésében. Célja, hogy a fentiekkel összefüggő elvi és módszertani kérdésekben kifejttesse tudományos véleményét, állásfoglalásával és a tagságában megtestesült szakmai erővel hozzájáruljon az ország kulturális és gazdasági felemelkedéséhez.
- (2) Az (1) bekezdésben, továbbá 3. § (1) bekezdésében foglaltakkal összhangban a Társulat feladatának tekinti különösen az alábbiakat:
 - a) a fizikai kutatások ápolása és fejlesztése;
 - b) a fizika minden szintű oktatásának fejlesztése és segítése;
 - c) az általános fizikai műveltség szintjének emelése, a közvélemény tájékoztatása a fizika és a rokon tudományok aktuális kérdéseiről és eredményeiről;
 - d) a fizika alkalmazásának minden téren való előmozdítása, beleértve konkrét kutatási és szervezési feladatok megoldásának támogatását;
 - e) a fizikai tudományt és annak oktatását érintő elvi és szervezési kérdések felvetése és megvitatása, szükség szerint a gyakorlat kritikai elemzése, vélemények, javaslatok, előterjesztések kidolgozása;
 - f) a fizikus és a fizikatanári hivatás és munka társadalmi megbecsülésének előmozdítása;
 - g) a fizikához kapcsolódó interdiszciplináris tudományágak fejlődésének elősegítése;
 - h) a csillagászati kutatás és oktatás segítése és fejlesztése;
 - i) a tehetséggondozás színvonalának emelése;
 - j) tájékoztatás a fizikus és fizikatanári közélet aktuális eseményeiről;

- k) a magyarországi fizika nemzetközi kapcsolatainak ápolása, a külföldi kollegákkal való kölcsönös kapcsolattartás és együttműködés elősegítése;
- l) a fiatal szakemberek szakmai orientációjának elősegítése;
- m) részvétel tagjai munkáján keresztül konkrét kutatási, oktatási és kulturális–közművelődési feladatok végrehajtásában a fizika területén;
- n) a magyarországi fizika előremutató hagyományainak, kiemelkedő egyéniségei emlékének ápolása, a hazai fizikai kutatások tárgyi emlékei megőrzésének szorgalmazása.

III. A Társulat tevékenysége

5. §

A jelen Alapszabály II. fejezetében meghatározott célok elérése érdekében a Társulat

- a) bevonja társadalmi munkájába mindazokat a szakembereket, akik felkészültségüknél fogva a Társulat feladatainak ellátását elő tudják mozdítani, és akik önkéntes jelentkezéssel e feladatok megoldását elő kívánják segíteni;
- b) a tudományos és oktatási kérdések megvitatására, a kutatási eredmények és alkalmazásaik ismertetésére tudományos előadóduléseket, szakmai továbbképző tanfolyamokat, ankétokat, nemzeti és nemzetközi konferenciákat valamint egyéb rendezvényeket szervez;
- c) szakértői munkát végez és végeztet, véleményt nyilvánít és javaslatot dolgoz ki a fizikával, illetve annak oktatásával és a rokon területekkel kapcsolatos országos érdekű, általános jelentőségű és időszerű kérdésekben;
- d) tevékenységi területén kapcsolatot tart az illetékes állami és társadalmi szervekkel és szervezetekkel, különösen a MTESZ-ben tömörült társ-egyesületekkel, kutatási és felsőoktatási intézményekkel, továbbá ipari és más érdekelt vállalatokkal és egyéb intézményekkel;
- e) közvetlen kapcsolatot létesít és együttműködik más országok testvéregyesületeivel, azokkal a maga egészében vagy csoportjai útján együttműködési egyezményeket köthet;
- f) egészében vagy szakcsoportjai révén tagja lehet nemzetközi tudományos szervezeteknek;
- g) külföldi szakmai tanulmányutakat szervez, viszonosság alapján lehetővé teszi a szakemberek részvételét a külföldi társegyesületek rendezvényein. E lehetőségekre a szakmai sajtóban és a számítógép-hálózaton keresztül hívja fel az érdeklődők figyelmét;
- h) folyóiratokat és egyéb kiadványokat, továbbá más fizikai tárgyú műveket ad ki, közreműködik hasonló kiadványok gondozásában; tájékoztató és ismeretterjesztő kiadványokat ad ki és terjeszt a rendelkezésére álló eszközökkel;

- i) tervszerűen részt vesz a fiatal tehetségek felkutatásában, támogatásában és a tehetséggondozásban, ennek érdekében ifjúsági fizikai köröket szervez és működtet, felkészíti a magyar csapatot a Nemzetközi Fizikai Diákolimpiára, és évente megrendezi a Társulat országos és regionális jellegű fizikaversenyeit; a versenyeket megrendezésük előtt legalább egy hónappal – azok jellegétől függően – a helyi, az országos vagy a szakmai sajtóban, valamint a számítógép-hálózaton meghirdeti;
- j) célkitűzéseinek és feladatainak megoldása érdekében pályázatokat hirdet; javaslatokat tesz állami és társadalmi kitüntetések és díjak adományozására;
- k) saját alapítású érmeket és díjakat adományoz; a megpályázható, illetve javasolható díjakat a pályázat, illetve a javaslattétel határideje előtt legalább 45 nappal meghirdeti;
- l) kész arra, hogy fogadója és kezelője legyen a Társulat tevékenységét az alapító által megjelölt célokkal összhangban előmozdító alapítványnak;
- m) közhasznú céljai előmozdítása érdekében, azok megvalósítását nem veszélyeztetve vállalkozási tevékenységet folytat.

6. §

A Társulat az alábbi érmeket és díjakat adományozhatja:

- a) az *Eötvös Loránd Fizikai Társulat Érme*;
- b) „*A fizikai gondolkodás terjesztéséért*” elnevezésű érem;
- c) *Eötvös Plakett* elnevezésű emléktárgy;
- d) kimagasló tudományos kutatási eredmények vagy azok sikeres alkalmazásai elismerésére alapított, a Küldöttközgyűlés külön határozatában felsorolt társulati díjak;
- e) oktatási, közművelődési, tömegtájékoztatósi és ismeretterjesztési, tudománypolitikai területeken végzett eredményes tevékenység elismerésére alapított, a Küldöttközgyűlés külön határozatában felsorolt társulati díjak;
- f) a Társulat központi szervezésű fizikaversenyeinek díjai.

IV. A Társulat tagjai

7. §

- (1) A Társulat *rendes tagja* lehet minden természetes és jogi személy, aki a Társulat Alapszabályát magára nézve kötelezőnek ismeri el, közre kíván működni az abban foglalt célok valóra váltásában, és kéri a Társulat tagjai sorába történő felvételét. A felvételi kérelemben meg kell jelölni egy szakcsoportot és egy területi csoportot, amelyekben a tag a Küldöttközgyűlés küldötteinek megválasztásával kapcsolatos szavazati jogával élni kíván. A felvételi kérelemtől való döntés a Társulat Elnökségének hatáskörébe tartozik.

- (2) *Tiszteletbeli tagot* a Küldöttközgyűlés választ az Elnökség előterjesztésére azok közül a külföldön élő neves kutatók és tanárok közül, akik a magyarországi fizika és nemzetközi kapcsolatai fejlődését jelentősen elősegítették. A megválasztott tiszteletbeli tag a Társulat valamelyik rendezvényén székfoglaló előadást tart, ekkor veszi át a tiszteletbeli tagságról szóló oklevelet, és tiszteletbeli tagsága ekkor válik hatályossá. A tiszteletbeli tagok száma a negyvenet nem haladhatja meg, ebbe a létszámba a hetven éves kor felettiek nem számíthatnak be.
- (3) *Pártoló tagként* veszi nyilvántartásba a Társulat azokat a természetes és jogi személyeket, akik a Társulat tevékenységében közvetlenül nem kívánnak részt venni, de közcélú tevékenységét legalább három évre terjedő kötelezettségvállalás alapján anyagi eszközökkel támogatni kívánják.

8. §

- (1) A Társulat valamennyi tagjának kötelessége a Társulat Alapszabályában foglaltak betartása, a Társulat célkitűzéseinek valóra váltásában való közreműködés.
- (2) A Társulat rendes tagjai tagdíjfizetésre kötelezettek, a tagdíj összegét a Társulat Elnöksége évente határozza meg. A jogi személyiséggel rendelkező tagok évi tagdíjának összegét egyedi megállapodás alapján kell megállapítani. A tiszteletbeli tag tagsági díjat nem fizet.
- (3) Kedvezményes tagdíjat – melynek mértékét a Társulat Elnöksége határozza meg – fizetnek
- a nyugdíjasok;
 - a középiskolások;
 - az egyetemi és főiskolai, és szervezett doktori képzésben résztvevő hallgatók az első felsőfokú képesítésük megszerzését, illetve a doktori képzés lezárását követő naptári év végéig.
 - az általános- és középiskolai tanárok.
- (4) A kedvezményes tagdíjat fizető általános- és középiskolai tanárok tagdíjukon felül tagdíj-kiegészítést is fizetnek. A tagdíj-kiegészítés mértékét a Társulat Elnöksége határozza meg. A kedvezményes tagdíj és a tagdíj-kiegészítés együttes összege nem haladhatja meg a rendes tagok kedvezmény nélküli tagdíjának mértékét.

9. §

- (1) A Társulat rendes tagjai
- szavazati jogukkal küldötteik útján élve jogosultak részt venni a Küldöttközgyűlés döntéseinek meghozatalában és a Társulat tisztségviselőinek megválasztásában;
 - a Társulat tisztségeire – az összeférhetetlenségre vonatkozó szabályok figyelembevételével – előzetes beleegyezésükkel megválaszthatók;
 - a Társulat valamennyi testületéhez és szervezethez (ide értve a Küldöttközgyűlést is) javaslattal, írásos véleménnyel, kérelemmel stb. fordulhatnak;

- részt vehetnek a Társulat rendezvényein, a testületi szervek nyílt ülésein felszólalhatnak;
- a Társulat cél szerinti juttatásainak igénybevétele során jogosultak a Társulat tagjai számára megállapított kedvezmények igénybevételére.

- (2) A Társulat tiszteletbeli és pártoló tagjai a rendes tagok jogaival azonos jogokkal rendelkeznek azzal az eltéréssel, hogy a Társulat határozatainak meghozatalában – ide értve a tisztségviselők és küldöttek megválasztását is – szavazati joggal nem rendelkeznek és a Társulat tisztségeire nem választhatók meg.

10. §

- (1) A társulati tagság megszűnik
- a tag törlése,
 - a tag kilépése,
 - a tag halála,
 - a tagok sorából való kizárás esetén.
- (2) A Társulattól való kilépés szándékát a tagnak írásban kell közölnie a Társulat Elnökségével.
- (3) Törlendő az Elnökség utasítása alapján az a tag, aki két éves tagdíjhátralékát nem rendezi. A hátralék további egy éven belül történő rendezése esetén az így törölt tag tagságát az Elnökség jogfolytonosan helyreállíthatja.
- (4) Az Elnökség kizárhatja a Társulat tagjai közül azt,
- aki a Társulat Alapszabályát megsérti;
 - akinek a ténykedése ellentétes a Társulat célkitűzéseivel;
 - aki olyan magatartást tanúsít, ami őt a tagságra méltatlanná teszi.

Az Elnökség kizáró határozata ellen a kizárt tag a Társulat Küldöttközgyűléséhez fordulhat.

V. A Társulat szervezete

11. §

- (1) A *Szakcsoportok* a Társulatnak célkitűzései és feladatai hatékony és szakszerű ellátása érdekében szervezett, a fizika adott részterületén tevékenykedő társulati tagokat tömörítő, belső szakmai szervezetei. A Társulat szakcsoportjainak felsorolását a Küldöttközgyűlés külön határozata tartalmazza. Új szakcsoport alakítását, illetve meglévő megszüntetését az Elnökség előterjesztése alapján a Küldöttközgyűlés hagyja jóvá. A szakcsoport tagja lehet a Társulat minden tagja, aki a szakcsoport munkájában részt kíván venni és kéri a szakcsoport tagjaként való nyilvántartását. A szakcsoport legkisebb létszáma 10 fő lehet.
- (2) A szakcsoportok a Társulat tagjai mellett az adott tudományterület iránt érdeklődő más szakembereket is bevonhatnak munkájukba, akik azonban társulati tisztséget nem viselhetnek, a társulati tisztségviselők megválasztásában szavazati joggal nem rendelkeznek, és számuk nem számít be a szakcsoportnak a Küldöttközgyűlésre delegálható küldöttei számát meghatározó létszámába.

- (3) A szakcsoport taggyűlése négyévi időtartamra vezetőséget, továbbá elnököt és titkárt választ, akik a szakcsoport képviselőjére jogosultak. A szakcsoport elnöke és titkára ugyanarra funkcióra a közvetlenül következő négy éves ciklusra nem választható meg. A szakcsoport taggyűlése a szakcsoport működésének részletes szabályozása érdekében Szervezeti és Működési Szabályzatot alkothat, amelynek rendelkezései azonban nem lehetnek ellentétesek a Társulat Alapszabályában és ügyrendjében foglaltakkal. A szakcsoport Szervezeti és Működési Szabályzatát a Társulat Elnöksége fogadja el.
- (4) Amennyiben a szakcsoport a vezetőség megbízásának lejártaát követő 6 hónapon belül a tisztújítást nem végzi el, az Elnökség írásbeli figyelmeztetést küld. Ha a tisztújítás az ezt követő 3 hónapon belül sem történik meg, akkor az Elnökség a soron következő Közgyűlésen a Szakcsoport megszüntetésére tesz előterjesztést.
- (5) A rokon vagy kapcsolódó területeken működő szakcsoportok munkájuk koordinálása érdekében szükség szerint egyeztetik programjaikat, különös tekintettel önálló vagy közös rendezvényeikre. A rokon területű szakcsoportok a közös tevékenység kereteinek biztosítására állandó jellegű divíziókat alkothatnak. A Szakcsoportoknak a szakmai munka megkönnyítésére jogukban áll munkacsoportokat létrehozni. A munkacsoportok létrehozását a Szakcsoport SzMSz-ében kell szabályozni.
- (6) A szakcsoportok önálló jogi személyiséggel nem rendelkeznek, önálló gazdálkodást nem folytatnak. Működési költségeik fedezetéről a Társulat az éves költségvetési tervek alapján központilag gondoskodik.
- (7) A Társulatnak a 8. § (3) bek. b) és c) pontjai által meghatározott tagjait tömörítő Ifjúsági Csoportja állandó munkacsoport jelleggel működik.

12. §

- (1) A Társulat *Területi Csoport*jai a Társulat – tagjainak lakó-, illetve munkahelyük szerint szervezett – regionális (megyei, városi) szervezeti egységei. A területi csoportok felsorolását a Küldöttközgyűlés külön határozata tartalmazza. A területi csoport legkisebb létszáma 10 fő lehet. Új területi csoport alakítását, illetve meglévő megszüntetését az Elnökség javaslatára a Küldöttközgyűlés hagyja jóvá.
- (2) A területi csoportok önállóan rendezhetnek konferenciákat, előadásokat, vitauléseket, versenyeket, kiállításokat és ülésszakokat, foglalkoznak a fizikai kutatásokat, az oktatást és ismeretterjesztést érintő kérdésekkel. Együttműködnek a MTESZ-ben tömörült társegyesületek hasonló területi csoportjaival.
- (3) A területi csoportok önálló jogi személyiséggel nem rendelkeznek, működésük részletes szabályaival kapcsolatban a 11. § (3)–(5) bekezdéseiben foglaltakat kell értelemszerűen alkalmazni. Területi csoport elnöke és titkára egymást követő ciklusokra megkövetés nélkül újra választható.

VI. A Társulat vezető és felügyeleti szervei

13. §

- (1) A Társulat legfőbb szerve a *Küldöttközgyűlés*, amely jogosult dönteni bármely, a Társulatot érintő kérdésben.
- (2) A Társulat évente rendes Küldöttközgyűlést tart, minden második év Küldöttközgyűlése tisztújító. Az Elnökség indokolt esetben jogosult rendkívüli Küldöttközgyűlés összehívására, továbbá köteles 60 napon belül rendkívüli Küldöttközgyűlést összehívni, ha azt a Társulat tagjainak legalább egyharmad részét képviselő szakcsoportok és/vagy területi csoportok a cél megjelölésével, valamint az ezzel kapcsolatos előterjesztések és határozati javaslatok benyújtásával kéri.
- (3) A Küldöttközgyűlés küldötteit a Társulat szakcsoportjai és területi csoportjai választják meg minden tisztújító Küldöttközgyűlést megelőzően. A szakcsoportok és területi csoportok a 7. § (1) bekezdése szerint értelmezett első 10 szavazati jogú tagjuk után egy, majd minden további 20 szavazati jogú tagjuk után egy-egy küldöttet választanak. Az egyes szakcsoportokat és területi csoportokat az általuk választható küldöttek számáról a Társulat tagnyilvántartása alapján a Társulat titkársága a Küldöttközgyűlés előtt legalább 60 nappal értesíti. A küldöttek megbízatása a következő tisztújító Küldöttközgyűlésig szól. A feladatuk ellátásában akadályoztatott küldöttek helyett, vagy ha egy szakcsoport vagy területi csoport létszámának növekedése ezt indokolta teszi, az érintett szakcsoport vagy területi csoport időközben is új küldötte(ke)t választhat.
- (4) A Küldöttközgyűlés helyét és idejét, valamint a javasolt tárgysorozatot az Elnökség állapítja meg, és azt a főtítkár legalább 30 nappal a kitézött időpont előtt írásban közli a küldöttekkel és a meghívottakkal. Ugyancsak a főtítkár gondoskodik a Küldöttközgyűlés kiírásának közzétételéről a Társulat információs fórumain.
- (5) A Társulat tagjain kívül a Társulat bármely szakcsoportja vagy területi csoportja is jogosult a Küldöttközgyűléshez – a Küldöttközgyűlés időpontja előtt legalább 20 nappal írásban benyújtandó – javaslattal vagy kérelemmel fordulni.
- (6) A Küldöttközgyűlés ülése mindenki számára nyilvános, azon a társulat valamennyi tagja felszólalhat. A küldöttek egyharmadának indítványára a Küldöttközgyűlés elnöke zárt ülést rendelhet el, amelyen csak a Küldöttközgyűlés küldöttei, valamint az Elnökség és a Felügyelő Bizottság tagjai vehetnek részt.
- (7) A Küldöttközgyűlésen szavazati joggal a megválasztott küldöttek rendelkeznek.
- (8) A Küldöttközgyűlés határozatképes, ha a jelenlévők száma a szavazásra jogosultak 50%-át meghaladja. Ha a szabályszerűen összehívott Küldöttközgyűlés nem határozatképes, 40 napon belüli időpontra, azonos tárgysorozattal új Küldöttközgyűlést kell összehívni, amely az eredeti napirend szerinti kérdé-

sekben a megjelent szavazásra jogosultak létszámára tekintet nélkül határozatképes.

- (9) A Küldöttközgyűlés kizárólagos hatáskörébe tartozik
- a Társulat vezető tisztségviselőinek, valamint a Fizikai Szemle főszerkesztőjének felmentése, illetve megválasztása;
 - a Társulat beszámolójának és közhasznúsági jelentésének, valamint a Társulat munkatervének és költségvetésének jóváhagyása, az Elnökség évi beszámolójának és a Felügyelő Bizottság jelentésének elfogadása;
 - a Társulat Alapszabályának elfogadása és módosítása;
 - a Társulat nemzetközi kapcsolatainak elvi szintű szabályozása;
 - a Társulat tiszteletbeli tagjainak megválasztása;
 - tiszteletbeli elnök(ök) választása;
 - társulati érmek és díjak alapítása, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Érmének odaítélése;
 - öttagú jelölőbizottság választása a tisztújító Küldöttközgyűlést egy évvel megelőző Küldöttközgyűlésen;
 - döntés a Társulat hazai vagy nemzetközi szervezetekbe tagként való belépéséről, illetve ezekből való kilépésről;
 - döntés a Társulat más társadalmi szervezettel történő egyesüléséről, illetve a Társulat feloszlásáról;
 - döntés mindazokban a kérdésekben, amelyeket jogszabály vagy az Alapszabály a Küldöttközgyűlés mint a Társulat legfőbb szerve hatáskörébe utal.
- (10) A Küldöttközgyűlés ülését a Társulat elnöke, akadályoztatása esetén az erre felkért alelnök vezeti. A Küldöttközgyűlés előkészítésének és működésének részletes szabályait a Társulat Ügyrendje tartalmazza.
- (11) A Küldöttközgyűlés határozatait általában nyílt szavazással, egyszerű szótöbbséggel hozza meg, azonos kérdésben kialakult kétszeri szavazategyenlőség esetén a Küldöttközgyűlés levezető elnökének szavazata dönt. Titkos szavazással választja meg a Küldöttközgyűlés – funkció szerint külön-külön – a Társulat vezető tisztségviselőit. Titkos szavazásnál előadódó szavazategyenlőség esetén addig kell ismételn a szavazást, amíg döntés nem születik. Minősített, kétharmadot meghaladó többség szükséges a (9) bek. i) és j) pontjai alá tartozó döntés érvényességéhez.

A Küldöttközgyűlés határozathozatalában nem vehet részt az a személy, aki vagy akinek közeli hozzátartozója (Ptk. 685 § b) pont), élettársa (a továbbiakban együtt: hozzátartozó) a határozat alapján

- kötelezettség vagy felelősség alól mentesül, vagy
- bármilyen más előnyben részesül, illetve a megköthető jogügyletben egyébként érdekelt. Nem minősül előnynek a Társulat mint közhasznú szervezet cél szerinti juttatásai keretében a bárki által megkötés nélkül igénybe vehető nem pénzügyi szolgáltatás, illetve a Társulat mint társadal-

mi szervezet által tagjának, a tagsági jogviszony alapján nyújtott, létesítő okiratnak megfelelő cél szerinti juttatás.

- (12) A Küldöttközgyűlésről jegyzőkönyvet kell vezetni, amelyet a Küldöttközgyűlés elnöke, a jegyzőkönyvvezető, valamint a jelenlévő küldöttek közül erre felkért két hitelesítő ír alá. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell
- a Küldöttközgyűlés elfogadott napirendjét;
 - a jelenlévő szavazásra jogosultak számát, valamint a jelenlévők teljes számát;
 - az elhangzott előterjesztések és felszólalások kivonatos szövegét;
 - a Küldöttközgyűlés határozatainak teljes szövegét, a döntések személyi és időbeli hatályát,
 - az egyes döntésekkel kapcsolatban lefolytatott szavazás során a támogatók és ellenzők, valamint a szavazástól tartózkodók számát;
 - a Küldöttközgyűlés lefolytatásával kapcsolatos egyéb érdemi információkat (például zárt ülés elrendelése és annak időtartama stb.).
- (13) A Küldöttközgyűlés jegyzőkönyvét és határozatait a Társulat irattárában – hozzáférésre és betekintésre alkalmas módon – kell elhelyezni. A Küldöttközgyűlés kivonatos jegyzőkönyvét és határozatainak teljes szövegét a Fizikai Szemlében meg kell jelentetni, továbbá a Társulat hálózati információs rendszerén is hozzáférhetővé kell tenni.

14. §

- A Társulat végrehajtó és képviselői szerve az *Elnökség*, amely két Küldöttközgyűlés között – a Küldöttközgyűlés határozatainak és az Alapszabályban foglaltaknak megfelelően – irányítja a Társulat tevékenységét.
- Az Elnökség – kivéve a 27. § (3) bek. szerinti átmeneti időszakot – 10 tagból áll, tagjai
 - a Társulat elnöke és három alelnöke;
 - a megválasztott, illetve leköszönő elnök a 17. § (1) bekezdésben foglaltak szerint;
 - a Társulat főtitkára és négy főtitkárhelyettese.
- Az Elnökség szükség szerint, de – a júniustól augusztusig terjedő időszak kivételével – legalább havonta egy alkalommal ülésezik. Az Elnökség ülését 15 nappal az ülést megelőzően a Társulat főtitkára hívja össze a napirend közlésével, az Elnökség üléseit a Társulat főtitkára vezeti. Az Elnökség ülései nyilvánosak, de a személyi kérdéseket érintő napirendi pontok vonatkozásában, továbbá a jelenlévők egyharmadának az indítványára az ülés elnöke zárt ülést rendelhet el. Az ülés határozatképes, ha azon az Elnökség legalább hat tagja jelen van. Az ülés határozatait általában nyílt szavazással és egyszerű szótöbbséggel hozza, azonos kérdésben kialakult kétszeri szavazategyenlőség esetén az ülés levezető elnökének a szavazata dönt. Személyi kérdésekben az ülés elnöke titkos szavazást rendelhet el. Titkos szavazásnál előadódó szavazategyenlőség esetén addig kell ismételn a szavazást, amíg döntés nem

születik. Az Elnökség ülésein tanácskozási joggal részt vesz a Felügyelő Bizottság elnöke.

Az Elnökség határozathozatalában nem vehet részt az a személy, aki vagy akinek közeli hozzátartozója (Ptk. 685. § b) pont), élettársa (a továbbiakban együtt: hozzátartozó) a határozat alapján

a) kötelezettség vagy felelősség alól mentesül, vagy
b) bármilyen más előnyben részesül, illetve a megkötendő jogügyletben egyébként érdekelt. Nem minősül előnynek a Társulat mint közhasznú szervezet cél szerinti juttatásai keretében a bárki által megkötés nélkül igénybe vehető nem pénzügyi szolgáltatás, illetve a Társulat mint társadalmi szervezet által tagjának, a tagsági jogviszony alapján nyújtott, létesítő okiratnak megfelelő cél szerinti juttatás.

- (4) Az Elnökség üléseiről jegyzőkönyvet kell vezetni, amelyet a főtítkár és a jegyzőkönyvvezető ír alá. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell
- az ülés napirendjét, az elhangzott előterjesztések és hozzászólások fő tartalmi elemeit;
 - az Elnökség döntéseit, azok személyi és időbeli hatályát;
 - a szavazás(ok) eredményét, nyílt szavazásnál az adott előterjesztést támogatók és ellenzők, valamint a szavazás során tartózkodók személyét.
- (5) Az Elnökség hatáskörébe tartozik és feladata
- a Küldöttközgyűlés elé terjesztendő beszámolók és javaslatok kidolgozása, a Küldöttközgyűlés előkészítése;
 - az éves költségvetés meghatározása és a Küldöttközgyűlés elé terjesztése;
 - a Küldöttközgyűlés határozatainak végrehajtása, a Társulat folyamatos működésének biztosítása;
 - a Társulat testületi képviselete;
 - a Társulatot érintő meghívás esetén felhatalmazás adása a Társulat nevében történő reprezentatív megjelenésre;
 - a vezető tisztségviselők közötti munkamegosztás kialakítása;
 - adott feladatot ellátó alkalmi vagy állandó munkabizottságok létrehozása;
 - a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok Bizottsága két fizikus tagjának, valamint a lap Fizika Rovata szerkesztőjének a Társulat tisztújítását követően 4 év időtartamra történő megválasztása;
 - a Társulat alkalmazotti létszámának megállapítása;
 - döntés a nemzetközi kapcsolatok kérdéseiben, ha ezek a Küldöttközgyűlés által elfogadott elvi alapokon folytathatók;
 - a tagsági díjak évi összegének meghatározása;
 - döntés – a főtítkár egyetértésével – a Társulat alkalmi kiadványainak megjelentetéséről;
 - a szakcsoportok és területi csoportok munkájának segítése és folyamatos figyelemmel kísérése, Szervezeti és Működési Szabályzatuk jóváhagyása;

- a társulati díjak és jutalmak összegének évenkénti meghatározása;
- a tagfelvételi kérelmek elbírálása, döntés a tagok törléséről vagy a tag kizárásáról;
- a Társulat ügyrendjének elfogadása.

15. §

A Társulat tisztségviselőinek konzultációs fóruma az Elnökségnek a Társulat szakcsoportjai és területi csoportjai valamint a tisztségviselőinek, a Fizikai Szemle főszerkesztőjének, a Felügyelő Bizottság tagjainak és a Társulat tiszteletbeli elnökeinek, továbbá a Társulat előző főtítkárnak meghívásával kibővített ülése, amely azonban döntési jogkörrel nincs felruházva.

16. §

- (1) A Társulat ellenőrző testületi szerve a *Felügyelő Bizottság*, amelynek hatáskörét a Khtv. 11. §-a határozza meg.
- (2) A Küldöttközgyűlés által megválasztott Felügyelő Bizottság öt tagból áll, elnökét tagjai sorából maga választja. A Felügyelő Bizottság saját ügyrendjét és eljárási módját maga határozza meg. Működésére nézve az Elnökség számára megállapított általános működési szabályok értelemszerűen alkalmazandók.

VII. A Társulat tisztségviselői és feladatköriük

17. §

- (1) A Társulatnak a Küldöttközgyűlés által kétévi időtartamra, ugyanarra a funkcióra további két évvel meghosszabbíthatóan választott vezető tisztségviselői
- a) a Társulat elnöke;
 - elnöki megbízásának lejártát követően a következő elnökválasztó Küldöttközgyűlésig a leköszönő elnök;
 - megválasztását követően a hivatalba lépéséig a megválasztott elnök;
 - a Társulat három alelnöke;
 - a Társulat főtítkára;
 - a Társulat négy főtítkárhelyettese;
 - a Felügyelő Bizottság öt tagja.
- (2) A Társulat további tisztségviselői a szakcsoportok és a területi csoportok elnökei és titkárai.
- (3) A választott tisztségviselők jelölésénél és megválasztásánál a Khtv. 8. és 9. §-aiban foglalt összeférhetlenségi szabályokat figyelembe kell venni, azoktól érvényesen eltérni nem lehet.
- (4) Az elnököt, illetve a többi vezető tisztségviselőt választakozva, egymást követő naptári években tartott Küldöttközgyűlés választja meg. Az elnök megbízása nem hosszabbítható meg.
- (5) Amennyiben vezető tisztségviselőt választanak elnöknek, ugyanazon a Küldöttközgyűlésen meg kell választani az új tisztségviselőt is. Az időközben választott vezető tisztségviselő ilyen módon lerövidült első ciklusa az (1) bek. szerinti újráválasztás szempontjából teljes ciklusnak számít.

18. §

- (1) A Társulat elnöke
 - vezeti a Küldöttközgyűlés üléseit;
 - önállóan képviseli a Társulatot;
 - ellenőrzi a vezető szervek összehívásában és munkájában az Alapszabály előírásainak megtartását, továbbá a vezető szervek határozatainak végrehajtását;
 - vezeti az elnökség üléseit.
- (2) A Társulat alelnökei
 - az elnököt akadályoztatása esetén helyettesítik;
 - az Elnökség által kialakított munkamegosztás szerint meghatározott részterületen figyelemmel kísérik és koordinálják a Társulat tevékenységét.

19. §

- (1) A Társulat főtitkára
 - előkészíti és összehívja az Elnökség üléseit;
 - a Társulat vezető szerveinek ülései között, azok határozatainak megfelelően, folyamatosan intézi a Társulat ügyeit;
 - az Elnökség közreműködésével előkészíti a Társulat Küldöttközgyűlését, gondoskodik a határozatok végrehajtásáról;
 - felügyeli a Társulat titkárságának tevékenységét, a tudományos titkárral és az ügyvezető titkárral, valamint a Titkárság beosztott munkatársaival szemben a munkáltatói jogkört gyakorolja;
 - a Társulatot önállóan képviseli;
 - banki utalványozásra bármelyik elnökségi taggal vagy az ügyvezető titkárral együtt jogosult.
 - a Társulat gazdálkodására érvényes szabályok szerint vesz részt az éves költségvetés tervezésében, minden év február 28-ig az Elnökség elé terjeszti a Társulat gazdálkodási tervét és költségvetését, továbbá legkésőbb a tárgyévet követő május 30-ig a Társulat gazdálkodásáról szóló beszámolót;
 - általánosságban is felelős a Társulat beszámolóinak és közhasznúsági jelentésének elkészítéséért és a Küldöttközgyűlés elé terjesztéséért;
 - felelős a Társulatnak a Küldöttközgyűlés által jóváhagyott költségvetése előirányzatainak rendeltetésszerű és a pénzügyi előírásoknak megfelelő felhasználásáért;
 - felelős személyként gondoskodik a Társulat működési módjával, beszámolóival, szolgáltatásai igénybevételének módjával kapcsolatos közlések nyilvánosságra hozataláról, a testületi szervek határozatainak az érintettekkel írásban, igazolható módon való közléséről.
- (2) A főtitkárnak a Társulatra vonatkozó jogszabályokban szabályozott módon a Társulat vezető szervei, valamint a felügyeletre és ellenőrzésre jogosult állami szervek előtt viselt felelőssége a Küldöttközgyűlés által megválasztott új főtitkárral végrehajtott munkakör átadást-átvételt lezáró jegyzőkönyv aláírásával szűnik meg.

- (3) A főtitkárhelyettesek hatáskörét a főtitkár javaslatára az Elnökség állapítja meg. A főtitkárt távolléte vagy akadályoztatása esetén – megbízása alapján – a főtitkárhelyettesek egyike helyettesíti.

20. §

A Fizikai Szemle főszerkesztője

- közreműködik a Társulat publikációs politikájának formálásában;
- irányítja a szerkesztőbizottság munkáját, érvényre juttatva a Társulat publikációs politikáját;
- rendszeresen tájékoztatja a Társulat elnökségét a lap szerkesztésével és terjesztésével kapcsolatos kérdésekről.

VIII. A Társulat titkársága és működése, az iratkezelés szabályai

21. §

- (1) A Társulat Titkársága a tudományos titkárból, az ügyvezető titkárból és a beosztott munkatársakból áll. A munkaviszonyukkal kapcsolatos kérdésekben a Munka Törvénykönyvről szóló 1992. évi XXII. törvény mindenkor hatályos szövegének előírásai alkalmazandók.
- (2) A tudományos titkár és az ügyvezető titkár valamint a munkatársak munkaköri kötelességeit, a hatályos rendelkezésekben szabályozott anyagi felelősségüket, a Társulat ügyviteli rendjének keretében gyakorolható jogaikat munkaköri leírásuk tartalmazza. Velük szemben a munkáltatói jogokat a Társulat főtitkára gyakorolja, munkaköri leírásukat a főtitkár az Elnökséggel egyetértésben határozza meg.
- (3) A beosztott munkatársak munkáját felelős személyként az ügyvezető titkár irányítja. A beosztott munkatársak kötelességeit munkaszerződésük és munkaköri leírásuk tartalmazza, munkaköri leírásukat az ügyvezető titkár javaslata alapján a főtitkár határozza meg.
- (4) A Titkárság általános feladata
 - a Társulat működésével, ügyvitelével, iratkezelésével és gazdálkodásával kapcsolatos feladatok ellátása;
 - a Társulat vezető szervei döntéseinek összegyűjtése az irattári rendszeren belül elkülönített Határozatok Tárában;
 - a Társulat beszámolóinak, vezető szervei határozatainak valamint a Társulat működésével kapcsolatos iratoknak a nyilvánosság számára hozzáférhetővé tétele a Khtv. és a jelen Alapszabály előírásainak megfelelően.

22. §

A Társulat működésével kapcsolatban keletkezett iratokat azok jellegétől függően a Titkárság vagy – funkciójából adódóan – az irat készítője őrzi meg és gondoskodik iktatásukról. A funkcióból adódóan megőrzött iratokat a funkció megszűnése esetén a Titkárságnak, személycseréje esetén az utódnak kell átadni további megőrzésre.

IX. A Társulat kiadványai

23. §

- (1) A *Fizikai Szemle* – mint az 1891-ben alapított Matematikai és Fizikai Lapok jogutódja – a Társulat havonként megjelenő hivatalos folyóirata. A Fizikai Szemlét a Társulat a Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztályának, a Magyar Biofizikai Társaságnak, az Oktatási Minisztériumnak és a Magyar Fizikus Hallgatók Egyesületének támogatásával adja ki. A főszerkesztőt a Küldöttközgyűlés választja meg. A Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztálya két tagot jogosult delegálni a szerkesztőbizottságba. A szerkesztőbizottság többi tagját, illetve a szerkesztőket a főszerkesztő előterjesztése alapján az Elnökség bízza meg.
- (2) A Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok a Bolyai János Matematikai Társulat és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat közös folyóirata.
- (3) A FIZINFO/ELFT Híradó a Társulat számítógép-hálózati levelezési listája. A Társulat hálózati információs rendszere magában foglalja továbbá a központi, szakcsoport és területi csoport honlapokat is. A hálózati információs rendszer fejlesztési elveit az Internet Koordinációs Munkacsoport alakítja ki, amelynek tagjait a szakcsoportok és területi csoportok javaslata alapján, elnökét a Társulat Elnökségének előzetes jóváhagyásával a főtítkárral bízza meg. A rendszert társulati információkkal a tudományos titkárral látja el.
- (4) A Társulat egyéb, alkalmi vagy időszakos kiadványai megjelentetéséről az Elnökség dönt, a döntéssel kapcsolatban a főtítkárt egyetértési jog illeti meg.

X. Határozatok és nyilvánosság

24. §

- (1) A Társulat Küldöttközgyűlésének és Elnökségének mint a Társulat vezető testületi szerveinek döntéseit a Titkárság gyűjti össze a Határozatok Tárában. Itt kell nyilvántartani
 - a döntések tartalmát;
 - a döntés meghozatalának időpontját, személyi és időbeli hatályát;
 - a döntés meghozatala során a támogatók és ellenzők, valamint a tartózkodók számarányát, nyílt szavazás esetén személyük megnevezését.
- (2) A testületi szervek döntéseit az Elnökség a székhelyén elhelyezett hirdetőtáblán hozza nyilvánosságra, az érintettekkel írásban, igazolható módon való közléséről a Társulat főtítkára gondoskodik.
- (3) A Társulat beszámolóiba és közhasznúsági jelentésébe valamint a Társulat működésével kapcsolatos dokumentációs anyagokba – összességükben a Khtv. előírásai szerint nyilvánosnak tekintendő iratokba – a Társulat székhelyén, előre egyeztetett időpontban bárki korlátozás nélkül betekinthez, azokról saját költségére másolatot készíthet.
- (4) A Társulat működésének és szolgáltatásai igénybevételének módjáról, valamint beszámolóiról internet honlapján tájékoztatja a nyilvánosságot.

XI. A Társulat vagyona, gazdálkodása

25. §

- (1) A Társulat vagyonnal és vagyonértékű jogokkal rendelkezik, vagyonával és eszközeivel – a Küldöttközgyűlés által elfogadott éves gazdálkodási terv és költségvetés alapján – a társadalmi és közhasznú szervezetekre érvényes jogszabályok előírásai szerint gazdálkodik.
- (2) A Társulat működési kiadásait a tagsági díjakból, a rendelkezésére bocsátott támogatásokból és a Társulat tevékenységével kapcsolatos egyéb bevételekből fedezi.
- (3) A Társulat vállalkozási tevékenységet csak közhasznú céljai elérése érdekében, azokat nem veszélyeztetve végezhet.
- (4) A Társulat befektetési tevékenységet nem folytat.
- (5) A Társulat gazdálkodása során elért eredményét nem osztja fel, azt kizárólag a jelen Alapszabály 3.–4. §-aiban meghatározott célú tevékenységre fordítja.
- (6) A Társulat gazdálkodását a Felügyelő Bizottság ellenőrzi, a gazdálkodás részletes szabályait a Társulat Ügyrendje tartalmazza.

XII. A Társulat megszűnése

26. §

- (1) A Társulat megszűnik, ha
 - a) a Társulat feloszlásáról jogerős bírósági határozat intézkedik;
 - b) a Közgyűlés minősített többséggel hozott határozata – a jogutód megnevezésével – a Társulat feloszlásáról vagy más társadalmi szervezettel történő egyesüléséről rendelkezik.
- (2) A Társulat jogutód nélküli megszűnése esetén a Társulat vagyonának hovatartozásáról a Küldöttközgyűlés minősített többséggel dönt, de a vagyon csak a Társulat eredeti célkitűzéseivel összhangban álló célokra használható fel.

XIII. Hatályba léptető rendelkezések

27. §

- (1) A 2005. évben tartandó Küldöttközgyűlésen esedékes elnökválasztáskor megválasztandó elnök már nem választható újra, de leköszönő elnökként egy további évig az elnökség tagja lesz.
- (2) A 2005. évben tartandó Küldöttközgyűlés három alelnököt választ.
- (3) A 2006. évben tartandó Küldöttközgyűlés az Elnökség kivételesen kilenc tagból áll.

28. §

- (1) A jelen Alapszabályt a Társulat Küldöttközgyűlése 2004. június 5-én fogadta el.
- (2) A jelen Alapszabály hatálybalépésével a Társulat 1999. február 8-án elfogadott korábbi alapszabálya érvényét veszti.



jövönk

energiája



Paksi Atomerőmű Rt.

www.atomeromu.hu