

SUGÁRVÉDELEM A KÖZÉPISKOLÁBAN ÉS AZ ÉRETTSÉGIN: JÓL VAN ÚGY, AHOGY VAN?

Papp Zoltán
Debreceni Egyetem – ATOMKI
Kihelyezett Környezetfizikai Tanszék

A sugárvédelem fogalma megjelenik a magyar közoktatás tananyagában. De vajon jó-e, hogy megjelenik, jól jelenik-e meg, szükséges-e megjelenése? Szerintem mindhárom kérdésre nem a válasz. E véleményemet az alábbiakban próbálom indokolni. Ehhez nézzük meg először, hogy mi a „sugárvédelem” szó jelentése az általános és a szakmai közvélekedés szerint.

Mi a sugárvédelem?

A *Magyar értelmező kéziszótár* tömör megfogalmazása szerint a sugárvédelem: „sugárátalmak elleni védekezés” [1]. A *Környezetvédelem lexikon* szócikke ennél csak kevésbé bővebb és nagyjából azonos értelmű: „az ionizáló sugárzás káros hatásának korlátozására irányuló intézkedések sorozata” [2]. E meghatározások abból a tapasztalatból indulnak ki, hogy az ionizáló sugárzás az élő szervezetekre káros hatást gyakorol, és megfogalmazzák e hatás korlátozásának, illetve az ellene való védekezésnek az igényét. Mindkét definíció szerint a sugárvédelem e káros hatás korlátozására, kivédésére irányuló *cselekvés*. Egy kevésbé rangos internetes értelmező szótár, a *Lapoda lexikon* értelmezése nagyjából egybecseng az előbbiekkkel [3]: „A munka- és környezetvédelem egyik ága, a környezetre, elsősorban az életfolyamatokra káros sugárzások megelőzésével, felderítésével foglalkozik.” E meghatározás kevésbé hangsúlyozza a cselekvés mozzanatát, jobban megengedi azt, hogy a fogalomba beleértjük a cselekvést megalapozó tevékenységeket is. A *Wikipédia* magyar nyelvű változatában [4] egyelőre nem szerepel a „sugárvédelem”.

Az angol nyelvű, általános tematikájú nagy értelmező szótárak közül az *Encyclopedia Britannica* online-változatában [5] és a *Merriam-Webster's Online Dictionary*-ben [6] nem található meg a „sugárvédelem” angol megfelelője, a „radiation protection”. Az utóbbitól független *Webster's Online Dictionary* [7] az angol nyelvű *Wikipedia* [8] meghatározását vette át, ami szerint „Ra-

diation protection, sometimes known as radiological protection, is the science of protecting people and the environment from the harmful effects of ionizing radiation, ...” (A sugárvédelem, vagy másképpen radiológiai védelem annak tudománya, hogyan védjük az embereket és a környezetet az ionizáló sugárzás ártalmas hatásaitól, ...). Ez a definíció eltér a fenti magyar forrásokétól, hiszen eszerint a sugárvédelem egy tudomány(ág). A tudományos-technikai fogalmaknak egy tekintélyes szakszótára, a *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology* online változatának [9] „radiation protection” szócikke alatt a következő olvasható: „Precautionary actions, measures or equipment implemented to guard or defend people, property and natural resources from the harmful effects of ionizing energy.” (Az embereknek, az értékeknek és a természeti erőforrásoknak az ionizáló energia ártalmas hatásaitól való megvédése vagy megőrzése érdekében hozott, illetve rendszeresített óvintézkedések, rendszabályok és felszerelés.) Ez tartalmilag a magyar nyelvű forrásokéhoz áll közelebb, mert a gyakorlati oldalt hangsúlyozza az elméleti, tudományos megalapozással szemben.

A téma egyik hazai szakértője néhány éve a *Fizikai Szemlé*ben megjelent írásában [10] foglalkozott a sugárvédelem jelentésével. Így fogalmazott: „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 (...) foglalkozó természettudományi terület,
- védelmi jellegű terület, ahol...”.

További források felkutatásával a sugárvédelem jelentéstartalmát még pontosabban feltárhatnánk, de az már az eddigiekből is látszik, hogy a fogalom meghatározásai különböző helyeken nem teljesen egybehangzóak. A fentiekből úgy tűnik, mintha a sugárvédelemnek lenne egy szűkebb és egy tágabb értelmezése is. A szűkebb értelmezés szerint a sugárvédelem nagyjából az ionizáló sugárzások ártalmas hatásaitól való védekezést (intézkedések, tevékenységek, felszerelések stb.) jelenti. Tágabb értelmezése szerint azonban hozzá tartoznak még a védekezést megalapozó és támogató kiegészítő tevékenységek is (ismeretek gyűjtése, tudományos kutatás, szervezetépítés, módszerek és eszközök fejlesztése stb.). Úgy tűnik

A *Fizikai Szemle* szerkesztőbizottsága az 1972-ben meghirdetett VÉLEMÉNYEK sorozatát az olvasók kérésére tovább folytatja ez évben is. A szerkesztőbizottság állásfoglalása alapján „a *Fizikai Szemle* feladatát vállalja el, hogy teret nyit a fizikai kutatásra és fizika oktatására vonatkozó véleményeknek, ha azok értékes gondolatokat tartalmaznak és építő szándékúak, függetlenül attól, hogy egyeznek-e a lap szerkesztőinek nézetével, vagy sem”. Ennek szellemében várjuk továbbra is olvasóink, várjuk a magyar fizikusok leveleit.

továbbá, hogy az általános közvélekedés inkább a szűkebb értelmezést preferálja, a tágabb értelmezés pedig a sugárvédelemmel foglalkozó szakmai közönségben elterjedtebb.

A sugárvédelem helyéről

Ahhoz, hogy a sugárvédelem fogalmának közoktatás-beli szerepléséről megalapozott véleményt alkothassunk, a továbbiakban vizsgáljuk meg azt is, hogy az átlagember életében milyen szerepe van a sugárvédelemnek. Ennek csak a sugárvédelem szűkebb jelentésével kapcsolatban van értelme. Konkrétan azt kérdezhetjük, hogy hol és mikor indokolt védekeznünk az ionizáló sugárzás ellen, és mit érdemes vagy kell erről tudnunk.

A válaszok kereséséhez az első fontos, figyelembe veendő körülmény az, hogy hol és mikor van jelen ionizáló sugárzás környezetünkben. A témával foglalkozó szakemberek már mintegy száz éve tudják, hogy mindenütt és mindig! A környezeti ionizáló sugárzások a 20. század előtt kizárólag természetes eredetű (részben földi, részben földön kívüli) forrásokból származtak. A 20. században az ember nukleáris technológiája segítségével némileg megnövelte e sugárzások mennyiségét, de túlnyomó hányaduk ma is természetes (az ember tevékenységétől független) eredetű. A természetes ionizáló sugárzások földi forrásai, a radioaktív izotópok a környezet minden anyagában ott vannak, és a világűrbeli érkező kozmikus sugárzás is mindig elér mindenhová. Környezetünkben nem találunk egyetlen olyan helyet sem, amit ne járna át állandóan ionizáló sugárzás. Már csak azért sincs esélyünk menekülni előle, mert saját testünkben is jelentős mennyiségben vannak (túlnyomóan természetes eredetű) radioaktív izotópok. Ezek állandóan ionizáló sugárzásokkal bombáznak bennünket belülről.

Az ionizáló sugárzás tehát mindenütt és mindig jelen van. Akkor hát mindenütt és mindig védekezni kell ellene? Nem, dehogyan is! A sugárzás *mennyiségétől* függ, hogy indokolt-e védekezni. A várható egészségi ártalom ugyanis a sugárzás mennyiségével nő, és – egyszerűen fogalmazva – védekezni csak ott kell, ahol a sugárzás *veszélyesen nagy* mennyiségben van jelen. De hogyan dönthető el, hogy a sugárzás helyi mennyisége veszélyesen nagy-e vagy sem? Ez nem egyszerű ügy, mert a veszély a sugárzás mennyiségével folytonos és sima függvény szerint nő, és szubjektív megítélésen alapuló megegyezés tárgya, hogy a veszély mely szintjét tartjuk még megengedhetőnek, illetve már korlátozandónak.

A veszély relatív dolog. Életünk során számtalan különféle forrásból leselkednek ránk kisebb-nagyobb veszélyek, és mi felnőtt korunkra megtanuljuk ezeket egymáshoz viszonyítani. Valamelyest érezzük, hogy mi a kevésbé, és mi a jobban veszélyes. A veszély mértékét az emberi populációra átlagolt elvesztett életevekben, vagy az életminőség romlásának a populációra átlagolt fokában számszerűsítjük. A bennünket érő

hatások közül azokat tekinthetjük köznapi értelemben veszélyesnek, amelyek e mutatóik értékét tekintve a többiek tömegéből feltűnően kiemelkednek.

Veszélyesnek ítélető-e ilyen alapon a környezeti ionizáló sugárzás természetes eredetű hányada, amit gyakran természetes háttérsugárzásként emlegetnek? A tudomány ebben még nem jutott végleges álláspontra, de ma az a többségi vélemény, hogy a természetes háttérsugárzás általában (annak átlagos szintjén) nem veszélyes, mert az élőlényeknek az evolúció során módjuk volt hatékonyan alkalmazkodni ehhez a környezeti körülményhez. Nem lehetetlen ugyan, hogy ha az ionizáló sugárzás a környezetből egyszer csak eltűnne, akkor az ember átlagos élettartama és életminősége némileg növekedne, de akár ennek ellenkezője is elképzelhető. Ebben a tudomány még bizonytalan. Az viszont ennél bizonyosabbnak tűnik, hogy ha az ember megpróbálná különféle módon csökkenteni a természetes háttérsugárzás rá gyakorolt hatását (pl. sugárzásárnyékoló ruházat viselésével, a belélegzett levegő megszűrésével, a radioaktív izotópoknak a táplálékból való kivonásával stb.), az más utakon nagyobb életév-veszteséget, illetve életminőség-romlást okozna neki, mint amennyi a sugárzás hatásának csökkenéséből eredő esetleges nyereség/javulás lenne. A természetes háttérsugárzás mennyisége nem mindenütt egyforma, helyről-helyre változhat, néhol az átlag sokszorosa is lehet. Ilyen helyeken a tőle származó veszély olyan mértékűre nőhet, ami már indokoltá tehet védelmi intézkedéseket.

Szükség van-e tehát védelemre a természetes háttérsugárzás ellen? A fentiek szerint általában, annak átlagos (vagy ehhez közeli) szintjén, nem indokolt, nem érdemes védekezni ellene. Sugárvédelemre olyan helyeken lehet szükség, ahol az ionizáló sugárzás mennyisége – leginkább valamilyen emberi tevékenység nyomán – az átlagos természetes szint sokszorosára nő. Ezek a helyek a legtöbb esetben valamilyen (a nukleáris technika módszereit alkalmazó vagy röntgensugár-forrásokat használó) *sugárveszélyes munkahelyek*, ahol az ott dolgozók vagy az alkalmilag odalátogatók vannak kitéve időlegesen a természetnél sokszor nagyobb mennyiségű ionizáló sugárzásnak.

Az átlagembert jórészt (egyes orvosi műveletek és ritka sugárbaeseti helyzetek kivételével) csak a természetes háttérsugárzás éri. Kell-e akkor neki találkoznia a sugárvédelemmel, és ha igen, hogyan?

A „sugárvédelem” szóösszetétellel való találkozás a „sugár” és „védelem” szavak ennyire szoros kapcsolata miatt a kevés tárgyismerettel bíró laikusban könnyen kialakíthatja azt a téves vélekedést, hogy az ionizáló sugárzás általában (mennyiségétől függetlenül) veszélyes, félni való dolog. Ezért ettől a találkozástól a lakosság körében kedvezőtlen reakciók várhatók. Szerintem a laikus lakossággal való kommunikációban kerülni kellene a sugárvédelem szó használatát! Ha ez mégis szükségessé válik, akkor a szót csak szűkebb értelmében szabadna használni, éreztetve, hogy a sugárzás ellen védekezni csak olyan helyeken szükséges, ahol a sugárzás a természeteshez képest sokszoros mennyi-

Az OKM gimnáziumi fizika kerettantervének kapcsolódó része [11].

Magfizika	
Az atommag szerkezete	A nukleonok (proton, neutron), a nukleáris kölcsönhatás jellemzése. Tömegdefektus.
A radioaktivitás	Alfa-, béta- és gamma-bomlás jellemzése. Aktivitás fogalma, időbeli változása. <i>Radioaktív sugárzás környezetünkben, a sugárvédelem alapjai.</i> A természetes és mesterséges radioaktivitás gyakorlati alkalmazásai.
Maghasadás	A maghasadás jelensége, láncreakció, sokszorozási tényező, atombomba, atomerőmű. Az atomenergia felhasználásának előnyei és kockázata.
Magfúzió	A magfúzió jelensége, a csillagok energiatermelése. A hidrogénbomba.

A dőlt betűkkel való kiemelés a cikk szerzőjétől származik.

ló sugárzások ebben az *A radioaktivitás* alfejezet cím alatt jelennek meg, mint „radioaktív sugárzás”. A tanterv megfogalmazója az idevonatkozó *Radioaktív sugárzások környezetünkben* formájú első feléhez közvetlenül kapcsolta hozzá az *a sugárvédelem alapjai* második felet. A sugárvédelmet itt bizonyára annak tágabb jelentésében értette, de így a mondat egésze szerencsétlen módon azt sugallja, hogy a környezetünkben előforduló „radioaktív sugárzás” ellen védekezni kell. A helyénvaló megfogalmazás valami ilyesmi lehetett volna: ionizáló sugárzások környezetünkben és ezek hatásai. Tekintve, hogy a környezetben előforduló ionizáló sugárzások jelentős hányada nem radioaktivitásból keletkezik, szerencsésebb lett volna a róluk szóló mondatot egy külön kis alfejezetbe kiemelni (az *A radioaktivitás* után), amelynek címe ez lehetett volna: Ionizáló sugárzások.

Az OKM háttérintézményeként működő Oktatási Hivatal úgynevezett részletes érettségi követelményeket ad közre [12]. Ezek szabályozzák tartalmilag az érettségi vizsgákat és az azokra való felkészülést. Ennek fizika tantárgyi fejezete a számon kért témák között témacímként nevezi meg a sugárvédelmet (lásd a 2. táblázatban) úgy, hogy ez alá sorolja be részfogalomként a háttérsugárzást. Nyilván itt is arról van szó, hogy a sugárvédelem szót a témához kapcsolódó ismeretek összefoglaló megnevezésére használják, azonban ez az eljárás túlságosan kiemeli a védelem mozzanatát, amit kiterjeszt a háttérsugárzásra is, azt sugallva, hogy a háttérsugárzás ellen is védekezni kell. A követelmények kifejtésében a háttérsugárzás eredetének megfogalmazását szerencsétlen módon itt is közvetlenül követi a védelem szükségességének ismertetése.

A *Sugárvédelem* témacím helyett itt *Ionizáló sugárzások* kellett volna használni. Emellett a logika megkövetelné, hogy a témák között első helyre az ionizáló sugárzások meghatározása kerüljön, ezt kövesse a háttérsugárzás és eredete, és majd csak ezek után kerüljenek sorra a sugárterhelés és a dóziszfogalmak. A követelmények kifejtésének elején is az ionizáló sugárzások meghatározásának kellene lennie (a sugárzások közül melyek tartoznak ide és melyek nem). Ezt a háttérsu-

ségben van jelen (pl. egyes orvosi műveleteknél). Nem lenne szabad sugárvédelemről beszélni a lakosságnak az ionizáló sugárzások tulajdonságaival, a sugárzás és az anyag kölcsönhatásával, vagy a természetes háttérsugárzással kapcsolatban.

Az jó, ha a lakosság tud a természetes háttérsugárzás létéről és mértékéről, mert ez segítheti abban, hogy ne féljen túlzottan a radioaktivitástól és az ionizáló sugárzásoktól. Az viszont rossz következményekkel jár, ha gondatlan ismeretközléssel félelmet keltünk a lakosságban általában az ionizáló sugárzásokkal és közvetve azok forrásaival szemben. Hiszen a természetes háttérsugárzástól nem lehet mentesülni (ellentétben pl. a cigarettafüsttel), és ha a lakosság fél ennek hatásától, a szorongás jobban betegítheti, mint maga a sugárzás. Másrészt a lakosságban alaptalan ellenérzések, félelmek keletkezhetnek az ionizáló sugárzásokkal „szennyezett” technológiákkal szemben, mint amilyen az atomenergetika, és ez jelentős akadályt emelhet a fenn tartható gazdasági fejlődés útjába.

Sugárvédelem az iskolában?

Sajnos a magyar közoktatásban a tankönyvek és a tanárok gyakran a nélkül használják bonyolult fogalmakat, hogy azokat maguk és a diákok számára definiálnák. Így könnyen előfordulhat, hogy téves értelemben, indokolatlanul vagy gondatlanul használják azokat. Különösen nagy a veszélye ennek az olyan tananyagoknál, amelyek csak nemrég kerültek be a közoktatásba. Úgy tűnik, hogy a sugárvédelem is áldozatául esett ennek.

A fentebb leírtak szerint jó, ha a középiskolás diákok tanulnak az ionizáló sugárzásokról, azok forrásairól és környezeti jelenlétéről, a természetes háttérsugárzásról. Tanuljanak az atommagról, a radioaktivitásról, a nukleáris technikáról, atomenergetikáról is! De kell-e, szükséges-e beszélni nekik sugárvédelemről, és ha igen, hogyan?

A sugárvédelem és annak alapozó ismeretei ma jelen vannak a magyar középiskolai tananyagban, de sajnos rossz tartalommal és formában. A közoktatást tartalmilag szabályozó fő dokumentumok előszeretettel, óvatlanul és gondatlanul használják a „sugárvédelem” szót annak tágabb értelmében, úgy, mint a kapcsolódó, a szűkebb értelemben vett sugárvédelmet megalapozó ismeretek összefoglaló megnevezését. A ma használt tankönyvek jelentős hányada sem jár el kellő körültekintéssel ebben a vonatkozásban.

Az Oktatási és Kulturális Minisztérium (OKM) a közoktatás tartalmát saját kerettanterv [11] közreadásával és más kerettantervek akkreditálásával szabályozza. Az OKM saját kerettanterve ma már csak egyike a több mint 20 érvényben lévő (akkreditált) kerettantervnek, mégis kiemelkedő jelentőségű, mert elsőként adták közre, és így igazodási pontként szolgál(t) a többi kerettanterv kidolgozásánál. Az OKM által gimnáziumok számára kiadott fizika kerettanterv kapcsolódó részlete látható az 1. táblázatban. Az ionizáló

**A fizika részletes érettségi követelmények
kapcsolódó része [12]**

TÉMÁK	VIZSGASZINTEK	
	Középszint	Emelt szint
4.4 Sugárvédelem	Ismerje a radioaktív sugárzás környezeti és biológiai hatásait.	
Sugárterhelés	Ismerje a sugárterhelés fogalmát.	
Háttérsugárzás	<i>Tudja megfogalmazni a háttérsugárzás eredetét. Tudja ismertetni a sugárzások elleni védelem szükségességét és módszereit.</i> Ismerje az embert érő átlagos sugárterhelés összetételét. Ismerje az elnyelt sugárdózis fogalmát, mértékegységét, valamint a dózisegységérték fogalmát, mértékegységét.	
Elnyelt sugárdózis		
Dózisegységérték		

A dőlt betűvel való kiemelés a cikk szerzőjétől származik.

gárzás mibenlétének és eredetének megfogalmazása kellene, hogy kövesse (a 2. táblázatban az első dőlt betűs mondat). Utána jöhetne a környezeti és biológiai hatás, a sugárterhelés, a dóziszfogalmak, és legfeljebb csak a legvégére szabadna tenni a védelem szükségességét és módszereit (a 2. táblázatban a második dőlt betűs mondat) egy kiegészítéssel (*intenzív ionizáló*) világossá téve, hogy ez nem vonatkozik a háttérsugárzás természetes összetevőjére.

Nem meglepő, hogy a fenti dokumentumok gondatlan szóhasználata és szerkesztése a tankönyvekben is visszaköszön. A közelmúltban megnéztem hét használatban lévő középiskolai tankönyv [13–19] idevágó részét. Közülük fenti szempontjaim szerint egyetlen találtam jónak. Ebben a „sugárvédelem” szó nem szerepel, a természetes radioaktivitást és háttérsugárzást viszont egy teljes oldalnyi terjedelemben ismerteti. Hármat ítéltem rossznak, mert ezek kiemelten, fejezetcímekben, kiterjesztő értelemben használják a „sugárvédelem” szót, miközben a természetes háttérsugárzásról (annak mibenlétéről, eredetéről) semmit sem írnak. A maradék hármat a közepes kategóriába soroltam annak alapján, hogy előfordul ugyan bennük a „sugárvédelem” szó, de nem hangsúlyosan, és emellett vagy nem esik szó bennük a háttérsugárzásról, vagy csak kevés, illetve nem jó megfogalmazásban.

A sugárvédelem szót leíró tankönyvek egy részében a védekezés szükségességéről és módszereiről is szó esik (az érettségi követelményekkel összhangban), vagyis a szűkebb értelemben vett sugárvédelem is előkerül. Mégpedig többnyire nagyobb súllyal és terjedelemben, mint a természetes radioaktivitás, a háttérsugárzás. Csakhogy a diákokban valamely ismeretkörrel kialakuló öszsképet erősen befolyásolja az egyes ismeretek tananyagbeli relatív súlya is, aminek jó esetben arányban kellene lennie az ismeretek tudományos/társadalmi fontosságával. Ha a dolgot ilyen szemmel nézzük, világossá válik, hogy a (szűkebb értelmű) sugárvédelem egy tudományos/társadalmi szempontból pehelysúlyú terület, amit közoktatásunk jelenleg erősen túlhangsúlyoz. Az ionizáló sugárzások mibenléte, eredete, a háttérsugárzás sokkal fontosabb

ismeretek a sugárvédelemnél, hiszen ezek mindenkit közelről érintenek, a tananyagban mégis elsikkadnak, nem kapják meg a jelentőségüknek megfelelő helyet.

A sugárvédelem félreoktatása akadály a fenntartható fejlődés útjában

Az emberiség jelenkori nagy feladata a környezetileg fenntartható gazdasági-társadalmi fejlődés útjának megtalálása. Ezen belül nagyon fontos, hogy a sok mindenhez szükséges egyre több energiát környezetbarát módon tudjuk megtermelni. Hozzáértő szakemberek széles köre szerint az atommaghasadáson alapuló energiatermelés e követelménynek jól megfelelne, a környezetvédők túlnyomó többsége viszont ennek ellenkezőjét hangoztatja vehemensen, a társadalom pedig e két ellentétes vélemény között őrlődik. Az atomenergia felhasználásának kezdeti gyors fejlődése mára a bizalomvesztés miatt megtorpan, a nukleáris technológiát ellenérzések, félelmek kísérik a laikus lakosság körében, alkalmazását igen sokan elvetik. Ezeket jelentős részben ismerethiány, illetve téves ismeretek okozzák, és itt igen nagy a közoktatás felelőssége. Az atomenergia alkalmazásának jövője főleg azon múlik, hogy sikerül-e megszerezni hozzá a társadalom, az egyes emberek támogatását. Ez pedig erősen függ a közoktatásban szereplő tananyagtól [20]!

A sugárvédelemhez kapcsolódó alapozó ismeretek téves értelmű, rossz szerkezetű, hiányos, félreérthető, aránytalan ismertetése nyomán a radioaktivitás és az ionizáló sugárzások a diákok előtt rossz színben jelenhetnek meg. Ennek káros társadalmi következményei lehetnek: alaptalan félelem és szorongás a lakosság körében, indokolatlan ellenérzések a nukleáris technikával szemben, az atomenergia alkalmazásának elutasítása, a környezetileg fenntartható energiatermelés megghiúsulása. Ezért e tárgykor oktatása igen nagy óvatosságot és odafigyelést igényel!

A sugárvédelem a mai magyar közoktatásban sajnos nem jól jelenik meg, és ez a társadalmi tudatban károkat okoz: az ionizáló sugárzásokat, azok hatásait és jelentőségét a magyar lakosság körében nagy tudatlanság és bizonytalanság övezi [21]. Tehát a címben feltett kérdésre válaszolva: nem jó úgy, ahogy van. Minél előbb változtatnunk kellene ezen a helyzeten, hogy az ne vezethessen később rossz társadalmi döntésekhez.

Sugárvédelem helyett oktassunk háttérsugárzást!

Az oktatásbeli hibákat szerintem könnyebben elkerülhetnénk, ha a „sugárvédelem” szót kitiltanánk a közoktatás tananyagából. Ezt persze nem lehet megtenni, de ha a szakmai körök a fentebb leírtakban egyetérténeek, akkor közös erővel belátható időn belül el lehetne érni némi javulást. A „sugárvédelem” kiszorítása az oktatásból nem jelentené azt, hogy nem beszélünk a diákoknak ionizáló sugárzásokról, azok környezeti és

biológiai hatásairól, háttérsugárzásról, sugárterhelésről, dózismennyiségekről. Viszont a szűkebb értelemben vett sugárvédelmet, annak „szükségességét és módszereit” (ahogy az most az érettségi követelményekben szerepel) szerintem nem lenne szabad az iskolában oktatni, mert ezzel sokkal nagyobb jelentőséget tulajdonítunk ennek a keveseket érintő, speciális, elsősorban munkavédelmi jellegű területnek, mint amit megérdemel, és ez más hibákkal együtt a diákok között társadalmilag káros félreértések, tévképzetek keletkezéséhez vezethet. Sugárvédelem helyett a természetes radioaktivitásról és a mindenkit körülvevő és átjáró háttérsugárzásról kellene a jelenleginél jóval hangsúlyosabban beszélni, ami sokat segíthetne a diákoknak és a lakosságnak a radioaktivitáshoz, sugárzásokhoz, nukleáris technikához való reálisabb, egészségesebb viszonyulás kialakításában.

A közoktatásnak fontos feladatai vannak a fenntartható fejlődés lehetőségének megalapozásában. Mit tehet például a közoktatás az atomenergia alkalmazásának nagyobb társadalmi elfogadottságáért [22]? Milyen ismereteket kellene ehhez közvetítenie? A tankönyveket áttekintve nekem úgy tűnik, ma a szakmában sokan azt gondolják, hogy ha közelebről megismertetjük a diákokkal a nukleáris technikát, többet beszélünk nekik a maghasadással való energiatermelés alapelveiről és az atomerőművek működéséről, akkor állampolgárként majd jobban elfogadják a nukleáris energiatermelés alternatíváját. Én ebben nem hiszek. Az atomerőmű működési elve és technológiája ugyanis bonyolult. A diákok többsége nem érti meg, nem érzi át ezeket az információkat, és amit az ember nem ért, az inkább bizalmatlanságot kelt benne, mint bizalmat. A közoktatásnak egyébként is mindig arra kellene törekednie, hogy a legegyszerűbb tudáselemeket közvetítse a diákoknak, amelyekre később biztonságosan ráépíthető az egyre magasabb szintű tudás. Vannak olyan egyszerű, éppen az ionizáló háttérsugárzással kapcsolatos ismeretek, amelyek tanítása segíthetne az atomenergia elfogadottságának növelésében, mert hozzájárulhatna az ionizáló sugárzások ártalmaitól való túlzott félelem csökkentéséhez. A ma használt tananyagok azonban nem, vagy csak nagyon esetlegesen juttatják el ezeket az ismereteket a diákokhoz. Melyek ezek?

1. A radioaktivitás és az ionizáló sugárzások fő forrása maga a természet.

2. A radioaktív izotópok környezetünk minden anyagában megtalálhatók, az ionizáló sugárzásoknak mindenütt ki vagyunk téve.

3. Az emberi testben is vannak radioaktív izotópok, egy felnőtt testében körülbelül 8000 radioaktív bomlás történik másodpercenként [23].

4. Egy felnőtt ember testét kívülről minden másodpercben közel 60 000 ionizáló hatású sugárzásrészcseke éri [24].

5. Az ember testét érő sugárhatás (dózis) 85–90%-a természetes forrásból származik, a mesterséges 10–15%-ot szinte teljes egészében orvosi cselekmények okozzák [25].

A háttérsugárzás oktatásában nehézséget okoz, hogy az érzékszerveinkkel nem észlelhető, ezért a tanár által elmondottak esetleg nem lesznek elég meggyőzőek, a diákok azt vagy elhiszik, vagy nem. Ezért fontos lenne, hogy a tanár érzékletesen (mérés-sel) be tudja mutatni a háttérsugárzás jelenlétét és mértékét. Ez a diákok számára meggyőző bizonyíték és maradandó, akár életre szóló élmény lehetne. Vannak erre a célra alkalmas egyszerű, hordozható sugárzásmérő (csipogó) eszközök, amelyek hatásfoka (érzékeny detektortérfogata) elég nagy a háttérsugárzás kimutatásához. Ilyenek azonban ma alig fordulnak elő a magyar iskolákban. Ha valamilyen országos program keretében a középiskolákat fel tudnánk szerelni a célnak megfelelő sugárzásmérő eszközökkel, és ezek segítségével bővebb terjedelemben lehetne oktatni a háttérsugárzást (a sugárvédelem rovására), azzal véleményem szerint több eredményt érhetnénk el a nukleáris energiatermelés lakossági elfogadottságának növelésében, mint bármilyen más módon.

Irodalom

1. *Magyar értelmező kéziszótár.* (szerk. Juhász J. és mtsai) Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006.
2. *Környezetvédelem lexikon I–II.* (főszerk. Láng I.) Akadémiai Kiadó, Budapest, 2007.
3. *Lapoda lexikon.* www.kislexikon.hu
4. *Wikipédia a szabad enciklopédia.* <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kezdőlap>
5. *Britannica Online Encyclopedia.* <http://www.britannica.com>
6. *Merriam–Webster's Online Dictionary.* <http://www.merriam-webster.com/dictionary>
7. *Webster's Online Dictionary.* <http://www.websters-online-dictionary.org>
8. *Wikipedia The Free Encyclopedia.* <http://en.wikipedia.org/wiki>
9. *Online version of McGraw–Hill Encyclopedia of Science and Technology.* <http://www.accessscience.com/index.aspx>
10. Kanyár B.: Sugárvédelem Magyarországon – Bevezetés. *Fizikai Szemle* 54/7 (2004) 209–210., <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0407/kanyar0407.html>
11. *Kerettanterv a gimnáziumok számára.* <http://www.okm.gov.hu>
12. *Érettségi részletes vizsgakövetelmények.* <http://www.oh.gov.hu>
13. Gulyás J., Honyek Gy., Markovits T., Szalóki D., Tomcsányi P., Varga A.: *Fizika a gimnáziumok 11. évfolyama számára.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003.
14. Halász T., Jurisits J., Szűcs J.: *Fizika 11 – Rezgések és hullámok, modern fizika.* Mozaik Kiadó, Szeged, 2003.
15. Halász T., Szűcs J., Jurisits J.: *Fizika 11–12. – Az emelt szintű érettségire felkészítő tankönyv.* Mozaik Kiadó, Szeged, 2006.
16. Jurisits J., Paál T., Venczel O.: *Fizika a szakközépiskolák 12. évfolyama számára.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004.
17. Paál T.: *Fizika a gimnáziumok 11. évfolyama számára.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004.
18. Tóth E.: *Fizika IV.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
19. Zátanyi S., ifj.: *Fizika a gimnáziumok 11. évfolyama számára.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.
20. Papp Z.: Környezettudományi ismeretelemek iskolai oktatásának fokozódó szükségességéről a fenntartható fejlődés érdekében, a nukleáris energiatermelés széleskörű elutasítása kapcsán. IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Debrecen, 2008. március 28–29. (szerk.: Orosz Z., és mtsai.) Debrecen, 2008, 1. kötet, 80–86.
21. Kis T., Papp Z.: A radioaktivitás tanítása, társadalmi hatások. *Fizikai Szemle* 55 (2005) 248–254., <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0507/kis0507.html>
22. Papp Z., Pappné Patai A.: A közoktatás feladatai és lehetőségei a nukleáris energiatermelés lakossági elfogadottságának növelésében. *Energiagazdálkodás* 49/3 (2008) 14–18.
23. Marx Gy.: Kockázat. *Fizikai Szemle* 40 (1990) 129–138.
24. Sztanyik B. L.: Sugárzás és egészség. *Fizikai Szemle* 42 (1992) 427–432.
25. Köteles Gy.: *Sugáregészségtan.* Medicina Kiadó, Budapest, 2002.