

# Hírsugár

**60.**

**Az ELFT  
Sugárvédelmi Szakcsoportjának  
tájékoztatója**

**60. szám**

**2015. április**

# Hírsugár

---

Az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoportjának tájékoztatója  
60. szám (2015. április)  
ISSN 1417-8257

Felelős kiadó: Bujtás Tibor, a Szakcsoport elnöke  
Szerkesztők: Deme Sándor, Déri Zsolt és C. Szabó István

---

A Szakcsoport honlapja: [www.kfki.hu/elftsv](http://www.kfki.hu/elftsv)  
A Sugárvédelem c. on-line folyóirat honlapja:  
[www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/](http://www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/)

## A tartalom

<b>SZAKCSOPORT VEZETŐSÉGVÁLASZTÓ TAGGYŰLÉS.....</b>	<b>3</b>
<b>EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2015. FEBRUÁR 11-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL .....</b>	<b>4</b>
<b>EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2015. MÁRCIUS 25-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL .....</b>	<b>6</b>
<b>VÁLTOZÁSOK A SUGÁRVÉDELEM JOGI SZABÁLYOZÁSÁBAN .....</b>	<b>8</b>
<b>AZ IZOTÓP INTÉZET KFT. TEVÉKENYSÉGÉRŐL.....</b>	<b>12</b>
<b>A PAKSI LABOR EGY HETE MINTAVEVŐI SZEMSZÖGBŐL.....</b>	<b>19</b>

A szerkesztést 2014. április 08-án zártuk le.

*A Hírsugárba szánt cikkeket, híreket a szerkesztőknek kérjük beküldeni (deri.zsolt@emr.antsz.hu, cszaboi@npp.hu és deme@aeki.kfki.hu címre), Word formátumban.*

**Rajzok: Déri Zsolt**

*Aki friss sugárvédelmi híreket szeretne kör e-mailben kapni, kérését Csige Istvánnak e-mailben jelezze (csige@atomki.hu). Közzététel kéréssel szintén hozzá lehet fordulni.*

## SZAKCSOPORT VEZETŐSÉGVÁLASZTÓ TAGGYŰLÉS

**A Szakcsoport vezetőségválasztó taggyűlését 2015. április 22-én 16 óra 40 perces kezdettel Hajdúszoboszlón, a Béke szállóban tartja.**

### Vezetőségek 1996-tól

Tisztség	1996.05.23.	1999.05.25.	2003.05.07.	2007.04.18.	2011.05.04.
Elnök	Rónaky József	Rónaky József	Deme Sándor	Solymosi József	Bujtás Tibor
Titkár	Jung József	Fehér Ákos	Ballay László	Bujtás Tibor	Vincze Árpád
Tagok	Andrási Andor	Andrási Andor	Bujtás Tibor	Andrási Andor	Bálintné Kristóf Krisztina
	Deme Sándor	Deme Sándor	Csige István	Ballay László	Csete István
	Hunyadi Ilona	Ivó Mária	Déri Zsolt	Csige István	Csige István
	Ivó Mária	Jung József	Fehér Ákos	Déri Zsolt	Déri Zsolt
	Ozoray Kamilla	Kanyár Béla	Giczi Ferenc	Deme Sándor	Fehér Ákos
	Pellet Sándor	Ozoray Kamilla	Kanyár Béla	Fehér Ákos	Katona Tünde
	Szörényi Árpád	Pellet Sándor	Kadenczkiné Havas Sonja	Kerekes Andor	C. Szabó István
	Vittay Pál	Vittay Pál	Uray István	Pellet Sándor	Turák Olivér
	Volent Gábor	Uray István	Zombori Péter	Vincze Árpád	Zagyvai Péter
	Zagyvai Péter			Zagyvai Péter	

# EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2015. FEBRUÁR 11-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL

*Helyszín:* OAH

*Jelen vannak:* Andrási Andor, Bálintné Kristóf Krisztina, Bujtás Tibor, Csige István, Deme Sándor, Déri Zsolt, Fehér Ákos, Fehér István, Katona Tünde, Solymosi József, C. Szabó István, Turák Olivér, Vincze Árpád és Zagyvai Péter

A vezetőségi ülés határozatképes.

A jelenlévők elfogadták az előzetes napirendet.

## **1. Elnöki tájékoztató a legutóbbi Vezetőségi ülés óta történt fontosabb eseményekről.** Előterjesztő: Bujtás Tibor.

Megalakult a vezetőség választását előkészítő jelölő bizottság, amely elnökül Solymosi Józsefet választotta meg. A jelölő bizottságról a Hírsugárban tájékoztató jelent meg. Bujtás Tibor kérte Csige Istvánt, hogy azonos szöveg jelenjen meg a honlapon és kör e-mail formájában is. A további fontosabb eseményekről külön-külön napirendi pontokban foglalkozott a vezetőség

## **2. XL. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam – szervezési kérdések.** Előterjesztő: Vincze Árpád.

Meghívott előadóként Aszódi Attilát és Fichtinger Gyulát kérjük fel. A tanfolyamra bejelentett előadások időbeosztását legkésőbb március 25-ig elő kell készíteni nyomdába adásra.

## **3. Bozóky-díj.** Előterjesztő: Vincze Árpád

Legutóbb 2010-ben adták ki a Bozóky díjat (Andrási Andor), most már nagyon aktuális egy új felterjesztés. A vezetőség személyi javaslatot fogadott el és felkérte Bujtás Tibort a felterjesztés elkészítésére és benyújtására.

## **4. Hírsugár.** Előterjesztő: C. Szabó István.

Az idei első számot, a Hírsugár 60. számát márciusban szeretnénk nyomdába adni. Eddig egy cikket kaptunk az Izotóp Intézet kft-től, további két cikket várunk még ebbe a számba. A 61., várhatóan májusi számban fog megjelenni a XL. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam programja, a vezetőségválasztás jegyzőkönyve és egy cikk, esetleg egy Névjegy is.

## **5. Nemzetközi ügyek.** Előterjesztő: Vincze Árpád.

A Szakcsoport meghívót kapott az Alexandria Egyetemtől a "First International Radiation Physics Conference" rendezvényre. Tekintettel arra, hogy a téma nem a sugárvédelem, a vezetőség információként fogadta el a meghívást.

További információ volt még az EUTERP rendezvény meghívója. (6th EUTERP Workshop | Legislative change in Europe: the implications for training in radiation protection - Rising to the challenge September 30 – October 2, 2015,

Athens, Greece). A kivonatok beküldésének határideje már lejárt, de résztvevők még lehetünk. Részletesebb információt a <http://academy.sckcen.be/en/honlapon> lehet találni.

**6. A horvát sugárvédelmi társaság által küldött meghívó.** Előterjesztő: Bujtás Tibor.

A magyar-horvát sugárvédelmi társaságok közötti egyezmény alapján meghívást kaptunk a horvát társaság X. szimpóziumára, amelyet Sibenikben tartanak 2015 április 14-17 között. A szakcsoportot Osvay Margit fogja képviselni. Ennek közlését, valamint a szakcsoport XL. Sugárvédelmi Továbbképző tanfolyamára a viszonzó meghívást Bujtás Tibor intézi.

**7. Egyebek.**

Az OAH több új munkatársat vett fel a paksi bővítéssel járó feladatok ellátására.

A módosított Atomtörvény elfogadása után fog a vezetőség a törvényi változások minket érintő részeivel foglalkozni.

A következő vezetőségi ülés tervezett időpontja 2015. március 25-én, 13:30 az OAH-ban.

Az emlékeztetőt összeállította: Deme Sándor és C. Szabó István

Az emlékeztetőt jóváhagyta: Bujtás Tibor

# EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2015. MÁRCIUS 25-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL

*Helyszín:* OAH

*Jelen vannak:* Bálintné Kristóf Krisztina, Bujtás Tibor, Deme Sándor, Déri Zsolt, Fehér Ákos, Fehér István, Katona Tünde, Solymosi József, C. Szabó István, Turák Olivér, Vincze Árpád és Zagyvai Péter

A vezetőségi ülés határozatképes.

A jelenlévők elfogadták az előzetes napirendet.

A napirend tárgyalása előtt a jelenlévők egyperces néma felállással emlékeztek meg a nemrég elhunyt Ozoray Kamilláról.

**1. Elnöki tájékoztató a legutóbbi vezetőségi ülés óta történt fontosabb eseményekről.** Előterjesztő: Bujtás Tibor.

Beérkeztek a XL. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam előadásainak kivonatai, megkezdődött a program összeállítása. Több kiállítója és szponzora is lesz a Tanfolyamnak. A Horvát Sugárvédelmi Társaság (időpont ütközés miatt) nem tudta elfogadni a hajdúszoboszlói meghívást.

A további fontosabb eseményekkel külön-külön napirendi pontokban foglalkozott a vezetőség.

**2. XL. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam – előzetes program.**  
Előterjesztő: Vincze Árpád.

Meghívott előadónak Aszódi Attilát a paksi kapacitás fenntartási projekt és Fichtinger Gyulát a kapcsolódó hatósági követelmények valamint a sugárvédelmi hatósági feladat átvételével kapcsolatban kértük fel. Utóbbi témában valószínűleg Horváth Kristóf fog az OAH részéről beszámolni. Ezen a három előadáson felül további 36 előadást jelentettek be, ezen kívül a személyi neutrondozimetriáról kerekasztalt is szervezünk, az utóbbit kedden a délutáni előadások után. A választásokra való tekintettel, valószínűleg poszter szekciót is be kell iktatnunk. A tervezett programot Vincze Árpád szétküldi az ülés résztvevőinek rövid időn belüli véleményezésre. A Tanfolyamon szerdán délután kerül sor a Szakcsoport vezetőségválasztó taggyűlésére. Ennek forgatókönyvét Deme Sándor és Solymosi József készíti el a Szakcsoport SzMSZ-e alapján.

A vezetőségválasztás előkészítéséről számolt be **Solymosi József**, a Jelölőbizottság elnöke. Az előkészítés időarányosan jól halad, a bizottság április 2-án véglegesíti javaslatát. Minden jelölről néhány soros indoklás készül. Solymosi József a szavazatszedő bizottság tagjaira is javaslatot fog tenni.

A Vezetőség a **Sugárvédelmi Emlékéremre** beérkezett, egy személyre vonatkozó javaslatot egyhangúlag elfogadta.

Az ELFT vezetőségébe a Szakcsoport vezetősége Solymosi Józsefet javasolja, erről Bujtás Tibor tájékoztatja az ELFT jelölőbizottság elnökét.

Az ELFT 2015. május 16-i küldöttközgyűlésére a vezetőség Bujtás Tibort, Deme Sándort, Solymosi Józsefet és Vincze Árpádot delegálja.

**3. Hírsugár.** Előterjesztő: C. Szabó István.

A Hírsugár 60. száma közel teljes, ez az emlékeztető és Katona Tünde cikke kerül még bele. A 61. számba kerül a vezetőségválasztó taggyűlés jegyzőkönyve és a tanfolyam programja. További cikket várunk Solymosi Józseftől vagy valamelyik munkatársától és szeretnénk a MKEH sugárvédelemmel kapcsolatos tevékenységéről is egy cikket kapni. Manga László is kész folytatni cikksorozatát. Esetleg egy Névjegy is belekerülhet a 61. számba. Megállapodtunk abban, hogy a jövőben, (már a 60 számnál is) a rajzok elkészülte után minden cikk szerzőjének kiküldjük a cikkét a beszerkesztett rajzokkal, hogy egyetértését megkapjuk, vagy megjegyzéseit figyelembe tudjuk venni.

**4. Nemzetközi ügyek.** Előterjesztő: Vincze Árpád.

Befizettük az IRPA tagdíjat és az EUTERP tagdíjat is be fogjuk fizetni. Elkészítettük a tagtársulatok működésével kapcsolatos IRPA kérdőívet és határidőre megküldtük az IRPA-nak. A kérdőív alapján is látszik, hogy a szakcsoport társadalmi kommunikációját és aktivitását javítani kell.

**5. Egyebek.**

A mostani alkalomtól kezdve vezetőségi ülés emlékeztetőjét Deme Sándor és C. Szabó István három munkanapon belül elkészíti, azonnal szétküldi a vezetőségi tagoknak és meghívottaknak egy héten belüli véleményezésre. A szükséges korrekciók után az emlékeztető bele kerül a Hírsugárba, további korrekciókat már Bujtás Tibortól, mint a Hírsugár jóváhagyótól kell kérni.

Felkérjük Csige Istvánt, hogy a Szakcsoport honlapjára tegyen fel egy ismertetőt arról, hogy lehet a Szakcsoportba tagnak jelentkezni, megadva az ELFT honlapján a megfelelő linket.

A jelenlegi vezetőségnek ez volt az utolsó ülése, további ülést nem jelöltünk ki.

Az emlékeztetőt összeállította: Deme Sándor és C. Szabó István

Az emlékeztetőt jóváhagyta: Bujtás Tibor

# VÁLTOZÁSOK A SUGÁRVÉDELEM JOGI SZABÁLYOZÁSÁBAN

*„Az egyetlen változatlan az örökös változás”*

Katona Tünde

A sokat emlegetett „projekttörvényt”, azaz a paksi atomerőmű kapacitásának fenntartásával kapcsolatos beruházásról, valamint az ezzel kapcsolatos egyes törvények módosításáról szóló T/2250. számú törvényjavaslatot az Országgyűlés a 2015. március 3-i ülésnapján fogadta el és 2015. március 11-én 2015. évi VII. törvény számon hirdették ki. A törvény két részből áll. A „projekttörvény” része az atomerőmű bővítési beruházásával kapcsolatos rendelkezéseket tartalmazza (a híradásokban az ezekkel kapcsolatos vitákról hallhattunk sokat), a másik, nagyobb része az atomenergiáról szóló 1996. év CXVI. törvény (a továbbiakban: Atv.) módosítását végzi el.

E cikk tárgya a „projekttörvény” rendelkezések közül a sugárvédelmi vonatkozásúak tárgyilagos áttekintése, így aki a fenti törvényjavaslatot jól ismeri, annak nem fog sok újat mondani ez az összefoglaló.

A 2015. évi VII. törvény 2016. január 1-től az atomenergia-felügyeleti szerv (a továbbiakban: OAH) hatáskörébe telepíti az ionizáló sugárzások elleni védekezés (sugárvédelem) hatósági feladatait, úgymint:

1. a radioaktív anyag előállításának, termelésének, feldolgozásának, kezelésének, birtoklásának, tárolásának, használatának, felhasználásának, átalakításának, forgalmazásának engedélyezése és hatósági felügyelet alóli felszabadítása;
2. az előbbi pont alatt felsorolt tevékenységet szolgáló, nem nukleáris létesítmény, berendezés létesítésének, üzembe helyezésének, üzemeltetésének, átalakításának, karbantartásának, az üzemeltetés megszüntetésének engedélyezése;
3. a radioaktív anyagot nem tartalmazó, ionizáló sugárzást létrehozó berendezés előállításának, forgalomba hozatalának, üzemeltetésének, átalakításának, karbantartásának, az üzemeltetés megszüntetésének engedélyezése;
4. az előző pont szerinti berendezés előállítását, üzemeltetését szolgáló nem nukleáris létesítmény létesítésének, üzembe helyezésének, üzemeltetésének, átalakításának, karbantartásának, az üzemeltetés megszüntetésének engedélyezése;
5. az előző négy pont szerinti anyag, berendezés és létesítmény tulajdonjoga megszerzésének, átadásának, a használat bármilyen jogcímen való átengedésének engedélyezése;
6. az ionizáló sugárzás elleni védőeszköz forgalomba hozatalának engedélyezése és sugárvédelmi minősítése;
7. az 1-4. pont szerinti anyag, tevékenység, létesítmény és berendezés ellenőrzése és a szükséges adatszolgáltatás meghatározása;
8. a sugárvédelmi képzések és továbbképzések tematikájának valamint vizsgakövetelményeinek jóváhagyása, külföldi végzettségek megfelelőségének elbírálása;



9. a nukleáris vagy más radioaktív anyagot szállító gépjármű sugárvédelmi engedélyezése és ellenőrzése;
10. a radioaktív anyagot tartalmazó, valamint ionizáló sugárzást létrehozó, de radioaktív anyagot nem tartalmazó berendezés mentesülésének engedélyezése, a szükséges adatszolgáltatás meghatározása;
11. a kötelezően mérendő adatok meghatározásával és a jogszabályban meghatározott, környezeti sugárzást mérő szervek tevékenységének összehangolásával az országos sugárzási helyzetre vonatkozó adatok központi gyűjtése, feldolgozása, nyilvántartása és értékelése;
12. a nukleáris és más radioaktív anyagok alkalmazása befejezését követően a létesítmény, terület, helyszín inaktívvá nyilvánítása;
13. a sugárterhelésnek kitett munkavállalók normál és rendkívüli személyi sugárvédelmi ellenőrzési kötelezettség megállapítása, a személyi dózisek nyilvántartása;
14. a lakossági sugárterhelésre vonatkozó dóziskorlátok és dózismegszorítások megállapítása, foglalkozási sugárterhelésre vonatkozó dóziskorlátok megállapítása, a dózismegszorítások jóváhagyása;
15. az engedélyesnél működtetett sugárvédelmi szolgálat szervezetének és működésének felügyelete;
16. az atomenergia alkalmazása körében a munkavállalókra érvényes sugárvédelmi előírások megtartásának ellenőrzése;
17. a nukleáris és más radioaktív anyagok sugárvédelmével összefüggő rendkívüli események és nukleáris veszélyhelyzetek kezelési tervének jóváhagyása.

Ezek a hatáskörök az Atv.-ben jelenleg is szereplő OAH-hoz tartozó hatásköröket egészítik majd ki.

A 2015. évi VII. törvény felhatalmazó rendelkezései között szerepel, hogy a Kormány rendeletben fogja szabályozni a következőket (ezek többsége az OAH feladatai között fog megjelenni - egy részük természetesen átfed a fent említett hatáskörökkel):

- a) az atomenergia alkalmazása körében a munkavállalók és a lakosság sugárterhelésére vonatkozó dózis-határértékeket (ideértve a nukleáris baleset (katasztrófa) következményeinek felszámolásában résztvevők sugárterhelését is), a személyeket érő külső- és belső sugárterhelés ellenőrzésének rendjét, valamint a veszélyhelyzeti-, illetve a meglévő sugárzási helyzetekre irányadó vonatkoztatási szinteket, továbbá a veszélyhelyzeti munkavállalók sugárterhelésére vonatkozó dózis-határértékeket;
- b) az atomenergia alkalmazása körében használt berendezések, eszközök sugárvédelmi minősítését;
- c) az atomenergia alkalmazása körében a munkavállalókra irányadó sugár-egészségügyi, munkavégbézési, munkaköri alkalmassági szabályokat, a munkavállalók sugárvédelmi oktatásának és tájékoztatásának rendjét;
- d) a közúti szállító eszközök sugárvédelmi követelményeit;

- e) a tervezett-, meglévő- és a veszélyhelyzeti sugárzási helyzetekre vonatkozó sugárvédelmi szabályokat, valamint a sugárvédelmi szolgálatok feladatára és működésére vonatkozó részletes előírásokat;
- f) a radon- és radon leányelem-koncentrációk vonatkoztatási szintjét lakó- és középületekben, az építőanyagok gyártásához felhasznált alapanyagok, a kereskedelmi forgalomba kerülő építőanyagok, továbbá az építési területek felhasználhatóságának sugárvédelmi szempontból való korlátozását;
- g) a külföldről származó és kereskedelmi forgalomba kerülő termékek, illetve alapanyagok radioaktivitásával kapcsolatos előírások betartásának és ellenőrzésének szabályait;
- h) a radioaktív anyagok használati cikkekben való alkalmazásának szabályait;
- i) a radioaktív anyagok birtoklása, előállítása, termelése, kezelése, feldolgozása, forgalmazása, tárolása, felhasználása, átalakítása, szállítása engedélyezési és a hatósági felügyelet alóli felszabadítási eljárását;
- j) az előző pontban felsorolt tevékenységet szolgáló létesítmény vagy berendezés létesítése, üzembe helyezése, üzemeltetése, átalakítása, javítása, megszüntetése, leszerelése engedélyezési eljárását és ellenőrzésének rendjét;
- k) az ionizáló sugárzást létrehozó létesítmény, berendezés létesítéséhez, előállításához, üzemeltetéséhez, átalakításához és megszüntetéséhez szükséges engedélyezési eljárást és az ellenőrzés rendjét;
- l) a természetben előforduló radioaktív anyagok felhasználásával végzett tevékenységek besorolásának vagy típusainak meghatározási szabályait;
- m) a sugárterhelésnek kitett munkavállalók kategóriákba sorolása szabályait;
- n) a sugárzás elleni védőeszköz forgalomba hozatalnak engedélyezési és sugárvédelmi minősítési rendjét;
- o) a j) és k) pontok szerinti létesítmény, berendezés tulajdonjoga megszerzésének átadásának, a használat bármilyen jogcímen való átengedésének engedélyezését.

Az Atv. további módosítása az egészségügyi szektort érinti, mivel a fent említett dátumtól az egészségügyi tárcához a következő feladatok tartoznak:

- a) az atomenergia alkalmazása körében a munkavállalókra érvényes sugáregészségügyi, munkavégzési, munkaköri alkalmassági szabályok ellenőrzése;
- b) az egészségügyi ágazat radiológiai mérő és adatszolgáltató hálózata működtetése;
- c) a gyógyászati eszközök és egészségügyi cikkek ionizáló sugárzással végzett sterilizálásának ellenőrzése;
- d) a sugáregészségügyi készenléti szolgálat létesítése és fenntartása;
- e) a sugársérültek vagy arra gyanús személyek egészségügyi ellátása;
- f) a kötelező sugárórvostani továbbképzésben részesítendő körének meghatározása, a továbbképzés tartására kötelezett intézet kijelölése, a továbbképzés tematikája jóváhagyása;
- g) a nukleáris veszélyhelyzetben való közreműködés a döntések sugáregészségügyi megalapozásában.

A változásokat tovább taglalva szót kell ejtenünk az egészségügyről szóló 1997. évi CLIV. törvény változásairól is, melyek fontosabbjai (szintén 2016. január 1-jétől lépnek hatályba):

„(1) A sugáregészségügy feladata az ionizáló sugárzás társadalom számára elfogadható kockázattal járó alkalmazása érdekében:

a) a sugárzás tulajdonságainak és az élő anyaggal való kölcsönhatásának tanulmányozása,

b) az emberre gyakorolt sugárhatás vizsgálata és a káros hatások következményeinek enyhítése, megfigyelése orvostudományi kutatási, klinikai és epidemiológiai módszerekkel; továbbá

c) az ionizáló sugárzás orvosi alkalmazási módszereinek és eszközeinek kidolgozása, alkalmazása.

(2) Az atomenergiáról szóló törvény követelményeivel és előírásaival összhangban kell végrehajtani az ionizáló sugárforrások működtetését, meghatározni a túlexpozíciók esetén teendő intézkedéseket, a radioaktív anyagok alkalmazásának, a radioaktív hulladék-kezelés és -tárolás feltételeit.

(3) A mesterséges forrásokból származó együttes sugárterhelés nem haladhatja meg a hatóságilag megállapított dózishatárértéket. E korlátozás nem vonatkozik azokra a személyekre, akiknél a sugárterhelés - önkéntes hozzájárulásuk alapján végzett - orvosi diagnosztikai vagy terápiás kezelésükből származik.”

A sugáregészségügy további feladata a nem-ionizáló sugárzás társadalom számára elfogadható kockázattal járó alkalmazása érdekében:

„a) az emberi sugárterhelés forrásainak megismerése, mértékének felmérése és alakulásának nyomon követése,

b) a sugárzás tulajdonságainak és az élő anyaggal való kölcsönhatásának tanulmányozása,

c) az emberre gyakorolt sugárhatás vizsgálata megfigyeléses orvostudományi kutatási, klinikai és epidemiológiai módszerekkel,

d) a sugárzás ártalmas hatásai elleni védekezés szabályainak, hatékony és gazdaságos eszközeinek és módszereinek a kidolgozása,

e) a sugáregészségügyi szempontból biztonságos munka- és életfeltételek kialakításához és fenntartásához szükséges intézkedések meghozatala, és végrehajtásuk ellenőrzése.”

E cikk keretei közé ennyi fért, a jogszabályi változásokat követő, sokakat foglalkoztató szervezeti átalakulásokról az illetékesek rövidesen tájékoztatni fogják a sugárvédész szakmát.

A szerkesztők megjegyzése: a Hírsugár előző, 59. számában jelent meg Tyukodi Lajos írása "Sugárvédelem az Izotóp Intézet Kft-ben". Ebben a cikkben szerepeltek olyan kifejezések, mint Endokrinológiai tesztek, Prostaglandinok és még sokan mások, amelyeket már hallottunk, de nem igazán tudtuk – tisztelet a kivételnek –, hogy mit takarnak ezek az elnevezések. Kértük Tyukodi Lajos, hogy segítsen eligazodni ezen a területen. Lajos viszont felkérte a két legilletékesebbet, hogy elégítsék ki kíváncsiságunkat. Így született a következő cikk.

## AZ IZOTÓP INTÉZET KFT. TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Környei József és Sárándi István

Az Izotóp Intézet Kft.-ben folytatott egyik meghatározó tevékenység a nyitott izotópkészítmények előállítása. Ezek elsősorban folyadékok, de a szilárd hordozón abszorbeált jelzett anyagok – kapszulák – is ide tartoznak. Leszámítva a Szintézis üzletág által készített jelzett szerves vegyületeket, amelyeket az élettudományban és a gyógyszerkutatásban alkalmaznak, továbbá az Immunoassay üzletág készleteihez tartozó radioaktív tracereket, a nyitott izotópkészítmények többsége radioaktív gyógyszer, melyeket diagnosztikai vagy terápiás célból embereknek adnak be.



A **Radiogyógyszer üzletág** tevékenységének bemutatását kezdjük azonban a – ma már nagyon kisszámú – radiovegyszerrel, amelyek nem gyógyszerészeti felhasználásúak. A történeti „hőskorban” ez egészen másképp volt: szinte a „fél periódusos rendszer” radioizotópjainak oldatait gyártottuk az akkori jogelőd Szervetlen Kémiai osztályon – nagyon sok esetben ipari alkalmazásra. Ma a nem gyógyszer felhasználású készítmények szinte kizárólag a  $^{125}\text{I}$  izotópra szorítkoznak, amely továbbra is jelentős szereppel bír mind a radioimmunoassay

kitek jelző anyagainak elkészítésénél, mind az élettudományi kutatásokban. Néhány esetben még  $^{131}\text{I}$ -oldatot is rendelnek a felhasználók nem gyógyszer specifikációval.

A radiógyógyszerek alkalmazása diagnosztikus vagy terápiás indikációval (javallat, ajánlás, a szerkesztő) történik. Diagnosztikai alkalmazásnál az elektromágneses sugárzást kibocsátó radionuklidok jöhetnek szóba, mert a fotonok túlnyomó többsége kijut a szervezetből, és a beteg testfelületéhez közel elhelyezett kamerával detektálható, akár 3 dimenziós képet adva a radiógyógyszer szervezeten belüli megoszlásáról, dúsulási pontjairól. Kezelésre a korpuszkuláris sugárzást emittáló radioizotópok alkalmasak, mivel a kóros képződményekben dúsuló molekulákhoz kötött radionuklidból kilépő részecskék a kóros szövetekben elnyelődve, energiájukat átadva célzott sejtpusztítást hoznak létre.



## DIAGNOSZTIKUS INDIKÁCIÓ

A Radiógyógyszer üzletág gyógyszerkészítményei az indikációk szerinti megkülönböztetésen túlmenően két csoportba sorolhatók:

- Önmagukban közvetlenül felhasználható készítmények,
- Összetevők a felhasználás helyszínén – a kórházi izotóplaborokban – történő „in situ” gyógyszerkészítéshez.

Utóbbi esetben megkülönböztetünk nem radioaktív összetevőket, melyeket „in vivo készletek”-nek nevezünk, és a radioizotópot tartalmazó radioaktív prekursorokat. Két kiemelendő előnye van a felhasználás helyszínén történő gyógyszerkészítésnek („jelzésnek”):

- A generátorból nyerhető rövid fizikai felezési idejű radioizotópok esetén nem kell a szállítási idő alatti bomlással számolni, amely a közlekedési dugókkal „megáldott” nagyvárosokban jelentős lehet. Leggyakrabban a

$^{99m}\text{Tc}$ -izotóp ( $T_{1/2} = 6$  óra) esetén találkozhatunk a kórházban végrehajtott jelzésekkel.

- Nagy fajlagos aktivitású, ill. nagy aktivitáskoncentrációjú terápiás készítmények esetén a hatóanyag sugárhatásra történő bomlása (radiolízise) annál nagyobb mértékű, minél hosszabb idő telik el a gyártáshoz képest. Ha a terápiához szükséges nagy aktivitás egyszerű vizes oldatban kerül kiszállításra és közvetlenül a betegeknek történő beadás előtt történik a jelzés, egyszerűen nincs idő a jelzett hatóanyag bomlására, radiolízisére.

Az önmagukban közvetlenül felhasználható készítmények közül a  $^{131}\text{I}$ -nátrium-jodid kapszulát és a  $^{131}\text{I}$ -jelzett meta-jód-benzil-guanidin (MIBG) injekciót emelem ki. Előbbi az eléggé nagy gyakorisággal előforduló pajzsmirigy betegségek: a pajzsmirigy túlműködés (hipertireózis) és a pajzsmirigyrák kezelésére alkalmas. A pajzsmirigy túlműködés egyetlen – jól meghatározott aktivitású – jódkapszulával meggyógyítható. A beadandó aktivitás meghatározásához azonban ismerni kell többek közt a pajzsmirigy jódtárolási görbét, melynek a felvétel %-ban kifejezett maximumát és a kiürülési felezési időt használjuk a számításhoz. A jódtárolási görbe felvételéhez 1-4 MBq, a hipertireózis különböző típusainak kezeléséhez 50-1110 MBq szükséges. A pajzsmirigyrákot mindenképpen meg kell operálni, amit utókezelésként követ a radiojód terápia (2,2–7,4 GBq aktivitás beadásával). A terápiás hatást kiváltó pajzsmirigy dózis 40 – 400 Gy értéktartományban van e kezeléseknél, míg az effektív dózis 24 mSv/MBq.

A  $^{131}\text{I}$ -MIBG injekció a mellékvesevelőből eredő rák és áttéteinek leképezésére, ill. kezelésére használható, 20–40 MBq ill. 3,7–5,5 GBq beadott aktivitás esetén. Kezelésnél a tumor/áttétek által elnyelt dózis 35–50 Gy, míg az effektív dózis 0,14 mSv/MBq beadott aktivitás.

Önmagában közvetlenül felhasználható diagnosztikus radiogyógyszer a  $^{14}\text{C}$ -karbamid (HELIZO) kapszula is. Amennyiben a beteg *Helicobacter pylori* baktériummal fertőzött, e kapszula bevétele után  $^{14}\text{C}$ -tartalmú szén-dioxidot lélegzik ki, amit egy kártya-formájú abszorbensen megkötnek és mérnek. Egy kapszula aktivitása 37 kBq, amely a tüdőre 0,6  $\mu\text{Gy}$  sugárterhelést jelent. Az effektív dózis 0,08  $\mu\text{Sv/kBq}$ .

A képalkotó diagnosztikában leggyakrabban a  $^{99m}\text{Tc}$  izotópot használják, amellyel sokféle indikációs igényt elégíthetnek ki. Az „in vivo készletek” tartalmazzák a szervspecifikus hatóanyagot, amelyhez a technéciumot a felhasználás helyszínén kötik hozzá. A vesefunkció különböző szempontokból történő vizsgálatára háromféle „in vivo készlet” alkalmas: DMSA-, DTPA-, EC-készlet); a máj- és az epeutak diagnosztikájára kétféle: FYTON- és TECHIDA-készlet; a vörösvértetek viselkedésének tanulmányozására a PYRON-készlet, míg a csontáttétek képi megjelenítésére az MDP készlet áll rendelkezésre. E készítmények is mind a Radiogyógyszer üzletágban készülnek. A beadott  $^{99m}\text{Tc}$ -aktivitások vizsgálatról függően 74–740 MBq között változnak, az effektív dózis értékek pedig 6–17  $\mu\text{Sv/MBq}$  tartományba esnek.

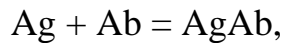
Két, terápiás célú „in vivo készlet”-et is gyárt a Radiogyógyszer üzletág, a MULTIBONE és SYNOPHYT készleteket. Előbbit a  $^{153}\text{Sm}$  izotóppal történő jelzés után a csontáttétek fájdalomcsillapító kezelésére használják. A 2,5 GBq beadott aktivitás 20–80 Gy elnyelt dózist hoz létre a csontáttétekben. A másik készletet 600 MBq  $^{166}\text{Ho}$  jelzik, és a kapott szuszpenziós injekciót a térdízületek gyógyító kezelésében alkalmazzák. A kezelendő ízület által elnyelt dózis 80–90 Gy, amely egyszeri beadás esetén több évig gyulladásmertessé teheti a térdízületet.

### Immunoassay üzletág

Az élő szervezetben belül végrehajtott, „in vivo” radioaktív nyomjelzésen alapuló funkcionális képalkotás és izotópterápia mellett a nukleáris medicina integráns részét képezik az „in vitro” radioizotópos vizsgálati módszerek is. Ezek közül kiemelkedő jelentőségűek a radioimmunanalitikai eljárások, melyek során a vérben rendkívül kis koncentrációban jelen lévő vegyületek (ligandumok) mennyiségi meghatározására azokhoz specifikusan kötődő, rendszerint  $^{125}\text{I}$  izotóppal jelzett antitesteket alkalmaznak. A meghatározás a ligandum (antigén) és a jelzett antitest között végbemenő immunreakción alapul.



Antigének (Ag) azok az anyagok, amelyekkel szemben az élő szervezet immunválasszal reagál, mert idegen anyagnak tekinti. Az immunválasz egyik része az úgynevezett antitestek (Ab) termelődése és azok vérkeringésbe juttatása. Az antitestek immunglobulinok, kb. 150 000 Da molekulatömegű fehérjék. Az antitestek egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy specifikusan és nem kovalens kötésekkel erősen hozzá tudnak kapcsolódni ahhoz az antigénhez, amely ellen az élő szervezetben termelődtek. Az antigén és a neki megfelelő specifikus antitest reakciója vizes közegben, általában a vérben zajlik le. Az egyensúlyra vezető reakciót termodinamikai megközelítésben az egyensúlyi állandóval jellemezhetjük.



ahol AgAb jelenti az antigén-antitest immunkomplexet.

$$K = [AgAb]/([Ag] \times [Ab]).$$

Az egyenletben a „K” egyensúlyi állandót szokás affinitási konstansnak is nevezni. A „K” értéke általában  $10^6$  és  $10^{12}$  liter/mol között van, jellemzően  $10^{10}$  liter/mol környezetében.

Az antigén-antitest közötti reakció nemcsak az élő szervezetben, „in vivo” megy végbe, hanem megvalósítható „in vitro” körülmények között is, célszerűen megválasztott vizes-pufferes közegben.

A reakciót követően az antigén egy része szabadon marad, másik része pedig antitesthez kötve, az immunkomplexben található. Ilyen értelemben beszélünk kötött és szabad frakciókról. Mód van arra, hogy a kötött frakciót egy szeparációs lépésben a szabad frakciótól elkülönítsük.



## SZABAD FRAKCIÓ

Ha a reakció térfogatát és az antitest koncentrációját állandóan tartjuk és csak a reakcióelegybe bevitt antigén koncentrációját növeljük, a (kötött antigén)/(összes antigén) arány, a  $B/B_0$  hányados egyre csökken.

Ha az antigénbe radioaktív anyagot építünk – RIA-k esetében általában a jódtól  $^{125}$  tömegszámú radioaktív izotópját –, „jelezzük” azt, a kötött frakció aktivitását megmérhetjük elkülönítve a szabad frakciótól. Növelve a bevitt összes radioaktív antigén mennyiségét, a kötött/totál aktivitások aránya most is csökken, miközben a reakcióelegy térfogatát és az antitest koncentrációját nem változtatjuk.

Lehetőségünk van arra, hogy az antigént úgy jelezzük meg radioaktív anyaggal, hogy a jelzett antigén és a jelzetlen hideg antigén az antitest számára



megkülönböztethetetlen legyen, azaz a jelzett antigén affinitása az antitesthez változatlan maradjon.

Legvégül gondoljuk meg, mi történik, ha a reakcióelegybe beviszünk valamilyen konstans mennyiségű jelzett antigént, majd a reakcióhoz hideg antigént adagolunk. Minél nagyobb lesz a hideg antigén koncentrációja, annál kevesebb aktivitást fog a kötött frakció tartalmazni. A kötött frakció aktivitása fordítottan arányos lesz a hideg antigén mennyiségével. A radioimmunoassay módszer ezt az összefüggést használja ki az ismeretlen minták antigén-koncentrációjának meghatározásához. Az sem jelent a gyakorlatban problémát, ha az antigén affinitása a jelzés során kissé megváltozik, csupán a reakció modellezéséhez szükséges matematikai apparátus válik valamelyest bonyolultabbá.

A RIA olyan analitikai módszer, amelyet kalibrálni szükséges. Ezt ismert antigén-koncentrációjú standard oldatok segítségével valósítják meg. Néhány, általában nem több mint 6 pontban az adott koncentrációjú standardokhoz megméri a kötött frakciók aktivitását, szokás szerint az alkalmazott teljes aktivitásra normálva. A kötött frakciók aktivitását a standard koncentrációk függvényében ábrázolva kapják a kalibrációs görbét. Az ismeretlen mintához tartozó kötött aktivitás alapján a standard görbéről visszaolvasható a minta hidegantigén-koncentrációja.

A RIA az ún. kompetitív immunoassay módszerek közé sorolható, képletesen szólva a jelzett és a hideg antigének vetélkednek a limitált számú antitest-kötőhelyek megszerzéséért. A versengés során minél több hideg antigén van jelen, annál inkább képesek kiszorítani a kötött frakcióból a radioaktív jelet hordozó jelzett antigént, így hozva létre a RIA jellegzetes, leszálló kiszorítási görbéjét.

1977-ben a Karolinska Intézet Rosalyn Yalownak (1921–2011) ítélte megosztva az orvosi Nobel-díjat a fehérjehormonok meghatározására alkalmas radioimmunoassay (RIA) módszer kifejlesztéséért. 1960 előtt Yalow és munkatársa, Berson (1918–1972) kutatás-fejlesztési eredményei nélkül kivitelezhetetlennek bizonyult a tudomány számára alacsony koncentrációjú fehérjék mennyiségi specifikus meghatározása sokkomponensű mátrixokban.

A radioimmunoassay-nek mint módszernek az alapjául szolgáló logikai elrendezés a 21. században sem veszített jelentőségéből annak ellenére, hogy a radioaktív nyomjelzést fokozatosan kiszorítják a nem radioaktív jelzési alternatívák. A Yalow és Berson által bevezetett radioimmunoassay-ből nőttek ki évtizedek során az immunoassay különféle ágai.

A radioaktív nyomjelzés következménye, hogy a RIA KIT-ekben radioaktív anyag kell legyen, ami egyben potenciális sugárterhelést is jelent a gyártók, szállítók és felhasználók számára. Egy RIA KIT-ben 200–900 kBq-nyi radioaktív I-125 található. A módszer fokozatos visszaszorulásának egyik tényezője, hogy nyitott radioaktív oldatokat csak izotóp laboratóriumokban lehet felhasználni, az ezzel kapcsolatos engedélyezési folyamatok pedig távol tartják az új, potenciális felhasználókat.

Endokrinológiai tesztheink

Az endokrinológia a belső elválasztású mirigyek – leginkább a pajzsmirigy, a mellékpajzsmirigyek, a mellékvese, a hasnyálmirigy – működésének élettanával, azok betegségeivel foglalkozik. Cégünk a pajzsmirigy hormonok vérben mérhető koncentrációjának meghatározására alkalmas RIA reagens készleteket gyárt. Alkalmasak a pajzsmirigy alul vagy túlműködésének diagnosztizálásához.

### Szteroid hormonok

A szteroidok perhidro-ciklopentano-fenantrénvázat vagy más néven gonánvázat tartalmazó, a lipidek családjába tartozó szerves molekulák. A szteroidokon belül is hormonok közé tartozó nemi hormonok, tesztoszteron, progeszteron az, aminek mérésére RIA KIT-et fejlesztettünk ki. A hormonzavarok kimutatására alkalmazhatók, például akkor, ha egy nőn zavaróan sok erős szőrzet alakul ki.

### Protein hormonok

Hormonális hatással rendelkező fehérjék. A terhes nők szervezetében megemelkedő hCG nagyon fontos hormon, megfelelő koncentrációja igen fontos és súlyos problémákra utalhat, ha eltérés mérhető.

### Tumor markerek

Olyan anyagok, elsősorban a vérből kimutathatóak, amelyek jelenléte, koncentráció változása rákos folyamatok előrehaladtával összefügg, azokra utal. Némely esetben mérése akár diagnosztikai jelentőségű is lehet, mint pl. a PSA (prosztata specifikus antigén). Az általunk előállított PSA RIA készlet a prosztata rák kimutatására is alkalmas. Egyéb tumor markerek inkább csak a gyógykezelés hatásosságának ellenőrzésében játszanak szerepet, ide sorolható a tumor markerek zöme, mondjuk a CA-19-9, amelyet a hasnyálmirigy rák kezelése során célszerű mérni vérből.



# A PAKSI LABOR EGY HETE MINTAVEVŐI SZEMSZÖGBŐL

Manga László

Többször jegyzik meg viccesen a közvetlen kollégák, milyen jó nektek ott kint a laborban, a „szanatóriumban”! Barátságos környezet, nincs blokkoló óra, nincs alkohol szonda, nem kell beöltöznötök overállba... és így tovább.

Tudni illik ugyanis, - van aki nem jártas a paksi atomerőmű területén - hogy a Környezetellenőrző Laboratóriumot az erőmű építése során Paks városán belül létesítették. Ennek két fő oka az, hogy az erőmű telephelyén esetlegesen bekövetkező üzemzavari, vagy baleseti szituáció ne gyakoroljon közvetlen hatást a labor „életére”, valamint a "szennyezett" erőműi és a "tisztá" környezeti mintákat egymástól távol dolgozzák fel és mérjék.

A beköszöntő gondolathoz annyit azért még hozzátennék, semmi kétség, vannak bizonyos előnyei a „kint létnek”, de azért az erőműves szabályozások ránk is ugyanúgy vonatkoznak. Az igazsághoz pedig az is hozzá tartozik, – bár nem akarok illúzióromboló lenni, hogy egy-két hátránnyal is meg kell küzdenünk. Nehézségeket tud okozni a távolság miatt például: a különböző ügyintézési folyamatok, aláírások, tanfolyamok, vizsgák, értekezletek, egyeztetések, anyagok és eszközök kiszállítása, javítási és karbantartási munkálatok, étkezés, kötelező orvosi vizsgálat és még sokáig folytathatnám a sort.

De nem erről szeretnék részletesebben írni. Céлом az, hogy a cikksorozat révén, különböző munkakörök „szemüvegén” keresztül bemutathassam a labor működését. Meggyőződésem szerint ugyanis a labor működése fontos szerepet tölt be, nemcsak az erőmű biztonságos üzemében, hanem a társadalmi elfogadottságot illetően is. Az elkövetkezőkben, a szakmaiságot kicsit háttérbe szorítva, megszemélyesítve a mintavevő munkatársaimat, szeretnék betekintést engedni a laborunk világába, a „szürke” hétköznapiakba.

Hozzátennem, hogy a szóban forgó mintavételek időben nem feltétlenül egy hét leforgása alatt zajlanak le, ez ne tévesszen meg senkit.

Kezdjük is el a hetet. Úgy látszik egy időben érkeztem meg a takarító hölgygel a labor bejáratához. Be is engedem, hogy minél hamarabb birtokba tudja venni a tisztításra szoruló helyiségeket.

Első lépésként felveszem a kapcsolatot a dozimetriai vezénylővel, volt-e bármiféle probléma a környezeti állomásokkal, vagy bármi más, ami a környezeti méréseket befolyásolhatja. A nagyobb problémákról biztosan értesültünk volna, hiszen az aktuális hétvégi készenlétes kolléga erről beszámolna.

Mivel a vezénylői kollégák mindent rendben találtak, kezdhetem a félvezető detektorok feltöltését a folyékony nitrogénnel. Ilyenkor hétfőn mindig ki vannak éhezve erre a jéghideg nedűre. Amíg folyik az áttöltés, a többi, már üres edényt addig beteszem az autóba, hogy bevihessem az erőmű nitrogén üzemébe. Látom, hogy a kolléganők már a többi, ma szükséges dolgot is előkészítették: a

vizeskannákat, a kihullási minták (fall-out) kannáit, a csere szűrőket, a környezeti dózist mérő patronokat. Akkor már csak az van hátra, hogy előre!

Persze gondolhattam volna, szokás szerint mindenki most akar bejutni (reggeli csúcs) a portán, egy röpke fél óra és már talán bent is leszek, hogy letehessem a feltöltésre szánt edényeket. A vegyészetről még elhozom az általuk vett talajvíz mintákat és mehetek is tovább a "vizes" állomásokra.

A vizes állomáson első dolgom, hogy telefonon lejelentkezem a vezénylőnek, nehogy a kommandósok martalékává váljak, mielőtt még megszólalhatnék, hogy én csak a mintákat jöttem cserélni. Lássuk csak, a gyűjtött minta mennyisége rendben, nekiállhatok a mérőedény és a detektor védőcsövének tisztításának. A vízmérő és -mintavevő állomás feladata kettős. Egyrészt tíz percenként szolgáltat sugárzási adatokat a dozimetriai vezénylőbe az erőműbe beérkező vízről, másrészt a laboratórium részére biztosít reprezentatív vízmintát az egyéb, részletes sugárzási vizsgálatok céljára. Honnan jön ez a sok harlekinkatica, pók és egyéb szeretetre méltó élőlény? Majd, a mérőedény takarítása után segíték nekik a kijutásban. Miközben leszedem a mérőedényről az algákat és az iszap lerakódásokat, van időm átgondolni, hogy hoztam-e magammal darázsirtót, mert már megint elkezdtek befészkelni magukat az épület eldugottabb részeibe. Ha szerencsém lesz, nem kell a kalciumos ampulla a kesztyűtartómból. Mielőtt még adminisztrálnék a helyszínen található mintavételi naplóba, leellenőrzöm a mintavételi szivattyúk működését, a helyi számítógép jelzéseit és a reprezentatív mintavevő hibátlan működését. A másik kettő vizes állomáson ugyanezeket a lépéseket fogom megtenni, és bízom benne, hogy ott is mindent rendben találok.

Viszont mielőtt még kikerülnék a többi vizes állomásra, mintacserét kell, hogy "eszközöljek" a levegő mintavevő állomásokon is.

Ebből a típusból is van az erőmű másfél kilométeres körzetében kilenc darab a szélrózsa minden irányában. Utazás közben van egy kis időm elmélkedni, milyen jó hogy a tíz évvel ezelőtti rekonstrukció során kikerült a szántó közepéről az egyik állomás. Soha nem feledem piroskát – farkas és nagymama nélkül –, vagyis Józsi bácsit a piros traktorjával, amikor többször szoltam neki, hogy mentse ki az autót, mert már tengelyig ér a sár, vagy havazás idején, ahogy ringatóztam a préri közepén "egyet előre, kettőt hátra" című műsorommal. Jobb esetben ez már csak a múlt, na nem azért mert most már nincs állomásunk a földes utak mentén, ahol elő lehet adni a színdarabot, hanem azért mert Józsi bácsi már nyugdíjba vonult. Közben meg is érkeztem a levegő mintavevő állomáshoz. Először is a kihullási minta begyűjtését végzem el. A mintagyűjtő edény falát, alapos tisztítás után a benne lévő vizes egyvelegbe mosom, majd leengedem a mintagyűjtő kannába. Utána még egyszer jól átöblítem desztillált vízzel és az is mehet az edénybe. Most már kikerülhet az új mintavevő kanna és a mintagyűjtő edénybe szánt új oldat is. Második lépésként a kifűtött, kinullázott környezeti dózist mérő patronot helyezem ki, dózisteljesítményt a folyamatosan mérő szonda mellé. A régibb patronot pedig a laborban a kolléganők már izgatottan várják, hogy még aznap kiértékelhessék. Most már a konténeren belül folytatom a munkát. Persze a telefonálás a

dozimetriai vezénylőbe itt sem maradhat el, ha kedves az ember élete. Először a nagy légáramú mintavevő egység szűrőinek cseréjével kezdem. Miután feljegyeztem a szükséges paramétereket a kiolvasóról, a kombinált szűrőket kicserélem, amiből, majd a laborban részletes vizsgálatokat fognak tudni végezni. Ugyanezt a metódust elvégzem a távadó egység szűrőivel is. Ez az egység kisebb szűrőkkel és kisebb légárammal rendelkezik, viszont megvan az a nagy előnye, hogy tízpercenként szolgáltat adatokat a dozimetriai vezénylőbe, aminek elsősorban üzemzavari és baleseti szituációkban nagy szerepe lehet. Az adatközlést a szűrők alatt elhelyezkedő detektorok révén tudja megtenni. Miután a szűrőcserék megtörténtek, gyors adminisztráció a helyszínen található mintanaplóba. Ellenőrzés a helyi számítógépen, és ha minden rendben van, már indulhatunk is a következő helyre. Miután a többi levegő mintavevő- és vizes állomáson is elvégeztem a teendőket, visszamehetek az erőműbe a feltöltött nitrogénes edényekért.

Most, hogy visszaértem a laborba – röpké hét órás kirándulást követően – végre átadhatom a mintákat a már izgatottan várakozó kolléganőknek további feldolgozásra és a nitrogénes edények is visszakerülnek a tárolási helyükre. Kikapcsolódásképpen felviszem a minták adatait a laborban található mintavételi naplóba és a minőségbiztosítási programba.



Újabb nap virradt ránk, most az erőmű harminc kilométeres körzetében esedékes kicserélni a környezeti dózismérőket. Ez összesen huszonkettő darab dózismérő patronra érint. Tizennégy darab a telepített állomásokhoz, öt darab a TEIT-hez (Társadalmi Ellenőrző, Információs és Településfejlesztési Társulás) három pedig egyéb, a lefedettséget elősegítő helyszínhez köthető. Miután a kolléganők lemérték és kinullázták a patronokat, indulhatok is a hosszú útra, illetve csak indulnék, mert Murphy közbe szólt. A kocsni nem indul. Első ránézésre úgy néz ki

akkumulátor probléma. Hívjuk segítségül a bikázó kábelt, egy-két próbálkozás és a motor beindult. Most már indulhat a „kirándulás”. Remélem azért ez a „kirándulás” nem lesz olyan költséges, mint múltkor. Egy hónappal ezelőtt ugyanis a cégtől kaptam egy szívhez szóló levelet a következővel, „Egyetért-e, hogy a büntetés összegét levonhatjuk a fizetéséből?”. Mint utólag kiderült az egyik szakaszon forgalmi rend változás lépett hatályba, amit nem vettem észre és belefutottam a sebességmérőbe. Legyünk optimisták, irány a tett helyszínére. A Sárszentlőrinc melletti úzdi adótorony felé tartva azért csak-csak összeszorul a gyomrom, mindig tartogat valami meglepetést. Egy szűk sáv felfelé több száz méteren, megcsúszni nem érdemes, mert elég meredek az út széle, ha pedig szembe jönne valaki, csak a tolatás jöhet számításba. Télen pedig jobban jár az ember, ha lábbusszal próbálkozik és felgyalogol az adóállomás lábánál lévő állomásunkhoz. Szerencsére most megúsztam ezt a napot különösebb atrocitások nélkül. Se defekt, se elem ugró állat és még a kerekek alá sem kellett oda hordanom a fél erdőt, hogy ki tudjak jönni a sárból. A lecserélt dózismérő patronok hiánytalanul és teljes épségben beérkeztek a laborba, így a kolléganők megint csak örülhetnek a benne rejlő adatoknak. Levezetésképpen újra adminisztrációval és az adatbázis feltöltésével zárhatom a napot.

Újabb nap virradt ránk, már alig várom, hogy megfoghassam az előkészített hűtőtáskákat, amit megint másfél kilométeres körzetben fogok szétszórni. Ne tévesszen meg senkit a hűtőtáska. Nem a jó kis hűvös söröcském és a szendvicsekem van benne, hanem a trícium mintázásra szánt molekulaszita és a radiokarbon megkötésére szánt lúgokkal feltöltött buborékolat. Meg is érkeztem, a már jól ismert levegő mintavevő állomásra. Amennyiben nem akarok pár perc múlva arccal a föld felé fordulni a kedves kommandósok segítségével, érdemes most is telefonálással indítani a vezénylőbe, aztán jöhet a meló. Légáramlások rendben, a legfontosabb adatokat feljegyeztem a helyszínen található mintavételi naplóba. Jöhet a szivattyúk leállítás és a csere. Csak nehogy az újonnan hozott edények csiszolatánál az üveg eltörjön, mert akkor rögtön mehetek vissza a laborba átönteni egy másik edénybe a mintavevő folyadékot. Szorító csipeszek rendben, gumigyűrűk jól zárnak, szilikagél és a párasító a helyére került, a buborékolat oszlopokból sem hiányzik a nátronlúg, előtétiszűrők kicserélve, indulhat vissza a szivattyú. Szerencsére minden rendben működik, a levegő buborékok szépen, egyenletesen zakatolnak, a spirális csövön és a többi helyen is megfelelőnek tűnnek az áramlások. Még jöhet a soron következő maradék nyolc állomás, mindent a környezet-ellenőrzésért! Talán visszaérek a laborba időben, hogy a holnapi talajvíz mintavételre és iszap mintavételre is előkészülhessek, miután végeztem az adminisztrációval és az adatbázis feltöltésével is.

Egy újabb nap virradt rám. Aggregátor fent az autón, üzemanyag rendben. Most már csak a csőszivattyúk kellene a tömlőkkel, kötelekkel, kábelekkkel és a mintagyűjtő edényzetekkel és a talajvíz mintavételhez minden összeállt. Beteszem még a mintavevő botot a víz- és iszap mintavételhez szükséges feltételekkel együtt. Ha szerencsém van ma meg tudok mintázni legalább négy talajvíz kutat a

huszonnégyből és akkor még vizet is tudok venni a Dunából, az erőmű mellett található halastavakból, és az erőművet körbeölelő övcsatornából is. Persze, ahol víz van, ott akad iszap is, legalább is jobb esetben. Mert számtalanszor járok úgy, hogy a Duna vízállása miatt könnyebben tudnék sirályt fogni, mint egy kis iszapot venni. Sejtettem volna, az előbb még verőfényes napsütés, most meg, hogy elkezdtem volna a szivattyúzást leszakad az ég, hát ilyen az én szerencsém. Nem baj még mindig jobb, mint amikor mínusz tíz Celsius-fokban végzem ugyanezt. Agregátor gyújtáskapcsoló elfordítva, jöhet a rántás és az agregátor elkezd szépen zakatolni. Áramunk már van, most már elforgathatom a talajvíz mintavevő kút csövének fedőlapját és már engedhetem is le a szivattyút. Jöhet a pangó víz eltávolítása, de miért nem jön a víz? Remélem nem most jött el az ideje, hogy az elektromos vezeték szálszakadásos legyen, vagy talán nagyon homokos a kút alja, de az is lehet, hogy a járókerék beszorult. Nem, egyik sem, hallom, hogy úton van felfelé a víz. Jó tíz perces járatás után végre megtölthetem az edénykémet a jó kis hideg talajvízzel, hogy a laborban kielemezhessek belőle a trícium mennyiségét. Ezt elvégzem még a közelben lévő három másik talajkútnál is és akkor jöhet a felszíni vizek mintavétele is. Gumicsizma felhúzva, teleszkópos mintavevő bot edénnyel a végén a kézbe. Csak óvatosan, mert az övcsatorna fala elég meredek és hát a gumicsizma sem a terepi tulajdonságairól híres. Sikeresen megtörtént a merítés és a minta már a feliratozott edényben landol. Most jöhet az iszap mintavétele. Gyors feltét csere a mintavevő bot végén és kezdjük is a kísérletet. Nem látok az aljára, de remélem nem volt a közelmúltban medertisztítás, mert akkor húsz merítésből sem biztos, hogy összejön annyi minta, amennyi a vizsgálathoz szükséges. Hopp-hopp az eső megtette hatását, csak belecsúsztam az árokba. Még jó, hogy nem olyan mély, mert akkor most úszkálhatnék a „habok” között. Az is szerencse, hogy a kocsiban van csereruhám, mindjárt át is öltözöm a raktérben. A nehézségek ellenére, a mára előirányzott minták mind beérkeztek, a kolléganők legnagyobb örömére és a szokásos adminisztrációval és adatbázis feltöltéssel ez a nap is jól zárult.



Elérkeztünk a hét utolsó munkanapjához. Először elmegyek a hal- és tej mintáért, majd egy kis fű és talaj mintavétel van betervezve az erőmű másfél kilométeres körzetében, a levegő mintavevő állomások közvetlen környezetében. A tejhez megvan a kanna, a halhoz a zsák. A talajmintavételhez szükséges eszközök pedig – lássuk csak, nehogy valami elmaradjon – fűnyíró olló, mintavevő keret, rögzítő szegek, kés, ásó, keretbe illeszkedő lapát, kalapács, és a feliratozott mintatároló doboz. Idáig rendben vagyunk. Most előkészülhetünk a fű mintavételére is. Mennyivel egyszerűbb, hogy a fű mintavételére már nem hagyományos kaszát, hanem huszonegyedik századi módon motoros széllyírót használunk. Csak zsákot el ne felejtsek vinni, amiben a füvet behozom a laborba. Múltkor ugyanis majdnem megjártam. Lekaszáltam a füvet és ott hagytam a helyszínen, hogy kiszáradjon. Gondoltam majd néha "vellával" megforgatom és a feldolgozás első része már ki is van pipálva, segítve a kolléganők munkáját, hátha még egy pusztit is kapok tőlük jutalmul. Viszont mikor beborult az idő és elkezdett esni az eső rájöttem, ez most nem fog összejönni, hiszen a viharos szél el tudja fújni a mintát az adott helyről. Az eső, pedig ha nagyon megáztatja, és nem tudom, időben megforgatni a füvet, az a föld martalékvá válik. Magyarán szólva nem lesz fűmintánk. Most ezt a sanszot nem játszom el, maximum elbukom a pusztit, de a minta legalább biztonságban lesz.

Látom már várnak a halnevelőnél, ami az erőmű közvetlen szomszédságában van. Nem lenne rossz munkaidőben belógatni a botot, kicsit horgászgatni, de sajnos nem így működik a rendszer. Előző nap lebeszéltem az illetékesekkel, legyenek kedvesek kisegíteni bennünket egy kis halmintával. Gyors adminisztráció után már nyitom is a zsák száját, hogy belekerüljön a potyka. Szegény kis pontyocskának innentől kezdve már meg vannak számlálva az órái, reggel még biztos nem így képzelte el a napot.

Sokáig nem vívódhatok a hal sorsával, mert a tehenészetnél a reggeli fejés után már várnak. A helyszín az uralkodó szélirányt figyelembe véve lett meghatározva és a szabad legeltetés is fontos szempont volt. Mari néni már vár a hűtőháznál, hogy megtölthesse az edényt, amiből remélhetőleg most sem sikerül kimutatni semmi oda nem illőt. Az átvételi elismervény után irány a labor, hogy leadhassam a kolléganőknek a friss "árut".

Most már gondolkodhatok, melyik állomáson is célszerű a talajmintavételt kezdeni. A laborhoz legközelebbit választom, majd meglátom, mennyi fér bele a mai napba. Kezdjük is neki. A mintázandó részről levágom először a füvet. Ezért szeretem a talajmintavételt összekötni a fű mintavételével. Két legyet egy csapásra, ez a hatékony munkavégzés! Miután sikeresen lekaszáltam a területet a fűmintát beleteszem a feliratozott zsákba – remélem, most megúszom kullancsok nélkül. Most már elkezdhetem a talajmintavétel szeánszát is. A fűnyíró ollóval levágom még azt a kis füvet, ami ott maradt, hiszen én a talajra vagyok „kiéhezve”, nem pedig a növényi maradványokra. Fogom a talajmintavevő keretet és a cölöpökkel alaposan rögzítem a talajhoz. Most jöhet a kés, hogy a keret belső széle mentén a fű gyökereit elvághassam. A keret elé ások egy kis vágatot, hogy a lapátot be tudjam csúsztatni a keret megfelelő sínjébe. Nem még sem megy



olyan könnyen, egy kis kalapácsos rásegítés úgy látom, nem árt. Szép kis szelet mintát sikerült kihasítanom a talaj felszínéből. Pontosan három centiméter vastag a talajszelvény. Ezt a műveletet még megismétlem hatvan fokként vagy kétszer és a mintát a feliratozott mintatartó edénybe teszem. Már csak nyolc környezeti állomáson kell ezt elvégeznem, meg persze az üzemi területen belül tizennégy ponton. Gyerekjáték lesz az egész, csak közben ne „fálnának” fel a szúnyogok. Erre szokták mondani, hogy minden szakmának megvan a maga szépsége. Úgy gondolom, még mára belefér négy állomás, a többi marad a következő hétre. Be is viszem a laborba, hogy méltó zárásként búcsúzzam ettől a héttől.



A teljesség igénye nélkül, valahogy így néz ki egy hét mintavevői szemszögből a Környezetellenőrző Laborban. Mint a tények mutatják, korántsem mindig barátságos feltételek mellett kell elvégezni a munkálatokat, hogy a vizsgálatokat elvégezhesük, és a végén korrekt mérési eredmények születhessenek belőlük. Ezúton szeretnék köszönetet mondani mintavevőink áldozatos munkájának, ami a precíz végeredmény első, és talán legfontosabb lépése!