

## A VEGYIFEGYVER TILALMI EGYEZMÉNY SZEREPE A VEGYIFEGYVER ELTERJEDÉSÉNEK MEGAKADÁLYOZÁSÁBAN

### *Absztrakt*

*A munka rövid áttekintést ad a vegyi hadviselés történetéről és a Vegyifegyver Tilalmi Szervezet létrejöttének folyamatáról, rávilágítva az egyezmény megkötésének okaira és történelmi szükségszerűségére. Bemutatja a Vegyifegyver Tilalmi Szervezet (OPCW) működését, felépítését társszerveinek ismertetésével egyetemben. Elemzésre kerül az alapokmányban lefektetett célkitűzések és feladatok végrehajtási folyamata a sikeres lépések és nehézségek tükrében. Részletesen foglalkozik az első, 2003.-ban megtartott felülvizsgálati konferencián megtárgyalt, megoldásra váró feladatokkal és az azokra tett javaslatokkal. Végezetül a technológia és a tudomány állandó fejlődése által diktált kihívásokról és a Vegyifegyver Tilalmi Szervezet előtt álló feladatokról esik szó.*

*A short review is given on the history of chemical warfare showing the establishing process of The Chemical Weapons Convention. The historical needs and causes led on contracting the treaty are shown here. Implementation process of purposes and tasks redefined in the Convention is assumed in the light of achievements and problems. The article deals with results and tasks to be solved in the first Review Conference held in 2003 and with its proposals. In the end there are few words about the possible future tasks of the Convention dictated by the permanent development of technology and science.*

**Kulcsszavak:** vegyifegyvert, vegyi hadviselés, Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény

## BEVEZETÉS

### A vegyi hadviselés története

Mérgező vegyi anyagok használatára helyi háborúk során már az ókorban is találunk példákat :az ókori Görögország és Spárta is használt kén- és arzén füstöt. Valódi háborús fegyverré az I. Világháború során váltak. Az első komoly csapást a belga Ypern-nél mérték a németek az ellenséges csapatokra 1915.-ben. Ekkor klór gázt használtak, a későbbiek során foszfént és kénmustárt is bevetettek. A Világháború végére 1124000 tonna vegyi anyagot használtak el a háborús felek, melynek következtében több mint 90 ezren lelték halálukat és a sebesültek száma meghaladta az egy milliót.[1]

<sup>1</sup> ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskola PhD hallgató

<sup>2</sup> ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskola, egyetemi tanár, halasz.laszlo@zmne.hu



*A vegyifegyver sérültjei és halálos áldozatai az I. Világháborúban*

Bármennyire is borzalmas volt ezen anyagok hatása, a két világháború közti időben a nagyhatalmak (USA, Szovjetunió, Nagy-Britannia, Japán) laboratóriumaiban lázasan folytak a fejlesztések, és ipari méreteket öltött a toxikus harcanyagok előállítás. A kutatások eredményeképpen új, az eddiginél mérgezőbb hatású anyagok kifejlesztésére került sor. A náci Németországban Gerhard Schrader vezetésével először szintetizálták a tabunt (1938), a szarint (1939) és a szománt (1944). A II. Világháború folyamán – bár mindkét oldalon rendkívül nagy készleteket halmoztak fel, a szemben álló felek tartózkodtak a vegyi fegyverek használatától. A háború utánra tevődik e mérgező anyagok újabb generációjának - az eddiginél is sokkalta mérgezőbb és stabilabb VX - kifejlesztése. A kutatások a világ több laboratóriumában közel párhuzamosan folytak, de először a brit Dr.Gosh laboratóriumában állították elő sikerrel 1952-ben. A brit kormány átadta az anyagot amerikai szövetségeseinek, amely itt nyerte el végleges formáját és kapta a VX elnevezést.[2][3] A hidegháború időszakában a két nagyhatalom: az USA és a Szovjetunió fegyverkezési versenye folyt a vegyi fegyver gyártás terén is, és mindkét fél hatalmas készletekre tett szert a mérgező ágensekből. A világháborúk befejezése után kevesebb vegyifegyver-használat történt háborús konfliktusok során, azonban néhány alkalommal mégis sor került használatukra: 1962-67 között a jemeni - etióp, 1963-67 amerikai - vietnámi, 1975-83 kambodzai - vietnámi, 1979-83 szovjet - afgán és végül 1982-86 irak - iráni háborúkban. A nem túl távoli múltban két sajnálatos eseményhez is kapcsolódott toxikus vegyi anyag használata: 1994-ben egy japán szekta tömeges öngyilkosságot követett el szarinnal, majd 1995-ben a tokiói metróban használtak szarint védtelen utasokkal szemben.[1]

### **A Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény megszületéséhez vezető út**

Már a középkorban megfogalmazódott a mérgező vegyi fegyverek ellen egy nemzetközi ellenőrzési rendszer iránti igény. Az első bilaterális szerződés 1675-ben kötött Németország és Franciaország között. Közel kétszáz évet kellett várni a következő ilyen típusú szerződésre, amely 1874-ben jött létre. Ez volt a Háború Jogi és Vám szabályairól szóló Brüsszeli Egyezmény. A Brüsszeli Egyezmény tiltotta a mérgekkel töltött fegyverek, mint gránátok, lövedékek használatát, vagy bármely olyan anyagét, mely szükségtelen szenvedést okozhat. A harmadik ilyen tárgyú egyezmény 1899-ben került aláírásra Hágában. Tiltotta a mérgező gázokkal töltött lövedékek használatát. Az 1917-ben, a Hágában megtartott békekonferencia egy új egyezményt fogadott el, amely megtiltotta a mérgező anyagokkal

töltött fegyverek használatát a háborúkban. Az I. Világháborúban használt mérgező gázok hatásairól szóló megrázó képek bejárták a világot és sokkolták a közvéleményt. A vegyi anyagok használatának betiltását szorgalmazó, valamint a katonákat és a civil lakosságot érő vegyi hatások ellen nemzetközi mozgalmak indultak. Ezen tendenciák eredményeképpen egy új, nemzetközi szerződés született 1925-ben: a Genfi Protokoll a Fojtó, mérgező és egyéb Gázok, valamint a Bakteriológiai Hadviselés Tiltásáról. Ez az egyezmény a mai napig is érvényben van és 140 ország ratifikálta.[1] Bár a Genfi Protokoll fontos mérföldkövet jelentett a vegyifegyver leszerelés folyamatában, azonban számos hiányossággal küzdött: csak a részes államok közötti vegyi és bakteriológiai háborút tiltotta, engedélyezte a vegyifegyver használatot a protokollhoz nem csatlakozó állammal szemben, valamint válaszcsapást is, ha az ország megtámadása során mérgező anyagot használtak. Az Egyezmény nem foglalkozott a belső háborúk és fegyveres konfliktusok kérdésével, és nem tiltotta toxikus vegyi anyagok gyártását, raktározását és szállítását más országokba, nem tartalmazott semmiféle szankciót az egyezmény megsértőjére vonatkozóan. A Genfi Protokoll durva megsértése történt az I. Világháború alatt, ezért egy új nemzetközi szerződés megkötése elkerülhetetlenné vált.

A Leszerelési Konferencia 1971-ben elfogadta a Bakteriológiai és Toxin Fegyverek Fejlesztésének, Gyártásának és Raktározásának Tilalmáról szóló Egyezményt. Ez a szerződés a részes államainak tiltotta a biológiai és toxin fegyver fejlesztését, gyártását és birtoklását. A Biológiai Fegyver Egyezmény létrejöttének eredményeképpen felgyorsultak a vegyi fegyverek tiltásáról folyó tárgyalások a „halálos vegyi fegyverekről” szóló javaslatot az USA és a Szovjetunió közösen nyújtotta be 1974-ben. 1980-ban ad hoc csoport alakulására adott megbízást a Leszerelési Értekezlet, hogy a vegyifegyver tilalmi egyezmény szövegét kidolgozza. Ezzel egy időben Szovjetunió és az Amerikai Egyesült Államok kétoldalú tárgyalásokat folytatott prekursorok, a kulcs-prekursorok és a listás termékek témáiban. Genfben a leszerelési értekezlet keretei között lezajlott tárgyalásokban a nemzetközi vegyipar is aktívan részt vett. A megbeszélések eredményeképpen az USA és a Szovjetunió kétoldalú szerződést írt alá a vegyifegyverek fejlesztésének, gyártásának tilalmáról. Csökkenteni kívánták készleteiket a teljes mennyiség 20%-ra. Ausztrália 1991-ben benyújtotta az egyezmény szövegének tervezetét, amely a következő évben elfogadásra került. Az Egyezményt 1993-ban bocsátották aláírásra, ebben az évben az Előkészítő Bizottság is megalakult, amelynek feladata a VTE végrehajtó szervének az OPCW alapvető feladatainak kidolgozása volt. Az Előkészítő Bizottság elkészítette az egyezmény feladatainak végrehajtási útmutatóját is és 200 ellenőrt képzett ki világszerte. Az Egyezmény 1997-ben lépett életbe, 87 aláíró tagállammal.[5]



*A Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény aláírási ceremóniája*

## A VEGYIFEGYVER TILALMI EGYEZMÉNY

A Vegyifegyverek Fejlesztésének, Gyártásának, Raktározásának és Használatának tilalmáról és a Megsemmisítésükről szóló Egyezmény (Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény) az első olyan többoldalú szerződés, mely a tömegpusztító fegyverek alkalmazását tiltja, a vegyifegyverek megsemmisítésének nemzetközi ellenőrzési rendszer általi megvalósításával. Az egyezmény megtiltja a részes államai számára a vegyifegyver használatot, részes állam soha „nem fejleszthet, gyárthat, vagy más módon nem szerezhethet, nem raktározhat, vagy nem tarthat vissza, direkt illetve indirekt módon nem szállíthat sehova vegyifegyvert.”

A részes államoknak meg kell semmisíteniük, minden általuk birtokolt vegyifegyver készletet, csakúgy, mint az azokat előállító létesítményeket a saját területén illetve az elhagyott régi készleteit más államok területén. A szerződés létrejöttének folyamatában a nemzetközi vegyipar mindvégig aktívan részt vett biztosítva az együttműködést a vegyipar és a VTE ellenőrzési rendszere közötti együttműködést. Az egyezmény értelmében azon vegyipari létesítmények is ellenőrzésre kerülnek, ahol listás anyagok előállítása folyik, így biztosítván azok békés célú felhasználását. A VTE-ben foglaltak alapján a vegyifegyverek megsemmisítése világszerte ellenőrzés mellett történik és biztosítják a vegyi fegyverek leszerelésének folyamatát is. Az egyezmény a részes államok közti együttműködést biztosítja a vegyi anyagok békés célú felhasználását illetően és segítséget, illetve védelmet nyújt a részes államoknak vegyi fegyverrel történő fenyegetettségük vagy megtámadásuk esetén.

Az egyezmény mellékletét képezik az ún. Listás Termékek, amely mérgező anyagok három listába történő besorolását tartalmazza veszélyességi fokuk szerint.[4]

I. Listás termékek közé olyan vegyi anyagok kerültek, melyek nagy kockázatot jelentenek az emberi életre, egészségre. Ezek felhasználását még békés célokra sem engedélyezi az egyezmény. Ide sorolhatók a szarin, szomán, kénmustár, mustárgáz stb. és prekuzor anyagaik, melyeket a mérgező anyagok előállításának utolsó lépéséhez használnak.

II. Listás termékek csoportjába azok az anyagok kerültek besorolásra, melyek jelentős kockázatot jelentenek, halált vagy harc képtelenséget okozó tulajdonságaik miatt. Például amiton, PFIB, BZ. E listában található prekuzorok a veszélyes anyagok szintézisének utolsó lépésében szerepelnek, vagy az I. Listás készítmények előállítási folyamatában vesznek részt.

III. Listás termékeket, bár toxikusak, de nagy mennyiségben állítják elő békés célokra. Ide tartozók a foszgén, hidrogén-cianid, stb. Szintézisük utolsó lépéséhez szükséges prekuzoraik is szerepelnek e listán.

Az I. Listás anyagokat csak kutatási, orvosi, gyógyszerészeti és védelmi kutatási célokra használhatják a tagállamok. Szállításuk tiltott olyan országba, mely nem tagja az egyezménynek. Gyártásuk, tárolásuk és exportjuk is engedélyköteles és mennyiségében korlátozott. A II. Listás termékek kereskedelmére hasonló szabályok vonatkoznak, de tagországok közötti exportjukhoz is engedély szükséges. A III. Listás anyagok tagországok és harmadik ország felé is szállíthatók, de az exportörnek végfelhasználói nyilatkozatot kell a fogadó országtól beszereznie, amely tanúsítja az anyag kizárólag békés célú felhasználását.

# **A VEGYIFEGYVER TILALMI EGYEZMÉNY VÉGREHAJTÓ SZERVEZETÉNEK FELÉPÍTÉSE**

OPCW, (Vegyifegyver Tilalmi Szervezet) az egyezmény végrehajtó szerve. A fő feladatai közé tartozik az egyezmény utasításainak végrehajtása, a nemzetközi ellenőrzési rendszer biztosítása és a részes államok konzultációin, illetve köztük lévő együttműködés létrejöttéhez történő segítségnyújtás. A szervezet három fő szervet foglal magában: a részes államok Konferenciáját, és a Végrehajtó Tanácsot és a Technikai Titkárságot.

## **Részes Államok Konferenciája**

Az OPCW legfontosabb szerve felügyeli az egyezmény végrehajtását csakúgy, mint a Végrehajtó Tanács és a Technikai Titkárság munkáját. Feladata az OPCW éves költségvetésének elfogadása és a részes államok delegáltjainak jóváhagyása is. A Végrehajtó Tanács tagjait is a konferencia választja. A Konferencián az összes tagállam képviselteti magát, és évente ülésezik.

## **Végrehajtó Tanács**

A Tanács jelentést készít a konferencia számára és ellenőrzi a Technikai Titkárság működését. Felelős az egyezmény utasításainak betartásáért. Kapcsolatot tart a részes államok nemzeti hatóságaival biztosítva az együttműködést közöttük. A Tanács készíti elő a jelentéseket és táblázatokat a konferencia részére. Évente négy-öttször ülésezik, politikai döntéseket hoz az OPCW feladatai végrehajtásának segítésére. 41 tagot számlál öt régióba osztva: Afro-Ázsia, Kelet-Európa, Latin-Amerika, Karibi-régió, Nyugat-Európa és mások.

## **Technikai Titkárság**

A konferencia és a Végrehajtó Tanács munkáját segíti. A titkárság viszi az egyezmény végrehajtásának napi ügyeit. Jelenleg kb. 500 fő dolgozik a szerv munkatársaként, akik többsége a felügyeleti- ellenőrzési területen tevékenykedik.

Az OPCW szerveinek munkáját három tanácsadó testület is segíti: a Tudományos Tanácsadó Testület, az Adminisztratív és Pénzügyi Tanácsadó Testület és a Bizalmi Tanács. A Tudományos Tanácsadó Testület független szakértőkből áll, akik a tudományos és technológiai fejlesztések értékelését végzik. Itt tesznek javaslatot a kémia anyagok listáira vagy az ellenőrzési rendszer metódusára és felszereltségére vonatkozó változásokra.

A Bizalmi Tanács felel a részes államok között felmerülő bizalmi jellegű viták rendezéséért.

Az Adminisztrációs és Pénzügyi Tanácsadó Testület tesz javaslatot a Technikai Titkárságnak és a részes államoknak a programokra és a költségvetésre.

## **Az OPCW működése**

### *A részes államok kötelezettségei*

Egy részes államnak az első feladata a nemzeti hatóság felállítása, amely összekötőként szolgál az OPCW és más részes államok felé. A nemzeti hatóságok elsőrendű feladata a bevezető deklaráció elkészítése attól a naptól kezdve 30 napon belül, amikor az adott

országban életbe lép az egyezmény. A nemzeti hatóság törődik az ellenőrzési folyamat megszervezésével, biztosítva mindazon feltételeket, melyek az ellenőrök munkáját megkönnyítik. A bevezető deklaráció tartalmazza az összes múltbéli és jelenleg futó vegyi harcanyag programot és az összes előregedett, illetve elhagyott vegyifegyver készletet az ország, vagy más ország területén. A nemzeti hatóság egy másik bevezető deklaráció benyújtására is kötelezett, amely az ipari tevékenységről szól. Ez a jelentés tartalmazza a listás kémiai anyagok ipari gyártásának, felhasználásának és készletezésének minden adatát. A részes államnak az elmúlt, valamint a következő év várható ipari aktivitásáról is jelentést kell küldenie. Ötévente a tagállamoknak felül kell vizsgálniuk az egyezmény által kijelölt feladatok végrehajtási folyamatát. A felülvizsgálati konferencián értékelik e folyamat eredményeit és meghatározzák a szükséges változtatások körét az ellenőrzési rendszerben, illetve figyelemmel kísérik a vegyipari tudományos és technikai újításokat.

### **Az OPCW feladatai**

A szervezet legfontosabb feladata a vegyifegyverek megsemmisítése. Ez egyben a végrehajtási folyamat legköltségigényesebb része. A költségeket tovább növeli, hogy a megsemmisítéshez alkalmazott technológiának nem szabad sem az emberi szervezetet, sem a környezetet szennyeznie. A gyakorlatban a megsemmisítésre az égetéses illetve kémiai reakciókkal történő bontást alkalmazzák, bár több új módszert is kifejlesztettek.[6] A részes államnak részletes tervet kell benyújtania a megsemmisítésről, a határidőkkel együtt. Ilyen tervet minden egyes üzemre el kell készíteni, és a békés célra történő üzem átalakítás tervénél az átalakítási folyamat bemutatása is csatolandó. Az egyes országok a teljes vegyifegyver arzenáljuk megsemmisítését 10 éven belül be kell, hogy fejezzék, azaz 2007-re. A gyártó üzemek bezárásának végső határideje is 2007. Ezek a volt gyártó helyek deaktiválásuk után átalakíthatók békés célokra is. Az egyezmény a határidők kitolását egy alkalommal engedélyezi, öt évre, azaz maximum 2012-ig. Külön kiemelendő az előregedett és elhagyott vegyi fegyverek megsemmisítésének problémája. Ezek a régi muníciók sokkal kevésbé stabilak, hatástalanításuk így sokkal bonyolultabb és költségesebb, nem beszélve a tengerek mélyére süllyesztett több ezer tonna előregedett toxikus anyag felhozatalának és megsemmisítésének költségeiről.



*Vegyifegyver megsemmisítő üzem*

## *Ellenőrzés-felügyelet*

A Technikai Titkárság alapvető feladata az ellenőrzés. Jogosítványa van nemcsak a vegyi anyagok és termelő üzemek megsemmisítését és bezárását, de bizonyos ipari vegyészeti gyárak működését is ellenőrizni. Az egyezményben egyértelműen le vannak fektetve azok a feltételek, melyek alapján eldönthető, hogy a létesítmény a VTE hatálya alá tartozik-e vagy sem. Bejelentési kötelezettségük van azon termelési egységeknek, ahol listás anyagok előállítás, tárolása vagy felhasználása történik, és amennyiben ezen anyagok gyártásának, tárolásának illetve felhasználásának mennyisége meghaladja mellékletben meghatározott küszöbértékeket.

Azok a vegyi üzemek működése, melyekben a nem listás, de szerves foszfát vegyületek előállítása az évi 200 tonnát meghaladja szintén engedélyhez kötött.

## *Ellenőrzések típusai*

Az egyezmény háromtípusú ellenőrzési formát határozott meg: a rutin ellenőrzés, rendkívüli ellenőrzés és a feltételezett használat ellenőrzését.

Rutin ellenőrzés során bejelentett vegyi fegyverraktárakban, gyártó- és megsemmisítő létesítményekben hajtanak végre ellenőrzést meghatározott időpontban. Ezek periodikus, az államnak, és a területek tulajdonosainak is előre bejelentett látogatások. Az ellenőrzések célja, hogy kizárják az illegális, az egyezmény által tiltott célú termelés lehetőségét, és ellenőrizzék a nyilatkozatokban jelzett adatok pontosságát.

Rendkívüli ellenőrzést bármely tagállam kérhet az OPCW-től bármely deklarált, vagy nem deklarált, egy másik tagállam területén lévő létesítményre, ha gyanú merül fel arra vonatkozóan, hogy megsértik az egyezmény alapvető rendelkezéseit. Az ellenőrzendő létesítmény vezetőinek meg kell adniuk minden segítséget az ellenőröknek legkésőbb 108 órával azok megérkezése után. Ez a késedelem elegendő arra, hogy a fontos kereskedelmi adatokat és nemzetbiztonsági információkat levédje a cég, de nem elegendő egy illegális tevékenység nyomainak eltüntetéséhez.

Feltételezett használat ellenőrzése során bármely részes állam kérheti az ellenőrzés lefolytatását, de a bejelentő országnak pontos információkkal kell ellátnia az ellenőrző hatóságot az eset idejéről, helyéről az alkalmazott vegyi ágens típusáról, annak hatásairól a környező növényzetben, állatvilágban vagy emberi egészségben. A helyszínre érkező vizsgáló csoportnak joga van belépni bármely területre, megvizsgálni az embereket, akik ki voltak téve a mérgező anyag hatásának, illetve környezeti és orvosi mintákat gyűjteni. A vizsgálat megállapításairól jegyzőkönyv készül.





*Vegyí lőszerek előkészítése a megsemmisítéshez*



*Régi vegyi lőszer feltárása*



## *Segítségnyújtás az egyezmény végrehajtásához*

A részes államok kötelezettségeik teljesítéséhez segítséget kérhetnek a szervezettől. Számos, jelenleg is futó program szolgál segítségként: jogi, technikai segítségnyújtás, nemzeti hatóságoknak szervezett tréningek. Az OPCW információs szolgáltatást szervez a fejlődő országok cégeinek, hivatalainak és egyéni érdeklődőknek is. Ez a program számos információt nyújt a toxikus anyagok egészségi és biztonsági mutatóiról, veszélyes anyagok helyettesíthetőségéről. Bármely részes állam kérheti az OPCW segítségét, amennyiben vegyifegyver támadás éri, tömegoszlató anyagokat vegyi fegyverként használták ellene, vagy ha bármely ország az egyezmény alapján tiltott tevékenységgel fenyegetné meg.

Az OPCW tréningeket és szemináriumokat is tart, a civil lakosság védelmének mikéntjéről vegyi támadás esetén.[7]

A Vegyifegyver Tilalmi Egyezményhez jelenleg 181 ország csatlakozott, az egyezmény a világ lakosságának 95%-ára, a világ vegyiparának 98%-ára terjed ki. Az egyezmény végrehajtása során 65 vegyifegyver gyártó létesítményből 38-at leszereltek, 18-at polgári termelésre állítottak át, 35 vegyifegyver raktárt számoltak fel, 37 vegyifegyver megsemmisítő üzemet létesítettek. A részes országok 71330 tonna mérgező anyagot és 8679 millió vegyifegyvert (lőszert, bombát, rakétafejet, stb.) jelentettek be, amelyből 14314 tonna mérgező anyagot és 2,54 millió vegyifegyvert semmisítettek meg [8]

## *Működési hiányosságok*

Az egyezmény hatályba lépését követő néhány év sikerként könyvelhető el, a csatlakozó országok száma gyorsan nőtt. A legfontosabb új tagállamok Oroszország, Irán és Pakisztán voltak. Sajnálatos azonban, hogy az afrikai kontinensről néhány állam, Dél-Ázsia és a Közel-Keleti államok többsége is távol maradt, köztük számos országgal, melyeknek feltételezhetően van vegyi fegyverük.

## *Technikai problémák*

Az első években sok ország nem teljesítette határidőre a deklarációs és jelentésbeli kötelezettségeit. Ezek között volt az USA is, az egyik legnagyobb vegyifegyvert birtokló hatalom. Az ipari tevékenységről szóló jelentését három év késéssel adta le. A másik komoly probléma finansziális jellegű volt. Az egyezmény szerint ugyanis a részes államnak, amely vegyifegyvert birtokol, kell állnia az ellenőrzések, a vegyi anyagok megsemmisítésének és a vegyi üzemek bezárásának költségeit is a saját területén. Ennek ellenére sem az USA, sem Oroszország az ellenőrzési költségekhez való hozzájárulását nem fizette meg. Csak négy ország tett eleget teljes körű befizetési kötelezettségének: Kína, Franciaország, Japán és Nagy-Britannia.

USA, Oroszország, Dél-Korea és India ismerte be, hogy vegyi fegyvert birtokol. Bár az utóbbi két ország csak hosszas tagadás után ismerte el ezt. OPCW ellenőrök folyamatosan ellenőrizték az USA vegyi fegyver leszerelő létesítményeinek működését. A leszerelési folyamat 2000-re befejeződött és az Amerikai Egyesült Államok megsemmisítette vegyi fegyver készletének 22%-át. 2000-ig egy ellenőrzés sem történt orosz területen, mivel Moszkva képtelen volt a leszerelési folyamat első határidejét tartani és megsemmisíteni készletének 1%-át. Moszkva ezért határidő módosítást kért a Végrehajtó Testülettől. Az ilyen

határidő túllépések könnyen alááshatják az egyezménybe vetett bizalmat és fenyegetik a legfőbb célok teljesítését.

### **Első Felülvizsgálati Konferencia**

Az egyezmény nyolcadik cikkelye kimondja, hogy az egyezmény életbe lépésének ötödik és tizedik esztendejében konferenciát kell tartani, ahol értékelik az egyezmény addig elért eredményeket. A felülvizsgálatnak figyelemmel kell lennie minden komoly tudományos és technikai fejlesztésre.



*Az első felülvizsgálati konferencia ülése*

Az első konferenciát 2003-ban Hágában tartották, az alábbi témákban:

- vegyifegyver használat teljes körű tiltása és megsemmisítése
- vegyifegyver gyártás leállítása és leszerelés
- konzultációk, nemzetközi együttműködés
- tudományos és technikai újdonságok áttekintése
- az ellenőrzési rendszer hatékonysága.

A fenti témákban a következő tények kerültek feltárára, és az alábbi határozatok kerültek rögzítésre a konferencia által elfogadott Felülvizsgálati Dokumentumban:

- Vegyifegyver tiltása és megsemmisítése: a leszerelési folyamatok a vegyifegyvert birtokló négy ország közül háromban megfelelő ütemezés szerint halad. Oroszország bejelentette, hogy teljesítette az első ütemet: megsemmisítette arzenáljának 1%.-át. A megsemmisítés költségei a vártnál is magasabbak lettek, ezért Dél-Korea, USA és Oroszország határidő módosítást kért. Oroszország finansziális problémáinak megoldására a részes államoktól kért segítséget. USA, Németország és néhány más

európai állam ajánlotta fel segítségét. A Felülvizsgálati Dokumentum megerősíti a vegyifegyver birtokos országokat készleteik megsemmisítésének kötelezettségében, ugyanakkor felhívja a többi részes államot e folyamatban való segítségnyújtásra.

- Leszerelés és vegyifegyver gyártás leállítás: a teljes leszerelést az egyezmény nyilatkozatainak és ellenőrzési intézkedéseinek segítségével kell megvalósítani. Számos ország még mindig nem nyújtotta be a nyilatkozatait és jelentéseit. Megoldásra vár a nem listás szerves foszfát vegyületeket gyártó ipari üzemek ellenőrzési rendszerének átalakítása. A Felülvizsgálati dokumentumban rámutattak, hogy az országok által elkészített éves jelentéseknek pontosnak, teljesnek kell lennie, valamint azokat határidőre kell benyújtani.
- Konzultációk és nemzetközi együttműködés témában heves viták zajlottak a feltételezett használat ellenőrzések és a rendkívüli ellenőrzések szükségességének kérdéséről. A Felülvizsgálati Dokumentum kimondta, hogy a rendkívüli ellenőrzést kérő félnek, amint alkalma nyílik rá, mindent meg kell tennie, a megvádolt országgal együtt, hogy konzultációkkal és információ cserével a helyzetet mielőbb tisztázzák. Az OPCW nemzetközi együttműködési tevékenységét három csoportba lehet sorolni: tudományos és technikai segítség, vegyifegyver gyárak békés célra történő átállításának folyamatában nyújtott segítség, valamint az egyezmény egyéb céljainak végrehajtásában nyújtott segítség. A Felülvizsgálati Dokumentumban elfogadták az alapvető nemzetközi együttműködési tevékenységeket, melyekhez a részes államok csatlakoztak.
- A tudományos és technikai újdonságokkal foglalkozó szekcióban az olyan új ipari eljárásokról esett szó, mint mikroreaktor és nanotechnológia. Fontos, hogy az ellenőrzési rendszer lépést tartson a tudományos és technikai fejlesztések ipari alkalmazásával. A másik említésre méltó téma a nem-halálos harcanyagok kérdése volt, az akkoriban kirobbant "Sunshine-project", azaz az amerikai fejlesztésű tömegoszlató anyagok problematikája. Azonban ez a téma, a hozzászólások ellenére sem került fel a napirendi pontok közé.
- Az ellenőrzési rendszer hatékonysága témában az ülés sok megválaszolatlan kérdést hagyott, melyek közül a legfontosabbak:
  - 1925-46 között gyártott vegyifegyverek használhatóságának megállapításairól
  - a kiöregedett, elhasználódott vegyifegyverek megsemmisítésének és ellenőrzési rendszerének kidolgozása
  - segítség és védelem a vegyifegyverek ellen
  - I. Listás készítmények ellenőrzése
  - nem részes államok felé irányuló III. Listás anyagok szállítási feltételeinek szigorítása
  - mintavételi eljárás
  - II. és II.a. csoportba tartozó vegyi anyagok keverékeinek alsó küszöb koncentrációja
  - megsemmisítés végpontja [9][10]

Az azóta eltelt időszakban új problémák merültek fel. Javítani kellett a mintavételi és analitikai eljárásokat, növelni kellett az ellenőrzések hatékonyságát.



*Az OPCW laboratóriuma*



*Mintavétel vízforrásból*

A feltételezett alkalmazás vizsgálatához biológiai minták feldolgozására alkalmazott analitikai eljárásokat kell kialakítani és olyan akkreditálható nemzeti laborok szükségesek, amelyek ezeket az eljárásokat végre tudják hajtani. Vizsgálni kell a technikai fejlődés olyan új eredményeit, mint a számítógépes vegyülettervezés, a nanotechnológia, az analitikai technika új lehetőségeit.

Az OPCW és a UPAC (Union of Pure and Applied Chemist) közös projektet indított a vegyi fegyverek ismeretének oktatásba való bevitelére valamint a vegyészek etikai kódexének kialakítására.



A fentiekkel a részes államok második felülvizsgálati konferenciája fog foglalkozni 2008-ban.

## Összegzés

A cikkben felemlített hiányosságok és megoldásra váró feladatok ellenére a Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény és végrehajtó szervének működése sikeresnek mondható, amelyet az eddig megsemmisített vegyifegyver készletek hatalmas mennyisége és a csatlakozott tagországok számának örvendetes növekedése is bizonyít.

A szervezet munkája azonban még távolról sem ért véget. A még nem csatlakozott országok mielőbbi partnerré válása, a föld teljes vegyifegyver arzenálja fölötti ellenőrzés és annak a teljes megsemmisítése a végső cél. Mindezt a nemzetközi közvélemény folyamatos tájékoztatásával, az ellenőrzési rendszer állandó fejlesztésével, javításával és a feladatok következetes végrehajtásával kell megtenni.

Nemzetek feletti összefogás szükséges ahhoz, hogy az emberiség feje fölül elháruljon az egyik legborzalmasabb háború veszélye: a háborúé, amelyet toxikus anyagokkal vívnak. Ennek a háborúnak csak vesztesei lesznek, győztesei aligha. A Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény képes ennek a feladatnak a maradéktalan végrehajtására, de ebben a társadalom egyhangú támogatására van szüksége. A nemzetközi közvéleménynek nyomást kell gyakorolnia a kormányokra, egyértelműen nemet mondva a vegyi háborúkra.

## Irodalomjegyzék:

[1] Basic Facts on Chemical Disarmament – Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) The Hague, the Netherlands, 2006

[2] A vegyi fegyverek története IV. – Háború Művészete Magazin 2006.06.  
[http://www.haborumuveszete.hu/rovatok/fegyverek/bombak/vegyihistory\\_4/](http://www.haborumuveszete.hu/rovatok/fegyverek/bombak/vegyihistory_4/)

[3] A short history of the Development of Nerve Gases  
[http:// www.mitretek.org/AshortHistoryoftheDevelopmentofNerveGases.htm](http://www.mitretek.org/AshortHistoryoftheDevelopmentofNerveGases.htm)

[4] A selection of generally used or traded SCHEDULED CHEMICALS – Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons The Hague, the Netherlands October, 2005

[5] Zsoldos Katalin: Áttekintés a Vegyifegyver Tilalmi Egyezmény kialakulásáról, történetéről, jelenlegi helyzetéről – ZMNE Hadtudományi Doktori Iskola 2004/2005

[6] Critical Evaluation of Proven Chemical Weapon Destruction Technologies – IUPAC Technological Report, Pure Applied Chemistry Vol.74, No.2, pp 187-316

[7] Review of Recent OPCW Global Activities – Chemical Disarmament Vol.2.No.3, September, 2004 pp 13-22

[8] OPCW honlapja (2006. szeptemberi állapot szerint)  
<http://www.opcw.org>

[9] Kelle, Alexander: The CWC After its First Review Conference : Is the Glass Half Full or Half Empty?- Disarmament Diplomacy No.71.(June-July 2003, ISSN 1362-6450)  
<http://www.acronym.org.uk/dd/dd71/71cwc.htm>.

[10] Krutzsh, Walter: The CWC after the Review Conference – Ecological Risks Associated with the Destruction of Chemical Weapons, NATO- Russia advanced Research Workshop, Lüneburg 22-26. October, 2003  
[http://www.uni-lueneburg.de/verwalt/vp\\_intcont/op/nato/pdf/krutsch.pdf](http://www.uni-lueneburg.de/verwalt/vp_intcont/op/nato/pdf/krutsch.pdf)



## KIEGÉSZÍTŐ SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER TERVEZÉSE ÉS LÉTESÍTÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰ 2. BLOKKI 1. SZÁMÚ AKNA HELYREÁLLÍTÁSÁHOZ

### *Absztrakt*

*A paksi atomerőmű 2. blokki 1. számú akna helyreállítása során a sugárvédelmi helyzet folyamatos monitorozásához egy új, kiegészítő sugárvédelmi ellenőrző rendszert (rövidített elnevezése: KISER) kellett tervezni és telepíteni.*

*A közlemény bemutatja a KISER tervezésének legfontosabb sugárvédelmi alapjait és szempontjait, a tervezés egyes mozzanatait, továbbá a telepített rendszer felépítését, műszaki paramétereit, és annak működését.*

*A helyreállítás során a KISER rendszer mindvégig megbízhatóan és magas színvonalon biztosította az akna és a környezete sugárvédelmi ellenőrzését és operatív felügyeletét, jelentősen hozzájárulva ezzel a helyreállítás eredményes végrehajtásához, a 2. blokk sikeres újraindításához.*

*For the continuous monitoring of the radiation protection situation to the recovery of the Pit No.1. on the Unit 2 at Paks Nuclear Power Plant a new, auxiliary radiation protection monitoring system (so called: KISER) must be planned and installed.*

*The publication presents the most important radiation protection principles and aspects of KISER planning, certain phases of the planning, furthermore the construction, the technical parameters and the operation of the installed monitoring system.*

*During the recovery the KISER system all the time trustworthily and on high level ensured the radiation protection monitoring and operational control of the Pit No. 1. and it's surroundings, significantly contribute to effective performance of the recovery and successful restart of the Unit 2.*

**Kulcsszavak:** *sugárvédelem, helyreállítás, telepített rendszer, ellenőrzés*

---

<sup>1</sup> Bujtás Tibor tart. fhdgy., Paksi Atomerőmű Zrt., Sugárvédelmi Osztály, osztályvezető, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz hallgató

<sup>2</sup> Solymosi József nyá. mk. ezredes, DSc, egyetemi tanár, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem tudományos rektorhelyettes, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, a doktorandusz tudományos témavezetője

## Bevezetés

A paksi atomerőmű 2. blokki 1. számú aknában, víz alatt elhelyezett fűtőelem-tisztító berendezésben a 2. blokk reaktorából kirakott kazetták tisztítása alkalmával 2004. április 11-én radioaktív anyagok kibocsátásával járó üzemzavar következett be, a kazetták lokális túlmelegedése következtében. A tisztítótartályban láncreakció már nem játszódott le, de a fűtőelemekben a korábbi reaktorban töltött üzemidejük során felhalmozódott radioaktív hasadvány termékek még mindig jelentős hőmennyiséget termeltek. A tisztító berendezés nem megfelelő hűtése miatt a kazetták néhány óra alatt túlmelegedtek, és a tisztítótartály felnyitáskor beáramló hideg víz által okozott hősokk az üzemanyag-kazetták jelentős sérüléséhez vezetett. Az esemény hatására a fűtőelemek burkolata felnyílt és a bennük lévő urán-dioxid pasztillák is megsérültek.

A sérült kazetták és a szabaddá vált nukleáris üzemanyag törmelék eltávolítását és biztonságos elhelyezését meg kellett oldani. Ezek a feladatok a helyreállítás műszaki nehézségei mellett komoly sugárvédelmi problémákat is felvetnek, amelyek megoldása a munkát végző személyzet sugárterhelésének csökkentése és a környezetbe jutó radioaktív anyagok mennyiségének minimalizálása szempontjából is elengedhetetlen [1].

Az 1. számú akna és környezete állapotának részletes ismeretéhez elengedhetetlen a folyamatos sugárvédelmi ellenőrzés megvalósítása telepített monitoring rendszerekkel. A helyreállításra történő felkészülés során egy új, egyedi telepített monitoring rendszer tervezése és létesítése történt meg, amelynek segítségével az 1. számú akna és környezetének folyamatos ellenőrzése biztosítható.

Ennek az új Kiegészítő Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszernek (KISER) a tervezése és megvalósítása során meg kellett határozni az új rendszer tervezési alapjait, ki kellett választani a szükséges telepített mérőeszközöket és mintavételi helyeket és el kellett végezni a mérőeszközök figyelmeztető- és vészszintjeinek megalapozását.

## Tervezési alapok

A tervezési alapok meghatározása során össze kellett gyűjteni, melyek a munkavégzőkre ható sugárzás fő forrásai a helyreállítás előkészítése és végrehajtása alatt.

### A radioaktív sugárzás forrásai

A személyzetre ható sugárzás fő forrásai az 1. sz. aknában elhelyezett munkaplatformon [2]:

- a tisztítótartályban lévő 30 db részben kiégett kazetta gamma- és neutron-sugárzása;
- a szennyezett víz hűtőközeg az 1. sz. aknában;
- az 1. sz. akna falának szennyeződése;
- a kiszolgáló rendszerek csővezetékeinek gamma-sugárzása,
- szennyezett szerszámok.

A tokokba berakott kiégett nukleáris üzemanyag pihentető medencébe történő átrakásához a munkaplatform eltávolításra kerül az 1. sz. aknából. Az átrakás az átrakógép automatikus üzemmódjában történik a személyzet helyszíni részvétele nélkül. A kiégett nukleáris üzemanyaggal töltött tokok átrakásánál a személyzetre ható sugárzás fő forrásai:

- a tokban elhelyezett üzemanyag gamma-sugárzása;
- a tokban elhelyezett üzemanyag neutron-sugárzása.

**A felsorolt forrásokkal kapcsolatos munkavégzés során a dolgozók a következő sugárterheléseknek lehetnek kitéve [3]:**

- a radioaktív anyagokat tartalmazó berendezésektől származó külső sugárterhelés;
- a radioaktív anyagok belélegzéséből, lenyeléséből származó belső sugárterhelés;
- kontakt sugárterhelés, ami a bőrfelület, illetve a védőruha elszennyeződéséből ered;
- külső sugárterhelés, amely a helyiségek és a berendezések radioaktív szennyeződésétől, illetve a levegő radioaktív szennyezettségétől származik.

A felsorolt sugárterhelés döntő forrásai a sérült fűtőelemekben lévő és onnan az 1. sz. akna vizébe, majd a levegőbe kerülő transzurán izotópokból és hasadási termékekből eredő alfa-, béta- és gamma-sugárzás. A sérült fűtőelemekből származó neutron-sugárzást a biológiai védelem (az 1. sz. akna vize) megbízhatóan, számításokkal és mérésekkel ellenőrzöttén leárnyékolja.

Üzemzavari és baleseti helyzetben növekedhet a munkaterületen és környezetében a dózisteljesítmény, valamint a levegő, illetve a felületek radioaktív szennyezettsége.

A radioaktív sugárzás forrásainak ismeretében meghatározható a telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer feladata, milyen típusú méréseket kell telepíteni az 1. sz. aknába és környezetébe.

**A telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer feladata**

A telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszernek a munkavégzés helyszínén az a feladata, hogy folyamatosan ellenőrizze a sugárzási helyzetet, megjelenítse a mérési eredményeket a dozimetriai információs rendszer monitorjainak képernyőjén, összehasonlítsa az eredményeket a figyelmeztető- és vészszintekkel és jeleket küldjön a területen elhelyezett fény és hangjelzést adó blokkokra. Ugyanakkor szükséges a mért adatok archiválása, az archivált adatokból különböző trendek készítési lehetőségének biztosítása [4].

A telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszernek meg kell valósítani az alábbiak folyamatos ellenőrzését:

- a gamma-sugárzás dózisteljesítménye a munkavégzés helyén és környezetében (a munkaplatformon, a reaktorpódiumon és a reaktorcsarnokban);
- az alfa-aeroszlok aktivitás-koncentrációja a munkaterület levegőjében;
- a béta- és gamma-aeroszlok aktivitás-koncentrációja a munkaterület levegőjében;
- a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja a munkaterület levegőjében;
- az alfa-aeroszlok aktivitás-koncentrációja a munkaterület alól elszívott levegőben;
- a béta- és gamma-aeroszlok aktivitás-koncentrációja a munkaterület alól elszívott levegőben;
- a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja a munkaterület alól elszívott levegőben;
- a víz összes-gamma aktivitás-koncentrációja az 1. sz. aknában.

Bár jódtól izotópok megjelenésére a helyreállítás előkészítése és végrehajtása során nem kell számítani, az üzemzavari elemzések olyan szcenáriókat is tárgyalnak, amelyeknél az 1. sz. aknában a 30 db sérült fűtőelemet tartalmazó rendszer kritikussá válhat és a maghasadások következtében ismét jódtól izotópok keletkeznek. E miatt a munkaterület levegőjében és a munkaterület alól elszívott levegőben a jódtól-131 izotóp aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése megvalósításra került.

## **A telepített detektorok, illetve mintavételek elhelyezési követelményei**

A gamma-sugárzás dózisteljesítményének ellenőrzését a munkaplatformon olyan mérőműszerrel kell megvalósítani, amelyik a munkaterületen a padlószinthez képest 1,5 m magasan van elhelyezve.

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok, a jód-131 és a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációjának ellenőrzését a munkaterületen olyan mérőműszerrel kell megvalósítani, amelynek mintavétele a munkaterületen „légzési magasságban” van elhelyezve, azaz a mintavétel a padlószinthez képest 1,5 m magasan és a faltól legalább 50 cm távolságban történjen.

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok, a jód-131 és a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációjának ellenőrzéséhez a levegőmintát a munkaterület alatti szellőzést biztosító szellőzőrendszerből kell venni, a beépített szűrő után a közös szellőzőrendszerbe történő kibocsátás előtti szakaszon. A mintavételt azért itt kell kialakítani, mert a helyreállításból származó kibocsátás-többletet így lehet pontosan meghatározni.

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok aktivitás-koncentrációjának laboratóriumi ellenőrzéséhez a levegőmintát a munkaterület alatti szellőzést biztosító szellőzőrendszerből kell venni, a beépített szűrő után a közös szellőzőrendszerbe történő kibocsátás előtti szakaszon.

A munkaterület alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok és a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációjának, valamint a gamma-sugárzás dózisteljesítményének mérését biztosító mérőcsatornák fényjelző rendszerét a munkaterületen kell elhelyezni.

A fényjelzéseknek a következő biztonsági szintekhez kell kapcsolódniuk:

- zöld jelzés – normális feltételek;
- sárga jelzés – a figyelmeztető szint túllépése;
- piros jelzés – a vészszint túllépése.

A hangjelzést olyan módon kell beállítani, hogy a jelzés hallható legyen az 1. aknabeli munkaterületen. A hangjelzésnek működésbe kell lépnie a bármely csatornán történt vészszint túllépés esetén.

## **A SZEJVÁL rendszer**

Az új telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer kiépítése előtt meg kellett vizsgálni, hogy a jelenlegi telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer mely részei alkalmasak az 1. számú akna környezetének ellenőrzésére.

### **A SZEJVÁL rendszer általános ismertetése**

A munkahelyek és a technológiai rendszerek sugárvédelmi ellenőrzésére az atomerőművi telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer (SZEJVÁL) szolgál. A SZEJVÁL egy mérés-adatgyűjtő rendszer, melynek érzékelői nukleáris detektáló blokkok, egységek. A rendszer a két reaktorblokkra 500 mérőcsatornából áll.

A SZEJVÁL rendszer az atomerőmű primer hűtőkörétől a kibocsátási pontokig követi a radioaktív anyagok transzportját a technológia közegekben, az ellenőrzött zóna helyiségeiben és szellőző rendszereiben. Biztosítja az erőmű üzemi területének, az ellenőrzött zóna helyiségeinek, a technológiai rendszerek sugárzási viszonyainak folyamatos ellenőrzését. Fontos feladata a munkahelyek sugárzási viszonyaiban történt változások jelzése, így az

erőműben dolgozók indokolatlan sugárterhelésének megakadályozása. Ezeket a feladatokat a következőképp valósítja meg:

- az üzemi területen a gamma-dózisteljesítmény mérése,
- az ellenőrzött zónán belül a gamma-dózisteljesítmény mérése,
- az ellenőrzött zóna kijelölt helyiségeiben a levegő nemesgáz és aeroszol aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése,
- a technológiai rendszerek sugárzási paramétereinek meghatározása:
  - összes-gamma aktivitás-koncentráció,
  - gamma-dózisteljesítmény,
  - $^{88}\text{Kr}$  aktivitás-koncentráció,
  - $^{132}\text{I}$  aktivitás-koncentráció,
  - késő neutronfluxus,
  - aeroszol, jód és nemesgáz aktivitás-koncentráció,
- a kibocsátásra kerülő vizek aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése.

A SZEJVÁL telepített egységei az adott terület sugárzási viszonyairól adnak információt. A helyiségek nagy részében a gamma-dózisteljesítmény mérése mellett levegő nemesgáz és aeroszol aktivitás-koncentráció ellenőrzés is történik.

Az UDGB-08 típusú detektáló egységek feladata az ellenőrzött zóna kijelölt helyiségeiben megjelenő radioaktív nemesgázok (elsősorban  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{87}\text{Kr}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ,  $^{41}\text{Ar}$ ) aktivitás-koncentrációjának meghatározása. A detektáló egységek aeroszol és jód előtétiszűrőkkel rendelkeznek, melyek feladata a mérőtér fogat megvédeése az elszennyeződéstől.

A radioaktív izotópok a szennyezett, vagy a felaktiválódott berendezéseken végzett munkák során kerülhetnek a levegőbe általában aeroszolok formájában. A BDAB-05 detektáló blokk feladata a radioaktív aeroszolok összes béta aktivitás-koncentrációjának ellenőrzése.

A dózisteljesítmény detektáló blokkok feladata a helyiségek és az üzemi terület sugárzási szintjének ellenőrzése. A különböző méréstartományú BDMG típusú detektáló blokkok választéka biztosítja a természetes háttérrel megközelítő szinttől a baleseti szintig történő folyamatos gamma-dózisteljesítmény ellenőrzést.

A 2. blokki 1. számú akna környezetében az alábbi táblázatban látható telepített detektorok üzemelnek.

**1. táblázat Reaktorcsarnok telepített SZEJVÁL detektorai**

Alfanumerika	Mérés típusa	Műszer típusa	Energia tartomány	Mérési tartomány
20XQ11R588	Radioaktív nemesgáz összes-béta aktivitás-koncentráció	UDGB-08	0,3–3,0 MeV	$7,4 \times 10^4 - 2,4 \times 10^7$ Bq/m <sup>3</sup>
10XQ11R316		UDGB-08 (D)		$5,2 \times 10^6 - 5,2 \times 10^9$ Bq/m <sup>3</sup>
20XQ11R581, R582	20TN13, 10TN13 rendszer nemesgáz összes-béta aktivitás-koncentráció	UDGB-08	0,3–3,0 MeV	$7,4 \times 10^4 - 2,4 \times 10^7$ Bq/m <sup>3</sup>
10XQ11R311, R312		UDGB-08 (D)		$5,2 \times 10^6 - 5,2 \times 10^9$ Bq/m <sup>3</sup>
20XQ12R562	Radioaktív aeroszol összes-béta aktivitás-koncentráció	BDAB-05	0,3– 2,2 MeV	$3,7 - 3,7 \times 10^3$ Bq/m <sup>3</sup>
10XQ12R213				$37 - 3,7 \times 10^4$ Bq/m <sup>3</sup>
20XQ20R103		BDMG-41-01		8,7– 8 700 µGy/h

Alfanumerika	Mérés típusa	Műszer típusa	Energia tartomány	Mérési tartomány
20XQ20R104	Gamma dózisteljesítmény	BDMG-41-02	0,12–1,25MeV	8,7–8,7x10 <sup>3</sup> mGy/h
20XQ20R105		BDMG-41-02		8,7–8,7x10 <sup>3</sup> mGy/h
20XQ20R106		BDMG-41		0,87– 870 µGy/h
20XQ20R560		BDMG-41		
20XQ20R561		BDMG-41		
20XQ20R563		BDMG-41		
20XQ20R564		BDMG-41		
20XQ20R565		BDMG-41		
20XQ20R566		BDMG-41		

A radioaktív nemesgáz mérések kiegészítő információiként szolgálhatnak a helyreállítás során, azonban mind a munkaplatform, mind a munkaplatform alól elszívott levegő folyamatos nemesgáz ellenőrzését meg kell oldani.

A reaktorpódium radioaktív aeroszol összes-béta aktivitás-koncentráció ellenőrzése szintén nem alkalmas sem a munkaplatform, sem a munkaplatform alól elszívott levegő folyamatos ellenőrzésére, ezért ezeket új eszközökkel kell megoldani.

A gamma-dózisteljesítmény mérők a reaktorcsarnok ellenőrzését biztosítják. A reaktorpódium ellenőrzésére részben fel lehet használni a reaktorpódiumra telepített SZEJVÁL detektorokat, azonban szükséges egy új dózisteljesítmény mérő, amely a reaktorpódium másik oldalán kerül elhelyezésre és hosszabbító kábellel szükség esetén az 1. sz. aknába is be lehet engedni. A munkaplatform ellenőrzésére egy új gamma-dózisteljesítmény mérő telepítése szükséges.

## A Kiegészítő Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (KISER)

A Kiegészítő Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (KISER) feladata a sugárzási állapot folyamatos ellenőrzése a munkaterületen, az adatok megjelenítése az operatív ellenőrzési pontokon, a 2-es blokkvezénylőben és a 1-es dozimetriai vezénylőben. Az adatok ábrázolása sémaképpen és grafikonok formájában, valamint a mért adatok adatbázisban történő tárolása, a mérési eredmények összehasonlítása figyelmeztető- és vészszintekkel, valamint fény- és hangjelzések küldése a kijelző blokkokra.

A KISER folyamatos ellenőrzést valósít meg az alábbiak vonatkozásában:

- munkaplatformon:
  - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye,
  - a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja,
  - a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja;
- reaktorcsarnok pódiumán a gamma-sugárzás dózisteljesítménye;
- az 1-es akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentrációja;
- a munkaplatform alól eltávolított és már szűrt levegőben:
  - a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja,
  - a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja.

A munkaplatformon a gamma-dózisteljesítmény ellenőrzésének detektorát a munkaplatform síkja felett 1,5 m magasságban kell elhelyezni, a reaktorpódiumon pedig a feljárat mellett.

A munkaterület levegőjének mintavételét a munkaplatform síkjától 1,5 m magasságban és az aknafaltól legalább 50 cm-re kell megvalósítani, a munka végzés körzetéből a személyzet "légzési zónájából". A mérő egységeket a munkahely körzetében a pódium mellett olyan helyen kell elhelyezni, ahol a külső gamma-háttérsugárzás feltételei megvalósulnak.



Az 1. sz. akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentrációját az autonóm hűtőköri vezetékre szerelt, szcintillációs detektor gamma-spektrumának mérése útján kell meghatározni.

A munkaplatform alól elszívott szűrt levegőből a mintát még azelőtt a pont előtt kell venni, ahonnan szennyezettség esetén meg van a lehetősége a 20TN01 szellőző rendszer felé történő elirányításra. A mérőegységek az A516/2-es szellőzőgépházban nyernek elhelyezést.

## A készülékek kiválasztása

A készülékek kiválasztásánál figyelembe vett szempontok:

- a készülékek mérési tartománya és energia tartománya megfelelő legyen,
- a hitelesítés, illetve a kalibrálás egyszerűen biztosítható legyen,
- a folyamatban lévő sugárvédelmi rekonstrukciók készülék típusaival lehetőleg azonosak legyenek a kiválasztott készülékek,
- könnyen beszerezhetők legyenek,
- könnyen rendszerbe illeszthetők legyenek,
- egyszerű üzemeltethetőség,
- karbantartás biztosítható legyen,
- tartalék alkatrész biztosítható legyen.

Mindezek alapján telepített kiegészítő sugárvédelmi ellenőrző rendszer egységes készülékbázison, az MGPI RAMSYS rendszeren lett felépítve. Az egyes mérőkészülékek a mérés-specifikus érzékelő detektor és az azt illesztő mérőegység kivételével egységesen MGPI gyártmányú LPDU – helyi adatfeldolgozó és megjelenítő – készülékeket alkalmaznak. Az egyes készüléktípusokban a következő LPDU egységek kerültek alkalmazásra (2.sz táblázat):

### 2. táblázat:

Készülék	Detektor	LPDU típus	Mérési tartomány
GIM204-L	Si	LPDU/Si	5 $\mu$ Sv/h - 1 Sv/h
NGM 206-L	NaI(Tl)	LPDU/SAS	1 MBq/m <sup>3</sup> – 1 TBq/m <sup>3</sup>
ABPM 201-L	PIPS	LPDU/PIPS $\beta$ -mérő	1 Bq/m <sup>3</sup> – 10 MBq/m <sup>3</sup>
ABPM 201-L	PIPS	LPDU/PIPS $\alpha$ -mérő	0,01 Bq/m <sup>3</sup> – 10 <sup>4</sup> Bq/m <sup>3</sup>
IM 201-L	NaI(Tl)	LPDU/SAS	3,7 Bq/m <sup>3</sup> - 3,7 MBq/m <sup>3</sup>
NGM 204-L	PIPS	LPDU/PIPS	37 kBq/m <sup>3</sup> – 3700 MBq/m <sup>3</sup>

A készülékek mérési tartományával szemben elvárások:

Az alsó méréshatár lehetőleg alacsonyabb legyen, mint alaphelyzetben az adott sugárzási paraméter értéke. Ha az alsó méréshatár magasabb, mint alaphelyzetben az adott sugárzási paraméter értéke, mert az adott paraméter értéke rendkívül alacsony, vagy akár nulla (pl.: a jódmérő esetén), akkor a készülékkel szemben elvárás, hogy már nagyon kis emelkedést észleljen és a növekményt az adatbázisban megjelenítse.

A készülékeknek nagy biztonsággal kell mérni a figyelmeztető- és vélszint tartományba eső értékeket.

A felső méréshatárnak olyan nagyoknak kell lennie, hogy üzemzavar esetén is képes legyen az adott sugárzási paraméter mérésére. Amennyiben súlyos üzemzavar, vagy baleset esetén az adott sugárzási paraméter nagyobb a készülék felső méréshatáránál, akkor a készüléknek ezt jeleznie kell.

### 3. táblázat Az egyes készülékek telepítési adatai

Alfanumerika	Mért paraméter	Készülék	Mintavétel	Detektor helye
20XQ20R001	Gamma-dózisteljesítmény	GIM204-5	Pódium	Pódium
20YQ20R002	Gamma-dózisteljesítmény	GIM204-7	Platform	Platform
95TG32R001	Víz összes-gamma aktivitás-koncentráció	NGM 206	Aut. hűtőkör	Aut. hűtőkör
20TG04R001	Aeroszol alfa aktivitás-koncentráció	ABPM 201	Platform	Pódium mellett
20TG04R004	Aeroszol béta aktivitás-koncentráció		Platform	Pódium mellett
20TG04R002	Jód aktivitás-koncentráció	IM 201	Platform	Pódium mellett
20TG04R003	Nemesgáz aktivitás-koncentráció	NGM 204	Platform	Pódium mellett
20TN13R001	Aeroszol alfa aktivitás-koncentráció	ABPM 201	TL04	A516/2
20TN13R004	Aeroszol béta aktivitás-koncentráció		TL04	A516/2
20TN13R002	Jód aktivitás-koncentráció	IM 201	TL04	A516/2
20TN13R003	Nemesgáz aktivitás-koncentráció	NGM 204	TL04	A516/2

#### A figyelmeztető- és vészszintek megalapozása

A munkaplatformon és a reaktorpódiumon a gamma-dózisteljesítmény figyelmeztető szintjének meghatározása azon alapult, hogy a személyzet a munkaterületen a munkák végrehajtása során 360 órát tölt. A személyzet által a munkaterületen eltöltött időt figyelembe véve azért, hogy a személyzet külső sugárterhelése ne haladja meg a 15 mSv értéket, elengedhetetlen, hogy a személyzet átlagos dózisa egy műszakra vetítve nem haladhatja meg a 160  $\mu\text{Sv}$  értéket műszakonként. Kiindulva abból, hogy a személyzet négy órát tölt egy műszak alatt a munkaterületen, a külső sugárterhelés dózisteljesítményének ellenőrzési szintje nem haladhatja meg a 40  $\mu\text{Sv/h}$  értéket. A vészszint értéke 400  $\mu\text{Sv/h}$ , mivel az operatív dozimetriai ellenőrzés miatt az egyéni dózismérő figyelmeztet a napi dóziskorlát megközelítésére.

A munkaplatformon az alfa- és a béta-aeroszol koncentráció figyelmeztető és riasztási értékeinek meghatározásánál feltételeztük, hogy a belső sugárterhelés fele az alfa-aeroszoloaktól, fele a béta-aeroszoloaktól származik.

Az alfa-aeroszol aktivitás koncentráció figyelmeztető és riasztási értékének meghatározása a munkaplatformon:

A dóziskonverziós tényező konzervatívan megválasztva az Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, IAEA SSS (No. RS-G-1.2) alapján:  $K_{i,\alpha} = 5 \cdot 10^{-5}$  Sv/Bq (Pu-239-re). A légzésvédő hatása konzervatív feltételezéssel tízszeres csökkentéssel lett figyelembe véve. Ebből az 5 mSv/360h órához tartozó alfa-aeroszol aktivitás-koncentráció figyelmeztetési szintje 1 Bq/m<sup>3</sup> értékre adódik:

$$\text{Figyelmeztető szint} = 5 \text{ [mSv]} / 2 / 5 \times 10^{-2} \text{ [mSv/Bq]} / 360 \text{ [h]} * 1,2 \text{ [m}^3\text{/h]} \sim 1 \text{ Bq/m}^3$$

A vészszint származtatására azt a szintén igen konzervatív megközelítést alkalmaztuk, hogy a dolgozó a dozimetriai engedélyen egy napra engedélyezett dózist nem kaphatja meg akkor sem, ha végig a platformon dolgozik. Ha 1 mSv-es engedélyezett dózisu dozimetriai engedéllyel végzik a munkát és a külső/belső sugárterhelés 15:5 arányában oszlik meg, ez 0,25 mSv napi belső sugárterhelésnek felel meg. Ebből - a figyelmeztető szinthez hasonlóan számítva - az alfa-aeroszol aktivitás-koncentráció vészszintje az 5 Bq/m<sup>3</sup> érték adódik.

Hasonló megfontolások alapján a béta-aeroszol aktivitás-koncentráció mérés figyelmeztető- és vészszintjére – a  $K_{i,\beta} = 2 \cdot 10^{-8}$  Sv/Bq figyelembe vételével (Sr-90-re) - a következő értékek adódtak:

- figyelmeztető szint: 2500 Bq/m<sup>3</sup>,
- vészszint: 12500 Bq/m<sup>3</sup>.

$$\text{Figyelmeztető szint} = 5 \text{ [mSv]} / 2 / 2 \times 10^{-5} \text{ [mSv/Bq]} / 360 \text{ [h]} * 1,2 \text{ [m}^3/\text{h]} \sim 2500 \text{ Bq/m}^3.$$

Bár jód-izotópok megjelenésére nem számítunk a helyreállítás alatt, a jód aktivitás-koncentráció mérőkre is határoztunk meg figyelmeztető- és vészszinteket. A munkaplatform levegőjének ellenőrzését végző jódmérőre az 5 mSv belső sugárterhelés ellenőrzési szint mellett a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatban rögzített LAK érték alapján a 200 Bq/m<sup>3</sup> aktivitás-koncentrációt fogadtuk el vészszintként, figyelmeztetési szintként ennek a szintnek a harmadát, a könnyebb kezelhetőség érdekében 70 Bq/m<sup>3</sup>-re kerekítve.

A víz aktivitás-koncentrációra nem kellett figyelmeztető- és vészszinteket külön meghatározni, ugyanis tervezési alapadatként rögzítésre került a 10<sup>3</sup> MBq/m<sup>3</sup> aktivitás-koncentráció, mint az általában elérendő szint és a 10<sup>4</sup> MBq/m<sup>3</sup>, amit bizonyos műveleteknél el lehet érni. Ezek alapján a figyelmeztető- és vészszint beállítási értéke a 10<sup>3</sup> MBq/m<sup>3</sup>, illetve a 10<sup>4</sup> MBq/m<sup>3</sup> aktivitás-koncentráció.

A platform alól elszívott és tisztított levegő figyelmeztető- és vészszintjeinek meghatározásánál először a kibocsátási korlátokból számoltunk vissza, azonban ezek egyrészt igen magas aktivitás-koncentrációkat eredményeztek, másrészt a tervezés megkezdésénél deklaráltuk, hogy a kibocsátások minimalizálása az egyik alapvető célunk, ezért a kibocsátási korlátokból történő származtatást elvetettük.

A kibocsátási korlátokból történő származtatást egy példán keresztül mutatom be:

A nemesgáz aktivitás-koncentráció mérő figyelmeztető- és vészszintjeinek meghatározásánál a Kr-85 izotópot kell figyelembe venni, ugyanis ez az egyetlen nemesgáz izotóp, ami a rendszerben még jelen van. A Kr-85 izotópra vonatkozó kibocsátási korlát 1,2\*10<sup>19</sup> Bq/év. Ha a végrehajtásra tervezett három hónap alatt egyenletesen bocsátjuk ki a Kr-85 izotópot a platform alóli szellőzőrendszeren keresztül, akkor a következő számítást lehet elvégezni:

- Tervezett munkaidő 90\*24 óra, azaz 2160 óra.
- Kibocsátott levegő térfogat, a szellőzőrendszer 4500 m<sup>3</sup>/h térfogatáramát figyelembe véve: 2160 óra \* 4500 m<sup>3</sup>/h = 9,72\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.
- A Kr-85 kibocsátási korlát eléréséhez szükséges aktivitás-koncentráció: 1,2\*10<sup>19</sup> Bq/9,72\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> = 1,23\*10<sup>12</sup> Bq/m<sup>3</sup>.

A 1,23\*10<sup>12</sup> Bq/m<sup>3</sup> igen magas aktivitás-koncentráció, ennél nagyságrendekkel alacsonyabb szinteket kívánunk betartani.

Mindezek alapján a platform alól elszívott és tisztított levegő figyelmeztető- és vészszintjeinek meghatározásánál azt az elvet követtük, hogy ezek a mérések legfeljebb a platform méréseinek normáit érhetik el, tehát a figyelmeztető- és vészszintek ne legyenek rosszabbak, mint a munkaplatformon.

Az alábbi táblázatban láthatók KISER mérőcsatornáinak figyelmeztető- és vészszintjei.

#### 4. táblázat A KISER mérőcsatornáinak figyelmeztető- és vészszintjei

Alfanumerika	Mérési tartomány	Figyelmeztetés	Riasztás
20XQ20R001	5 μSv/h - 1 Sv/h	40μSv/h	400μSv/h
20YQ20R002	5 μSv/h - 1 Sv/h	40μSv/h	400μSv/h
20TG04R001	0.01 Bq/m <sup>3</sup> – 10 kBq/m <sup>3</sup> (α)	1,00 Bq/m <sup>3</sup>	5,00 Bq/m <sup>3</sup>
20TG04R004	1 Bq/m <sup>3</sup> – 1 MBq/m <sup>3</sup> (β)	2500 Bq/m <sup>3</sup>	12500 Bq/m <sup>3</sup>
20TG04R002	3,7 Bq/m <sup>3</sup> – 3,7 MBq/m <sup>3</sup>	70 Bq/m <sup>3</sup>	200 Bq/m <sup>3</sup>
20TG04R003	3,7 kBq/m <sup>3</sup> – 3700 MBq/m <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> Bq/m <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup> Bq/m <sup>3</sup>
95TG32R001	1 MBq/m <sup>3</sup> – 1 TBq/m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> MBq/m <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup> MBq/m <sup>3</sup>
20TN13R001	0.01 Bq/m <sup>3</sup> – 10 kBq/m <sup>3</sup> (α)	1,00 Bq/m <sup>3</sup>	5,00 Bq/m <sup>3</sup>
20TN13R004	1 Bq/m <sup>3</sup> – 1 MBq/m <sup>3</sup> (β)	2500 Bq/m <sup>3</sup>	12500 Bq/m <sup>3</sup>
20TN13R002	3,7 Bq/m <sup>3</sup> – 3,7 MBq/m <sup>3</sup>	70 Bq/m <sup>3</sup>	200 Bq/m <sup>3</sup>
20TN13R003	3,7 kBq/m <sup>3</sup> – 3700 MBq/m <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> Bq/m <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup> Bq/m <sup>3</sup>

## A megvalósult telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer bemutatása

Az automatikus sugárvédelmi ellenőrző rendszer (KISER) feladata a munkaterületen a sugárzási helyzet folyamatos ellenőrzése, a mérési eredmények megjelenítése a KISER rendszer monitorainak képernyőjén táblázatok és grafikonok alakjában; az eredmények tárolása az adatbázisban, azok papírra történő kinyomtatási lehetőségének biztosítása mellett; a mérési eredmények összehasonlítása a figyelmeztető- és vészszintekkel, illetve jelzések adása a kijelző blokkokra, amelyek a munkaplatformon és a diszpécseri pulton vannak elhelyezve.

A telepített sugárvédelmi ellenőrzés feladata a sugárvédelmi helyzet operatív értékelése és a személyzet operatív tájékoztatása annak romlásáról.

A KISER biztosítja az alábbiak folytonos ellenőrzését:

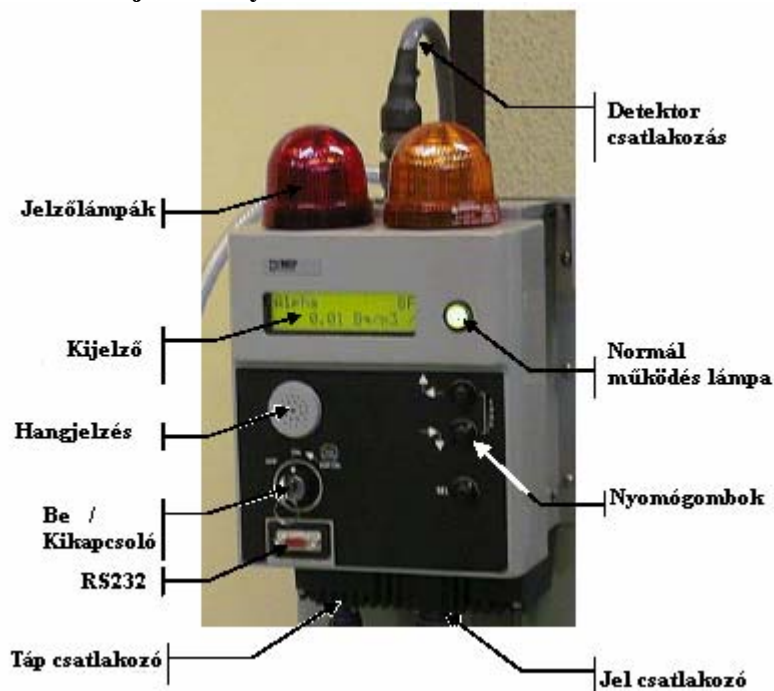
- A munkaterületen:
  - a munkaplatformon:
    - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye (20XQ20R002ZP19);
    - az alfa-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TG04R001XQ41),
    - a béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TG04R001XQ40);
    - a jód-131 aktivitás-koncentrációja (20TG04R002ZP19);
    - a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja (20TG04R003ZP19);
  - a reaktorpódiumon:
    - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye (20XQ02R001ZP91).
- Összes-gamma aktivitás-koncentráció az 1. sz. akna vizében (95TG32R001ZP19);
- A munkaplatform alól eltávolított levegőben:
  - az alfa-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TN13R001XQ40),
  - a béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a levegőben (20TN13R001XQ40);
  - a jód-131 aktivitás-koncentrációja (20TN13R002ZP19);
  - a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja (20TN13R003ZP19).

Ezen kívül a SZEJVÁL rendszer biztosítja az alábbi ellenőrzést:

- a reaktorpódiumon:
  - gamma-dózisteljesítmény – BDMG-41-01 (20XQ20R103), BDMG-41-02 (20XQ20R105), BDMG-41 (20XQ20R560, 20XQ20R561);
  - a béta- és gamma-aeroszolok aktivitás-koncentrációja a levegőben – BDAB-05 (20XQ12R562);
  - a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációja – UDGB-08 (20XQ11R588)
- a reaktorcsarnokban:
  - gamma-dózisteljesítmény – detektorok BDMG-41 (20XQ20R563-R566);

## Az egyes mérőegységek bemutatása

### GIM 204-L gamma dózisteljesítmény mérő



1. ábra GIM 204-L gamma dózisteljesítmény mérő

A gamma-sugárzás dózisteljesítményének ellenőrzése a munkaplatformon az KISER GIM204-5 detektorával történik, amely a munkaplatform padlójától számítva ~1,5 m magasan helyezkedik el.

#### 5. táblázat A GIM204-5 detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	Gamma-dózisteljesítmény
Méréstartomány:	5 $\mu$ Sv/h-1 Sv/h
Energia tartomány:	60 keV-1.5 MeV
A sugárzás iránya:	oldalirányú (axiális)

A gamma-sugárzás dózisteljesítményének ellenőrzése a reaktorpódiumon a GIM204-7 detektorral történik. A GIM204-7 detektor rendelkezik 10 m hosszú hosszabbító kábellel és alkalmazható az operatív mérések lefolytatására a pódiumon és az 1. sz. aknában.

#### 6. táblázat A GIM204-7 detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	Gamma-dózisteljesítmény
Méréstartomány:	5 $\mu$ Sv/h-1 Sv/h
Energia tartomány	60 keV-1.5 MeV
A sugárzás iránya:	oldalirányú

A GIM204-L gamma-dózisteljesítmény mérő egy „LPDU/Si”, vagy „LPDU/SiR” adatfeldolgozó egységből és egy „Si” vagy „SiR” érzékelőből épül fel. Az „LPDU/Si” és a hozzá tartozó „Si” érzékelő egybeépített egységet képez, az „LPDU/SiR” adatfeldolgozóhoz a „SiR” detektáló egység kábel segítségével csatlakoztatható.

## NGM 206-L folyadékaktivitás mérő



2. ábra NGM 206-L folyadékaktivitás mérő

Az 1. sz. akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentráció ellenőrzése az áramlásban történik real-time módon (on-line) megfelelően árnyékolt (NaI) gamma-spektrométer, az NGM-206 detektor segítségével. Az NGM-206 detektor biztosítja az összes-gamma aktivitás-koncentráció meghatározását a 1. sz. akna vizében. A detektor nem teszi lehetővé pontos mérések elvégzését a nuklid összetétel figyelembevételével. Az NGM-206 detektor jelzés növekedése a sugárzási körülmények romlásáról tanúskodik, ebben az esetben el kell végezni a sugárzási helyzet elemzését más detektáló blokkok kijelzéseinek figyelembevételével.

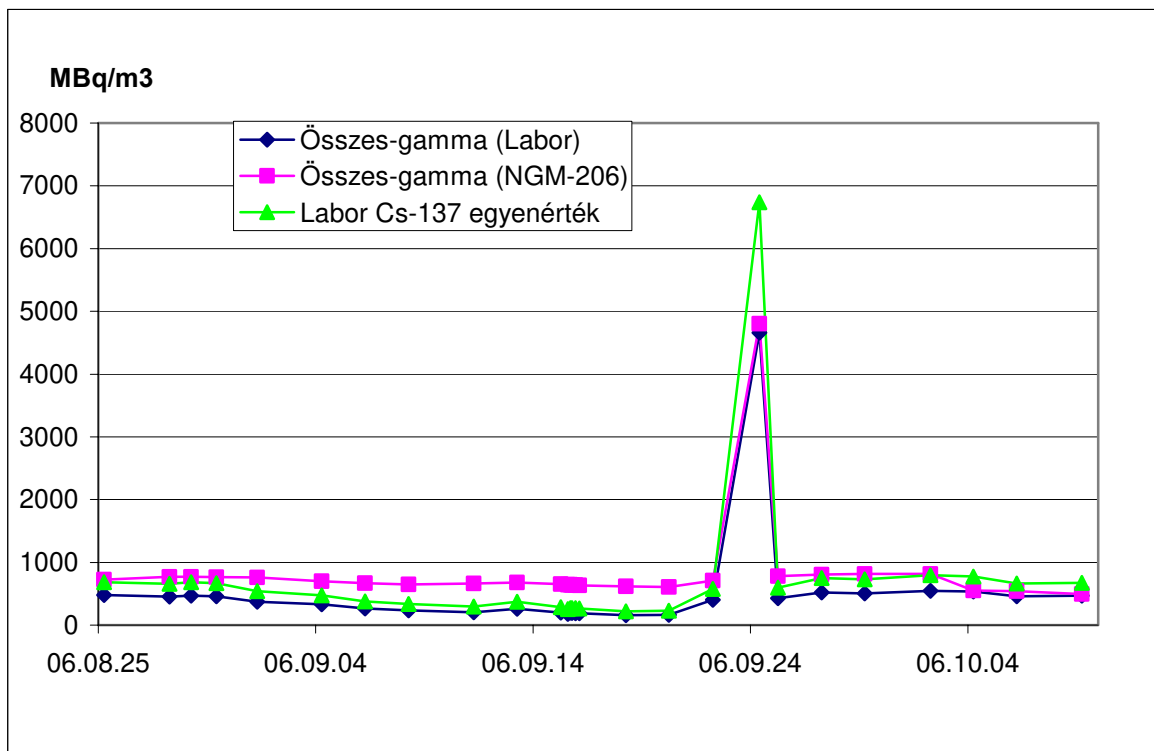
### 7. táblázat Az NGM-206 detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A folyadékok összes-gamma aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	$10^6 - 10^{12}$ Bq/m <sup>3</sup>
Energia tartomány:	150 keV-2,2 MeV

Az NGM 206-L folyadék-aktivitásmérő egy LPDU/SAS adatfeldolgozó egységből és hozzá kábelen csatlakozó ólom árnyékoló és kollimátor egységben elhelyezett NaI(Tl) szcintillátoros érzékelő egységből épül fel. A berendezés normál üzemállapotában az LPDU egységen az alfanumerikus kijelzőtől jobbra elhelyezkedő, normál üzemállapotot jelző zöld lámpa világít.

Elvégeztük az NGM-206 detektor jelzéseinek összehasonlítását a laboratóriumi radioanalitikai mérésekkel. Az alábbi ábrán látható, hogy az NGM-206 által mutatott összes-gamma aktivitás-koncentráció értékek nagyon jó egyezést mutatnak a laboratóriumi összes-gamma aktivitás-koncentráció értékekkel.





**3. ábra NGM-206 adatainak összehasonlítása laboratóriumi mérésekkel**

Az alfa-, béta- és gamma-sugárzó aeroszolok, jód-131 és a radioaktív nemesgázok (Kr-85) térfogati aktivitásának ellenőrzése a munkaterületen (a platformon) a személyzet „levegővételi zónájában” történik a PING detektorral (a mintavétel a munkaplatform padlójától számítva 1,5 m magasan és legalább 50 cm-re a faltól) történik. A munkaplatformon található az FD-02 mintavételi készülék. A detektor a reaktorcsarnokban található a reaktorpódium közelében. A mintát továbbító vezeték (az 1. sz. aknától a detektáló egységig) rozsdamentes acélcsőből készült (Ø18x1,5 mm).



**4. ábra PING rendszer a reaktorcsarnokban**

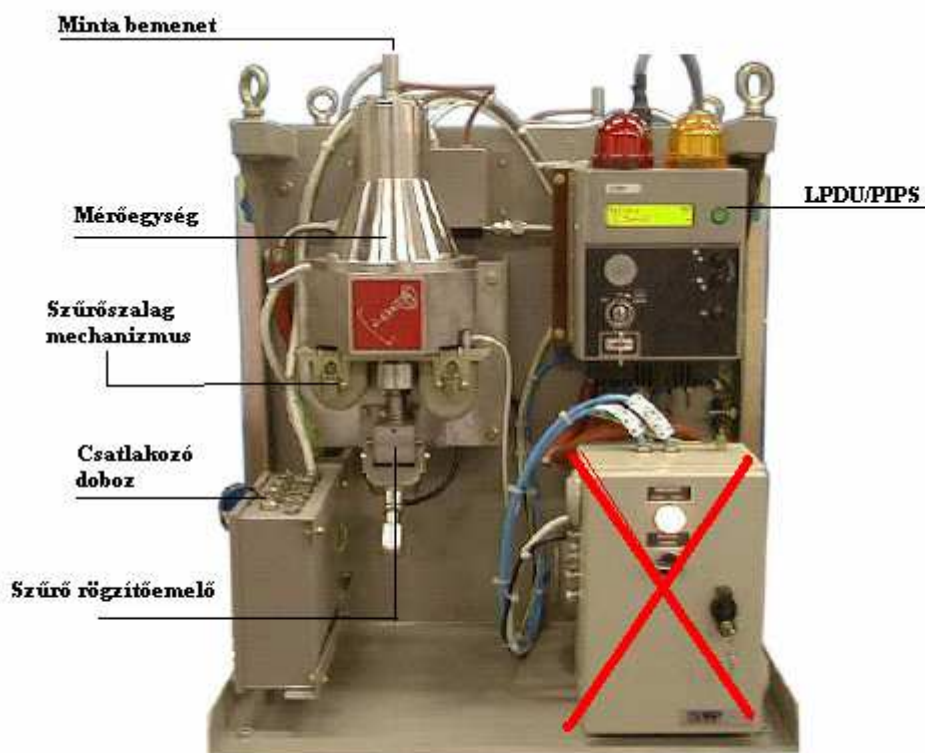
A PING készülék három elemből áll. Az első elem az ABPM-201L detektor – méri az alfa- és a béta-sugárzó aeroszolok aktivitás-koncentrációját a háttérsugárzás levonása után. A berendezés két detektorral van ellátva. A két detektor által mért értékek alapján az adatfeldolgozó egység meghatározza az aeroszolok által kibocsátott alfa- és béta aktivitás-koncentrációt. A második elem a jód-131 mérésre szolgál, típusa: IM-201L. A harmadik műszer méri a nemes gázok aktivitás-koncentrációját, típusa NGM-204L. A három elem mindegyike rendelkezik adatfeldolgozó egységgel, amely képes figyelmeztető jelzés kiadására, a határérték túllépése esetén pedig riasztó jelzést ad hang és fényjelzés formájában.

A munkaplatform alól eltávolított tisztított levegő alfa-, béta- és gamma aeroszolok aktivitás-koncentrációjának ellenőrzésére a mintát az akna szellőző rendszerének légszűrőjéből veszik, mielőtt az bekerülne a közös szellőző rendszerbe. A mérés a PING detektáló berendezéssel azonos berendezésen történik

### **ABPM 201-L aeroszol mérő**

Az ABPM 201-L aeroszol-aktivitásmérő készülék egy ólom árnyékoló egységben elhelyezett mozgó szűrőszalagos PIPS detektoros mérőegységből, egy LPDU/PIPS adatfeldolgozó egységből és egy csatlakozó dobozból épül fel. A telepített ABPM egységek nem tartalmazzák a mintavevő szivattyút és a villamos vezérlődobozt, mivel ezek a nemesgáz mérőegységeken helyezkednek el.

A berendezés normál üzemállapotában az LPDU egységen az alfanumerikus kijelzőtől jobbra elhelyezkedő, normál üzemállapotot jelző zöld lámpa világít.



**5. ábra ABPM 201-L aeroszol mérő**

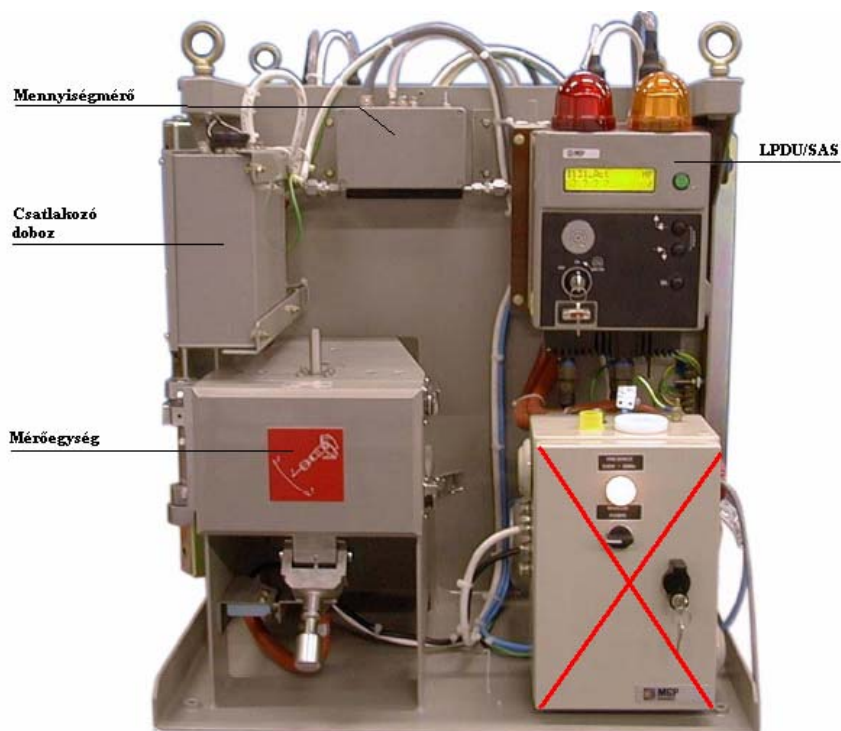
## 8. táblázat Az ABPM-201L detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A radioaktív aeroszolok $\alpha$ és $\beta$ aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	$10^{-2}$ - $10^4$ Bq/m <sup>3</sup> az $\alpha$ aktivitás-koncentrációra (kalibrálás <sup>238</sup> Pu-ra) 1- $10^7$ Bq/m <sup>3</sup> ( <sup>137</sup> Cs-re átszámítva) $\beta$ aktivitás-koncentrációra (kalibrálás <sup>90</sup> Sr + <sup>90</sup> Y).
Energia tartomány:	4,2-5,5 MeV alfa-sugárzásra 0,08-2 MeV béta-sugárzásra

Az ABPM-201L detektáló egység energia tartománya alfa-sugárzásra 4,2-5,5 MeV, azaz a műszer a Cm-242 (6,1 MeV) és a Cm-244 (5,8 MeV) sugárzással szemben nem érzékeny. Az ABPM-201L detektáló egység kijelzéseinek elemzését a laboratóriumi mérések eredményeinek figyelembevételével kell elvégezni. Az alfasugárzó aeroszolok térfogati aktivitását mérő csatorna figyelmeztető szintje 1 Bq/m<sup>3</sup>. Erre az értékre a detektáló blokk reakcióideje 59 perc.

Az béta-sugárzó aeroszolok aktivitás-koncentrációját mérő csatorna figyelmeztető szintje 2500 Bq/m<sup>3</sup>. Erre az értékre a detektáló blokk reakcióideje 4 perc.

## IM 201-L jódmérő



6. ábra IM 201-L jódmérő

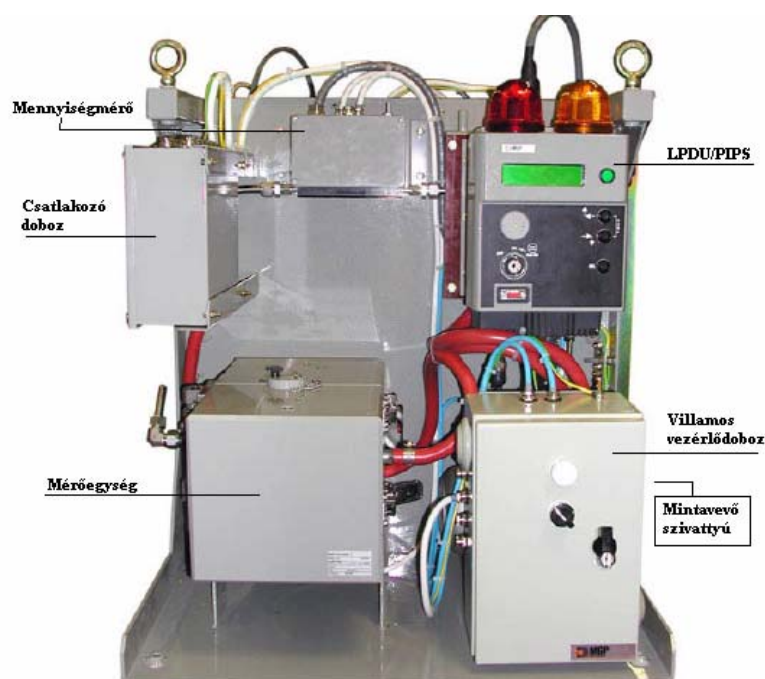
Az IM 201-L jód aktivitás-koncentráció mérő készülék egy ólom árnyékoló egységben elhelyezett aktív szén-szűrőből, egy NaI(Tl) szcintillátoros detektorból, egy LPDU/SAS adatfeldolgozó egységből és egy csatlakozó dobozból épül fel. A telepített IM 201-L egységek nem tartalmazzák a mintavevő szivattyút és a villamos vezérlődobozt, mivel ezek a

nemesgáz mérőegységeken helyezkednek el. A berendezés normál üzemállapotában az LPDU egységen az alfanumerikus kijelzőtől jobbra elhelyezkedő, normál üzemállapotot jelző zöld lámpa világít.

### 9. táblázat Az IM-201L detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A szerves formában és a gőz formában előforduló radioaktív jód aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	$10-10^6 \text{ Bq/m}^3$
Energia tartomány:	0,3-2,2 MeV

### NGM 204-L nemesgázmérő



7. ábra NGM 204-L nemesgázmérő

Az NGM 204-L nemesgáz aktivitás-koncentráció mérő készülék egy ólom árnyékoló egységben elhelyezett  $300 \text{ cm}^3$  térfogatú mérőtartályból, egy PIPS detektorból, egy LPDU/PIPS adatfeldolgozó egységből, egy csatlakozó dobozból és a mintavételt biztosító szivattyúegységből valamint az ehhez tartozó villamos vezérlődobozból épül fel. A telepített NGM 204-L egységek mintavevő szivattyúi biztosítják az ABPM és IM egységek mintavételét is.

### 10. táblázat Az NGM-204L detektor műszaki jellemzői

A mérés típusa:	A nemesgázok összes-béte aktivitás-koncentrációja
Méréstartomány:	$3,7 \cdot 10^3 - 3,7 \cdot 10^9 \text{ Bq/m}^3$ ( $^{85}\text{Kr}$ -ra átszámítva)
Energia tartomány:	0,1-3 MeV

## A készülékek üzemmódjai

A helyi adatfeldolgozó és kijelző (LPDU) egységek a következő üzemmódban lehetnek:

- Normál üzemmód, amikor a készülék a következő funkciókat látja el:
  - kapcsolatot tart a detektorral,
  - folyamatosan generál mérési eredményeket,
  - alarm és állapotjeleket kezel,
  - ellátja a kijelző és a billentyűzet felügyeletét,
  - vezérli a be-, és kimenetet,
  - eltárolja a memóriába az eseményeket és a mérési eredményeket,
  - folyamatos belső öntesztet hajt végre.
- Csökkentett szolgáltatás üzemmód, amikor a készülék a normál üzemmód szerinti funkciókat csak részlegesen látja el. A csökkentett üzemmódot kiváltó hiba megszűnése esetén a készülék automatikusan visszatér normál üzemmódba.
- Karbantartási üzemmód az operátor által a MASS programban kiadott paranccsal állítható be. A normál állapotba a hálózat ki-, bekapcsolásával, vagy szoftveresen kiadott átkapcsolás paranccsal kapcsolható vissza. Ebben a módban az LPDU a hálózattal és a vezérlő egységgel (PC+MASS) való kommunikációt segíti. Más funkciót, vagy feladatot nem lát el. Felfüggeszti a méréseket és az öntesztet.

Az LPDU egységek normál üzemállapot ellenőrzésére külön eljárást nem kell alkalmazni, mivel a készülék folyamatos öntesztet hajt végre. A normál üzemállapotról meggyőződhetünk a SEL feiratú nyomógomb kétszeri megnyomásával, amikor a kijelző egységen a „NORMAL + END” üzenetnek kell megjelennie. Normál üzemmódban a zöld üzemállapot jelzőlámpának világítani kell.

Hibás működés esetén a hiba által érintett berendezés LPDU alfanumerikus kijelzőjén az “FLT” rövidítés jelenik meg, a normál üzemet jelző zöld lámpa kialszik. A hiba fellépésével egy időben a “SEL” gombbal nyugtázható hangjelzés is keletkezik. Az egyes hiba okok közül az aeroszol és jó mérőkön fellépő „Szűrő hiba”, illetve az aeroszol, jó és nemesgáz mérőkön fellépő „Forgalom hiba” kezelői beavatkozást, a többi hibajelzés karbantartói beavatkozást igényel.

Karbantartásra történő kiadáskor a berendezés(ek) előkészítése nem szükséges, mivel a hiba jellege (önteszt eredménye), a történeti fájl a MASS szoftver segítségével olvasható ki, amihez az LPDU hálózati feszültség ellátása szükséges. Az esetleg szükségessé váló ki- és visszakapcsolást a karbantartó végzi el, az egyéb sugárvédelmi mérőberendezésekéhez hasonlóan.

## Mérési adatok megjelenítése és archiválása

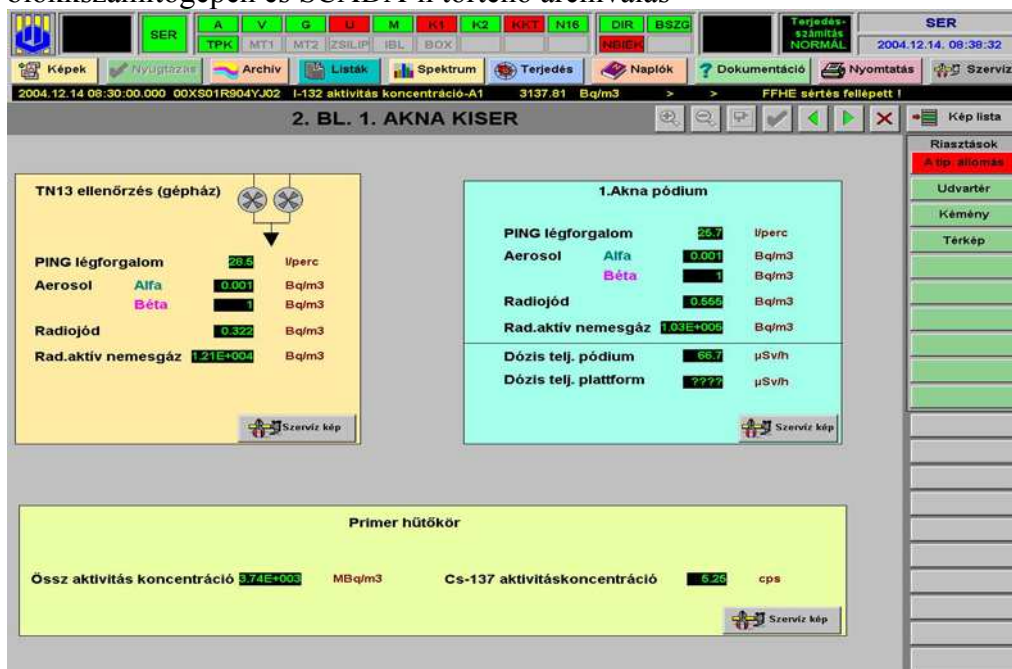
A mérőrendszerek által mért értékek a helyi kijelzőkön (LPDU), a reaktorpódium melletti operátori pulton, a 2. blokki blokkszámítógépen és az 1. Dozimetria Vezénylőben a SCADA rendszeren jelennek meg és archiválódnak. A helyi kijelzők az utolsó 60 db perces, órás és napi mérési adatot tárolják. Ugyancsak az utolsó 60 db esemény megnevezését is archiválja a rendszer egy ún. történeti fájlban. Az archív adatok a MASS szoftver segítségével olvashatók ki. A blokk számítógépről az adatok a KKSER-SCADA (a telepített kibocsátás- és



környezetellenőrző rendszer dozimetriai információs rendszere) rendszerbe kerülnek átadásra az 1. Dozimetria Vezénylőbe, ahol a Dozimetriai Szolgálat felügyeli a rendszert.

Az adatok megjelenítésének több formája lehetséges:

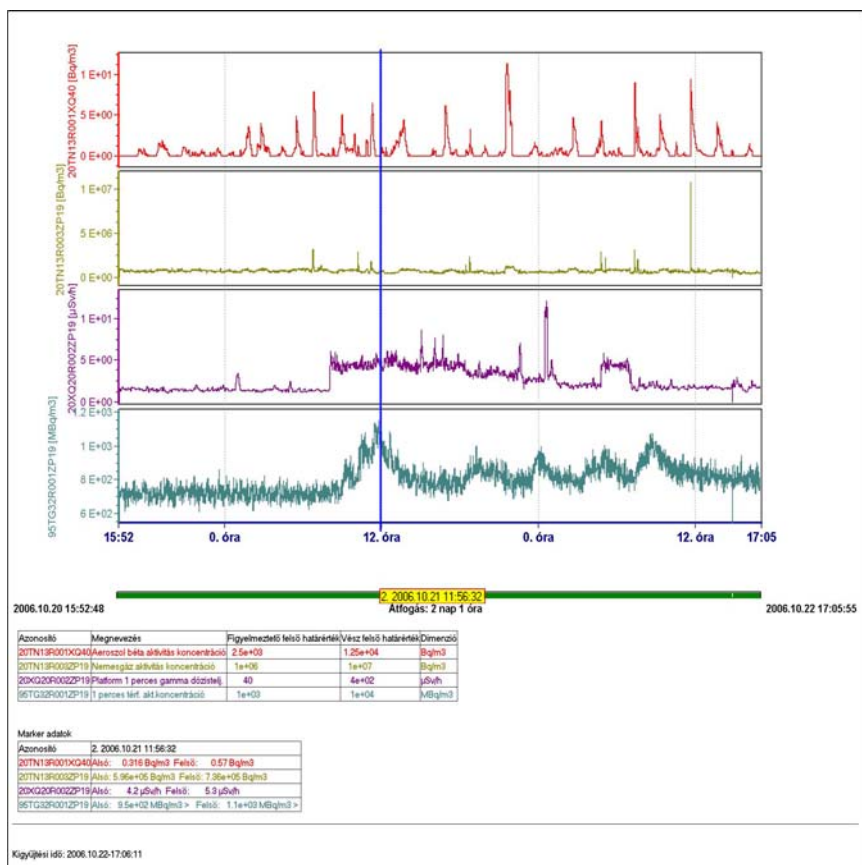
- Helyszíni megjelenítés
- PC-s kiolvasású történeti fájl, spektrumok
- blokkszámítógép monitorán történő megjelenítés
- SCADA rendszerében történő megjelenítés
- Helyszíni gyűjtött hibajelzések
- blokkszámítógépen és SCADA-n történő archiválás



8. ábra A KISER jelzéseinek megjelenítése sémaképen a SCADA rendszerben

A sémaképekről közvetlenül leolvashatók az aktuális mérési eredmények, illetve a különböző állapotjelzések. Az archivált adatokból listákat, trendeket lehet készíteni, megjelenítve így az operátor által kiválasztott adatokat különböző időintervallumok között.

A következő ábrán néhány trend látható [6].



9. ábra Adatok megjelenítése trendek formájában a KISER rendszerből

## Összefoglalás

A közleményben egy új, telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer tervezését és létesítését mutattuk be. Az 1. számú akna és környezete állapotának részletes ismeretéhez elengedhetetlen a folyamatos sugárvédelmi ellenőrzés megvalósítása telepített monitoring rendszerekkel. A helyreállításra történő felkészülés során egy új, egyedi telepített monitoring rendszer tervezése és létesítése történt meg, amelynek segítségével az 1. számú akna és környezetének folyamatos ellenőrzése biztosítható.

A telepített sugárvédelmi ellenőrzés feladata a sugárvédelmi helyzet operatív értékelése és a személyzet tájékoztatása. A KISER rendszer létrehozásával az 1. számú akna körül egy komplex, telepített sugárvédelmi ellenőrző rendszer üzemel, amely alkalmas a munkaterület sugárási helyzetének folyamatos ellenőrzésére, a mérési eredmények megjelenítésére, az eredmények tárolására, a mérési eredmények összehasonlítására a figyelmeztető- és vészszintekkel, illetve jelzések adására a kijelző blokkokra.

A KISER folyamatos ellenőrzést valósít meg az alábbi paraméterek vonatkozásában:

- munkaplatformon:
  - a gamma-sugárzás dózisteljesítménye,
  - a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolk aktivitás-koncentrációja,
  - a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja;
- reaktorcsarnok pódiumán a gamma-sugárzás dózisteljesítménye;
- az 1-es akna vizének összes-gamma aktivitás-koncentrációja;
- a munkaplatform alól eltávolított és már szűrt levegőben:

- a levegő alfa-, béta- és gamma-aeroszolk aktivitás-koncentrációja,
- a radioaktív jód és nemesgázok aktivitás-koncentrációja.

A KISER méréseit kiegészítik a SZEJVÁL rendszer gamma-dózisteljesítmény, béta- és gamma-aeroszolk, valamint radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentráció mérései.

A helyreállítás során a KISER rendszer mindvégig megbízhatóan és magas színvonalon biztosította az akna és a környezete sugárvédelmi ellenőrzését és operatív felügyeletét, jelentősen hozzájárulva ezzel a helyreállítás eredményes végrehajtásához, a 2. blokk 2006. december 29-ei sikeres újraindításához.

## Hivatkozások

1. Paksi Atomerőmű 2127360 az 1. sz. akna helyreállítása. A SF eltávolításának elvi engedélyezési dokumentációja (95TGA00ERE00283B) ETV-ERŐTERV Rt, Budapest, 2005.
2. Sugárvédelmi Szabályzat a Paksi Atomerőműben történő munkavégzésre. A Paksi Atomerőmű 2. blokk 1. sz. aknájában történt üzemanyag-sérülés következményeinek felszámolása, Paksi Atomerőmű Zrt., Paks, 2006.
3. **Bujtás T.**, Nényei Á.: Az üzemzavar helyreállításának sugárvédelmi kérdései, Fizikai Szemle, 2006/4, pp.: 119-122.
4. **Bujtás T.**, C. Szabó I., Nényei Á.: A Paksi Atomerőmű 2. blokki 1. számú akna helyreállításának sugárvédelmi kérdései, XXX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Keszthely, 2005. május 3-5., pp.: 38.
5. **Tibor Bujtás**, Árpád Nényei: Radiation protection aspects of the incident recovery, Second European IRPA Congress on Radiation Protection, Book of abstract and full paper on enclosed CD, Paris, 2006., pp.: 169.
6. **Bujtás T.**, C. Szabó I., dr. Nényei Á.: A Paksi Atomerőmű 2. blokki 1. számú akna helyreállításának sugárvédelmi mérési eredményei, V. Nukleáris Technika Szimpózium, Paks, 2006.november 30-december 01., pp.: 29.



## AZ ATOMENERGIA AZ EURÓPAI PARLAMENTBEN A 2004-ES BŐVÍTÉS ÓTA

### *Absztrakt*

*Az Európai Parlamentnek hagyományosan az atomenergiához kapcsolódó technikai kérdésekben az EURATOM egyezmény hatálya alatt kizárólag véleményező hatásköre van, politikai befolyása a Miniszterek Tanácsához viszonyítva csekély. Ugyanez azonban már 2004 óta, és az együtdöntési eljárás széles körű bővítése óta nem helytálló a gazdasági kérdésekre. Márpedig az elkövetkezendő évtizedek gazdasági stratégiáját jelenleg fogalmazza meg az Unió, s ezeknek a jövő szempontjából alapvető döntéseknek a meghozatalában az Európai Parlament már nem az EURATOM egyezmény alapján, hanem az EK egyezményből eredő társtörvényhozói szerepkörében vesz részt.*

*Jelen közlemény szerzője a fenti folyamatok bemutatását követően feltárja, hogy a közeljövőben az Európai Parlament meghatározó stratégiai döntéseinek egyike a leendő európai energiapolitika megalkotása lesz, és rámutat arra, hogy ennek szerinte szükségszerűen része lesz az atomenergia.*

*In technical matters relating to nuclear energy, the EURATOM Treaty gives the European Parliament a merely consultative role, thereby limiting its political influence on the Council. However, with the strengthening of the codecision procedure, this has no longer been the case for economic matters since 2004. Currently the EU is in the process of defining its economic strategy for the decades to come, and fundamental decisions for our future are to be taken on the legal basis of the EC Treaty, under which the Parliament is co-legislator.*

*After presenting these processes and unveiling that one of the strategic decisions to come in the near future in the European Parliament is the definition of Europe's energy policy, the author will endeavour to show that nuclear energy shall necessarily be a substantial part of that policy.*

**Kulcsszavak:** európai energiapolitika, atomenergia politikai megítélésének javulása, nukleáris biztonság, ellátásbiztonság, sugárvédelem

---

<sup>1</sup> Herczog Edit, európai parlamenti képviselő, az EP ipari, energiaügyi és kutatási bizottságának a tagja, edit.herczog@europarl.europa.eu

<sup>2</sup> Précsényi Zoltán, akkreditált európai parlamenti asszisztens

## BEVEZETŐ

Magyarország 2004. május 1-i csatlakozása óta az európai törvényhozás több ízben megerősítette azt az állítást, miszerint *"az atomenergia energetikai felhasználásának megítélése nem egységes az Európai Unióban"* [1].

Ennek a helyzetnek az alapja az Európai Közösségek első ötven éve alatt meghatározó szerepet játszó francia-német tengelyen belüli, viszonylag új keletű politikai ellentét: Míg Franciaországban a politikai nézetektől függetlenül hagyományosan széles és stabil támogatást élvez a nukleáris villamos energiatermelés, addig a Gerhard Schröder vezette német szociál-demokrata-zöld párti koalíció (1998-2005) 2001-ben az országban működő 17 atomreaktor végleges leállításáról döntött. Az EU15-ökben így kialakult *status quo*-t erősítette, hogy az egyéb, atomenergiát alkalmazó, illetve mellőző tagállamok száma és politikai ereje olyan egyensúlyban állt, amely a döntéshozatali mechanizmusokban rejlő biztosítékok miatt minden elmozdulás lehetőségét kizárta, úgy a politikai, mint a jogalkotási szinten. Az atomenergia kérdése a konszenzus alapján döntő Állam- és Kormányfők Tanácsában nem kerülhetett napirendre, a súlyozott többséggel döntő Miniszterek Tanácsában pedig akár az egyik, akár a másik irányú indítványok eleve kudarcra lettek volna ítélve. Éppen ezért az Európai Bizottság se pro, se kontra nem kívánt semmilyen lépést kezdeményezni.

2004-ben a tíz új tagállam ebben a patthelyzetben csatlakozott az Unióhoz, s azon belül az Euratom egyezményhez. Szűk két évvel később tagadhatatlan előremozdulás tanúi voltunk: 2006. március 8-án az Európai Bizottság egyfelől óvatos megfogalmazásban megerősítette ugyan a nukleáris energia tagállami hatáskörbe tartozását, másfelől azonban - addig példátlan módon - világos szerepet tulajdonított az Uniónak az atomenergia körüli patthelyzet feloldásában. Se egyik, se másik irányba nem foglalt állást, viszont egyértelműen jelezte, hogy az ideológiai alapokon tabuvá vált témát tudományos alapokra helyezve ismét napirendre kell tűzni: *"Az atomenergia jelenleg az EU villamosenergia-termelésének körülbelül egyharmadát adja, és bár nagy figyelmet kell fordítani a nukleáris hulladék és biztonság témakörére, ez jelenti jelenleg a legnagyobb európai szénmentes energiaforrást. Az EU hasznos szerepet tölthet be annak biztosításában, hogy az atomenergia minden költségét, előnyét és hátrányát meghatározzák egy tájékozott, objektív és átlátható vita lefolytatása céljára."* [2]

Az Európai Parlament nyomatékosan megerősítette azt az álláspontot, miszerint *"a nukleáris energia része az energiaszerkezetről szóló európai politikai vitának"*, és szorgalmazta, hogy az Európai Bizottság kezdje el megvizsgálni a nukleáris energia fejlesztési lehetőségeit az Unióban [3]. Ezzel az atomenergia minden kétséget kizáróan visszakerült az EU politikai napirendjére.

A francia napi sajtó 2006 végén azt jósolta, hogy az Európai Bizottság hamarosan nyíltan állást foglal a nukleáris energia mellett [4]. Ez ennyire nyilvánvalóan ugyan nem következett be, de az Európai Bizottság legfrissebb energiapolitikai közleménye [5] félreérthetetlenül árnyaltabb a korábbiaknál. Nemcsak hangsúlyozza hogy *"az Uniónak meg kell őriznie technológiai előnyét a negyedik generációs nukleáris reaktorok, valamint a fúzió kutatás területén"*, hanem a nukleáris energia jövőjéről szóló 3.8-as fejezetben érzékelhetően azt igyekeznek szemléltetni, hogy az atomenergia előnyei számottevően meghaladják annak hátrányait. A technológia szénmentessége

kapcsán a Bizottság egy sokatmondó kijelentést is tesz: *"A tagállamok szabadon döntenek az atomenergia használatáról vagy mellőzéséről. Ha azonban a nukleáris energiatermelés szintje az EU-ban csökkenne, kulcsfontosságú, hogy ezt a csökkenést más, alacsony szénkibocsátású energiaforrások bevezetése kompenzálja, máskülönben sem az üvegházhatású gázkibocsátások csökkentése, sem az energiaellátás biztonsága nem lenne tartható."*

Egy héttel később az Unió Tanácsának soros elnöke, Angela Merkel német kancellár az Európai Parlament plenáris ülésén Daniel Cohn-Bendit német képviselő és zöld frakcióvezető interpellációjára úgy nyilatkozott<sup>3</sup>: személy szerint úgy gondolja, az atomenergiára igenis szükség van Európában. Ilyen körülmények között nem vitatható: a status quo ideje a csatlakozásunk óta eltelt harminc hónap alatt lejárt. Miért? Hogyan?

A választ az intézményi dimenzió, a külső politikai dimenzió, és a belső politikai dimenzió áttekintése alapján keressük.

## INTÉZMÉNYI DIMENZIÓ: A POLITIKAI ERŐK EGYENSÚLYÁNAK ALAKULÁSA AZ EU-BAN 2004 ÓTA

Az európai döntéshozatal oly összetett, komplex rendszer, hogy egyes elvi kérdésektől eltekintve jóformán egyetlen állásfoglalás, határozat vagy jogalkotási eljárás kimenetele sem kiszámítható, legfeljebb valószínűsíthető. A tagállami döntéshozatali mechanizmusoktól eltérően, európai szinten a gazdasági kérdésekben, s így az energia területén is, két egyenrangú és egymástól független intézménynek kell egyességre jutnia az ún. együttdöntési eljárás során: a tagállamok kormányait tömörítő Miniszterek Tanácsának, valamint a közvetlenül választott képviselők alkotta Európai Parlamentnek. A Tanácsban a tagállamok szavazati súlyának és az egyes kormányok álláspontjainak pontos ismerete alapján ugyan minden kérdésben kiszámítható a többség alakulása, a tapasztalat azonban azt mutatja, hogy a Tanács semmilyen lényeges kérdésben nem tudja felülmúlni a parlamenti határozatot, még minősített többséggel sem. Az Európai Parlament pedig olyan rendkívül erős függetlenséget élvez, hogy minden egyes döntés meghozatalakor számos bizonytalansági faktorról kell számolni. Minthogy nem létezik a tagállamokéhoz fogható európai kormány, az EP-ben nincs stabil politikai többség vagy ellenzék. Tekintettel továbbá arra, hogy a tagállami érdekek változatossága miatt a frakciókon belül is gyakoriak az eltérő vélemények, sokkal rugalmasabb a pártfegyelem, mint a nemzeti parlamentekben. Így az egyes képviselők szavazatát frakciójuk, nemzeti kormányuk, pártjuk álláspontja határozza meg, de szintén figyelembe kell venni az alkalmi politikai kompromisszumokat, a személyes meggyőződéseket, az egyéni érdeklődéseket, az adott kérdés ismeretét, a választók iránt vállalt kötelezettségeket, a közvélemény és a sajtó várakozásait, a döntés médiaértékét, kommunikálhatóságát is. Az atomenergia tekintetében ez fokozottan érvényesül: minden frakcióban és minden nemzeti delegációban vannak támogatói és ellenzői. Így egy-egy döntés kimenetelét sokszor az határozza meg, hogy az adott szakbizottsági vagy plenáris szavazáson a jelenlévők közül kinek lesz meg az 50%+1 szavazat többsége.

---

<sup>3</sup> Európai Parlament, Plenáris ülés, 2007.01.15., Angela Merkel vitázó felszólalása, szó szerinti jegyzőkönyv on-line elérhető [itt](#).

A nukleáris energiát alkalmazó, illetve mellőző tagállamok száma és politikai súlya (lásd: I. ábra) tehát csak nagyon relatív képet mutathat a támogatók és ellenzők arányáról, különösen ha figyelembe vesszük, hogy a két halmazcsoport nem is fed egymást.

Mindezidáig a tizenhét működő reaktorral rendelkező Németország ellenzőként politizált, míg távlati tervei fényében Lengyelország, Észtország vagy Lettország inkább hajlamos a támogatókhoz csatlakozni, noha a közeljövőben egyetlen áramtermelő reaktor sem fog üzemelni a területükön. Feltéve, hogy az ilyen jelenségek nagyjából kioltják egymást, a statisztikai eredmények azt mutatják, hogy a két tábor egyensúlya lényegében a 2001-es német döntés óta igazán csak Románia és Bulgária 2007-es csatlakozásával változott meg némileg: az alkalmazók/mellőzők aránya 2001-ben 8/7 volt, 2004-ben 13/12, ma pedig 15/12.

A Tanács döntéshozatalában megkövetelt minősített többséget (72.3%) egyik fél sem éri el, ezért eddig hiába volt az alkalmazóknak elvileg mindig stabil, 50% feletti többségük a Parlamentben akár Németország nélkül is: érdemi előrelépést a Tanács szintjén nem lehetett elérni. Az elmozdulás ennek ellenére megtörtént.

## KÜLSŐ POLITIKAI DIMENZIÓ: A NUKLEÁRIS ENERGIA ALKALMAZÁSA GLOBÁLIS SZINTEN FEJLŐDIK

Az európai törvényhozást gyakran éri a vád, hogy túlabacionált tervek megfogalmazásán túl ritkán teljesít valós eredményt, hol azért, mert a világgazdaság sodrásával nem tud szembeszállni, hol azért, mert belső viszályain sem tud felülkerekedni. Bár mindkét utóbbi állítás gyakran beigazolódott az elmúlt évtizedben, maga a vád mégis cáfolható. Gondoljunk csak a két - politikai, jogi és intézményi szempontból eddig mindenképp sikeres - bővítésre, mellyel az Unió három év alatt csaknem megduplázta tagjai számát. A konkrét törvényhozás fejlődésében valóban megfigyelhető bizonyos lassulás, ez azonban csöppet sem jelenti Európa csődjét, pusztán jelzés: az Unió építésének jelenlegi, első ötven éves fázisa lassan elérte határait és lezárul. Az ötven éve kikiáltott célokat Európa nagymértékben elérte: Ha hiányosságokkal is, de létezik és működik a belső piac, a tagállamok polgárai minden korábbinál szabadabban járnak-kelnek az Unióban, a tagállamok egyharmadában megvalósult a közös valuta. Ezzel jóformán kimerült az európai tervnek azon része, amelyet a háború utáni alapítók megálmodtak.

A továbblépéshez új stratégiai fejezetet kell nyitni, ennek a fejezetnek lesz része a készülő energia politika. Az új lépéseknek egyelőre nincs intézményi vagy jogi alapjuk, és nyilván nem az Unió, hanem az egyes tagállamokon múlik, mikor és miként teremtik meg a folytatás feltételeit. Az Unió addig is - a jelenlegi keretek között - igyekszik helytállni, lehetőségeihez mérten próbálja megvalósítani azokat a célokat, amelyeket a tagállamok a 2000-es lisszaboni Európai Tanácson úgy fogalmaztak meg, hogy nem csatolták hozzájuk, és azóta sem teremtették meg a megvalósításhoz szükséges eszközöket. Érdemi kérdésekben mindezidáig sikerül is lépést tartani a globalizáció diktálta folyamatokkal.

A nukleáris energiát illetően szembeötlő jelenség például, hogy az Európai Parlamentben igen szerény helyet kap az ideológiai alapú elutasítás, amely az elmúlt két évtizedben a sajtó és a zöld szervezetek lencséjén keresztül pedig dominánsnak tűnt. Az elmúlt három évben hozott külpolitikai határozatokból kitűnik: Míg az Unió

belüli atomenergia-termelést olykor éri egy-egy politikai bíráló<sup>4</sup>, a Parlament mégis tisztában van a nukleáris energia globális gyarapodásával, és nem szándékozik az Unió politikáját a fősodor ellenébe fordítani. Sőt: valamennyi globális partnerünkkel való kapcsolataink értékelésekor külön figyelmet fordít a nukleáris kérdésre, méghozzá messzemenően nem csak a non-proliferációs törekvések kapcsán, hanem az atomenergia területén is.

A **multilaterális diplomácia** szintjén az Egyesült Nemzetek Szervezetének reformjáról szóló határozatában [6] az EP hangsúlyozta a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséghez fűződő hosszútávú európai érdekeket, és szorgalmazta a NAÜ nemzetközi megerősítését, hatáskörének bővítését a polgári célú felhasználásra szánt hasadó anyagok forgalmazásában [7].

Az atomenergiához fűződő hosszútávú törekvések a bilaterális kapcsolatokban is hasonlóan megjelennek. Az **EU-orosz** gazdasági kapcsolatok elemzésekor az EP szorgalmazta ugyan az Oroszországban működő első generációs reaktorok mielőbbi leállítását, és felhívta Oroszország figyelmét a sugárzó hulladékok biztonságos elhelyezésének jelentőségére, de ugyanakkor megerősítette: Az Unió kész megnyitni piacát az orosz energiainport előtt, amennyiben Oroszország EU-s szintre emeli - többek között nukleáris - biztonsági előírásait [8]. Ezt a jól felfogott európai érdekeken alapuló, pro-aktív hozzáállást szemlélteti, hogy a javasolt biztonságfokozó intézkedések segítségével a 2006 végén lejáró TACIS program folytatásaként az Unió az EP támogatásával [9] létrehozott egy Nukleáris Biztonsági Támogatási Eszközt, melynek révén az EU a 2007-2013-as költségvetési ciklus alatt félmilliárd eurót investál keleti szomszédságunkban és Oroszországban a biztonságfokozó operatív intézkedések megvalósításába.

**Transzatlanti** partnereinkkel való kapcsolatainkban szintén a pro-aktív együttműködés mellett foglalt állást a Parlament. A 2005. június 20-i EU-Egyesült Államok csúcstalálkozó előkészületei alatt a Parlament külön hangsúlyozta annak jelentőségét, hogy a kidolgozás alatt lévő Transzatlanti Partnerségi Megállapodásban a felek hozzanak létre közös cselekvési platformot többek között a nukleáris energia polgári használatának regionális és globális fejlesztésére [10]. Éppen egy évvel később az EP még nyomatékosabban foglalt állást, mikor az EU-USA gazdasági kapcsolatok kapcsán úgy ítélte: *"Az energiaszektor az EU és az USA számára közös kihívásokat jelent, és a két fél által külön-külön megtett jelentős lépéseken túl olyan közös és kölcsönösen hasznos hozzáállást kíván, amely (...) felismeri az atomenergia fontos szerepét a szénmentes energiatermelésben, alátámasztja az ehhez a létfontosságú technológiához kapcsolódó közös kutatásokat, s a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel (NAÜ) együttműködve olyan multilaterális keretek meghatározását segíti elő, amelyek lehetővé teszik a biztonság fokozására és a hasadó anyagok katonai felhasználásának megelőzésére irányuló globális nukleáris politika megfogalmazását."* [11]

---

<sup>4</sup> "Az Európai Parlament (...) sajnálatát fejezi ki, amiért a tagállamok többsége továbbra is túlzott mértékben függ a fosszilis üzemanyagoktól és a nukleáris energiától" - áll a környezetvédelmi és közegészségügyi Bizottság "Fenntartható fejlődési stratégia" című 2005/2051(INI) számú saját kezdeményezésű jelentésének 13-ik pontjában, melyet a plenáris ülés 2006. január 18-án P6\_TA(2006)0020 szám alatt fogadott el. Az idézett szövegrészletet a Zöld Frakció módosító indítványa alapján 310/306 arányban, 10 tartózkodással szavazta meg az EP.

A fejlődő világban pedig Európa annál inkább komolyan számít a különböző feltörekvő hatalmak nukleáris parkjainak gyarapodására, hogy EU-n belüli megrendelések híján leginkább ezek az új piacok kínáljanak növekedési perspektívát a komoly európai nukleáris szakértelemnek és technológiának. Az EP többek között kifejezetten arra invitálta **Kínát**, hogy új atomerőművek építése esetén éljen az Európában rendelkezésre álló erőforrásokkal és alkalmazzon európai biztonságtechnológiát [12]. Jóllehet, ez nem valósult meg, a politikai szándék azonban valós, csak úgy, mint **India** tekintetében. Az Indiával való kapcsolatok stratégiai partnerséggé való felminősítését az EP már 2004-ben szorgalmazta, többek között azon megfontolásból, hogy az Indiába irányuló amerikai nukleáris technológiaexport 2004-es újraindítása nyomán felmerülő nemzetközi biztonságpolitikai kérdések felügyeletére szorosabb EU-indiai együttműködést hozhasson létre [13]. Miután a Parlament javaslatának megfelelően létrejött a stratégiai partnerség, India részvételt nyert nemcsak a Galileo európai műholdas navigációs rendszer fejlesztésébe, hanem az ITER-hez kapcsolódó európai fűzőkutatásba is. Mi több, az Európai Parlament rövid időn belül arra kérte a tagállamokat, hogy India jelentősen növekvő energiaigényére tekintettel mielőbb törekedjenek együttműködni az országgal a nukleáris energiatermelés fejlesztéséért [14].

**Összegésében** tehát az európai döntéshozók világosan látják: a nukleáris energia globális gyarapodása nem kérdés, hanem tény. Visszajára fordítani se nem lehet, se nem érdemes, Európának tehát aktív szerepet kell vállalnia. Ehhez nem lesz elég szinten tartani, hanem fejleszteni is kell az atomenergia területén megszerzett európai tudást, szakértelmet, ami az EU belső politikájában is - minden ideológiai szemponttól függetlenül - megkívánja és szükség esetén kikényszeríti a hosszútávú atomenergiái tervezést és befektetést.

## BELSŐ POLITIKAI DIMENZIÓ: A LISSZABONI STRATÉGIÁTÓL AZ EURÓPAI ENERGIA POLITIKÁIG

Az energiapolitikáról szóló 2006-os bizottsági Zöld Könyv vitájában megerősítést nyert, hogy belső egység továbbra sincs a nukleáris energia megítélésében. A támogatók és ellenzők között azonban van egy állandó és biztos közös nevező: a magas fokú nukleáris biztonság, amely egyúttal az EU legnagyobb hozzáadott értéke is az atomenergia területén. Pillanatnyilag ez az érv, amellyel politikailag biztosan alá lehet támasztani a nukleáris iparágba irányuló valamennyi európai befektetést. Az európai biztonságkutatásról szóló határozatában például az EP kifejezetten kiemelt célként említette az Unióban működő atomerőművek biztonságának fenntartását és fokozását [15], s ezt a prioritást a 2006-os tavaszi európai csúcstalálkozóra írt parlamenti ajánlásokban is nyomatékosította [16]. Mi több, az *Euratom közösség 2007-2011-es, hetedik kutatás-fejlesztési keretprogramjának központi eleme szintén a nukleáris biztonság és a sugárvédelem.*

Ezen a jogcímen a Parlament valamennyi politikai tényezője hajlandó támogatási tőkét utalni a nukleáris iparnak, ezzel kell tehát élni. A nukleáris biztonsági törekvés hangsúlyozásával ugyanis az EP nemcsak eleget tesz egyfajta társadalmi elvárásnak és politikai kötelességnek, hanem mellékesen lehetőséget biztosít arra is, hogy az atomenergia alkalmazását alátámasztó egyéb érvek egyre több helyet kapjanak a

vitában és a politikai állásfoglalásokban. *Az atomenergia fokozatos politikai térnyerésének legbiztosabb vektora tehát a nukleáris biztonság.*

Innen kiindulva és erre építve lehet egyre eredményesebben kibontani az atomenergia mellett szóló egyéb érveket, melyek mind megjelennek a Lisszaboni Stratégia célkitűzéseiben: *környezetvédelem, versenyképesség, ellátásbiztonság.*

Az EP csak nagyon fokozatosan, olykor fokozott óvatossággal iktatta be ezeket az elemeket a különféle állásfoglalásaiba. Az eredmény azonban a két-három évvel korábbi állapothoz képest már látványos. Az igazi áttörés 2006 márciusában történt meg, mikor egy hét alatt két határozat is született, amelyben az EP eddig példátlan merészséggel méltatta az atomenergia érdemeit és előnyeit. Emlékeztetett például, hogy *"az EU világszinten elismert szakértelemmel rendelkezik az atomenergia területén, amely az egyik lehetséges válasz az energiaellátási és környezeti kihívásainkra"* [16]. Sőt elismerte, hogy *"az atomenergia fontos szerepet játszik az energiaellátásunk biztonságának fenntartásában, számottevő része energiaszerkezetünknek, és évente mintegy 312 millió tonna széndioxid kibocsátását előzi meg, ami az EU teljes üvegházhatású gázkibocsátásához viszonyítva 7%-os megtakarítás"* [16]. Egy héttel később az EP olyan tényeket említett meg az energiaellátás biztonságáról szóló jelentésében, amelyeket korábban politikailag nem illett tudomásul venni: *"tekintettel arra, hogy az Unió energiaigényének 15%-át fedi, (...) villamos energia termelésének pedig 31%-át adja, (...) az atomenergia kétségtelenül része az energiaszerkezetéről szóló európai politikai vitának, és számos tagállamban fontos szerepet játszik az energiaellátás biztonságának megőrzésében és a széndioxid kibocsátások féken tartásában"* [7].

Az energiapolitikáról szóló Zöld Könyv kapcsán készült parlamenti határozat ugyanezen tények ismételt elismerése után egy ajánlást is megfogalmazott: felkérte az Európai Bizottságot, hogy *"vizsgálja meg az erre hajlandó tagállamokban a nukleáris energia fejlesztésének lehetőségeit, tekintettel a technológia előnyeire (alacsony termelési ár ingadozás és szénmentesség), valamint a nukleáris erőművekhez köthető kockázatokra (üzemi balesetek és hulladék elhelyezés)"* [3].

## ÖSSZEGEZETT MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az Európai Parlamentnek hagyományosan az atomenergiához kapcsolódó technikai kérdésekben az EURATOM egyezmény hatálya alatt kizárólag véleményező hatásköre van, politikai befolyása a Miniszterek Tanácsához viszonyítva csekély. Ugyanez azonban már 2004 óta és az együttdöntési eljárás széles körű bővítése óta nem helytálló a gazdasági kérdésekre. Márpedig az elkövetkezendő évtizedek gazdasági stratégiáját jelenleg fogalmazza meg az Unió, s ezeknek a jövő szempontjából alapvető döntéseknek a meghozatalában az Európai Parlament már nem az EURATOM egyezmény alapján, hanem az EK egyezményből eredő társtörvényhozói szerepkörében vesz részt. A meghatározó stratégiai döntések egyike a leendő európai energiapolitika megalkotása lesz, melynek szükségszerűen része lesz az atomenergia.

Az elmúlt három évben az Európai Parlament nem csak megbarátkozott a ténnyel, hanem fokozatosan, a globális nyomás és az unión belüli reális kényszer együttes hatására, ismét az európai politika napirendjére tűzte az atomenergiát, sőt annak európai fejlesztését is. Mivel ebben az időben sem az intézményrendszer, sem a



politikai erőviszonyok egyensúlya nem változott számottevően, a változás nem statisztikai, nem mennyiségi, hanem minőségi volt.

Az atomenergia politikai megítélésének javulásán sokkal nagyobbban lendített az észérvek sikeres kommunikációja, mint a támogató többség alakulása. Ebben a sikeres fejlődésben fontos szerepet játszottak a 2004-ben csatlakozott új tagállamok: Túl azon, hogy a tízből öt ország működő energiatermelő és kutató reaktorokkal csatlakozott az EU-hoz, az új tagállamok friss lendülete és realista szemlélete komoly politikai előnyt jelentett az atomenergia nyugati támogatóinak számára, akiket az EU15 keretei között az elmúlt két évtizedben sakkban tudott tartani az ideológiai ellenzők tábor.

A 2004-ben megválasztott, 6-ik Európai Parlamentben az energiaügyekért felelős bizottság elnöki székét a nukleáris energia iránt elkötelezett brit Giles Chichester foglalta el, s két és fél év elteltével a szakbizottságnak annak ellenére is sikerült elérnie a fentebb leírt, elvitathatatlan eredményeket, hogy legaktívabb és legbefolyásosabb tagjai között számos német képviselő igyekezett a korábbi status quo-t fenntartani.

Idő közben a szintén brit Terrence Wynn kezdeményezésére megalakult a *Nukleáris Energia Jövőjéért Fórum*, melynek elnökségét 2006 nyara óta egy magyar EP képviselő, a jelen közlemény társszerzője tölti be, s amely minden korábbinál hatékonyabb eszköze lett az európai nukleáris ipar és az európai törvényhozás közötti párbeszéd kialakításának és erősítésének. Románia és Bulgária csatlakozása a folyamatot várhatóan tovább erősíti, s így valószínűvé válik, hogy az atomenergia a közeljövőben elnyeri méltó helyét az Európai Unió hosszútávú energiapolitikájában.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Csom Gyula: *Energiapolitikai prioritások*, Magyar Tudomány, 2007/01. pp: 4-11.  
<http://www.matud.iif.hu/07jan/03.html> 2007.01.15.
2. Európai Bizottság, *Európai Stratégia az energiaellátás fenntarthatóságáért, versenyképességéért és biztonságáért c. Zöld Könyv*, COM(2006)0105, 2006.03.08.
3. Európai Parlament, *Európai stratégia a fenntartható, versenyképes és biztonságos energiáért*, P6-TA(2006)0603, 2006.12.14.
4. Jean-Michel Bezat, *Európa a polgári nukleáris technológia alkalmazására invitálja tagjait*, Le Monde, 2006.12.28.
5. Európai Bizottság, *Energiapolitika Európának*, COM(2007)0001, 2007.01.10.
6. Európai Parlament, *Az ENSZ reformja*, P6\_TA(2005)0237, 2005.06.09.
7. Európai Parlament, *Az energiaellátás biztonsága*, P6\_TA(2006)0110, 2006.03.23.
8. Európai Parlament, *EU-Orosz kapcsolatok*, P6\_TA(2005)0207, 2005.05.26.
9. Európai Parlament, *Nukleáris Biztonsági Támogatási Eszköz*, PA\_TA (2006)0599, 2006.12.14.
10. Európai Parlament, *Transzatlanti kapcsolatok*, PA\_TA(2005)0238, 2005.06.09.
11. Európai Parlament, *EU-USA gazdasági kapcsolatok*, P6\_TA(2006)0239, 2006.06.01.
12. Európai Parlament, *Az EU-Kína kereskedelmi kapcsolatok kilátásai*, P6\_TA(2005)0381, 2005.10.13.
13. Európai Parlament, *EU-indiai kapcsolatok*, P6\_TA(2004)0044, 2004.10.28.
14. Európai Parlament, *EU-indiai kapcsolatok: Stratégiai partnerség*, P6\_TA(2005)0364, 2005.09.29.
15. Európai Parlament, *Biztonságkutatás*, P6\_TA(2005)0259, 2005.06.23.
16. Európai Parlament, *Lisszaboni Stratégia*, P6\_TA(2006)0092, 2006.03.15.

	Működő reaktor	Tanácsi szavazatok 2004 előtt	Parlamentari képviselők 2004 előtt	Tanácsi szavazatok 2004-2007	Parlamentari képviselők 2004-2007
Ausztria	nem	4	21	10	18
Belgium	igen	5	25	12	24
Bulgária	igen				
Ciprus	nem			4	6
Csehország	igen			12	24
Dánia	nem	3	16	7	14
Egyesült Királyság	igen	10	87	29	78
Észtország	nem			4	6
Finnország	igen	3	16	7	14
Franciaország	igen	10	89	29	78
Görögország	nem	5	25	12	24
Hollandia	igen	5	31	13	27
Írország	nem	3	15	7	13
Lengyelország	nem			27	54
Lettország	nem			4	9
Litvánia	igen			7	13
Luxemburg	nem	2	6	4	6
Magyarország	igen			12	24
Málta	nem			3	5
Németország	igen	10	99	29	99
Olaszország	nem	10	87	29	78
Portugália	nem	5	25	12	24
Románia	igen				
Spanyolország	igen	8	64	27	54
Svédország	igen	4	22	10	19
Szlovákia	igen			7	14
Szlovénia	igen			4	7
<b>ÖSSZESEN:</b>	15 igen / 12 nem	87	626	321	732
Nukleárist alkalmazók:		55 / 87	431 / 626	198 / 321	475 / 732
Nukleárist alkalmazók, kivéve Németország:		45 / 87	332 / 626	169 / 321	376 / 732
Nukleárist mellőzők		32 / 87	195 / 626	123 / 321	257 / 732
Nukleárist mellőzők + Németország:		42 / 87	294 / 626	152 / 321	356 / 732
Döntéshez szükséges többség:		72.3% (63 / 87)	50%+1 (314 / 626)	72.3% (232 / 321)	50%+1 (367 / 732)

I. ÁBRA - A nukleáris energiát alkalmazó és mellőző országok képviselőinek súlya az Miniszterek Tanácsban és az Európai Parlamentben 2004 előtt, valamint 2004 és 2007 között.

## FÉLVEZETŐ ESZKÖZÖK, MINT SUGÁRZÁSÉRZÉKELŐ DETEKTOROK

### *Absztrakt*

*Mindennapi életünkben igen gyakori feladat a radioaktív sugárzások mérése, pl. laboratóriumokban, üzemekben, kórházakban, környezetvédelmi munkákban, stb. Ezek mérése a részecskék számának meghatározását, időbeli vagy anyagon való áthaladás miatti változásuknak észlelését, energiájuk mérését, stb. jelenti. Az ilyen feladatok elvégzésére különböző típusú részecskeszámlálókat fejlesztettek ki.*

*Az 1960-as évek elejétől kezdve terjedtek el a félvezető detektorok, amelyek a Si vagy Ge diódákhoz hasonlóan készülnek és működnek. Ezeket ma már a nukleáris mérés technika szinte minden ágában használjuk. Nagy előnyük, hogy csaknem nagyságrenddel jobb az energiafelbontásuk minden más számlálóval szemben.*

*Jelen cikkben a félvezető detektorok legalapvetőbb fizikai tulajdonságait és egy, manapság egyre nagyobb teret hódító eszközt, a PIN diódát szeretném bemutatni.*

*Measurement of radiation is a very frequent task in everyday life, for example in laboratory, hospitals, or during environment protection etc. The measurement means the determination of the particles' number, the detection of their energy distribution changing in time or via interaction with materials. Many kinds of particle counters have been developed to accomplish these tasks.*

*Semiconductor detectors appeared at the beginning of the 60's. The development and mechanism of them are similar to that of the Si or Ge diodes. These days they are already widely used in all areas of nuclear measurement. Their main advantage – compared to any other counter - is the significantly higher energy resolution.*

*The purpose of this article is to demonstrate the main features of semiconductor detectors, and a device that is getting more and more popular, the PIN diode.*

**Kulcsszavak:** *félvezető, donor, akceptor, rekombináció, PIN dióda*

## FÉLVEZETŐK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A félvezető detektorok olyan ionizációs detektorok, melyekben az ionizáció szilárd, félvezető anyagban jön létre. A szilárd félvezető anyagok alkalmazása a gázközeg helyett több előnnyel jár. Ezek között legjelentősebb a szilárd anyagok gázokhoz viszonyított nagy sűrűsége, továbbá az, hogy a félvezető anyagokban (szilícium, germánium) egy töltéshordozó pár keltéséhez 8-10-szer kisebb energia kell, mint gázokban, és mintegy százszor kevesebb, mint egy fotoelektron keltéséhez a szcintillációs detektorokban [1]. Ez azt eredményezi, hogy azonos energia átadás mellett a félvezetőkben sokkal több töltéshordozó keletkezik, mint a szcintillációs és gázionizációs detektorokban, ennek révén a töltéshordozók számának viszonylagos ingadozása kisebb lesz, s ez a detektorok jobb energiafelbontását teszi lehetővé.

<sup>1</sup> ZMNE BJKMK KMDI doktorandusz hallgató, gabor.nagy@mail.somos.hu

<sup>2</sup> ZMNE BJKMK egyetemi docens, vincze.arpad@zmne.hu

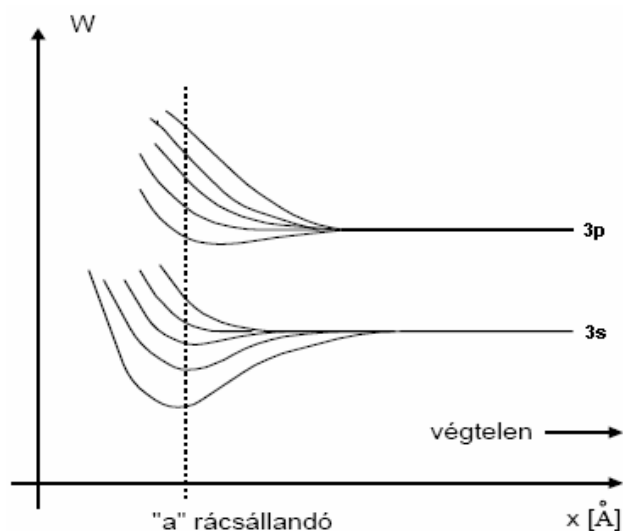
A félvezető detektorok jó energiafelbontási lehetőségeinek kihasználását azonban több tényező akadályozza. Ezek közé tartozik például, hogy a félvezető anyagoknak nagy a gázokhoz viszonyított fajlagos vezetőképessége, s ez a detektorok nagy alapáramához, ill. zajához vezet. A másik probléma az, hogy a félvezető anyagok kristályrácsa nem tökéletes, a rácshibáknál fellépő rekombináció jelentős töltéshordozó-vesztéséget eredményez.

A félvezető detektorok működésének megértéséhez és a detektorok alkalmazásakor is szükséges, hogy ismerjük a félvezető anyagok jellemző tulajdonságait.

## SÁVSZERKEZET

A kvantummechanika törvényei szerint azok az elektronok, amelyek szabad atomok erőterében mozognak, csak bizonyos meghatározott energiaértékűek lehetnek. Az atomok kristályá szerveződése során az egyes atommagok által meghatározott energiaszintek sok, egymástól csak kevéssel különböző energiája mintegy összeolvad, energiasávokká szélesednek ki.

A hatás az alacsonyabb főkvantumszámú belső elektronokon kisebb, a magasabb főkvantumszámú külső elektronokon erőteljesebb.



1. ábra

*Megengedett energianívók és energiasávok az atomok közötti távolság függvényében*

Szigetelő anyagokban az atomokhoz kötött elektronok teljesen betöltött sávja és az atomokhoz nem kötött, szabad elektronok sávja között energetikailag meg nem engedett ún. *tiltott sáv* van. Ha valamely anyagban az elektron energiája egy adott küszöbértéket meghalad, az atomok nem tudják az elektront „fogva” tartani. A nem kötött elektronok szabadon mozoghatnak a kristályban, s így a kristály vezetővé válik.

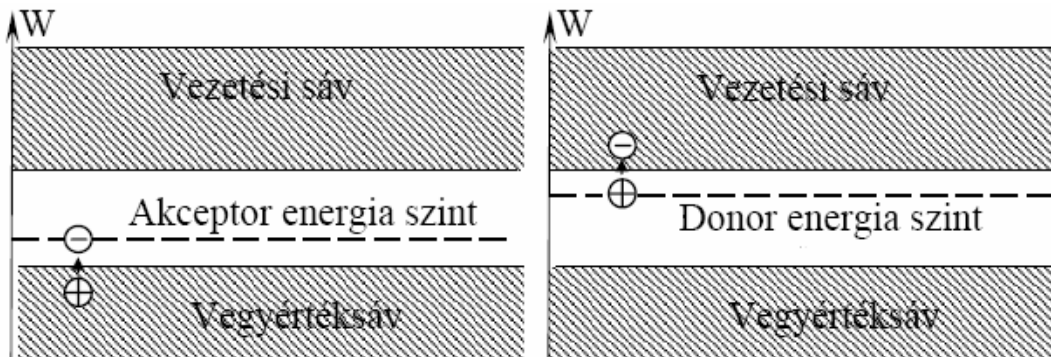
A félvezetőkben és a szigetelőkben a kötött elektronok legfelső energiasávját *valencia-* (vegyérték-) *sávnak*, a szabad elektronok legalsó energiasávját pedig *vezetési sávnak* szokás nevezni. Gerjesztés nélküli állapotban a valencia sáv teljesen betöltött, míg a vezetési sáv teljesen üres. Hő, fény, radioaktív sugárzás vagy egyéb energiaközlő hatásra a valencia sáv egyes elektronjai átkerülhetnek a vezetési sávba, és így részt vehetnek a vezetésben.

A két legjelentősebb félvezető anyagnak, a szilíciumnak és a germániumnak a kristályszerkezete gyémánt típusú, melyre jellemző a tetraéder kapcsolat (minden atomnak négy, a tetraéder egy-egy csúcsában elhelyezkedő vegyértékkapcsolattal kötött szomszédja van). A félvezető anyag kristályszerkezetébe azonban négyenél több vagy kevesebb valencia elektronú anyagok, ún. szennyeződések is beépülhetnek.

A félvezetők szerkezetébe beépülhetnek öt valencia elektronú anyagok, az ún. *donorok*, valamint három valencia elektronúak, az ún. *akceptorok*. Az előbbi csoportba tartozik többek között a foszfor, az arzén és az antimon, az utóbbiba az alumínium, bór, a gallium és az indium.

Ha egy félvezető anyagba donorszennyezést juttattuk, a donor atom öt valencia elektronja közül négy elektronpár kötést alkot a szomszédos atomok elektronjaival, az ötödik viszont nem tud elektronpár kötésbe lépni. Így a többletelektron eltávolításához igen kis energiára van szükség, energia szintjük közel fekszik a vezetési sávhoz, már szobahőmérsékleten az összes többletelektron a vezetési sávba megy át. A donorszennyezéseket tartalmazó kristályokat a többletelektronok negatív töltése alapján *n-típusúnak* nevezzük.

Íly módon magyarázható a *p-típusú* szennyezés, ahol akceptor szennyezést viszünk be a kristályba. Ilyenkor a négy szomszédos atom közül egyiknek egy valencia elektronja nem tud elektronpár kötést alkotni, így elektronhiány lép fel. Azt a helyet, melyet tiszta félvezető esetén elektron töltene ki, *lyuknak* nevezzük. A hiányzó elektront az akceptor mag könnyen fel tudja venni a szomszédos atomok valencia elektronjai közül, mivel sokkal kisebb energia szükséges, mint a valencia sávból a vezetési sávba való átmenethez, energia szintje közel fekszik a valencia sávhoz.



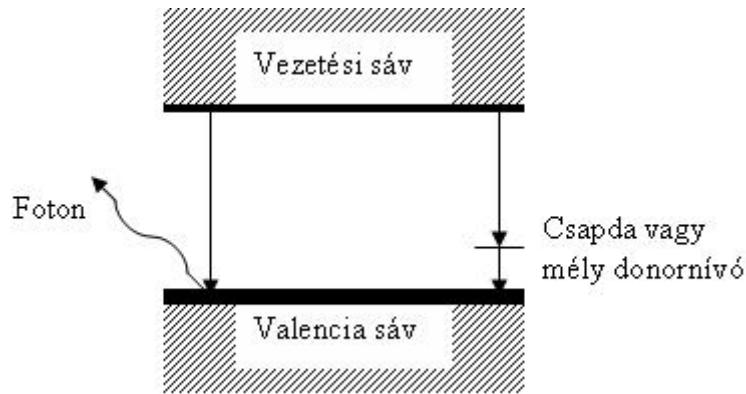
2. ábra

*Szennyező atomok által létesített szintek félvezető anyagban  
(donornívó és akceptornívó)*

## REKOMBINÁCIÓ

A félvezetők tárgyalásánál nagyon fontos jelenség a rekombináció folyamata. Itt csak a nem egyensúlyi állapotokkal foglalkozom. A nem egyensúlyi töltéshordozó koncentráció valamely külső tényező, pl. fény, magsugárzás, elektromos áram stb. hatására keletkezhet.

Ha az egyensúlyi állapoton felüli számban keletkezett töltéshordozók rekombinálnának, azaz a vezetési sávban levő elektronok a valenciasávban levő lyukakba befogódnak, az energiakülönbség foton alakjában sugárzódik ki.



3. ábra

*Bal oldal: közvetlen sáv-sáv rekombináció.*

*Jobb oldal: rekombináció csapdán, vagy mély donornívón keresztül*

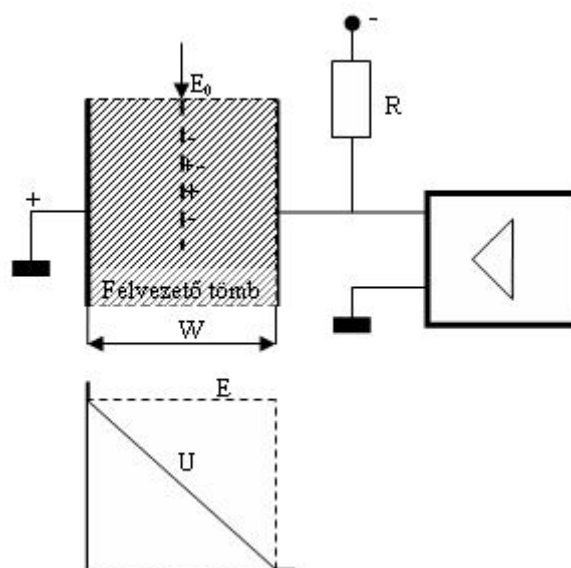
E mechanizmuson kívül fennáll annak a lehetősége is, hogy az elektronok és a lyukak rekombinációja egy közbelső állapot, az ún. rekombinációs centrum segítségével következik be. A leglényegesebb különbség a két mechanizmus között az, hogy az elsónél (sáv-sáv rekombináció) mind az elektronok, mind a lyukak mozognak. Számítások szerint ennek a valószínűsége nagyságrendekkel kisebb [1].

A második mechanizmusnak két változata lehetséges:

1. Az elektront a vezetési zóna aljához képest mélyen fekvő csapda fogja be. Amíg az elektron a csapdában van, addig a helyhez kötött elektronnhoz könnyen eljuthat egy lyuk.

2. A félvezető anyagokban lehetnek olyan donornívók melyek közel fekszenek a valenciasáv felső széléhez. Ezek ionizációs energiája nagy, így a szobahőmérsékleten nagy valószínűséggel megtartják elektronjaikat, melyek helyhez kötöttek és könnyen befoghatják a lyukakat. A befogás következtében ezek a centrumok elektront veszítenek, de rövid idő múlva pótolják is a vezetési sávból.

## TÖLTÉSHORDOZÓK GERJESZTÉSE MAGSUGÁRZÁSSAL



4. ábra

*Félvezető detektor működési elve*



Tételezzük fel, hogy valamely ionizáló magsugárzás olyan félvezető tömbbel (homogén detektorral) lép kölcsönhatásba, melyben a két szemben levő oldalon, egymástól  $W$  távolságban elhelyezett elektróda segítségével a kristály teljes térfogatában  $E$  elektromos térerősséget hozunk létre.

A kristályba belépő ionizáló részecske nagyon gyorsan, mintegy  $10^{-12}$ - $10^{-11}$  s alatt lefékeződik. Fékeződéskor a részecske a kristályban lévő elektronoknak adja át energiáját, melyek így a valenciasávból a vezetési sávba kerülnek. Egyes elektronok melyek a primer kölcsönhatás folyamán elég nagy energiát kaptak, képesek további elektronokat a valenciasávból a vezetési sávba juttatni. A meglökött elektronok az ütközések folyamán lelassulnak egészen addig az értékig, amely már nem elegendő tovább ionizációra.

Az ionizációhoz szükséges energia lényegesen nagyobb, mint az adott anyag tiltott sávjának szélessége, mert az elektronok energiájuk nagy részét a kristálynak hőformájában adják át.

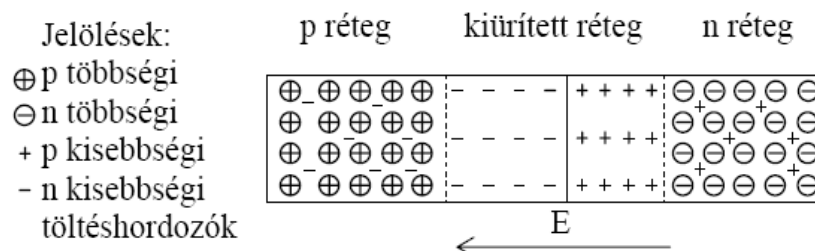
A nehéz töltött részek pályája a félvezető anyagban közelítőleg egyenes vonalú, ennek következtében az ilyen részecske által keltett ionizált nyom egy kis átmérőjű hengernek foghatjuk fel. Az ionizált nyom felbomlása után a félvezető anyagban keletkezett töltéshordozók az erőtér hatására az elektródák felé vándorolnak, és a külső körben áramot hoznak létre. Az áram integrálja, vagyis a begyűjtött töltés arányos a primer részecske által az anyagnak átadott energiával. A teljes áram az egyes töltéshordozók által létrehozott áramok összege.

Az 4. ábrán bemutatott külső áramkörben folyó áramimpulzus emelkedési idejét a félvezetőben mozgó töltéshordozó vándorlási ideje, lecsengését pedig a külső áramkör  $RC$  állandója szabja meg. Ha az emelkedési impulzus emelkedési idejét csökkenteni akarjuk, növelni kell a térerősséget. A töltéshordozók sebessége azonban nem változik arányosan a térerősséggel, mert nagy térerősségnél a mozgékonyaság csökken.

Az impulzus emelkedési idejét jelentősen megnövelhetik az anyagban található csapdák, melyek a töltéshordozókat egy időre befogják, anélkül, hogy azok rekombinálnának. A befogás valószínűsége adott anyagnál és térerősségnél az elektródák közötti távolsággal arányosan nő, így nagy elektródatávolságok esetében különösen fontos olyan anyagok kiválasztása, melyekben a csapdák száma csekély.

## ZÁRÓRÉTEGES DETEKTOROK

Vizsgáljuk meg, hogy mi történik, ha egy n-típusú (donorfeleslegű) és egy p-típusú (akceptorfeleslegű) félvezető anyagot hozunk egymással érintkezésbe.



5. ábra

*Szabad töltéshordozók kristály-menti eloszlása*

A többségi töltéshordozók gerjesztetlen állapotban a rácsszerkezethez kötve található, szabad töltéshordozók döntően a kiürített rétegben alakulnak ki.

A két rétegben, mivel a többségi töltéshordozók töltése ellentétes és a rétegekben koncentráció különbség van, megindul egy kiegyenlítő áram (diffúziós áram). A többségi töltéshordozók a határfelületen (réteg, junction) az ellentétes töltésük miatt közömbösítik egymást. A kisebbségi töltéshordozók azonban állandóan keletkeznek és rekombinálnak, mivel ezeket a termikus gerjesztés hozta létre. Így a határfelületen csak kisebbségi töltéshordozók maradnak, azok is rekombináció miatt olyan megoszlásban, hogy a p rétegben az n kisebbségi, n rétegben a p kisebbségi töltéshordozók koncentrációja sokkal jelentősebb. Ez a töltésmegoszlás, mint egy sík kondenzátor viselkedik. A két oldal között térerő alakul ki, amely a többségi töltéshordozók mozgása ellen hat. Minél szélesebb a kiürített réteg annál nagyobb a belső térerő. Az így kialakult térerő azonban a kisebbségi töltésekre gyorsítón hat és kialakul egy kisebbségi töltéshordozó áram is (drift áram). Termikus egyensúlyban a két áram (a diffúziós- és a drift áram) egyenlő. A pn réteg a külvilág felé elektromosan semleges, a fenti folyamatok a réteg belsejében zajlanak le.

Ha pn-átmenetre külső feszültséget kapcsolunk úgy, hogy annak negatív pólusa a p-típusú oldallal essen egybe (záróirány), akkor a külső feszültség mindkét fajta töltéshordozót igyekszik eltávolítani az átmenettől, s ennek következtében a kiürítési tartomány kiszélesedik. A kiürítési tartományban nincsenek szabad töltéshordozók, így ez a réteg szigetelőként viselkedik. A különbség a valósi szigetelőanyagokhoz képest, az, hogy a félvezető detektor kiürítési tartományában létrehozott töltéshordozók könnyen begyűjthetők. A kiürítési tartomány tehát alkalmas részecskék detektálására.

A pn-átmeneten záróirányban átfolyó áram a p-típusú oldalon azokból a lyukakból keletkezik, melyek át tudnak diffundálni a pn-átmeneten. Ehhez járulnak a kiürített tartományban a termikus generáció hatására keletkező töltéshordozók, ezeket az elektromos tér a keletkezésük pillanatában kirántja a zárórétgeből.

## DETEKTOROK FŐBB TULAJDONSÁGAI

### *Kvantum hatásfok (QE)*

A kvantum hatásfok megadja, hogy egységnyi beeső sugár hány elektront vagy lyukat képes gerjeszteni.

$$QE = \frac{\text{emittált elektronok száma}}{\text{beérkező fotonok száma}} [\%]$$

### *Detektor küszöbszintje, detektálhatóság (NEP)*

A NEP(noise equivalent power) szó jelentése „zajjal azonos teljesítmény”. A NEP általános értelemben azt a beeső sugárzási energiát jelenti, amely a detektor kimenetén egységnyi jel/zaj viszont eredményez.

### *Az érzékeny réteg vastagsága*

Ez a réteg szabja meg, hogy milyen energiaértékig lineáris az összefüggés a különböző típusú részecskék energiája és a detektor jel nagysága között. Egyes detektorok térfogatának minden mérete, így a vastagsága is, kizárólag konstrukciós adataiból, míg más esetekben az érzékeny réteg vastagsága a detektorra kapcsolt feszültségtől függ. Az első csoportba tartoznak a homogén, a másodikba a záróréteges, pn-átmenetű detektorok.

### *Kapacitás*

A detektorokat tekinthetjük, mint egy síkpárhuzamos kondenzátor. A kondenzátor elektródái közötti távolságnak a záróréteg vastagsága felel meg. A detektor kapacitásának kiszámítására itt nem térek ki. Viszont megjegyezném, hogy meghatározása nemcsak a záróréteg vastagságának megállapítása szempontjából jelenetős, hanem fontos a detektorral elérhető legjobb energiafelbontó képesség számítása céljából is.

### *Visszárám*

A detektorokon polarizációs feszültség hatására magsugárzás nélkül is átfolyó áram befolyásolja a detektorok energiafelbontó képességét. E hatás abban nyilvánul meg, hogy a detektoron átfolyó áram fluktuációjából eredő zajfeszültség pillanatnyi értékének megfelelően hozzáadódik a töltött részecske által létrehozott feszültségimpulzus-amplitúdó értékhez.

### *Felbontóképesség*

A felbontóképesség határozza meg, hogy a detektor az egymáshoz közeli energiájú részecskéket energiájuk szerint mennyire képes megkülönböztetni.

## $\gamma$ -SUGÁRZÁS MÉRÉSE

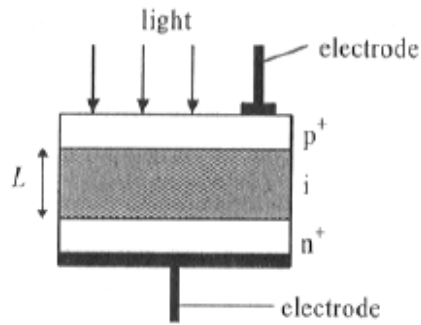
Félvezető detektorral a  $\gamma$ -sugárzásnak mind intenzitását, mind eloszlását meg tudjuk mérni. Intenzitás mérésekor a félvezető detektorok alkalmazása nem jelent számottevő előnyt a korábban használt eszközökkel (ionizációs kamrával, GM-számlálóval, szcintillációs detektorok) szemben. Ezzel szemben a félvezető detektorok gyökeresen megváltoztatták a korábbi spektrometriai lehetőségeket. A félvezető detektorok lehetővé tették a teljes spektrum egyidejű felvételét jó felbontóképesség és viszonylag nagy határfok mellett. A határfok növelhető vastagabb érzékeny rétegű detektor alkalmazásával.

A  $\gamma$ -sugárzás spektrumának mérésére mind a szilíciumból, mind a germániumból készült detektorok felhasználhatók. Ha a mérendő sugárzás energiája kicsi (100-150 keV-nál kevesebb) jó eredményt biztosítanak a szilíciumból készült spektrométerek. A germánium detektor előny, hogy anyagának nagyobb rendszáma sokkal nagyobb fotoelektromos kölcsönhatást eredményez, mint a szilícium. Azonban a germánium detektorok alkalmazása számos problémát hoz magával. Ezek közé tartozik, hogy előállításuk költséges, a detektort csak folyékony nitrogén hőmérsékleten lehet használni és hosszabb ideig tárolni. A germánium detektorok zaja, olyan kicsi lehet, hogy a felbontóképességet a csatlakozó elektronikus berendezések zaja szabja meg.

## PIN DIÓDA

A PIN dióda a félvezető diódák egy speciális típusa. Viselkedésének jellegzetességeit szerkezete adja meg, -a nevében is erre utalóan- olyan a felépítése, hogy a P és az N réteget egy hosszú és viszonylag nagy ellenállású szakasz választja el egymástól.

Ennél a diódastruktúciónál a p és n típusú tartomány között egy sajátvezetésű („intrinsic”) tartomány helyezkedik el.



6. ábra  
PIN dióda sematikus ábra

A PIN dióda planárdiffúziós eljárással készül. A planártechnológia a  $\text{SiO}_2$  sajátos tulajdonságain alapul: a szilíciumszeletre termikusan növesztett oxidréteg rendkívül ellenálló és ugyanakkor szelektíven maratható. Ennek következtében a diffúzió során az adalékanyag csak az oxidon nyitott ablakon át hatol be a kristályba, és így az átmenetterület nagy pontossággal és jó reprodukálhatósággal alakítható ki.

A PIN dióda működése közben, adott zárófeszültségnél a kiürített réteg a fajlagos ellenállás növelésével nő, tehát a gyengén adalékolt, intrinsic tartomány a működtetés során teljes egészében kiürített lesz. A dióda felépítése olyan, hogy az intrinsic tartományhoz csatlakozó n és p típusú kristályrétegek rendkívül keskenyek, tehát a töltéshordozó párok keltése döntő többségben a kiürített réteg tartományban történik. A kiürített rétegben a rekombináció valószínűsége kicsi, tehát a keltett töltéshordozók csaknem száz százalékban hozzájárulnak a fotóáramhoz. A működési sebességet a töltéshordozók kiürített rétegben való áthaladási ideje, az úgynevezett futási idő fogja megszabni. A futási idő nagyban térerősség függő [2].

A PIN dióda felépítéséből köszönhetően: az alábbi képességekkel rendelkezik:

- Nagy zárófeszültség elviselésére is alkalmas lehet. Nagyfeszültség egyenirányításra alkalmas típusok is készíthet k. (~10 kV, pl. képcsövek gyorsítófeszültsége)
- Igen kis záróréteg kapacitás érhet el. Amennyiben ez párosul kis nyitóirányú differenciális ellenállással, igen jól használható rádiófrekvenciás kapcsolóként is, akár a mikrohullámú frekvenciákon is. (Mikrohullámú kapcsoló)
- Nagyfrekvenciás feszültségosztó áramkörökben áramvezérelt ellenállásként is használható, mivel párhuzamos kapacitásai kicsik, ezért áramfüggő differenciális ellenállása nem sőtől dik. (PIN diódás csillapítótag)
- Alkalmas geometriával kialakított PIN-dióda típusok optoelektronikai alkalmazása is elterjedt, fotodiódaként, vagy fényelemként.

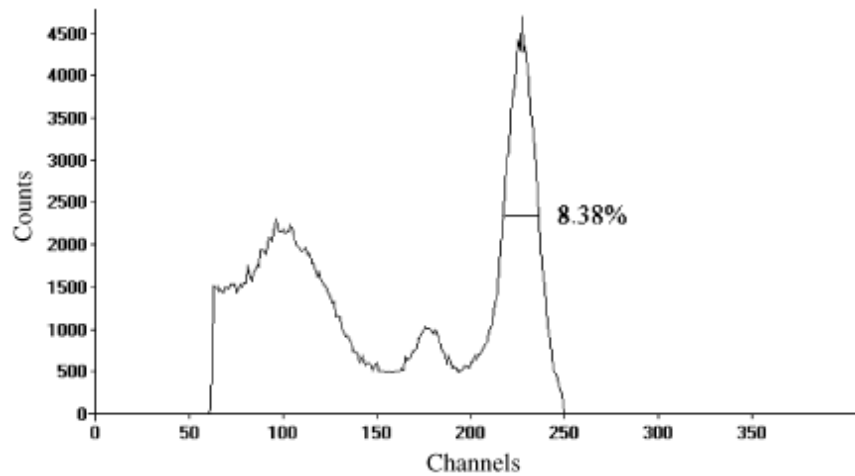
## PIN DIÓDA, MINT SUGÁRZÁSMÉRŐ ESZKÖZ

A PIN dióda önmagában nem alkalmas magsugárzás mérésére, mivel az érzékenységi tartománya nemesik egybe az ionizáló sugárzásokéval. Mivel azonban fotóoptikai alkalmazásokra kitűnően alkalmazható, így csak azt kell megoldanunk, hogy a két frekvencia tartományt valahogy „összehangoljuk”. Erre, pedig a nukleáris technikában jól ismert szcintillátorra van szükség.

A szcintillátor nem más, mint olyan fényérzékeny anyag melyből a fotonok elektronokat váltanak ki. Ezen elektronok hullámhosszúsága megegyezhet a látható fény tartományával,

ami 380 és 780 nm között van. Ezzel az eszközzel tehát elérhetjük, hogy az ionizáló sugárzás a PIN dióda számára is „láthatóvá” váljon. Leggyakrabban alkalmazott szcintillátor anyagok:

NaI(Tl), CaI(Na), CsI(Tl), BGO, GSO(Ce), CdWO<sub>4</sub>, stb [3].



7. ábra

<sup>131</sup>I spektrum, 5×5×5 mm<sup>2</sup> kristály [6]

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben összefoglaltam a félvezető eszközök működésének fizikai alapjait, és bemutattam, hogyan viselkednek sugárzás hatására.

A félvezetők közül részletesebben foglalkoztam a PIN diódával, a mely úgy vélem háttérbe szorult más félvezető eszközökkel szemben a nukleáris mérés technikában. Azonban az anyagtudomány és a mikroelektronika fejlődésének köszönhetően ez az eszköz alkalmas lehet egy in-situ detektor rendszer megvalósításához. A detektor rendszer képességei elmaradnak egy laboratóriumi rendszer tulajdonságaihoz képest, ám terepi körülmények között, a mérete, fogyasztása és egyéb előnyös tulajdonságai alapján, megfelelő szcintillátor kristállyal, kiválthatók lennének a nehézkes félvezető detektorok.

A szcintillátor és PIN dióda összekapcsolva egy intelligens feldolgozó és kiértékelő elektronikai egységgel (DSP) egy komplett detektor rendszert kapnánk, amely nukleáris balesetknél hatékony felderítő eszköz lehetne, mind gyalogos mind járműves felderítésnél.

## **Felhasznált irodalom**

- [1] Deme Sándor: Félvezető detektorok magsugárzás mérésére, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968
- [2] Szentiday Klára: Félvezető fotodetektorok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977
- [3] <http://www.eurorad.com/commun/00PDF/Detec&Pro.pdf>
- [4] Dr. Mojzes Imre: Mikroelektronika és elektronikai technológia, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1994
- [5] Nagy Lajos György - Nagyné László Krisztina: Radiokémia és izotóptechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997
- [6] J. Chavanelle, M. Parmentier (2003): A CsI(Tl)-PIN photodiode gamma-ray probe. Nuclear Instruments & Methods In Physics Research Section A 504:321-324

## A NUKLEÁRISBALESET-ELHÁRÍTÁSI KÖVETELMÉNYEK FEJLŐDÉSE

### *Absztrakt*

*2005. júniusában jelent meg a korábbi 1997-es kormányrendeletet felváltó 89/2005. (V.5) Korm. rendelet. A rendelet mellékleteként a kormány új Nukleáris Biztonsági Szabályzatokat adott ki. A szabályzatokban található nukleáris-balesetelhárítási követelmények új alapra helyezték a nukleáris létesítmények baleset-elhárítási készültségét. Az előírások jelentős mértékben a nemzetközi irodalomra, elsősorban a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség dokumentumaira támaszkodnak, de emellett kapcsolódnak az Országos Baleset-elhárítási Intézkedési Terv definícióihoz, meghatározásaihoz is. Ezen túl a követelmények értelmezésére, az elvárt teljesítési mód meghatározására az Országos Atomenergia Hivatal főigazgatója hatósági útmutatót bocsátott ki. A szabályzatok és az útmutató követelményei egységes elvárás/ajánlás rendszert képeznek a nukleáris létesítmények baleset-elhárítási felkészülésével szemben. Jelen közleményben a korábbi jogszabályok fejlődéstörténetének feldolgozása mellett az új követelményrendszer kerül bemutatásra.*

*The governmental decree 89/2005. (V.5) Korm. on the Nuclear Safety Requirements of Nuclear Facilities and the Related Regulatory Activities, succeeding the former decree of 1997 issued in June, 2005. As enclosure to the decree the government issued new Nuclear Safety Codes. The nuclear emergency preparedness related requirements of the codes provided a new basis for the emergency planning of the nuclear facilities. The regulations largely relies on the international standards, mainly on the documents of the International Atomic Energy Agency, however they also correspond to and comply with the definitions and articles of the National Nuclear Emergency Response Plan. Beyond that, as for explaining the details and providing a common understanding of the requirements as well as determining the method of complying therewith, the Director General of the Hungarian Atomic Energy Agency issues regulatory guide. The codes and the recommendations of the guide together provide a harmonized system of requirements on the emergency preparedness of the nuclear facilities.*

**Kulcsszavak:** nukleáris létesítmény, nukleárisbaleset-elhárítási követelmények, hatósági útmutató

### 1. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A nukleárisbaleset-elhárítási követelmények jogszabályi előírásként az 1996. évi CXVI. Atomtörvényben [1] jelentek meg először Magyarországon. A törvény a nukleárisbaleset-elhárítást, mint az atomenergia biztonságos alkalmazásának egyik fő tényezőjét az alapelvek között említi és kitér az e téren való fejlesztés és oktatás fontosságára. A törvény az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) feladatkörébe utalja a nukleárisbaleset-elhárítással kapcsolatos hatósági feladatok ellátását, valamint az ezzel összefüggő tájékoztatási tevékenység



összehangolását és ellátását. A törvény a nukleáris létesítmények engedélyese feladatául szabja a baleset-elhárítási intézkedési tervek (BEIT) elkészítését és annak jóváhagyását az illetékes hatóságokkal. A hatékony baleset-elhárítás személyi, tárgyi és szervezeti feltételeit az engedélyesnek meg kell teremtenie, és azok meglétéről időről időre, rendszeresen meg kell győződnie. Emellett meg kell határozni a baleset-elhárításhoz szükséges külső segítségnyújtás feltételeit, amit a külső szervezetekkel egyeztetnie kell.

Az atomtörvény végrehajtási rendeletei több tekintetben tovább bontották a követelményeket. A már hatályát veszített 87/1997 (V.28) Korm. kormányrendelet [2], az OAH és a ma már nem létező Országos Atomenergia Bizottság (OAB) feladat és hatásköréről szóló rendelet az OAH feladatkörébe utalta a javaslatétel jogát OAB elnöke részére a nukleárisbaleset-elhárítási felkészülési és végrehajtási követelmények meghatározására, továbbá feladatául szabta a követelmények teljesülésének ellenőrzését.

Az atomtörvény végrehajtásával kapcsolatos 248/1997 (XII.20) Korm. kormányrendelet [4] az Országos Nukleáris Baleset-elhárítási Rendszerről (ONER) módosított formában még ma is érvényben van. A nukleárisbaleset-elhárítással kapcsolatban a következő követelményeket támasztja a nukleáris létesítmény engedélyesével szemben:

- a nukleáris veszélyhelyzet kialakulásának lehetőségeit és a várható következményeket tudományos módszerekkel vizsgálni kell, a vizsgálat alapján kell létrehozni a baleset-elhárítási szervezetet, valamint meg kell teremteni a szükséges anyagi-pénzügyi feltételeket;
- a lakosság hiteles és időben történő tájékoztatása érdekében biztosítani kell a személyi, tárgyi és szervezeti feltételeket;
- mindezeket be kell építeni BEIT-be, a BESZ-t fel kell készíteni BEIT-ben rögzített feladatok végrehajtására;
- évente tájékoztatni kell a baleset-elhárítási tevékenységről a Kormányzati Koordinációs Bizottságot (KKB);
- nukleáris veszélyhelyzet esetén a tervezett feladatokat végre kell hajtani, el kell végezni a baleset-elhárítási rendszer központi, területi és helyi szervei vezetőinek azonnali tájékoztatását, halasztást nem tűrő esetben javaslatot kell adnia az érintett védelmi bizottságok elnökei részére a lakosság védelme érdekében foganatosítandó konkrét intézkedésekre, el kell végezni a lakosság hiteles és időben történő tájékoztatását.

A ma már nem hatályos 108/1997 (VI.25) Korm. kormányrendelet [3] szerint a nukleáris létesítményeknek a már kialakult nukleáris veszélyhelyzet felmérésére, korlátozására és elhárítására készülő BEIT megalkotása mellett baleset-elhárítási szervezetet kell létrehozni. A BEIT jóváhagyásához a rendelet szerint az OAH hozzájárulása is szükséges. Ez utóbbi kitétel okozott a későbbi hatósági eljárások során problémát, mivel közigazgatási rendszerünk nem ismeri a hozzájárulás, mint hatósági aktus fogalmát. Ezt a problémát csak 2003-ban új kormányrendelet kiadásával sikerült orvosolni.

A rendelet mellékleteként jelentek meg a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ) [8], amelyek az atomerőmű vonatkozásában korlátozott mértékben tovább pontosították a nukleárisbaleset-elhárítási előírásokat. Az NBSZ 1. kötete foglalkozott az eseti jelentésekkel, amelyek közé tartozik a nukleáris veszélyhelyzetek esetén szükséges bejelentés is. Ezt a kötet nem definiálta megfelelő pontossággal. A tervezési követelményekkel foglalkozó harmadik kötetben, a baleseti vezénnyel szembeni követelményeken kívül nem voltak baleset-elhárítási követelmények. A negyedik, üzemeltetési kötet a BEIT tartalmára részletesebb követelményeket tartalmazott, megjelent a jogszabályban az atomerőmű baleset-elhárítási gyakorlatozási és képzési tevékenységével szembeni elvárás, valamint a baleset-elhárítási eszközök mennyiségére és fenntartására vonatkozó követelmény is.

A fenti kötelező érvényű jogszabályokon túl 2002 végén megjelent a jelenleg is érvényes Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv (OBEIT) [10], melynek célja az országos szintű nukleárisbaleset-elhárítási alapelvek és célok megfogalmazása, és ezek megvalósításának gyakorlati támogatása volt. A terv egyben mintatervül szolgált a baleset elhárítás területi, ágazati és létesítményi szervei részére a saját BEIT-jeik elkészítéséhez. A terv régóta fennálló hiányosságot pótol, azonban véglegesítése a sok résztvevő és a hosszú egyeztetési folyamat során elhúzódott. Ennek is köszönhető, hogy megjelenésének pillanatában már nem vette figyelembe az időközben korszerűsödött követelményeket, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség legújabb ajánlásait [11, 12]. Másik, elsősorban az alkalmazása során felmerült probléma az OBEIT-tel, hogy nincs kötelező érvénye, használatát nem rendelte el megfelelő szintű jogszabály. Jelentősége ugyanakkor, hogy a veszélyhelyzeti tervezési kategóriák, a veszélyhelyzeti tervezési zónák, a veszélyhelyzeti besorolás, a felelőségek és feladatok tisztázása, az országos riasztási tájékoztatási rendszer és a lakossági tájékoztatási feladatok meghatározása által, már a kor szellemének megfelelő szintű kereteket szab a nukleáris létesítmények baleset-elhárítási felkészüléséhez.

Fentiek alapján nyilvánvaló volt, hogy a baleset-elhárítási követelmények felülvizsgálatra szorulnak. Ezért az erre irányuló munka a jogszabályok tekintetében már 2001-ben megkezdődött. Egyben az is egyértelmű volt, hogy még a legrészletesebb NBSZ kötetek sem pontosítják minden tekintetben elegendő pontossággal a hatósági elvárásokat, ezért a jogszabályok felülvizsgálatával párhuzamosan megindult egy hatósági útmutató kidolgozása is (akkor irányelvnek hívták az ilyen, a jogszabályi követelmények pontosítására, elvárt teljesítésére kiadott a hatósági ajánlásokat). A nukleárisbaleset-elhárítás területén tevékenykedő szakemberek körében a 2002-től kezdődő időszakban az is egyre erőteljesebben körvonalazódott, hogy a kiadott OBEIT nem minden tekintetben korszerű és szükség van annak jelentős felülvizsgálatára.

Mind a jogszabályok, mind az útmutató és az OBEIT irányában folytatott tevékenységet megakasztotta, illetve lelassította azonban a 2003. áprilisában a Paksi Atomerőműben bekövetkezett üzemzavar. Ez egyrésztől egy új 108/1997 Korm. rendeletet helyettesítő rendelet és az új NBSZ-ek kiadását lelassította és végül csak 2005-ben került rá sor, másrésztől viszont rávilágítva a hiányosságokra a nukleáris veszélyhelyzet idején végzendő lakossági tájékoztatásról szóló 165/2003 (X.18) Korm. rendelet [6] gyors kiadását eredményezte. A rendelet az érintettek minden szintjén (területi, ágazati és országos szervek, valamint létesítmények) megkövetelte a Lakossági Tervek elkészítését, valamint azok egymással történő összehangolását.

Szintén 2003-ban jelent meg a 87/1997 (VI.25) Korm. rendeletet felváltó 114/2003 (VII.29) Korm. rendelet [7] az OAH feladat és hatásköréről. A rendelet legfontosabb változtatása az volt, hogy megszüntette az OAB-t, és helyette létrehozta az Atomenergia Koordinációs Tanácsot. Ugyanakkor a létesítményi BEIT-ek jóváhagyására hatalmazta fel az OAH-t, feloldva az említett problémát.

Az OBEIT felülvizsgálatának csúszása lehetővé tette, hogy a 2004. évi Nemzeti Nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlat során az ONER-rel kapcsolatos további, eddig nem ismert problémákat is felvessen. Az OBEIT felülvizsgálata 2005 második felében ezekkel a tapasztalatokkal megkezdődött.

Végül 2005-ben megjelentek az új NBSZ-ek [8] és az azokat kihirdető kormányrendelet (89/2005 (V.5) Korm.) is, amelyekben már a nukleáris létesítményekkel szembeni korszerű követelmények jelennek meg. Ez pedig végül lehetővé tette a vonatkozó hatósági ajánlásokat tartalmazó útmutató kiadását is. A cikk 3. és 4. fejezete ezeket a követelményeket és ajánlásokat mutatja be.

## 2. NEMZETKÖZI AJÁNLÁSOK

A nukleárisbaleset-elhárítás területén nemzetközi ajánlások a csernobili atomerőmű balesete után meglehetősen gyorsan jelentek meg. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) a Safety Series sorozat különböző szintjein adott ki dokumentumokat [11, 12], amelyek ajánlásokat tartalmaztak a baleset-elhárítási tervezéssel kapcsolatban. Ezen dokumentumokat többször felülvizsgálta és beillesztette a dokumentumainak új hierarchiájába (Safety Standard Series). Jelenleg a következő NAÜ dokumentumok tartalmazznak nukleárisbaleset-elhárítási ajánlásokat (a NAÜ dokumentumok közül csak az adott ország által aláírt egyezmények kötelező érvényűek az adott országban, a többi dokumentum ajánlásként kezelendő, ugyanakkor a NAÜ és általában a különböző nemzetközi nukleáris testületek is ezek tükrében végeznek biztonsági felülvizsgálatokat felkérés esetén):

*GS-R-2: Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency* [11]

A dokumentum a területen minden tekintetben részletes és korszerű követelményeket fektet le a baleset-elhárítási tervezéssel, készültséggel és a baleset-elhárítás végrehajtásával kapcsolatban. Logikai felépítése szerint megfogalmazza a baleset-elhárítás és a felkészülés célját, valamint a felelőségeket, foglalkozik a lehetséges veszélyhelyzetek felmérésével, és részletes követelményeket ad az egyes baleset-elhárítási funkciókkal és a baleset-elhárítási infrastruktúrával szemben. A jelenlegi NBSZ-ek és az atomerőmű baleset-elhárítási készültségére vonatkozó útmutató erre a dokumentumra épül.

*EPR-METHOD 2003: Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency* [12]

A dokumentum a baleset-elhárítási felkészülés megszervezéséről szól. Azonosítja a kritikus feladatokat és a baleset elhárítás elemeit. Tartalmazza a beavatkozási és származtatott szinteket, útmutatót a beavatkozók részére, vizsgálja a veszélyhelyzeti tervezési zónák méretét, a reagálási időket, stb.

*További releváns dokumentumok*

A *TECDOC-955* [13] a veszélyhelyzetben foganatosítandó óvintézkedések kidolgozási folyamatát tárgyalja. A *TECDOC-1162* [15] a radiológiai veszélyhelyzetek értékelésére és az azok elhárítására való felkészüléshez ad ajánlásokat. A *TECDOC-1092* [14] a nukleáris vagy radiológiai veszélyhelyzetek közben végzendő monitorozás megszervezéséhez nyújt segítséget.

## 3. AZ ATOMERŐMŰ BALESET-ELHÁRÍTÁSI KÉSZÜLTSGÉVEL KAPCSOLATOS KÖVETELMÉNYEK ÉS AJÁNLÁSOK

A Nukleáris Biztonsági Szabályzatok a 89/2005 (V.5) Korm. rendelet mellékleteként jelentek meg. A rendelet egyértelműen rögzíti, hogy a BEIT hatósági engedélyezése az OAH NBI által lefolytatott átalakítási engedélyezési eljárás keretében történik.

A szabályzatok struktúrája megváltozott. Az első négy kötet az atomerőművel szembeni követelményeket tartalmazza, sorrendben: hatósági eljárások, minőségbiztosítási követelmények, tervezés, üzemeltetés. Az 5. kötet a kutatóreaktorokra, a 6. a Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolójára vonatkozik, a 7. kötet tartalmazza a meghatározásokat. Mind a három létesítmény típusra jelentősen megváltoztak a nukleárisbaleset-elhárítási követelmények. Az alábbiakban csak az atomerőművel szembeni követelményekkel foglalkozunk, mert azok burkolják a másik két létesítmény típusal szembeni követelményeket, de egyben nyilvánvaló okokból szigorúbb és bővebb előírás rendszert jelentenek.

Az atomerőmű nukleáris veszélyhelyzetre vonatkozó bejelentési kötelezettségének és a

veszélyhelyzeti osztályozás elvégzésének időkorlátját az NBSZ-ek első kötete szabályozza, azt 30 percen, illetve 15 percen állapítja meg a veszélyhelyzet kialakulásától számítva. Az ONER érintett szerveit szabályozott tartalommal és módon kell riasztani, amit a veszélyhelyzet kialakulása után 60 percen belül írásban kell megerősíteni, illetve a rendelkezésre álló információkkal kiegészíteni. Ezután rendszeres időközönként vagy indokolt esetben tájékoztatót kell küldeni az érintett szervek részére.

Az NBSZ 3., tervezési kötete szerint az atomerőműben a baleset-elhárítási tervezés megalapozásához megfelelő mélységben elemezni kell azokat az eseményeket, amelyek a tervezésen túl mutató balesetekhez vezethetnek (veszélyforrás-elemzés). Az elemzés alapján a veszélyforrásokat az OBEIT által meghatározott veszélyhelyzeti tervezési kategóriákba kell sorolni, és bizonyítani kell, hogy a felkészülés minden veszélyforrás esetén megfelelő. A kötet szerint az atomerőműnek megfelelően felszerelt létesítményekkel, köztük alkalmas, diverz és redundáns kommunikációs lehetőségeket és műszaki környezetet biztosító veszélyhelyzeti irányító központtal, valamint a szükséges méretű óvó létesítménnyel kell rendelkeznie a baleset-elhárítási tevékenység irányítása és ellenőrzése céljából. A létesítményekben gondoskodni kell a dolgozók megfelelő riasztásáról, védelméről, kimenekítéséről.

Az NBSZ 4. kötet 15. fejezete a baleset-elhárítási felkészülésről szól. Ebben a fejezetben fogalmazódik meg a veszélyhelyzet idején működő baleset-elhárítási szervezet követelménye mellett a folyamatosan tevékenykedő baleset-elhárítási felkészülést szervező és irányító szervezet követelménye. A fejezet elvárásokat fogalmaz meg mindkét szervezet feladatával, felelősségével, felépítésével, működésének szervezésével szemben. Ezen túl részletesen szabályozza a BEIT tartalmi követelményeit. Továbbá követelményeket ad a baleset elhárítás eszközeire, valamint a baleset-elhárítási képzésekre, gyakorlatozásra.

Az NBSZ 4. kötet 16. fejezete szerint a tevékenységnek a következmények enyhítését, azaz a sugárvédelmi követelmények teljesítését, az egyéb gazdasági, társadalmi következmények minimalizálását kell céloznia. Az intézkedéseknek indokoltnak és optimalizáltaknak kell lenniük. Az intézkedéseket a BEIT szerint kell végrehajtani, a veszélyhelyzeti osztályba sorolásnak azonnal maga után kell vonnia a megfelelő létesítményi (óv)intézkedéseket. Ezen felül az engedélyes a veszélyhelyzet korai fázisában (az ONER működésbe lépéséig) köteles a környező lakosság részére óvintézkedési javaslatokat adni, illetve az egész veszélyhelyzet során a lakosságot folyamatosan tájékoztatni. Az elhárítás részeként folyamatos helyzetértékelést kell készíteni és erről tájékoztatni az elhárításban érintett szerveket.

## 4. ÚTMUTATÓ AZ ATOMERŐMŰ BALESET-ELHÁRÍTÁSI KÉSZÜLTSGÉHEZ

A hatósági útmutatók a jogszabályi (NBSZ) követelmények teljesítésének módjára vonatkozó hatósági ajánlásokat tartalmaznak, amelyek követése egyszerűsíti, gyorsabbá teszi a hatósági eljárásokat. Rugalmasak, az OAH főigazgatója által kiadott útmutatók változhatnak az időre összegyűlt tapasztalatok alapján.

Az atomerőmű baleset-elhárítási készülségére vonatkozó útmutató 2006. januárjában jelent meg 4.17v1 számon [9]. Az útmutató a fent bemutatott NBSZ követelményekhez kapcsolódóan fogalmaz meg ajánlásokat. Ebben a formában hazánkban a legrészletesebben foglalkozik az atomerőmű baleset-elhárítási készülségével szembeni követelményekkel. Felépítése nem követi az NBSZ-ek struktúráját, ugyanakkor minden előírás esetében tartalmaz ajánlást annak végrehajtásával kapcsolatban, úgy, hogy az adott esetben meg is hivatkozza a követelményt. Az alábbiakban felépítését követve haladunk végig az ajánlásokon.

Az útmutató a baleset-elhárítás céljaként a sztochasztikus hatások csökkentését, a

determinisztikus hatások megelőzését, a felszámolás irányítását, a súlyosbodás megakadályozását, valamint a riasztás, az elsősegélynyújtás, a kimenekítés és mentesítés, valamint a helyreállítás végrehajtását jelöli meg.

Az útmutató megismétli és kiegészíti a BEIT tartalmával szembeni követelményeket. Ezek alapján a BEIT-ben meg kell mutatni, hogy a létesítmény baleset-elhárítási készsége minden tekintetben megfelel a bemutatott jogszabályi követelményeknek. Az leírja a BEIT átalakításával kapcsolatos átalakítási engedélyezési eljárást.

A baleset-elhárítási felkészítésért felelős szervezet feladata az ajánlások alapján: a baleset-elhárítási tevékenység szabályozásának kidolgozása; a BEIT elkészítése; a képzések és gyakorlatok szervezése, végrehajtása, értékelése; a baleset-elhárítási eszközök, létesítmények karbantartása; a normál időszaki kapcsolattartás. Az útmutató meghatározza a baleset-elhárítási szervezet pozícióival, létszámával, személyzetével kapcsolatos ajánlásokat.

Az útmutató szerint a veszélyforrás-elemzést a VBJ-re kell alapozni. Megadja a NAÜ dokumentumai szerinti osztályozási rendszert (általános, telephelyi, létesítményi, potenciális, egyéb radiológiai veszélyhelyzet). Rögzíti, hogy a besorolás és a későbbiekben a sugárvédelmi, illetve technológiai értékelés lehetőségei szerint mért paraméterek alapján történjen, a besorolásnál figyelembe véve a biztonsági és védelmi szintet, a sugárzási szintet és a technológiai állapotot, a várható vagy bekövetkezett kibocsátás, valamint az egyéb külső körülményeket.

Az útmutató megadja a megelőző és a sürgős óvintézkedési zónákban a létesítmény engedélyesének lakossági riasztási, valamint segítség és információ nyújtási feladatait.

A baleset-elhárítási létesítményekkel kapcsolatban energiaellátással, az életvédelemmel, és beléptetéssel kapcsolatos ajánlásokat fogalmaz meg. A baleset-elhárítási célú eszközökre és dokumentációra nézve megjeleníti a rendszeres ellenőrzések és karbantartások igényét. Ajánlásokat ad az egyéni védőeszközök használatára, a telephelyi riasztórendszer működtetésére, a kimenekítésre és a mentesítésre, a baleset-elhárítási dolgozók dozimetrlására, valamint a sérültek kezelésére történő felkészüléssel kapcsolatban.

Megfogalmazza az ONER szerveinek nyújtandó információk tartalmával, a tájékoztatás módjával, csatornáival szembeni elvárásokat, valamint megadja a lakosság és a média értesítésével, tájékoztatásával szembeni ajánlásokat.

Végezetül kitér a képzés és gyakorlatozással szembeni elvárásokra. Megjelenik a gyakorlatok rendszerességének, terjedelmének, valamint a különböző szintű baleset-elhárítási képzések szervezésének igénye is.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Összegzésként megállapítható, hogy a baleset-elhárítási szabályozás új rendszere korszerűen, átfogóan kezeli a nukleáris létesítmények baleset-elhárítási készségével szembeni elvárásokat, és egyben megfelel a nemzetközi elvárásoknak. Ez utóbbit igazolja az is, hogy a WENRA (nyugat-európai nukleáris biztonsági hatóságok szövetsége, amelynek Magyarország is tagja) által megfogalmazott, a NAÜ ajánlásoknál szigorúbb és a jövőben a tagországok számára kötelező érvényre emelendő követelményrendszer alapján elvégzett önértékelésben nem bukkantunk sem az előírásrendszer, sem az azok végrehajtását illető hiányosságra, de természetesen a követelmények továbbfejlesztéséről nem szabad lemondani.

## Irodalomjegyzék

1. 1996. évi CXVI. törvény az Atomenergiáról
2. 87/1997. (V.28.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Bizottság feladatáról és hatásköréről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal feladatáról, hatásköréről és bírságolási jogköréről
3. 108/1997. (VI. 25.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal eljárásáról a nukleáris biztonsággal összefüggő hatósági ügyekben
4. 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről
5. 114/2003. (VII. 29.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal feladatáról, hatásköréről és bírságolási jogköréről, valamint az Atomenergia Koordinációs Tanács tevékenységéről
6. 165/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a nukleáris és radiológiai veszélyhelyzet esetén végzett lakossági tájékoztatás rendjéről
7. 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
8. Nukleáris Biztonsági Szabályzatok
9. 4.17v1 hatósági útmutató: Atomerőmű baleset-elhárítási készültsége
10. Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv, KKB, 2002
11. IAEA Safety Standard Series, No. GS-R-2 Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA, Vienna, 2002
12. Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA, Vienna, 2003
13. Generic assessment procedures for determining protective actions during a reactor accident, TECDOC-955, IAEA, Vienna, 1995
14. Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency, TECDOC-1092, TECDOC-955, IAEA, Vienna, 1999
15. Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, TECDOC-1162, IAEA, Vienna, 2000

## ÚTON AZ EURÓPAI KRITIKUS INFRASTRUKTÚRÁK AZONOSÍTÁSA ÉS HATÉKONY VÉDELME FELÉ

### *Absztrakt*

*A kritikus infrastruktúrák védelme jelentős kihívás az Európai Unió számára, hiszen Európa fejlett társadalmi és gazdasági rendszereiben az ipari és technológiai gyarapodás nem csak a lakosság jólétét fokozta, hanem a társadalom és a gazdaság szempontjából létfontosságú rendszerek sebezhetőségét is megsokszorozta, miközben a kockázati faktorok szaporodásával és fragmentációjával ugyanezen rendszerek fenyegetettsége önmagában is hatványosan megnőtt. Az erre a kihívásra adandó európai válaszlépéseket számos jogi és politikai szempontnak megfelelően lehet és kell megtenni, és az előttiünk álló munka jelentős. A kritikus infrastruktúra problematikájának egyelőre egyáltalán semmilyen európai intézményi vagy jogi háttere nincs, így az első lépés annak a jogszabálynak az elfogadása lesz, amelynek alapján egyáltalán megállapíthatóvá válik, hogy mi a kritikusság, ennek alapján beazonosítható, hogy mi a kritikus infrastruktúra, s ezen belül is kijelölhető, hogy mi az európai kritikus infrastruktúra.*

*The protection of critical infrastructures is a serious challenge for the European Union. Indeed, in Europe's well developed social and economic systems, the industrial and technological prosperity not only improved the population's welfare, but at the same time also multiplied the vulnerability of certain socially and economically vital systems. At the same time, the diffusion and fragmentation of risk factors and threats upon these same systems also caused their exposure to grow exponentially. The European reaction to this challenge has to and should be in line with several political and legal requirements, and the job ahead of us is considerable. The issue of critical infrastructures currently has no European institutional or legal background at all. Therefore the first step will be the adoption of the legal instrument which will enable us to define the notion of criticality, thus identify our critical infrastructures, and eventually locate the European critical infrastructures.*

**Kulcsszavak:** *a kritikus infrastruktúra fogalma, terror-fenyegetettség, védelme, az európai létfontosságú infrastruktúra*

---

<sup>1</sup> Précsényi Zoltán: Európai Parlament, edit.herczog-assistant@europarl.europa.eu

<sup>2</sup> Solymosi József: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, solymosi.jozsef@zmne.hu

## BEVEZETŐ

A kritikus infrastruktúrák veszélyeztetettségének feltérképezése, mérése, értékelése, s a szükséges védelmi intézkedések meghozatala előbb azt feltételezi, hogy a feltérképezéstől az intézkedésig egyetértés legyen abban, mi is az a kritikus infrastruktúra. Míg az infrastruktúra fogalma kellő körültekintés árán kielégítő pontossággal meghatározható, a kritikusság ismérvei sokrétűek, szerteágazóak, tudomány- és iparáganként változnak. Egy infrastruktúra tehát nagyon sok szempontból lehet kritikus, kritikussá minősítéséhez viszont az is elég, ha csak egyetlen egy kritérium szerint az. A kritikus infrastruktúra fogalmának meghatározása ennek megfelelően nem egységes. A legkiforrottabb törvényi vagy hatósági megfogalmazások Észak-Amerikában születtek. Az Egyesült Államok jogrendjében az *USA PATRIOT Act* értelmében kritikus infrastruktúra minden olyan "fizikai vagy virtuális rendszer vagy eszköz, amely annyira létfontosságú az Egyesült Államok számára, hogy bármelyikük működésképtelenné válása vagy megsemmisülése végzetes hatással lehet a közbiztonságra, a nemzeti gazdaság biztonságára, a lakosság egészségére vagy biztonságára, vagy az előbbiekből bármilyen kombinációjára" [1]. A Clinton adminisztráció iránymutatása az Egyesült Államok számára kiemelt fontosságú, azaz "a gazdaság és a kormányzás legalapvetőbb feladatainak ellátásához nélkülözhetetlen" kritikus infrastruktúrák közé sorolta a távközlést, az energiát, a bank- és pénzügyi szférát, a vízhálózatokat és a segélyszolgáltatásokat [2]. A szomszédos Kanada Közbiztonsági és Polgárvédelmi hatósága, egészen hasonló megfogalmazást<sup>3</sup> alkalmazva, tíz szektorra osztja a nemzeti kritikus infrastruktúrákat: Energia, távközlés és kommunikációs technológiák, pénzügy, egészségügy, élelmiszer, víz, közlekedés, biztonság<sup>4</sup>, kormányzás, illetve termelőipar [3].

Az Európai Unió tagállamainak jogrendszereiben a kritikus infrastruktúra fogalma egyelőre nem kapott hasonló meghatározást. Intézményi szinten mindössze két EU tagállamban sikerült olyan közigazgatási hatáskört azonosítani, amely a kritikus infrastruktúrák védelmének feladatkörére utal. Nagy-Britanniában nyilvános forrásból annyiban lehet ilyen irányú kormányzati tevékenységet beazonosítani, amennyiben Kanadával együtt az Egyesült Királyság is részese az Egyesült Államok Nemzeti Infrastruktúravédelmi Központja (NIPC, *National Infrastructure Protection Center*) által koordinált nemzetközi együttműködésnek [4]. Németországban pedig 1990-ben létrejött és 2001. augusztus 1-én önálló intézménnyé lépett elő a Szövetségi Információs Technológiai Biztonsági Hivatal (BSI, *Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik*), melynek elsősorú feladata az információs technológiák biztonságának fokozása és az ehhez kapcsolódó kutatói és szolgáltatói feladatok ellátása. Ezen intézményen belül működik a német szövetségi állam Kritikus Infrastruktúra Védelmi főosztálya, amely először a 2001. szeptember 11-i események nyomában kezdeményezett alapos szektorális elemzéseket a terrortámadások megelőzése végett [5], s azóta kiemelt hangsúlyt fektet a biometrikus személyazonosító eszközök fejlesztésére és alkalmazására is [6]. Ez az intézmény komoly szerepet vállal a németországi "kommunikációs technológia-függő kritikus infrastruktúrák védelméről szóló nemzeti terv" kidolgozásában, s munkálatai során a kritikus infrastruktúrákat a következőkben határozta meg: *Azok a közösség számára létfontosságú szervezetek és létesítmények, amelyeknek működésképtelenné válása a lakosság széles csoportjait veszélyeztetné, ellátási zavarokkal vagy egyéb súlyos következményekkel, illetve amelyek állandó és zavarmentes rendelkezésre*

<sup>3</sup> Kanadában kritikus infrastruktúra minden olyan fizikai és távközlés-technológiai létesítmény, hálózat, szolgáltatás vagy eszköz, melynek üzemzavara vagy megsemmisülése komoly következményekkel sújtaná az egészséget, a biztonságot, a kanadaiak gazdasági jólétét vagy a kanadai kormányzás effektív működését.

<sup>4</sup> Tételesen vegyi, biológiai, sugárvédelmi és nukleáris biztonság, veszélyes anyagok, életmentő szolgálatok, egyéb segélyszolgálatok, valamint gátak.



*állása az állam és a gazdaság működéséhez nélkülözhetetlen.* A BSI ez alá a meghatározás alá sorolja a távközlési és információs technológiákat, az energiát, a pénzügyi és biztosítási rendszereket, a közlekedési hálózatokat, az egészségügyi szolgáltatást, a segélyszolgálatokat, valamint a közintézményeket és a közigazgatást. A szektorális elemzések alapján a következőkben állapítja meg a kritikus infrastruktúrák védelméhez ellátandó horizontális feladatköröket: megelőzés, következmény-minimalizálás, fenyegetettség korai felismerése, súlyos csapások konténmentje és hatásaik korlátozása, a súlyos rendellenességekhez vezető technikai okok és körülmények kiszűrése [7].

Az Európai Unióban tehát a kritikus infrastruktúrák problematikája új keletű és sajátos: Szemben az uniós jogi és intézményi rendszer legtöbb elemével, itt nem lehet tagállami gyakorlatokra és tapasztalatokra alapozni az európai lépéseket, és a kezdeti döntéseket úgy kell meghozni, hogy sem az alapszerződésekben, sem a másodlagos szabályokban egyelőre nincs jogalapjuk. Márpedig a 2004. június 18-19-i brüsszeli Európai Tanácson a Huszonötök állam- és kormányfői felkérték az Európai Unió Bizottságát és Tanácsát, hogy térképezzék fel a tagállamok lehetőségeit és képességeit a minden nemű terrortámadások megelőzésére, illetve azok következményeinek kezelésére, valamint felszólították a Miniszterek Tanácsát, hogy dolgozzon ki és fogadjon el egy átfogó stratégiát a kritikus infrastruktúrák védelmére [8]. A Miniszterek Tanácsa rohamlépésben tett eleget a kérésnek, és hat hónappal később két dokumentumot fogadott el: Egyrészt "a terrortámadások megelőzése, felkészültség és válaszadás" című konklúziókat, másrészt "a terrorfenyegetések és -támadások következményeivel kapcsolatos EU szolidaritási programot", melyek alapján a 2004. december 16-17-i brüsszeli állam- és kormányfői csúcstalálkozó felszólította az Európai Bizottságot, hogy dolgozzon ki javaslatot egy Kritikus Infrastruktúra Védelmi Európai Programra [9].

Az Európai Bizottság a 2005 novemberében közzétett Zöld Könyve<sup>5</sup> nyomán lefolytatott konzultáció alapján 2006. december 12-én irányelv-javaslatot terjesztett a Miniszterek Tanácsa elé *az európai létfontosságú infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről*<sup>6</sup>. Ez a javaslat az első jogi lépés, amellyel Európa elindul a kritikus infrastruktúrák összehangolt védelmének irányába. A jelen közlemény szerzői megpróbálják felvázolni az Európai Bizottság által vizionált kritikus infrastruktúra-azonosítási rendszer főbb elemeit és ismertetik a jogszabály elfogadásához vezető eljárást.

## AZ EURÓPAI BIZOTTSÁG ÁLTAL JAVASOLT EURÓPAI KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA-AZONOSÍTÁSI RENDSZER

Az európai jogban sokat hivatkozott szubszidiaritási elv szerint az Unióban minden intézkedést azon a szinten kell meghozni, amelyiken a leghatékonyabban biztosítható a kívánt hatás elérése. Tömören ez annyit jelent, hogy a szóban forgó kihívásokra tagállami vagy uniós jellegűtől függően tagállami vagy uniós szintű válaszokat kell adni. Az Unió demokratikus és polgár-közeli arculatának erősítését, valamint a különböző közigazgatási hierarchiaszintek saját hatásköreinek megóvását szolgáló elv egy olyan megkerülhetetlen pillére az európai jogrendnek, amely szigorúan behatárolja az Unió cselekvési jogát: Európai szintű döntést csak olyan kérdésben lehet hozni, amely jogi<sup>7</sup> vagy gyakorlati<sup>8</sup> okból tagállami szinten nem

<sup>5</sup> Európai Bizottság, *Zöld Könyv egy Kritikus Infrastruktúra Védelmi Európai Programról*, COM(2005) 576, 2005. november 17.

<sup>6</sup> Európai Bizottság, COM(2006)787, 2006. december 12.

<sup>7</sup> Az alapszerződések által az Unió kizárólagos hatáskörébe sorolt kérdések.

megválaszolható. Márpedig a kritikus infrastruktúrák védelmének európai koordinálása éppen ekörül artikulálódik: Milyen alapon lehet európai szintűre emelni olyan intézkedéseket, amelyeknek európai jogalapjuk nincs, és amelyek természetüknél fogva a nemzetvédelemhez, azaz a tagállamok saját hatáskörébe tartoznak?

Az európai állam- és kormányfők politikai utasítása legfőljebb felhívás, egyhangúan elfogadott alapszerződés-módosítással felérő jogalapot azonban semmiképp nem képez. A Bizottság javaslatában éppen ezért folyamodik a szubszidiaritási elvhez: Azokra az esetekre korlátozza az európai intézkedést, ahol az érintett érdekek túlmutatnak egyetlen tagállamon. Ezekben az esetekben a szubszidiaritás elve szerint a szupranacionális érdek szupranacionális intézkedést kíván. Kizárólag azokról az esetekről van tehát szó, amelyekben egy adott kritikus infrastruktúra tagállami szintű védelme nem lenne elegendő az érintett európai érdekek megóvására. Az uniós irányelv-tervezet létrehozza az "európai kritikus infrastruktúra" fogalmát, és operatív szinten kizárólag az ilyen minősítés alá eső létesítmények védelmére szorítkozik.

### **Az európai kritikus infrastruktúrák fogalma**

A Bizottság nem csupán mellőzi az infrastruktúra fogalmának meghatározását, hanem meglehetősen pontatlanul definiálja a kritikusság, avagy a létfontosság fogalmát is. Az Európai Bizottság megfogalmazásában "létfontosságú infrastruktúrák" az *"olyan eszközök, vagy azok részei, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához, ideértve az ellátási láncot, az egészségügyet, a biztonságot, valamint az emberek gazdasági és társadalmi jólétét is"*. A meghatározás gyenge pontjai közt említendő, hogy a "társadalmi feladat" és az "ellátási lánc" fogalmak, illetve azok rendeltetése is tisztázatlan marad. Mi több, az angol nyelvű változatban szereplő meghatározás talán ennél is ködösebb, mikor a *"critical societal function"* kifejezést alkalmazza, hiszen a *"function"* (funkció) fogalma jóformán valamennyi tudományágban szélesebb kört takar, mint a "feladat" fogalma. Magyarán nem kerültünk közelebb ahhoz, hogy tudjuk, mitől kritikus egy infrastruktúra, de még azt sem lehet megállapítani, hogy milyen szemszögből kell az infrastruktúrának kritikusságnak lennie ahhoz, hogy az irányelv értelmében annak is minősüljön. Mindazonáltal szemléltető jellegű lehet az irányelv I. sz. melléklete, mely egyelőre tizenegy kritikus infrastruktúrális ágazatot nevez meg, s ezeket további huszonkilenc alágazatra bontja<sup>9</sup> (I. melléklet). Bár a tételes lista kifejezetten a benne felsorolt ágazatokra és alágazatokra korlátozza az irányelv hatályát, a listát a jogszabály elfogadása előtt a Tanács, hatályba lépése után pedig a tárgyi hatály korlátai között a végrehajtással megbízott szakbizottság is módosíthatja, tehát tartalma, bár kizárólagos, semmiképp nem végleges. Mi több, mivel az irányelv előírja a kritikusság megállapításához szükséges, további, részletes kritériumok kidolgozását, a jogszabály saját szerkezetéből következik, hogy a listába sorolt ágazatokhoz tartozás önmagában nem mérvadó az infrastruktúra kritikusságát illetően, akármilyen egyszerű kritérium is lenne ez.

Az európaiság ismérve - minthogy jól bejáratott uniós jogi fogalomról van szó -, pontosabban körülírható. "Európai" minősítést kap minden *olyan létfontosságú infrastruktúra, amelynek megzavarása vagy megsemmisítése két vagy több tagállamot is jelentősen érintene, illetve csak egyetlen tagállamot érintene, de a létfontosságú infrastruktúra egy másik tagállamban van. Ide tartoznak azok a hatások is, amelyek az egyéb típusú infrastruktúrákkal*

---

<sup>8</sup> Az adott kérdés rendezése több mint egy tagállamot érint.

<sup>9</sup> Javaslatának indokolásában az Európai Bizottság felsorolja a tizenegy ágazatban hatályos harmincegy európai jogszabályt is, melyek rendelkezései hasznos, ám nem mérvadó módon segíthetik majd az ágazatokra és alágazatokra vonatkozó kritikussági kritériumok kidolgozását.

*fennálló, ágazatokon átnyúló szoros kapcsolatokból erednek.* Ha már valamiről sikerült megállapítani, hogy kritikus infrastruktúra, akkor ezen definíció szerint kellő biztonsággal megállapítható, hogy a kritikusság közvetlenül vagy áttételesen európai méretet ölt-e. Miként történik azonban maga az azonosítás?

### **Az európai kritikus infrastruktúrák azonosítása**

Az európai kritikus infrastruktúra az infrastruktúra fogalmát a kritikusság és az európaiság ismérveivel ötvözi. Ez három halmaz meghatározását, összevetését és közös metszetük azonosítását feltételezi. Ha nagyvonalúan hanyagoljuk is az infrastruktúra fogalmának kutatását, és elfogadunk egy általánosan elterjedt és bevált definíciót<sup>10</sup> [10], akkor is azonosítani kell még közöttük azokat, amelyek kritikusak, az utóbbiak között pedig azokat, amelyek európaiak. Ennek a többrétűségnek megfelelően az Európai Bizottság által javasolt azonosítási eljárás több lépcsős. Első lépcsőben az Európai Bizottság egy tagállami szakértőkből álló szakbizottság előterjesztése alapján, ún. komitológiai eljárás keretében meghatározza a kritikusság horizontális és szektoriális kritériumait. Második lépcsőben az így meghatározott kritériumok szerint és az irányelv értelmében rögzített ágazati prioritások szerint minden tagállam saját hatáskörben azonosítja a területén található kritikus infrastruktúrákat, valamint azokat a más tagállamokban található létesítményeket, amelyek meghibásodása vagy megsemmisülése őket érintené. Harmadik lépcsőben az Európai Bizottság az így összeállított tagállami listákon kijelöli az európai kritikus infrastruktúrákat, s ez után következhetnek maguk a védelmi intézkedések.

A horizontális kritériumok meghatározására az irányelv hatályba lépését követő egy évben kell sort keríteni, az ágazati kritériumokat pedig fokozatosan, a Bizottság által évente meghatározott prioritások sorrendje szerint kell kidolgozni. Ez a hosszú és nehezen előrelátható folyamat mindazonáltal alkalmat biztosít majd a kritikusság fentebb említett meghatározásának pontosítására. Egyelőre a bizottsági javaslat a kritikus infrastruktúrákat érő csapások következményeinek "súlyosságát" szemléltető meghatározásában csak tág iránymutatásokat fogalmaz meg, amelyek valószínűleg befolyásolják, irányítják majd a pontos kritériumok definiálását. Az így meghatározott hat csapásirány a társadalmi (lakossági) hatás, a gazdasági hatás, a környezeti hatás, a politikai hatás, a pszichológiai hatás, valamint a közegészségügyi következmények. Alapvetően tehát egyelőre mindössze annyit lehet megállapítani, hogy a kritikusság európai ismérve, mely megfogalmazásában sok kifejezést és fordulatot kölcsönöz az észak-amerikai precedensektől, alapvetően lakosság- és ember-centrikus, s ezáltal inkább a kanadai példához közelít, mintsem az Egyesült Államok gazdaság- és kormányzat-centrikus szemléletéhez. Ugyanakkor az Európai Bizottság javaslata, bár jóllehet, széles körű konzultáción alapszik, mégis egyoldalú adminisztratív előterjesztés, mely semmiképp nem garantálja, hogy a Tanácsban egyhangúan döntő tagállamok is készek lesznek fenntartások nélkül jogi normává formálni ezt a megközelítést, és még kevesebb bizonyossággal vetíti elő, hogy a horizontális és ágazati kritériumok megállapításáért felelős szakértői testület milyen súlyozással fogja számbavenni a felsorolt hatáskategóriákat, illetve milyen egyéb feltételek és követelmények szerint fog dolgozni.

A szakbizottság által összeállított kritériumrendszerek alapján a tagállamok mindig naprakész információval látják el a Bizottságot a területükön található, vagy arra potenciálisan súlyos befolyással bíró, más tagállamban található infrastruktúrákról. A kritikusság

---

<sup>10</sup> "Fizikai létesítmények (utak, repülőterek, közművek, távközlési rendszerek, vízhálózatok és hulladékelhelyező rendszerek, stb.), illetve az ezen a létesítmények alapján folytatott tevékenységek (vízellátás, szennyvízelvezetés, közlekedés, energia, stb.)."

megállapítása tehát tagállami feladatkörben marad, és noha a kritériumok egységesek lesznek, azok értelmezése és eseti alkalmazása akár tagállamról tagállamra is változhat, ami nem csak politikai nézeteltérések és viták lehetőségét sejteti, hanem akár bonyolult jogi és diplomáciai helyzeteket is szülhet, például abban az esetben, ha egy tagállam saját maga számára kritikusnak minősít egy másik tagállamban található létesítményt, amelyet ez másik a tagállam a saját területén nem minősített annak. Ez egy szélsőséges és elméleti eset, amely azonban a nemzetbiztonság területén a szuverenitásukhoz ragaszkodó tagállamok számára elegendő politikai indíték lehetne arra, hogy az Unió és a Bizottság beavatkozási és intézkedési jogát számottevően korlátozzák az irányelv elfogadásakor. Mindenesetre annyi bizonyos: ha sikerül is ezt az irányelvet elfogadni, és ha még sikerül is közös kritériumokat kidolgozni, akkor sem lesz garantálható Európában a kritikusság egységes megítélése.

A harmadik lépésben szintén komitológiai eljárás keretében a fentebb már említett szakbizottság megállapítja, hogy melyek azok a tagállamok által beazonosított kritikus infrastruktúrák, amelyek európainak minősülnek, s ez által az irányelvben előrevetített európai védelmi előírások és intézkedések hatálya alá kerülnek. Figyelemre méltó, hogy a bizottsági javaslat nem a kritikusság, hanem az európaiság ismérének meghatározásába sorolta az interdiszciplinaritás kritériumát<sup>11</sup>. Ez annyit jelent, hogy nem a tagállamok, hanem az Európai Bizottság mellett működő komitológiai szakbizottság feladata lesz annak vizsgálata, hogy egy adott infrastruktúra milyen természetű és mértékű funkcionális kapcsolatban áll más infrastruktúrákkal, s az ebben a kapcsolatban rejlő kockázati faktorok mennyiben erősítik az adott infrastruktúra "európai kritikusságát". Ez kisebb logikai bukfencknek tűnhet a gondolatmenetben, hiszen az ilyen jellegű, áttételes hatások lehetősége nem annyira az infrastruktúra európaiságát, mint sokkal inkább annak kritikusságát fokozza. Úgy tűnhet tehát, hogy az interdiszciplinaritás vizsgálatát és értékelését logikusabb lett volna a tagállamok feladatkörébe sorolni. A javaslat azonban egyáltalán nem zárja ki, hogy a tagállamok a belső kritikusság megállapításához figyelembe vegyék és beszámítsák az infrastruktúrát érő csapás potenciális közvetett belső hatásait, pusztán arra az esetre tesz külön utalást, amelyben például egy infrastruktúra meghibásodásának közvetlen hatásai arra az egy tagállamra korlátozódnak, ahol a létesítmény található, közvetett hatásai azonban túlmutatnak az ország határain, s ez által a kritikusság is európai szintűvé emelkedik.

Összegésében tehát az európai kritikus infrastruktúrák azonosítása egy hosszadalmas és bonyolult eljárásnak ígérkezik (lásd a II. mellékletben foglalt folyamatábrát), melynek kimenetelét sem időben, sem tartalomban nem lehet kiszámítani. Ennek a sok ismeretlenes egyenetlekből álló rendszernek az első számú, mindent meghatározó ismeretlene maga az irányelv Tanács által való elfogadása.

## AZ IRÁNYELV ELFOGADÁSI ELJÁRÁSA

Tekintettel a fent ismertetett nehézségre, miszerint a kritikus infrastruktúrák problematikájának nincs az európai jogban sem alapja, sem hagyománya, alapvetően egyetlen lehetőség van az irányelv elfogadására, ez pedig az Európai Közösséget létrehozó Római Szerződés 308-as cikkelye, mely így rendelkezik:

---

<sup>11</sup> Emlékeztetőül európainak minősül minden "olyan létfontosságú infrastruktúra, amelynek megzavarása vagy megsemmisítése két vagy több tagállamot is jelentősen érintene, illetve csak egyetlen tagállamot érintene, de a létfontosságú infrastruktúra egy másik tagállamban van. Ide tartoznak azok a hatások is, amelyek az egyéb típusú infrastruktúrákkal fennálló, ágazatokon átnyúló szoros kapcsolatokról erednek."

*"Ha a Közösség fellépése bizonyul szükségesnek ahhoz, hogy a közös piac működése során a Közösség valamely célkitűzése megvalósuljon, és e szerződés nem biztosítja a szükséges hatáskört, a Tanács a Bizottság javaslata alapján és az Európai Parlamenttel folytatott konzultációt követően egyhangúlag meghozza a megfelelő rendelkezéseket."*

Az Európai Bizottság ezt a cikkelyt jelölte meg javaslata jogalapjaként. A "Közösség valamely célkitűzése" jelen esetben az európai kritikus infrastruktúrák védelme, ezt az Európai Tanács politikai szándéknyilatkozata fogalmazta meg. A "közös piac működése során" szükségesnek bizonyult közösségi fellépés pedig az európai kritikus infrastruktúrák azonosítása és operatív védelmük egységes javítása, magyarul az irányelv megalkotása. Kérdéses, hogy ez az intézkedés önmagában mennyire köthető a belső piac működéséhez, akár okozati, akár következményi szempontból, hiszen a kritikus infrastruktúrákat fenyegető veszélyek alapvetően nem a belső piac működéséből erednek, és kritikusságuk, illetve európaiságuk kritériumai sem piaci alapúak. A szuverén tagállamok azonban kellő szabadságot élveznek ahhoz, hogy a biztonságpolitikai prioritások és az uniós jog nyújtotta eljárási lehetőségek tangensén egyensúlyozva a 308-as cikkely jogalapján hozzanak döntést. Mi több, el kell ismerni, hogy sok tekintetben a közös piac működése másodlagos kockázati forrásként fokozhatja egy-egy infrastruktúra veszélyeztetettségét, míg ugyanígy az infrastruktúra fokozottan kritikussá válik a közös piac működésére is<sup>12</sup>, tehát a jogalap alkalmazása némi jóindulattal még jogi szempontból is védhető.

A 308-as cikkely alkalmazásának azonban sokkal gyakorlatibb, eljárási következményei vannak. Minthogy alapvetően európai jogalap nemlétezésének esetére tervezett hiánypótló rendelkezésről van szó, amely ráadásul arra is szolgál, hogy a szükséges mértékben bővíteni lehessen az Unió és intézményei hatáskörét, érthető, hogy a rendelkezés - ha a nemzeti ratifikációt nem is - legalább minden tagállamnak az egyhangú hozzájárulását követeli meg, s az Európai Parlamentnek csupán véleményező hatáskört ad. A Parlament, amely az Unió demokratikus intézményeként mindig igyekszik saját politikai hatáskörét és befolyását bővíteni és erősíteni, általában nem veszi jó néven beavatkozási lehetőségeinek ily módon való korlátozását és kizárását, különösen mivel számos esetben érezhette úgy, hogy a 308-as cikkely alkalmazásának burkolt indítéka éppen a Parlament társtörvényhozói hatáskörének megkerülése és a demokratikus kontrollt jelentő, három olvasatos együtdöntési eljárás rövidre zárása<sup>13</sup> [11]. A kritikus infrastruktúrák esetében jóllehet, tényleg valós cél az irányelv minél gyorsabb elfogadása, s e tekintetben kétségtelen, hogy a pusztán tanácsi eljárás lehet a leghatékonyabb, vagy legalábbis a legrövidebb, ám ebben a konkrét helyzetben a 308-as cikkely más szempontból is indokolt, hiszen valóban nincs az intézkedésnek más jogalapja, tartalmát nézve pedig a szigorúan tagállami és tanácsi hatáskörbe tartozó védelempolitikához kapcsolódik. Így az Európai Parlament, noha minden valószínűséggel javasolni fogja valamely más eljárási forma alkalmazását<sup>14</sup>, alapvetően mégis csak egy konzultatív véleményt

---

<sup>12</sup> Különösen a belső piaci szabályok értelmében kötelezően összekapcsolandó hálózati rendszerek esetében, mint az energia, a távközlés vagy az európai piacon belső határokat nem vagy alig ismerő élelmiszerfeldolgozási és -forgalmazási hálózatok esetében, ahol a belső piac kiteljesedésével egyenes arányban nő a tagállami hálózatok és infrastruktúrák egymásra utaltsága.

<sup>13</sup> A 308-as cikkely többé-kevésbé jogos alkalmazásáról számos jogi és statisztikai tanulmány készült, melyek alapvetően alátámasztják a Parlament sérelmeit.

<sup>14</sup> Tekintettel arra, hogy az irányelv konkrét, egységes intézkedéseket is előír majd az európai kritikus infrastruktúráknak minősített létesítmények védelmére, valószínűsíthető, hogy a Parlament kezdeményezi a belső piaci jogharmonizációs eszközök jogalapjának, azaz az EK szerződés 95. cikkelyének alkalmazását, amely parlamenti együtdöntést és tanácsi minősített többséget ír elő, ám tekintettel az ügy elsődlegesen biztonságpolitikai jellegére, a piaci alapú érvelés nem igazán védhető.

fog alkotni, melyet a tagállamok kormányainak képviselőiből álló Tanács szabadon vehet figyelembe.

A Tanács egyhangú döntésének követelménye elsősorban azt jelenti, hogy minden egyes tagállam gyakorlatilag vétójoggal rendelkezik. Márpedig ilyen esetben kizárólag olyan jogszabály kerülhet elfogadásra, amely minden rendelkezése valamennyi tagállam számára elfogadható. Ez a valódi magyarázat arra, hogy az Európai Bizottság miért fogalmazott oly pontatlanul például a kritikusság fogalmának meghatározásakor, és miért javasolta a konkrét kritériumok komitológiai úton való, végrehajtó intézkedés jellegű definiálását. Ha a tagállamoknak most a Tanácsban miniszteri szinten kellene teljes egyetértést elérniük, nagyon valószínű, hogy a létfontosságot, a kritikusságot egyáltalán nem lehetne európai szinten pontosan megfogalmazni. Ugyanez tartalmilag és eljárásilag sokkal könnyebbnek tűnik, amennyiben a Tanács egyhangúlag egy végrehajtási hatáskörrel felruházott szakértői testületet bíz meg a horizontális és ágazati kritériumok rögzítésével, s ezeket a tagállamok a szakbizottságon belül az Európai Bizottság javaslatára konszenzusos alapon fogadják el. Külső szemlélők számára gyakran tűnik felesleges és végletekig gyér hatékonyságú döntéshozatali formának a komitológia, s a brüsszeli adminisztratív gépezet működését valóban átláthatatlanabbá és bonyolultabbá is teszi a jogszabályok és az általuk létrehozott szakbizottságok szaporodása, ám a kritikus infrastruktúrák példája kiválóan szemlélteti: A jelenlegi intézményi keretek között és a jelenlegi politikai környezetben az egyetlen alternatíva a nem cselekvés lenne. Márpedig a Tanácsban megvan a politikai egyetértés a tekintetben, hogy valamilyen lépésre szükség van az európai kritikus infrastruktúrák jobb védelméért, így valószínűsíthető, hogy a tagállamok képesek lesznek megállapodni egy átfogó, politikai indíttatású, árnyaltan megfogalmazott és rugalmasan értelmezhető jogi keretszabályozásban, amellyel legalább egy következő, operatív, szakértői szintre utalhatják a kritikus infrastruktúrák feltérképezésének Európában mindmáig rendezetlen és harmonizálatlan feladatát.

Szemben az észak-amerikai példával, ahol létezik egy központi szövetségi kormány szerv, amely egyoldalúan meghozhat bármilyen szabályt bármilyen területen, az Európai Unió a mai napig egy nemzetközi szervezet maradt, amelynek mindenek előtt, így saját politikai céljai megvalósítása előtt is, szigorúan tartania kell magát a tagjai által ráruházott jogokhoz és hatáskörökhöz, és mindenkor tiszteletben kell tartania valamennyi tagállamának szuverenitását. Amennyiben a tagállamok szuverén módon és egyhangúan úgy döntenek, hogy az Unióra és annak Bizottságára bízzák az európai kritikus infrastruktúrák azonosításának és védelmének feladatát, akkor létrejön az ehhez szükséges európai hatáskör. Ennek megvalósítása jelenleg csakis a bizottsági irányelv-tervezet elfogadása révén lehetséges.

2007. január 31-én az Európai Parlamentben a Tanács soros elnökségét betöltő német kormány üdvözölte a bizottsági javaslatot, és arról adott tájékoztatást, hogy a Tanácsban állandó képviselői (nagyköveti) szinten, illetve a tagállami kormányokban szakértői szinten megkezdődött a javaslat érdembeli elemzése, így a COREPER<sup>15</sup>-en és a Tanács-ban hamarosan neki lehet látni az irányelv elfogadásához vezető tárgyalásoknak. A német elnökség máris jelezte, hogy a tagállamok számos fenntartásokat fogalmaztak meg a szövegtervezettel kapcsolatban, így minden bizonnyal arra kell számítani, hogy a végleges szöveg még számottevően változik, mielőtt elfogadhatóvá válik mindenki számára. Ugyanakkor Jürgen Merz német belügyminiszter leszögezte: A német elnökség gyorsan le

---

<sup>15</sup> A COREPER (fr. *Comité des Représentants permanents*) az állandó képviselők bizottsága, mely az európai Miniszterek Tanácsának gyakorlati előkészítő munkacsoportja.

szeretné zárni a tárgyalásokat és legkésőbb 2007 júniusának végéig el szeretné fogadtatni az irányelvet, hogy az operatív munka mielőbb kezdetét vehesse. A politikai elszántság tehát továbbra sem megkérdőjelezhető, s így a meghatározó ismeretlen abban rejlik, hogy mely tagállamok milyen stratégiai érdekek mentén milyen mértékben lesznek hajlandók szuverén hatáskörükből egy újabb szeletet beadni az európai közösbe.

## ÖSSZEGEZETT MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az Európai Bizottság COM(2006)787 javaslata az európai kritikus infrastruktúrák kijelölése végett egy olyan komplex adminisztratív rendszert helyez kilátásba, amely az európai intézményi háttér és jogi alap teljes hiánya ellenére, valamint a tagállamok nemzetbiztonsági szuverenitásának lehető legnagyobb mértékű tiszteletben tartása mellett igyekszik megteremteni azokat az eszközöket, amelyekkel hatékonyabban fel lehet ismerni és ki lehet védeni egyes, Európa területére irányuló fenyegetéseket. A belső piaci integráció előrehaladta, a távközlési technológiák exponenciális terjedése, valamint a fenyegetettség és kockázati faktorok jóformán lemodellezhetetlen és nyomon követhetetlen fragmentációja miatt az európai kritikus infrastruktúrák minden korábinál több és nagyobb, szinte naponta súlyosbodó kockázatoknak vannak kitéve. Ezekre a kihívásokra életbevágóan fontos mielőbb reagálni, ám Európában az Unió nemzetközi szervezeti jellege, a tagállamok magas és növekvő száma, valamint a demokratikus társadalmi és politikai elvárások miatt a reakcióidő egyre hosszabb, a lehetséges reaktív intézkedések pedig egyre bonyolultabbak. Egy mérsékelt optimista számítás szerint Európa és tagállamai 2012 körül, azaz közel tizenöt évvel a Clinton adminisztráció után, több mint tíz évvel a 2001. szeptember 11-i terrortámadások után, és nyolc évvel az Európai Tanács első politikai állásfoglalása után lesznek képesek összeállítani azokat a listákat, amelyekből nagymértékben kiderül, mi is az a kritikus infrastruktúra, s azon belül mi minősül európai kritikus infrastruktúrának. Geoffrey van Orden brit konzervatív európai parlamenti képviselő 2007. január 31-én az EP bel- és igazságügyi bizottságának és a NATO parlamenti közgyűlésének közös brüsszeli ülésén cinikusan úgy fogalmazott: "Egyetlen reményem, hogy az európai kritikus infrastruktúrákra leselkedő terroristák elriadnak majd a komitológiai eljárástól." Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy az Európai Unió és annak Bizottsága csak annyiban és csak úgy intézkedhet, amennyiben és ahogy a tagállamok erre felhatalmazták, azaz a kritikus infrastruktúrák tekintetében jelenleg - és a javaslat elfogadásáig - sehogy. Ehhez képest már a javaslat léte is előrelépésnek számít.

Jelen közlemény szerzői a maguk részéről – ha mégoly szerény mértékben is – ugyancsak hozzá kívánnak járulni a létfontosságú infrastruktúra hatékony védelmének kialakításához, nevezetesen azzal, hogy a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola Környezetbiztonság és katasztrófavédelem tudomány szakán 2007. évre meghirdetett alábbi PhD kutatási téma kidolgozására pályáznak: „A kritikus infrastruktúra, különösen a veszélyes ipari létesítmények biztonságának növelését szolgáló eljárás- és eszközrendszerek kutatása-fejlesztése” (Témavezető: Dr. Solymosi József, DSc.) [12].

## FELHASZNÁLT IRODALOM

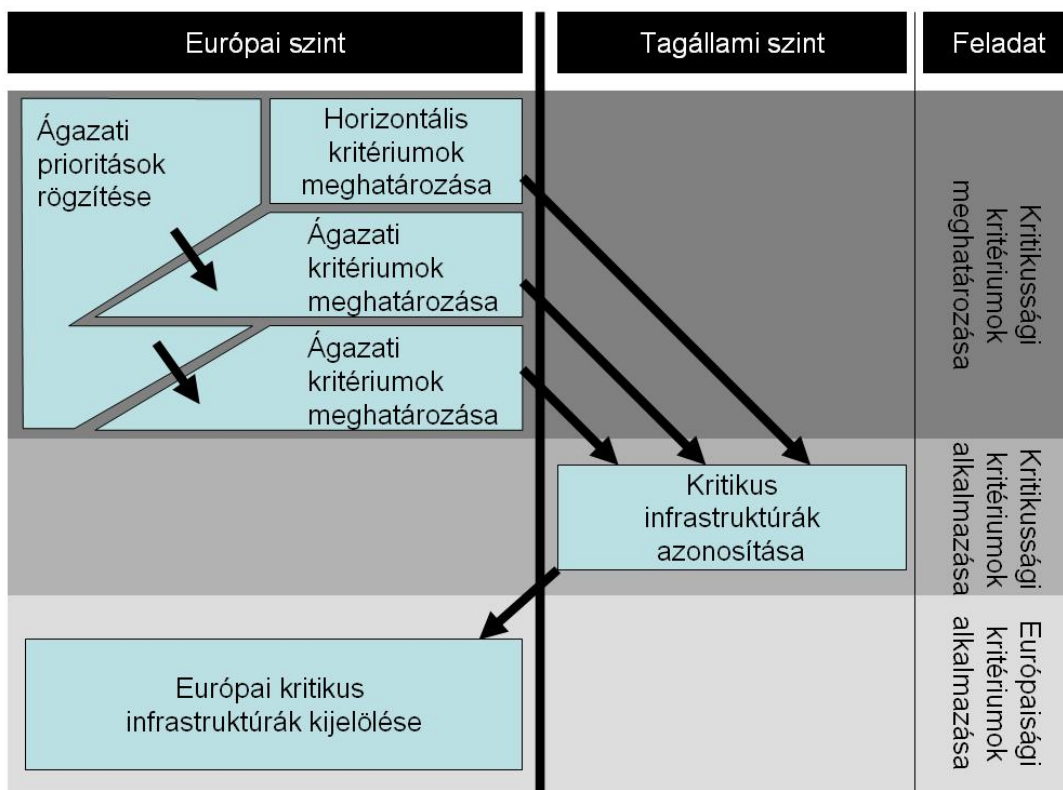
- [1] Egyesült Államok, *Uniting and Strengthening America, by Providing Appropriate Tools Required to Intercept and Obstruct Terrorism Act*, 2001-es 107-56-os törvény, 1016-os szekció, más nevén a *Kritikus Infrastruktúrák Védelméről szóló 2001-es törvény*
- [2] Az Egyesült Államok elnökének 1998.05.22-i, PDD/NSC-63 számú iránymutatása a Kritikus Infrastruktúrák Védelméről
- [3] Kanadai Közbiztonsági és Polgárvédelmi hatóság, on-line tájékoztató a kritikus infrastruktúrákról: <http://www.psepc.gc.ca/prg/em/nciap/about-en.asp>, 2007.02.08.
- [4] Egyesült Államok, Központi Számveteli Hivatal, *Kritikus Infrastruktúra Védelem, számottevő belföldi biztonsági kihívásokkal kell szembenézni*, GAO-02-918T, 2002.06.09, pp. 41-42, forrás: <http://www.gao.gov/new.items/d02918t.pdf>, 2007.02.09.
- [5] Német Szövetségi Köztársaság, Szövetségi Információs Technológiai Biztonsági Hivatal, <http://www.bsi.bund.de/english/history.htm>, 2007.02.08.
- [6] Német Szövetségi Köztársaság, Szövetségi Információs Technológiai Biztonsági Hivatal, *2005-ös éves jelentés*, angol nyelvű szerzői kiadás, 2006. augusztus, pp. 49-53.
- [7] Német Szövetségi Köztársaság, Szövetségi Információs Technológiai Biztonsági Hivatal, *2003-as éves jelentés*, angol nyelvű szerzői kiadás, 2004. március, pp. 67-69.
- [8] Európai Unió Tanácsa, az Elnökség konklúziói a 2004. június 18-19-i brüsszeli csúcstalálkozó nyomán, 10679/2/04 REV2, 2004. június 19., 19-es pont.
- [9] Európai Unió Tanácsa, az Elnökség konklúziói a 2004. december 16-17-i brüsszeli csúcstalálkozó nyomán, 16238/1/04 REV1, 2005. február 1., 28-as pont.
- [10] Svéd Nemzetközi Együttműködési és Fejlesztési Ügynökség (Sida), *Promoting Sustainable Livelihoods*, 1996, Stockholm.
- [11] L. Hjelm-Wallén, *The Residual Competence: Basic Statistics on Legislation with a Legal Basis in Article 308 EC*, Európai Konvent, WG V - WD 19, 2002. szeptember 3., elérhető: <http://european-convention.eu.int/docs/wd5/2319.pdf>, 2007.02.13.
- [12] Doktori felvételi tájékoztató 2007., Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, [http://www.zmne.hu/tkkk/tudtev/phd\\_taj\\_07.doc](http://www.zmne.hu/tkkk/tudtev/phd_taj_07.doc), 2007.02.13.



## A létfontosságú infrastrukturális ágazatok listája

Ágazat	Alágazat
I. Energia	1. Olaj- és gáztermelés, finomítás, feldolgozás, tárolás és vezetékes elosztás 2. Villamosenergia-termelés és -továbbítás
II. Nukleáris ipar	3. Nukleáris anyagok előállítása és tárolása/feldolgozása
III. Információs és kommunikációs technológiák (IKT)	4. Információs rendszerek és hálózatok védelme 5. Eszköz-, automatikai és ellenőrzési rendszerek (SCADA stb.) 6. Internet 7. Vezetékes távközlési szolgáltatások 8. Mobil távközlési szolgáltatások 9. Rádiós távközlés és navigáció 10. Műholdas távközlés 11. Műsorszórás
IV. Víz	12. Ivóvíz-szolgáltatás 13. vízminőség-ellenőrzés 14. A vízmennyiség figyelemmel kísérése és ellenőrzése
V. Élelmiszer	15. Élelmiszer-ellátás és élelmiszer-biztonság
VI. Egészségügy	16. Orvosi és kórházi ellátás 17. Gyógyszerek, szérumok és oltóanyagok 18. Biológiai laboratóriumok és biológiai hatóanyagok
VII. Pénzügy	19. Fizetési, valamint értékpapírkli ring- és elszámolási infrastruktúrák és rendszerek 20. Szabályozott piacok
VIII. Közlekedés	21. Közúti közlekedés 22. Vasúti közlekedés 23. Légi közlekedés 24. Belvízi közlekedés 25. Óceáni és rövid távú tengeri hajózás
IX. Vegyipar	26. Vegyi anyagok előállítása és tárolása/feldolgozása 27. Veszélyes (vegyi) anyagok vezetékes elvezetése
X. Világűr	28. Világűr
XI. Kutatóberendezések	29. Kutatóberendezések

I. melléklet: A létfontosságú infrastrukturális ágazatok listája az Európai Bizottság COM (2006)787 sz. előterjesztése szerint



II. melléklet: az európai kritikus infrastruktúrák azonosításának folyamatábrája

Rónaky József – Macsuga Géza – Volent Gábor – Csurgai József – Cziva Oszkár – Horváth Kristóf – Petőfi Gábor – Vincze Árpád – Zelenák János – Solymosi József

## A NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK KATONAI TERROR-FENYEGETETTSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE – I.

*A nemzetközi és hazai szabályozás, valamint a gyakorlat áttekintése*

### *Absztrakt*

*2001. szeptember 11-e után minden nukleáris létesítmény biztonsági értékelését újfent elvégezték, különös tekintettel a terror-fenyegetettség mértékének reális veszélyére. Ennek az oka és szükséglete abban áll, hogy a nukleáris létesítmények minden tekintetben lehetséges terrorista célpontoknak minősülnek, ugyanakkor nyilvánvalóan nem puha célpontok. A vizsgálatok célja minden esetben fizikai védelem megerősítése révén a nukleáris biztonság növelése volt.*

*A két cikkre tervezett sorozatunkban a szerzők, mint a vizsgálatokat végző szakértői munkacsoport tagjai ismertetik a paksi atomerőmű, mint kiemelkedő jelentőségű hazai nukleáris létesítmény ellen katonai eszközökkel és eljárásokkal potenciálisan szóba jöhető földi, légi és vízi terrorcselekményekkel szembeni védekezés értékelési módszerét.*

*Ebben az első közleményben a nukleáris létesítmények fizikai védelmét szolgáló nemzetközi és hazai szabályozást és az egyes országokban kialakult gyakorlatot tekintjük át.*

*After September 11, the physical protection of each nuclear power plant was reassessed with special regard to the present threats of terrorism. The reason for that is the temptation that these plants potentially present, while – of course – they cannot be considered targets that are completely vulnerable. In each case, the main goal of these assessments was to improve nuclear safety through the strengthening of the physical protection.*

*According to the plans of the authors who carried out these inspections, our series will consist of two articles. They will be about the applied examination method of defense against the full-scale of possible terror attacks on the nuclear power plant of Paks using military apparatus and procedures on the ground, in the air, or in water.*

*This first article deals with the international and state regulations regarding the safety of nuclear power plants with country-based analysis.*

**Kulcsszavak:** nukleáris biztonság, terrorcselekmény, nukleáris szabályozás, biztosítékok, fizikai védelem

## **1. A NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK FIZIKAI VÉDELMÉT SZOLGÁLÓ NEMZETKÖZI ÉS HAZAI JOGI SZABÁLYOZÁS**

Mindjárt előljáróban le kell szögezni, hogy a nukleáris és radioaktív anyagok és nukleáris létesítmények biztonságát szolgáló fizikai védelem **egységes jogszabályi kezelése** még a jövő egyik fontos állami feladata.

A követelményrendszer kidolgozása során az alábbi ajánlásokat és jogszabályokat kell egységes rendszerbe foglalni.

*Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/rev.1, 1980*

A nukleáris anyagok fizikai védelmét az 1980. évi Nukleáris Anyagok Fizikai Védelméről szóló egyezmény [1] alapozta meg, amit Magyarország aláírt és kihirdetett. Az időközben felmerült tapasztalatok és a terrorizmus elleni harc kiszélesedése miatt az egyezményt 2005-ben módosították. A legfontosabb változtatást az jelenti, hogy az egyezménybe bekerült a nukleáris anyagokon kívül az azokat alkalmazó nukleáris létesítmények fizikai védelme is a szabotázs-cselekmények ellen. Az egyezmény magába foglalja a békés célra használt nukleáris anyagok nemzetközi szállítása (export-import, tranzit), hazai felhasználása, tárolása és szállítása során alkalmazandó előírásokat. Az egyezményben megállapított legfontosabb feladatok a fizikai védelmi biztosítékok beszerzése, a nemzeti központi hatóság és kapcsolattartási pont meghatározása, a szállítás során érintett államok tájékoztatása, a fizikai védelemmel kapcsolatban fogadott információk megfelelő kezelése, a nukleáris anyaggal való visszaélések bűnként való megítélése a részes államokban, az elkövető elítélése és kiadatása. A módosított egyezmény hazai jogi szabályozásba történő beillesztése folyamatban van.

*Physical Protection of Nuclear Materials (NM) and Nuclear Facilities (NF) – INFCIRC/225/rev.4, 1999*

Az egyezmény végrehajtását segítő a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség kiadta a Nukleáris anyagok és nukleáris létesítmények fizikai védelméről szóló (INFCIRC/225/rev.4, 1999) dokumentumot [2]. A dokumentum a célkitűzéseket, a megvalósítást szolgáló állami rendszerek elemeit, a nukleáris anyagok kategóriába sorolását, a használatban lévő, tárolt, illetve szállított nukleáris anyagok védelmi követelményeit, valamint a nukleáris létesítmények szabotázs elleni védelmének követelményeit foglalja magába.

*Code of conduct on the safety and security of radioactive sources, IAEA, 2004*

Külön ki kell térni a sugárforrások fizikai védelmére [3]. Erre vonatkozóan kezdeményezéseket tartalmaz a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által a radioaktív források biztonságára és őrzés-védelmére, export-importjára kidolgozott ajánlás. Jelenleg az itt megfogalmazott elvárásokból még szinte semmi nem került átültetésre a hazai szabályozásba. A jogalkalmazás szintjén egyes, az ÁNTSZ által kiadott, sugárforrásokkal kapcsolatos tevékenységi engedélyekben jelennek csak meg a szükséges szisztéma nélkül az ORFK szakhatóság előírásai.

*Európai Unió szabályozások*

A fizikai védelemmel kapcsolatosan kötelező érvényű EU előírás, illetve EU ajánlás nincs.

*1996. évi CXVI tv. Atomenergiáról (Atomtörvény)*

Az Atomtörvény [4] előírásokat tartalmaz a lakosságnak és a környezetnek az ionizáló sugárzás káros hatásai elleni védelméről, valamint az atomenergia alkalmazásának szabályozásáról, az ezekkel összefüggő engedélyezési eljárásról, e téren a hatóságok és az

atomenergiát alkalmazók alapvető feladatairól, kötelezettségeiről. A nukleáris anyagok és létesítmények fizikai védelmi szabályozásának egységes kezelését a rendészetért felelős miniszter feladatába adja.

*89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről*

A nukleáris biztonsági hatósági tevékenységet bemutató 89/2005. (V. 5.) Korm. kormányrendelet [5] mellékleteiként kerültek kiadásra a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok, amelyek a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeit és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységeket tartalmazzák.

*39/1997. (VII.1.) IKIM rendelet a nukleáris anyagok nyilvántartási rendszeréről*

A 39/1997. (VII.1.) IKIM rendelet [6] a nukleáris anyagok nyilvántartási rendszeréről, nemzetközi ellenőrzéséről és a velük kapcsolatos egyes hatósági jogkörökről szól. Módosítása, az Euratom-NAÜ-Magyarország között életbe lépő három-oldalú biztosítéki egyezmény és kiegészítő jegyzőkönyv hatályba lépése miatt a közeljövőben várható.

*33/2004. (VI.28.) BM rendelet a radioaktív anyagok központi és helyi nyilvántartásának rendjéről*

A 33/2004. (VI.28.) BM rendelet radioaktív anyagok nyilvántartására vonatkozó szabályozás [7] részletes előírásokat tartalmaz a radioaktív anyagok központi és helyi nyilvántartására vonatkozóan.

*13/1997. (IX.3.) KHVM rendelet a kiégett nukleáris üzemanyag biztonságos vasúti szállításáról szóló szabályzat kihirdetéséről*

A 13/1997. (IX.3.) KHVM rendelet [8] hirdeti ki a kiégett nukleáris üzemanyag biztonságos vasúti szállításának szabályzatát. Elsősorban adminisztratív és biztonsági kérdésekkel foglalkozik, nagyon kevés, és az is általános előírás szerepel benne a fizikai védelemmel kapcsolatban.

*47/1997. (VIII. 26.) BM rendelet Atomenergia alkalmazásával összefüggő rendőrségi feladatokról*

A 47/1997. (VIII. 26.) BM rendelet [9] meghatározza a Rendőrhatalom szakhatósági hozzájárulás szempontjait, munkavállalókra vonatkozó speciális biztonsági követelményeket és azok ellenőrzési rendjét, a nukleáris anyagok, létesítmények őrzésének és védelem ellátásának speciális módját, a radioaktív és nukleáris anyagok szállításának rendőri ellenőrzési és biztosítási feladatait, nukleáris üzemanyag határon való átszállításával kapcsolatos, továbbá egyéb rendészeti feladatokat.

*1997. évi CLIX. Törvény az Fegyveres Biztonsági őrsegről, a természetvédelmi és mezei őrszolgálatról*

A 1997. évi CLIX. törvény [10] előírásokat tartalmaz Fegyveres Biztonsági őrseg elrendelése, az elrendelő határozat előírásai, a kötelezett kötelezései, alkalmasságra, formaruhára, eszközökre vonatkozó engedélyezési lépések, előírások.

*27/1998. (VI. 10.) BM rendelet a Fegyveres Biztonsági őrseg Működési és Szolgálati Szabályzatának kiadásáról*

A 27/1998. (VI. 10.) BM rendelet a Fegyveres Biztonsági őrseg Működési és Szolgálati Szabályzatának kiadásáról [11] részletes szabályozást tartalmaz. Ezek között: általános rendelkezéseket, az előjárók és alárendeltek jogait és kötelezéseit, az őrseg tagjainak jogállását, őrseg tagjainak felszerelését, személyes szabadságot korlátozó és nem korlátozó

intézkedéseket, az őrség tagjainak munkaidejét, az őrzött létesítmények műszaki-technikai berendezéseit, őrség körletének berendezéseit az őrség tagjaival szemben támasztható vizsgakövetelményeket.

*2005. évi CXXXIII. törvény személy- és vagyonvédelmi, valamint magánnyomozói tevékenység szabályairól*

A 2005. évi CXXXIII. törvény [12] szabályozza a működési engedély és igazolvány kiadását, a rendőrségi nyilvántartási (a tevékenység ellenőrzése, a működési engedély és igazolvány visszavonása, bevonása, elvétele), személy- és vagyonvédelmi tevékenységet, illetve magánnyomozást folytató kötelezettségeit és a tevékenység ellátásának szabályait.

*1995. évi LXV. törvény az államtitokról és a szolgálati titokról*

1995. évi LXV. törvény [13] tartalmazza az államtitokká, szolgálati titokká minősítés szabályait, a minősített adatok kezelésének és az azokba való betekintés rendjét.

213/1997. (XII.1.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmény és radioaktív hulladéktároló biztonsági övezetéről meghatározza a biztonsági övezetben tiltott, vagy engedélyhez kötött tevékenységeket, többek között a légi közlekedést is megnevezve. A jelentősebb nukleáris létesítmények vonatkozásában a tiltott légtér pontos kijelölését a 14/1998. (VI.24) KHVM-HM-KTM rendelt adja meg.

*16/2000. (VI.8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról*

16/2000. (VI.8.) EüM rendelet [14] többek között, a fizikai védelem vonatkozásában meghatározza a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat tartalmi követelményeit.

*A személy-, vagyonvédelmi és magánnyomozói kamara szakmai követelményei; MABISZ ajánlások*

A kamarai követelmények és a MABISZ ajánlások olyan, elsősorban adminisztratív szabályozásokat tartalmaznak (a fenti jogszabályok előírásaiból, valamint a biztosítók követelményeiből levezetve), amiket a jelen felülvizsgálat során nem lehetett szempontként figyelembe venni.

## **2. A KATONAI JELLEGŰ TERROR-FENYEGETETTSÉG ÉRTÉKELÉSÉNEK NEMZETKÖZI HELYZETE**

A terrorizmus jellegének nemzetközivé válása miatt nukleáris létesítmény célponttá válhat bármely országban, még olyanban is, amely ellen nincs különösebb ellenérzés terrorista körökben. Egy ilyen sikeres támadás komoly félelmet válthat ki más országokban, így a támadás sokkal szélesebb következményekhez (például atomerőmű bezárásához) vezethet, fokozva és nemzetközivé téve a gazdasági veszteségeket.

Ez a közlemény összefoglalást ad a nukleáris létesítmények katonai vagy terrorista fenyegetettségének értékelésére, felmérésére irányuló nemzetközi erőfeszítésekről. Fontos megjegyezni, hogy a témakör rendkívül érzékeny, ezért nyilvános publikációk, írott dokumentumok érhetően legtöbbször a fizikai védelem céljainak és elveinek általános bemutatására, az alkalmazott fizikai védelmi rendszer nagyvonalakban történő ismertetésére korlátozódnak, az egyes országok nukleáris létesítményeinek fizikai védelmi rendszeréről csak nagyon korlátozottan állnak rendelkezésre információk.

Tematikus nemzetközi konferenciák, találkozók ritkán szerveződnek a kérdéskör megvitatására és a tapasztalatok megosztására. Az alábbi rövid összefoglalás alapját ezért elsősorban más témákban rendezett nemzetközi találkozók alkalmával, de a katonai vagy terrorfenyegetettség értékelése területén elismert szakemberekkel folytatott informális beszélgetések során elhangzottak és elektronikus levelezés útján szerzett ismeretek képezik [15]. Az itt közölt információk csak tájékoztató jellegűek, de hasznos áttekintést nyújtanak a nemzetközi helyzetről. A beszélgetések célzatosan az alábbi fő kérdések mentén alakultak:

- A katonai és/vagy terrorista fenyegetettség elemzése kötelező érvényű követelmény-e megkérdezett országában?
- Ha igen, hol helyezkedik el a követelmény a jogszabályi hierarchiában, és mi magának a követelménynek a szövegezése?
- Készült-e elemző tanulmány a kérdezett országban található nukleáris létesítmények katonai és/vagy terrorista fenyegetettségének értékelésére – függetlenül attól, hogy létezik-e ilyen jogszabályi követelmény vagy nem?
- A tanulmány alapján hajtottak-e végre műszaki átalakításokat, fejlesztéseket a fizikai védelem megerősítésére?
- A tanulmány alapján hajtottak-e végre adminisztratív változtatásokat a fizikai védelem megerősítésére?

A fenti kérdésekről elbeszélgetés az alábbi országok szakembereivel történt: USA, UK, Németország, Szlovákia és Ukrajna. Az ismertetés a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ez irányú törekvéseinek, tevékenységének bemutatásával indul.

## **2.1. Nemzetközi Atomenergia Ügynökség**

A nukleáris anyagok fizikai védelmének erősítése érdekében a NAÜ nemzetközi egyezményt (Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, továbbiakban Egyezmény) kezdeményezett, amelynek aláírására 1980. március 3-án került sor Bécsben és New Yorkban. Az 1987. február 8-án életbe lépett Egyezmény az egyetlen nemzetközi jogilag kötelező érvényű kötelezettség a nukleáris anyagok fizikai védelme területén, amely intézkedéseket irányoz elő a nukleáris anyagok ellen intézett támadások megelőzése, detektálása és elhárítása érdekében.

2005. júliusában Diplomáciai Konferenciát rendeztek az Egyezmény kiegészítésére és a benne előírányozottak megerősítésére. Míg az eredeti Egyezmény hatálya csak a nukleáris anyagok nemzetközi szállítására terjedt ki, addig a kiegészített Egyezmény már kötelezővé teszi tagállamai részére a területükön található békés célú nukleáris létesítmények és anyagok alkalmazásának, tárolásának és szállításának védelmét. Az Egyezmény szélesebb körű, két- és többoldalú együttműködésre ösztönzi tagállamait az elveszett vagy elloptott nukleáris anyagok lokalizálása, a szabotázs bármilyen radiológiai következményeinek enyhítése, a lehetséges támadások megelőzése és kivédése érdekében. A kiegészítés csak évek múlva lép életbe, miután az Egyezmény 112 tagállamának kétharmada ratifikálta azt.

A nukleáris anyagok egyformán magas színvonalú és hatékony védelmének elősegítésére a NAÜ egy Útmutatót dolgozott ki, amelyben ajánlásokat és követelményeket fogalmazott meg a nukleáris anyagok alkalmazásának, tárolásának és szállításának fizikai védelme érdekében. A dokumentum többszöri felülvizsgálaton esett át, legfrissebb változata az INFCIRC/225/Rev.4.

Említést érdemelnek még az IAEA-TECDOC-967 (Rev.1) és az IAEA-TECDOC-1276 számú NAÜ dokumentumok. Az előbbi a „Guidance and considerations for the implementation of INFCIRC/225/Rev.4, The Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities”, az utóbbi a „Handbook on the physical protection of nuclear materials and facilities” címet viseli.

A NAÜ a 2001. szeptember 11-i terrortámadást követően felülvizsgálta és erősítette a nukleáris terrorizmus megelőzése, azonosítása és kivédése kapcsán végzett tevékenységét. A nukleáris anyagok és létesítmények fizikai védelme továbbra is a tagállamok felelősége és feladata, a NAÜ a tagállamok tevékenységét a fizikai védelem tudományos és műszaki megalapozásával, illetve szakértői közreműködéssel támogatja. A NAÜ tudományos és szakmai tevékenysége keretében a fent már ismertetett dokumentumokon túl kiadta a fizikai védelem általános céljait és alapvető elveit (Physical Protection Objectives and Fundamental Principles) rögzítő dokumentumot, és jelenleg is több a tagállamok ezirányú tevékenységét támogató szakmai anyag kiadása van folyamatban. A NAÜ szakértői támogató munkája is széleskörű, pl. felkérésre a NAÜ műhelytalálkozót szervez bármely tagállamának kijelölt intézményében a tervezési fenyegetettségi alap módszertanának (Design Basis Threat methodologies) ismertetésére. Ilyen műhelytalálkozóra került sor 2003. március 25-27. között az Országos Atomenergia Hivatalban.

## **2.1. Amerikai Egyesült Államok**

Az amerikai szakemberek elmondták, hogy az USA-ban az ilyen elemzések az atomerőművek üzemeltetési engedélyét megalapozó Végleges Biztonsági Jelentéshez kapcsolódnak, tehát elvégzésüket magas szintű jogszabály írja elő (Code of Federal Regulation). 2001. szeptember 11-e után újra elvégezték valamennyi amerikai atomerőműre az elemzések felülvizsgálatát. Megtörtént a repülőgép-becsapódás megvalósíthatóságának, következményeinek értékelése is szintén valamennyi USA-beli atomerőműre.

Az elemzésekben a karhatalmi szervek feladatait az Üzemeltető önmaga nem képes modellezni, ezért e szervek bevonása volt szükséges a felülvizsgálatokba. Komoly megerősítéseket végeztek valamennyi telephelyen a felülvizsgálatok után, amelyeket a US NRC határozatokban írt elő az üzemeltető szervezetek számára. Ilyen megerősítések találhatóak például a TMI atomerőműben.

Az erőműbe vezető útvonalakon és a belső területeken megerősített, mintegy 1 m x 1 m keresztmetszetű betonelemeket helyeztek el szisztematikusan oly módon, hogy megakadályozzák a direkt behatolást nagyobb gépjárművel. Látványosan megerősítették a fegyveres védelmet is: álig felfegyverzett egyenruhások ellenőrzik a személyi beléptetést, valamint a tárgyak, eszközök ki- és befelé irányuló mozgását. Ilyen örök teljesítik a telephelyi őrzőjáratokat is.

Egy másik amerikai szakemberrel történt beszélgetés az ilyen típusú elemzések egyik módszertanáról szólt. Eszerint felhasználják a létesítményről rendelkezésre álló valószínűségi biztonsági elemzést az erőmű fizikai biztonságának értékelésében, kialakításában. Az USA-ban már 1983-ban elkészítették a fizikai biztonság értékelésére az első ilyen tanulmányt az Üzemeltető kezdeményezésére.

A szándékos károkozás a biztonságosra és megbízhatóra tervezett rendszerek, berendezések rendelkezésére állást megszünteti. Ilyen szempontból hasznos a tűz, az elárasztás és a



nagyenergiájú csőtörés PSA értékelése, hiszen az éppen az ilyen berendezéseket térképezi föl. A károkozásra irányuló beavatkozás többszintű lehet: hibafán belüli (komponens szintű), eseményfán belüli (eseményfa szintű) és kezdeti esemény szintű. Korábban az atomerőművi dokumentáció jelentős nyilvánosságot kapott az USA-ban, könnyen hozzáférhetőek voltak például a PSA elemzések, ezen változtattak. A terrortámadás által okozható veszélyeket jelentősnek ítélik: egyes becslések szerint a zónakárosodás feltételes valószínűsége igen magasra, 0,75 körülire tehető egy bekövetkező terrortámadás esetén (a terrortámadás, mint kezdeti esemény gyakorisága ismeretlen). Az elsőszintű PSA elemzésben különböző, zónakárosodásra vezető eseménysorok szerepelnek. Valamennyit tanulmányozni kell: minél egyszerűbb az eseménysor, annál könnyebb a zónakárosodást szándékosan kiváltani.

Terrortámadás ellen felkészülési-védekezési tervet kell készíteni. Fel kell térképezni a fizikai védelmi rendszert. Ennek két szintje van: az elsőbe tartoznak a főbb objektumok (útvonalak, létesítmények, kommunikációs központok), amelyeket kívülről meg lehet figyelni. A második szint a rendbiztonsági intézkedéseké (beléptető erők, behatolás jelző és egyéb monitorok, valamint az alkalmazott rendszabályok). Ezek felhasználásával készülhetnek a terrortámadás elleni tervek. Fontos az üzemi célobjektumok meghatározása. A rutinszerűen végzett tevékenységeket feltétlenül át kell szervezni: a bejárásokat rendszertelenné kell tenni, az őrzőket alkalmanként eltérő útvonalakon, eltérő erők bevonásával (hol egy, hol több járművel) kell indítani, stb.

A US NRC az amerikai nemzetbiztonsági szervek szakembereivel közösen készül az atomerőművek fizikai védelmének átfogó felügyeletére. Ennek keretében 5 éves programot indítottak, amelyben kiválasztott atomerőművek katonai vagy terrorista fenyegetésen alapuló szcenárióval balesetelhárítási gyakorlatokat tartanak az érintett partnerintézményekkel és szervekkel közösen. A gyakorlatok tapasztalatai alapján kívánnak valamennyi amerikai nukleáris létesítményre vonatkozó átfogó szabályozást kidolgozni.

## **2.2. Egyesült Királyság**

Az Egyesült Királyságban a fizikai védelem nem a nukleáris biztonsági hatóság, hanem a Kereskedelmi és Ipari Minisztériumon belül a Fizikai Védelmi Hivatal hatáskörébe tartozik. A biztonság érdekében a két hatóság szorosan együttműködik egymással. Míg az előbbi hatóság jobbra a balesetek megelőzésének érdekében a nukleáris biztonság területén tevékenykedik, addig az utóbbi a szándékos és rosszindulatból elkövetett szabotázs, lopás, stb. akciók megelőzésére, felszámolására készül.

Bár az Egyesült Királyságban nem létezik jogszabályi követelmény a nukleáris létesítmények fenyegetettségének értékelésére, ennek ellenére az FVH rendszeresen elkészíti és felülvizsgálja a létesítmények fenyegetettségének értékelését. Az elemzések végzésekor a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ajánlásait (INFCIRC/225/Rev.4) követik.

Az Egyesült Királyságban atomerőmű fizikai biztonsága ellen irányuló támadás szcenáriójával tartottak már baleset-elhárítási gyakorlatot is.

## **2.3. Németország**

Németországban jelenleg nincsenek követelmények a nukleárislétesítmények sebezhetőségének vizsgálatára katonai vagy terrortámadás esetén. Ennek ellenére a GRS elkészítette valamennyi atomerőmű ilyen irányú elemzését. Érdekes műszaki megoldásokat

vezettek be, a repülőtémadások kivédésére. Az egyik egy rendszer, amely gyorsan, néhány perc alatt sűrű ködbe borítja a létesítményt, a másik magas kiépítésű villamosenergia-termelő szélmalom rendszere a létesítmény körül, amelyek sűrű elhelyezkedése lehetetlenné teszi a repülőgép támadás végrehajtását.

#### **2.4. Szlovákia**

Szlovákiában nem jogszabályi követelmény a nukleáris létesítmények fenyegetettségének tudományos alapokon nyugvó, szisztematikus elemzése. Ennek ellenére az atomerőműveket üzemeltető Slovenské Elektrárne készítetett ilyen jellegű tanulmányokat, de ezek összeállításában csak az érintett atomerőművek munkatársai vettek részt, honvédelmi szakembereket nem vontak be. Az elemzések nem teljes körűek, csak egy-egy kiválasztott fenyegetéstípusra (például repülőgéppel vagy terrorista csoport által végrehajtható támadás) koncentrálnak. Az eredmények figyelembevételével hajtottak végre fejlesztéseket a fizikai védelem erősítésére, de ezek sem szisztematikus tervezés alapján készültek. Érdekességként hangozott el, hogy balesetelhárítási gyakorlatot hajtottak végre, melynek szcenáriójában egy terrorista támadás elhárítása szerepelt.

#### **2.5. Ukrajna**

Ukrajnában sem követelmény a nukleárislétesítmények sebezhetőségének vizsgálata katonai vagy terrortámadás esetére. Ennek ellenére – az atomerőművek közvetlen érdekeltisége okán – elvégezték az ilyen típusú elemzéseket. Az elemzések eredménye alapján adminisztratív intézkedéseket vezettek be a fizikai védelem erősítése érdekében.

### **3. A KÖZELMÚLT TÖRTÉNESEI**

Mind nemzetközi, mind hazai vonatkozásban nagy jelentőségű esemény volt a Bécsben 2005. július 4-8 között rendezett Diplomáciai Konferencia. A részes államok egyhangú döntéssel módosították a Nukleáris anyagok védelméről szóló Egyezményt (Convention on the Physical Protection of Nuclear National, CPPNM). A módosított Egyezményt hazánk is elsőként aláírta.

Az Egyezmény korábbi formájában csak a nemzetközi nukleáris szállítmányokra vonatkozott. A módosítás nyomán a CPPNM hatálya kiterjed a részes államok területén felhasznált, raktározott és szállított nukleáris anyagokra, illetve a nukleáris létesítmények szabotázzsal szembeni védelmére. A Konferencia elfogadta a 7. cikkben a környezetvédelemre történő utalást, valamint azt a kanadai javaslatot is, amely áttemeli a nukleáris terrorizmus elleni ENSZ egyezménynek a kiadatásra vonatkozó rendelkezéseit.

Ugyancsak az Egyezmény 7. cikke új bűncselekményeket határozott meg a nukleáris anyagok és nukleáris létesítmények vonatkozásában.

Az Egyezmény ratifikálása esetén az Egyezmény és a hazai jogi szabályozás összhangjának megteremtéséhez jogszabályváltozásokat és egyéb intézkedéseket kell életbe léptetni, továbbá kezdeményezni kell a Büntető Törvénykönyv kiegészítését [16].

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/rev.1, 1980
2. Physical Protection of Nuclear Materials (NM) and Nuclear Facilities (NF) – INFCIRC/225/rev.4, 1999
3. Code of conduct on the safety and security of radioactive sources, IAEA, 2004
4. 1996. évi CXVI tv. Atomenergiáról (un. Atomtörvény)
5. 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről, 3. melléklet - Tervezési követelmények
6. 39/1997. (VII.1.) IKIM rendelet a nukleáris anyagok nyilvántartási rendszeréről
7. 33/2004. (VI.28.) BM rendelet a radioaktív anyagok központi és helyi nyilvántartásának rendjéről
8. 13/1997. (IX.3.) KHVM rendelet a kiégett nukleáris üzemanyag biztonságos vasúti szállításáról szóló szabályzat kihirdetéséről
9. 47/1997. (VIII. 26.) BM rendelet Atomenergia alkalmazásával összefüggő rendőrségi feladatokról
- 10 1997. évi CLIX. Törvény az Fegyveres Biztonsági Őrségről, a természetvédelmi és mezei őrszolgálatról
- 11 27/1998. (VI. 10.) BM rendelet a Fegyveres Biztonsági Őrség Működési és Szolgálati Szabályzatának kiadásáról
- 12 2005. évi CXXXIII. törvény személy- és vagyonvédelmi, valamint magánnyomozói tevékenység szabályairól
- 13 1995. évi LXV. törvény az államtitokról és a szolgálati titokról
- 14 16/2000. (VI.8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
- 15 Macsuga Géza: Személyes közlemény, 2005.
- 16 Rónaky József – Horváth Kristóf – Szabó Szilárd – Solymosi József: Nukleáris non-prliferáció, Hadmérnök, 2006. december [http://www.zmne.hu/hadmernok/2006\\_3\\_ronaky.php](http://www.zmne.hu/hadmernok/2006_3_ronaky.php) 2007-01-12

## ELEMZÉS A HAZAI SUGÁRVÉDELMI, BIZTOSÍTÉKI, NUKLEÁRIS BIZTONSÁGI, ÉS NUKLEÁRIS VESZÉLYHELYZETI FELKÉSZÜLÉSI JOGKÖRÖK EGYESÍTÉSÉRŐL

### *Absztrakt*

*A közleményben arra keressük a választ, hogy az atomenergia békés célú alkalmazásához kapcsolódó sugárbiztonsági és nukleáris biztonsági hatósági feladatok összevonásával miként tehető egyszerűbbé, átláthatóbbá, hatékonyabbá és gazdaságosabbá a hazai nukleáris jogalkotás, engedélyezés, ellenőrzés és veszélyhelyzeti felkészülés.*

*A hatósági jogkörök javaslatba hozott egyesítése - amelyhez hasonló folyamat a világ számos országában a közelmúltban már lejátszódott - hozzájárulhatna az „Új Magyarország” kormányprogram következő irányelvei sikeres megvalósításához. Úgy, mint a dekoncentrált hivatalok számának csökkentéséhez; az állami szervek kisebb, hatékonyabb rendszerének a kialakításához; a közigazgatás korszerűsítéséhez; az egyablakos ügyintézés elterjesztéséhez; a kiszámítható, átlátható, biztonságos jogi környezet megteremtéséhez; a katasztrófavédelem továbbfejlesztéséhez; a terrorizmus elleni küzdelem eredményességének növeléséhez.*

*A proposal is presented answering the question: how to reform the Hungarian nuclear regulation, licensing, inspection and emergency preparedness to be more simple, transparent, efficient and economical with the concentration of the respective regulatory tasks.*

*The proposed reform (similar reforms have already been performed in several countries) could contribute to the following aims of the government's „New Hungary” programme: reducing the number of regional institutions; smaller and more efficient governmental structure; modernisation of the administration; predictable, transparent and safe legal environment, improvement of the emergency preparedness and anti-terrorist capabilities.*

**Kulcsszavak:** *nukleáris biztonság, sugárbiztonság, hatósági feladatok összevonása, hazai nukleáris jogalkotás, engedélyezés, ellenőrzés, veszélyhelyzeti felkészülés.*

---

<sup>1</sup> Rónaky József főigazgató - Országos Atomenergia Hivatal, ZMNE BVJKMK KMDI, doktorandusz, Ronaky@haea.gov.hu

<sup>2</sup> Solymosi József egyetemi tanár, DSc, ZMNE tudományos rektorhelyettes, solymosi.jozsef@zmne.hu

## BEVEZETÉS

Az atomenergia biztonságának felügyeleti rendszere Magyarországon, hasonlóan a fejlett államok hatósági rendszereihez - a műszaki fejlődéssel párhuzamosan - meglévő intézményekhez csatolva alakult ki. A sugárvédelem hagyományosan az egészségügy feladata volt, mivel először és a legelterjedtebben ott használták az ionizáló sugárzást diagnosztikára és terápiára. Az 1950-es években a nukleáris technikák megjelentek az iparban, a mezőgazdaságban, a geológiai kutatásban, és nem utolsósorban a haditechnikában. A legtöbb államban, így hazánkban is ekkor jöttek létre az atomenergia bizottságok, amelyek magas szintű kormányzatszerveként működve egyrészt elősegítették az új technika elterjedését, másrészt koordinatív szerepben „kiosztották” a megjelenő új feladatokat. Hazánkban az Országos Atomenergia Bizottság (OAB) titkársága koordinálta ezeket a tevékenységeket. A paksi atomerőmű építése számos új feladatot hozott, amelyeket az OAB szétosztott az egyes tárcák között. Teljesen új feladatként jelentkezett jogi téren az atomenergia biztonságának törvényi szintű szabályozása, illetve az erőmű nukleáris biztonsági felügyelete. Az első atomtörvény (1980. évi I. tv. az atomenergiáról) a maga idején korszerűen szabályozta a kérdéskört, de a társadalmi berendezkedés miatt még nem törekedett a legkorszerűbb nyugati követelményeknek megfelelni. Az Állami Energetikai és Energiabiztonsági Felügyeleten belül létrehozták a Nukleáris főosztályt, mint nukleáris biztonsági hatóságot. 1990-ben a rendszerváltozás során jött létre az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) az említett főosztályból és az OAB titkárságából. Az egyes tárcák, elsősorban az atomerőmű által generált államigazgatási és hatósági feladatokra megszervezték saját apparátusukat. Az Országos Atomenergia Bizottság, amelynek elnöke kezdetben általában az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke volt, majd később a gazdasági miniszter, továbbra is koordinációs feladatokat látott el. Európai uniós csatlakozásunk során az Unió egyrészt igen alaposan vizsgálta az atomenergia biztonságának helyzetét Magyarországon, másrészt komoly segítséget nyújtott a hatósági munka fejlesztésében. Mérföldkő volt a második atomtörvény megalkotása (1996. évi CXVI. tv. az atomenergiáról), amely igen korszerű elveket fogalmazott meg, de nem szüntette meg a történelmileg kialakult szétforgácsolt hatósági rendszert, és fenntartotta az OAB-t promóciós és ellenőrző jogkörökkel. 2003-ban az EU kérésére az OAB megszűnt, az OAH függetlenségét a módosított atomtörvény kielégítően garantálta, de a decentralizált rendszer megmaradt. Ennek hátrányait két horizontális problémakör különösen élesen veti fel. Az egyik a nukleáris baleset-elhárítás, amelynek fontosságára a csernobili atomerőmű katasztrófája mutatott rá igen meggyőzően, a másik a nukleáris terrorizmus, amely a rendszerváltozás folyamatában egyrészt a nukleáris és sugárzó anyagok csempészetében nyilvánult meg, másrészt a 2001. szeptember 11-i New York-i merénylet világított rá, hogy a terrorizmussal, mit új fenyegetettséggel kell számolni. A decentralizált hatósági rendszer számos párhuzamosságot hozott létre, míg egyes feladatok megoldása nem kapott elég hangsúlyt. A nemzetközi gyakorlat azt mutatja, hogy az atomerőműveket üzemeltető országokban elindult egy folyamat a hatósági munka korszerűsítésére, és egységesítésére.

A magyar kormány 2006-ban elindította a kormányzati rendszer korszerűsítésének programját. Minden szervezet kötelessége, hogy megvizsgálja működését, és javaslatot tegyen annak korszerűsítésére. Az atomenergia biztonsága összetett feladat, nem célszerű részleteiben vizsgálni és fejleszteni, ezért az OAH főigazgatója vezetésével elkészült egy helyzetfelmérő tanulmány, amely javasolja egységes nukleáris-, sugárbiztonsági és biztosítéki hatósági rendszer létrehozását. Cikkünk rövidített formában ezt a tanulmányt ismerteti. A cikk szerzői köszönetet mondanak a tanulmány készítésében részfeladatokat vállaló OAH munkatársaknak.

Jelenleg az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) az egyetlen olyan intézmény Magyarországon, amelynek fő feladata az atomenergia békés célú és biztonságos alkalmazásának felügyelete, ennek megfelelően az Atomtörvény az OAH-t koordinációs feladatokkal látja el. Ugyanakkor számos jogalkotási, felügyeleti és intézkedési jogosítvány más tárcánál maradt, olyan tárcánál, amelyekben az atomenergia alkalmazásához (főként a sugárvédelemhez) kapcsolódó feladatok nagyon sok más - a társadalom szempontjából igen fontos - kérdés „árnyékába” kerülnek.

Az elemzésben bemutatjuk, hogy az atomenergia békés célú alkalmazásához kapcsolódó sugárbiztonsági és nukleáris biztonsági hatósági feladatok összevonásával miként tehető egyszerűbbé, átláthatóbbá, hatékonyabbá és gazdaságosabbá a hazai nukleáris jogalkotás, engedélyezés, ellenőrzés és veszélyhelyzeti felkészülés.

Az elemzés az alábbi részterületekre tér ki:

1. az atomenergia békés célú alkalmazásával kapcsolatos jelenlegi jogi helyzet, a hatósági hatáskör- és feladatmegosztás áttekintése;
2. A jelenlegi összetett hatósági rendszer működésének ismertetése;
3. Az országos nukleáris és radiológiai balesetelhárítási rendszer jelenlegi felépítésének és működésének bemutatása;
4. A jelenlegi helyzet értékelése és javaslatok annak a lehetséges javítására.
5. Az egységes hatóság létrehozásának és megvalósíthatóságának értékelése a szervezeti-, jogi-, infrastrukturális- és pénzügyi szempontok vizsgálatával.

## 1. Jogi helyzet, hatáskörök és feladatok

Az atomenergia hazai alkalmazásának hatósági felépítése rendkívül összetett. Az atomtörvény alapján több tárca és szervezet kap hatásköröket.

Az **Országos Atomenergia Hivatal** alapvető feladata az atomenergia biztonságos alkalmazásával, különösen a nukleáris anyagok és létesítmények — köztük elsősorban a paksi atomerőmű — biztonságával, a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozására létrejött atomsorompó rendszerrel, továbbá a nukleárisbaleset-elhárítással kapcsolatos hatósági feladatok, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenység összehangolása, illetve ellátása. Az OAH hatósági feladatkörébe tartozik a radioaktív anyagok központi nyilvántartása, valamint a radioaktív anyagok mintáinak és csomagolás-mintáinak jóváhagyása, és a radioaktív anyagok szállításának engedélyezése.

Az OAH hatásköre kiterjed az atomenergia alkalmazásával összefüggő kutatási-fejlesztési tevékenység értékelésére és összehangolására, a hatósági ellenőrzést szolgáló műszaki megalapozó tevékenység finanszírozására. Feladatkörébe tartozik az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos nemzetközi együttműködés összehangolása, a területen állami közti egyezmények előkészítése és végrehajtásának megszervezése, a nemzetközi szervezetekkel folytatott együttműködés összefogása.

Az Atomtörvény szerint nukleáris létesítmények esetében az OAH feladata a műszaki sugárvédelmi engedélyezés és ellenőrzés.

A sugárvédelemmel és sugárbiztonsággal kapcsolatos további hatósági feladatokat az **egészségügyi miniszter** által irányított Országos Tisztifőorvosi Hivatal (OTH) és az ÁNTSZ fővárosi, illetve megyei intézetei látják el.

A **környezetvédelmi és vízügyi miniszter** látja el a levegő, a szárazföldi és a vízi környezet radioaktív szennyezésének ellenőrzését, szabja meg a radioaktív anyagok kibocsátásának korlátait.

Az **önkormányzati és területfejlesztési miniszter**, illetve az **igazságügyi és rendészeti miniszter** látja el az atomenergia alkalmazásával összefüggő, a közbiztonság és belső rend biztosítását szolgáló rendészeti, tűzvédelmi, fizikai védelmi, polgári védelmi és nukleárisbaleset-elhárítási feladatokat.

A **földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter** látja el az élelmiszerek és takarmányok radioaktivitásának ellenőrzését, az élelmiszerek nemzetközi forgalmazásához szükséges vizsgálatok elvégzésével és az igazolások kiadásával kapcsolatos feladatokat.

A **gazdasági és közlekedési miniszter** látja el a nukleáris export és import előzetes engedélyezéséhez szükséges hatósági jogköröket.

A **honvédelmi miniszter** látja el a honvédelmi ágazaton belül a radioaktív anyagok kezelésének ellenőrzését, valamint az ágazat speciális sugáregészségügyi ellenőrzését.

Az **oktatási és kulturális miniszter** gondoskodik arról, hogy az atomenergia alkalmazásával összefüggő alapvető tudományos, technikai és sugárvédelmi ismeretek beépüljenek a Nemzeti Alaptantervbe; továbbá gondoskodik az atomenergia alkalmazása terén a felsőfokú képzés megteremtéséről.

Az **Országos Mérésügyi Hivatal elnöke** látja el az atomenergia alkalmazásával összefüggő mérőeszközökre vonatkozó hatósági feladatokat. Itt megjegyezzük, hogy tudomásunk szerint az új kormányzati szerkezetnek megfelelően az Országos Mérésügyi Hivatal beolvad a Magyar Kereskedelmi és Engedélyezési Hivatalba.

## 2. A hatósági tevékenységek gyakorlati megvalósítása

### 2.1. A nukleáris biztonság felügyelete

#### 2.1.1 Engedélyezés és jóváhagyás egyedi eljárásokban

A nukleáris biztonság felügyeletének egyik hatósági eszköze az engedélyezés, illetve egyes tevékenységek, vagy dokumentumok jóváhagyása. A hatóság a nukleáris biztonsági engedélyek megalapozó dokumentációjának műszaki tartalmát értékeli, és a biztonság jogszabályokban rögzített követelményeinek teljesülése esetén adja ki az engedélyeket.

A hatóság létesítményszintű engedélyeket ad ki a nukleáris létesítmények létesítésekor, bővítésekor, üzembe helyezésekor és átalakításakor, ilyen engedélyhez kötött az üzemeltetés, a tervezett üzemidőn túli üzemeltetés, az üzemen kívül helyezés és a létesítmény megszüntetése is.

Az OAH építésügyi hatósági feladatokat lát el a nukleáris létesítményekkel összefüggő sajátos építmények és felvonóik ügyében, az általános építési szabályozást is figyelembe véve.

Berendezésszintű engedélyeket ad ki a berendezések tervezésekor, gyártásakor, szerelésekor, beépítésekor, továbbá engedélyhez kötött a berendezések üzembe helyezése, üzemeltetése, üzemen kívül helyezése és leszerelése. Engedély szükséges a létesítmény vagy egyes berendezéseinek átalakításához, amennyiben az előzetes biztonsági értékelések alapján az átalakításnak hatása lehet a nukleáris biztonságra.

Hatósági engedélyhez, illetve jóváhagyáshoz kötöttek a legfontosabb karbantartási tevékenységek és technológiák, valamint a létesítmények szervezeti felépítésének kialakítása.

Az engedélyezési eljárásokban a más szakterületek követelményeit szakhatóságok érvényesítik. Egy új létesítmény esetében ez 13 szakterületet jelent 11 szakhatóság képviselőjében, azonban a hiányos jogszabályi háttér nem rendelkezik teljes körűen arról, hogy az egyes eljárásokban mely szakhatóságoknak milyen szempontokat kell képviselniük.

Az OAH évente 4-5 létesítmény szintű engedélyt ad ki, míg a berendezés szintű engedélyk száma közel 300, ezek - a létesítmények korából adódóan - elsősorban a biztonságot szolgáló átalakítások körébe tartoznak.

**Az OAH határozataival szemben jogorvoslati kérelem évente mindössze egy-két esetben fordul elő, ami az engedélyezési tevékenységünk, szakmai hozzáértésünk magas szintjéről tanúskodik.**

### *2.1.2 Az engedélyesek működésének és a létesítmények biztonsági helyzetének rendszeres elemzése, értékelése*

A nukleáris létesítményekben az OAH az államigazgatási eljárások általános szabályai szerint végzi ellenőrzéseit, ezek eredményeit visszacsatolja az engedélyezés, az ellenőrzés és a jogszabály-módosítást előkészítő tevékenységeinek folyamatához.

A rendszeres elemzés és értékelés az OAH felügyeleti tevékenységének folyamatosan fejlődő területe, amely jelentősen eltér az általános államigazgatási szabályok szerint végzett hatósági tevékenységektől. A **biztonsági mutatók trendelemzése** segíti a létesítmények biztonságot befolyásoló tevékenységek folyamatos értékelését. Az OAH így időben felismeri a beavatkozását igénylő kedvezőtlen változásokat.

Az OAH folyamatos - számítógépes kapcsolatra alapozott - **táv-adatszolgáltatást** is igénybe vesz, ami egyebek mellett kiterjed a működő atomerőművi blokkok technológiai adataira, az atomerőmű műszaki előkészítő tevékenységét kiszolgáló dokumentációra, a karbantartást előkészítő munkautasításokra, és a blokkok konfigurációját leíró aktuális adatokra.

Az OAH a nukleáris létesítményekben bekövetkezett rendkívüli eseményeket esetenként kivizsgálja.

A létesítmények aktuális biztonsági szintjét az úgynevezett Végleges Biztonsági Jelentés mutatja be. A jelentést évenként felújítják, korszerűsítik. Karbantartásának felügyelete fontos eleme az OAH tevékenységének.

Az OAH évente összefoglaló jelentésben értékeli valamennyi nukleáris létesítmény biztonsági helyzetét és tevékenységét.

Tízévente minden létesítmény elkészíti Időszakos Biztonsági Jelentését, amelyben bemutatja, hogy a létesítmény mennyire felel meg a magyar és nemzetközi követelményeknek, a korszerű műszaki megoldásoknak. A hiányosságok felszámolása érdekében szükség esetén a javító intézkedések programját is elő kell irányozni a jelentésben. A jelentés alapján, kiegészítve korábbi eljárásaiból származó tapasztalataival és esetleges célvizsgálatokkal, a hatóság értékeli a létesítmény helyzetét, és mérlegeli, hogy a létesítmény a következő 10 évben, vagy esetleg csak ennél rövidebb ideig üzemelhet-e. Elrendelheti javító intézkedések végrehajtását, szükség esetén biztonságnövelő intézkedések végrehajtására kötelezi az engedélyest, egyéb feltételeket szabhat a biztonságos üzemeltetés érdekében.



### 2.1.3 Ellenőrzések

A hatóság rendszeres ellenőrzések és helyszíni vizsgálatok lefolytatásával győződik meg arról, hogy az atomenergia alkalmazását szolgáló létesítmények, berendezések műszaki állapota, valamint üzemeltetése megfelel a jogszabályokban rögzített követelményeknek. A nukleáris biztonsági hatóság ennek a kötelezettségének folyamatos és egyedi, tervezett és nem tervezett ellenőrzésekkel tesz eleget.

Az OAH a négy magyarországi nukleáris létesítményben évente közel 400 ellenőrzést hajt végre. Ezek közül 5-6 részletesen és előre megtervezett, többnapos és tematikus átfogó ellenőrzés. Jelentősebb biztonsági probléma esetén célellenőrzést végez.

Az atomerőmű blokkjainak főjavításai idején végrehajtott ellenőrzések célja annak igazolása, hogy a végrehajtott karbantartások után a blokkok készen állnak a további biztonságos üzemelésre. Az ilyen ellenőrzések száma eléri az évi 50-et.

A hatóság rendszeresen, évi 40-50 alkalommal ellenőrzi a biztonsági rendszerek rendelkezésre állását bizonyító próbákat, és közel 100 alkalommal az atomerőmű nyomástartó berendezéseinek ciklikus felülvizsgálatait. A hatóság mintegy 50 alkalommal ellenőrzi a berendezések javításával és átalakításával kapcsolatos tevékenységeket.

Nagyjából 100 alkalommal kell évente az üzemi eseményekkel kapcsolatos ellenőrzést kezdeményezni az esetleges biztonságsértés megállapítása érdekében, és 30 alkalommal veszünk részt hatósági vizsgához kötött munkakör betöltéséhez szükséges vizsgáztatáson.

A folyamatos hatósági felügyelet intézménye 2005-ben jelent meg a jogszabályban, amit a mai technikai lehetőségek is támogatnak a hatósághoz telepített eszközök felhasználásával. Ezek segítségével a hatóság képviselője az atomerőmű egyes adatbázisait, üzemi jellemzőit tudja vizsgálni, akár távolból is. Az így beszerzett információ alapján a hatóság több üzemviteli esemény vizsgálatát kezdeményezi minden évben.

Az ellenőrzés kiterjed az engedélyesek vállalati és szervezeti működésére, a minőségbiztosítási rendszerre, a szervezeti változásokra, a beszállítók minősítésére és tevékenységére. A hatóság ellenőrzi az engedélyesek belső előírásainak tartalmát, érvényességét és az azokban foglaltak betartását, a nukleáris biztonságra hatást gyakorló tevékenységet végző személyek (beleértve a beszállítók személyzetének) alkalmasságát, képzettségét.

### 2.1.4 Érvényesítés

Az érvényesítési tevékenységet az OAH a tényállás belső részletes szabályokba foglalt formális értékelése alapján végzi, a szubjektív megítélést lehetőleg elkerülve. Az engedélyes figyelmeztetése, intézkedések előírása, vagy bírságolás lehet az érvényesítési eljárás eredménye. Érvényesítési gyakorlatunkban alkalmazzuk a nemzetközi tapasztalatokat, és a nyugat-európai nukleáris biztonsági hatóságoknak a tanácsait, amelyeket az EU PHARE programja keretében kaptunk.

### 2.1.5 Közreműködés más hatóságok eljárásaiban

Az Atomtörvény nem tartalmaz olyan rendelkezést, amely az OAH-nak a nukleáris biztonsági területen szakhatósági hatáskört biztosítana más hatóságok eljárásaiban. A törvény végrehajtását biztosító rendeletek, sőt más törvény alapján kibocsátott rendeletek is alapítanak azonban ilyen hatásköröket. Az OAH nukleáris biztonsági szakhatósági hatásköreinek gyakorlásánál nem ritkán felmerül, hogy egy adott ügy elbírálásával akár kétszer is szükséges foglalkozni, egyszer hatósági hatáskörben, és ezt megelőzően vagy követően más hatóságok eljárásában szakhatóságként. Ez a nem kívánatos helyzet a széttagolt hatósági szerkezet

következménye. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség útmutatása szerint a hatóságok hatáskörének és tevékenységének hézag- és átfedés-mentesen kell illeszkednie, követelményeik pedig nem tartalmazhatnak olyan eltérést, ellentmondást, amely az engedélyesben a jogkövető helyes magatartás tartalmát kétségessé teheti.

## **2.2. A biztosítéki (safeguards) felügyelet**

A nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozásáról szóló szerződés szerinti biztosítékok alkalmazásáról Bécsben 1972. március 6-án aláírt egyezmény előírásainak megfelelően Magyarország biztosítékokat vállalt annak igazolására, hogy a területén folytatott nukleáris tevékenység során a nukleáris anyagokat nem használják fel nukleáris fegyverek vagy más nukleáris robbanószerkezetek céljaira. A biztosítéki egyezmény végrehajtását a 39/1997. (VII. 1.) IKIM rendelet szabályozza, amely tartalmazza a nukleáris anyagok országos és helyi nyilvántartási és ellenőrzési rendjét. Az egyezmény Kiegészítő Jegyzőkönyvét 1998-ban írtuk alá, és az 2000. április 1-jén lépett hatályba. A Kiegészítő Jegyzőkönyv alapján hazánk központi nyilvántartási és ellenőrzési rendszert tart fent - az egyezményben foglaltakon túl - a nukleáris üzemanyagciklussal összefüggő távlati tervezésre, kutatásfejlesztési, gyártási és export-import tevékenységekre, valamint a telephelyekre és az azokhoz kapcsolódó helyszínekre vonatkozó adatokra.

A biztosítéki hatósági feladatok magukba foglalják a következő folyamatokat: az OAH által lefolytatott adatgyűjtést, a nukleáris anyagok központi nyilvántartását, a nemzetközi tájékoztatást, az engedélyezést, ellenőrzést és az értékelést. Az OAH, mint a magyar központi nukleáris anyagnyilvántartás kezelője begyűjti és ellenőrzi a biztosítéki adatokat a nukleáris anyagokkal tevékenységet folytató szervezetektől, feldolgozza az adatokat a központi nyilvántartásban, majd rendszeres jelentéseket állít össze a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) és az EU számára, azok ellenőrzési tevékenységének megalapozására. Az engedélyezési tevékenység során a nukleáris anyagot felhasználó szervezetek egyes tevékenységeire vonatkozóan a hatóság előzetesen vizsgálja, hogy a tervezett tevékenység teljesíti-e a vállalt nemzetközi kötelezettségeket. Az OAH biztosítéki felügyelői évente összesen 30-40 ellenőrzésen vesznek részt, amelyek egy részében nemzeti hatáskörben végeznek ellenőrzéseket (támaszkodva az elhelyezett pecsétre, megfigyelő rendszerekre és mérési adatokra), míg másik részében a nemzeti hatóságot képviselik a nemzetközi szervezetek által végzett ellenőrzéseken. A biztosítéki ellenőrzés hatálya alá jelenleg közel 100 cég tevékenysége tartozik, de természetesen a négy nukleáris létesítmény biztosítéki felügyelete igényli az erőforrások döntő részét.

A nukleáris anyagok nyilvántartásának nemzetközi ellenőrzését az Európai Unióhoz való csatlakozásunkig a NAÜ ellenőrei végezték, 2004. május 1. óta a biztosítéki ellenőrzésekre az EURATOM ellenőrei is jogosultak. A hazai helyszíneken a NAÜ előre bejelentett rutin ellenőrzéseket, illetve bejelentés nélküli ellenőrzéseket is végez.

## **2.3. Az OAH hatáskörébe tartozó további hatósági feladatok ellátása**

### **2.3.1 A radioaktív anyagok és készítmények központi nyilvántartása**

Az OAH feladata a radioaktív anyagok és készítmények országos központi nyilvántartásának vezetése és a helyi nyilvántartások ellenőrzése. A nagy aktivitású zárt radioaktív sugárforrások és a gazdátlan sugárforrások ellenőrzéséről szóló, 2003. december 22-i 2003/122/Euratom irányelvvel történő harmonizáció keretében 2004-ben módosult a radioaktív anyagok nyilvántartásának jogi szabályozása, szigorodott a radioaktív források felügyelete. A felügyeleti tevékenység támogatására az OAH korszerűsítette a nyilvántartási rendszer informatikai hátterét, számottevően javítva annak naprakészségét. A

nyilvántartásban közel 650 engedélyes több mint 7000 zárt sugárforrása található. A helyi nyilvántartás ellenőrzésére évente 100-120 helyszíni ellenőrzést folytat a hatóság az engedélyeseknél. A radioaktív anyagok korszerűsített nyilvántartásának rutin működtetése keretében az OAH évente több mint 300 új, az ÁNTSZ által kiadott engedélyt dolgoz fel, továbbá több mint 2000 hatósági bizonyítványt ad ki.

Az OAH a nemzeti kapcsolattartó a nukleáris anyagok és más radioaktív források illegális forgalmazásával kapcsolatos eseményeket gyűjtő NAÜ adatbázis kezelésében. Ennek keretében tájékoztatást ad a NAÜ részére a hazánkban történt eseményekről, továbbá a fogadott eseményjelentések feldolgozása után rendszeresen tájékoztatja a Vám- és Pénzügyőrség Országos Parancsnoksága és a Nemzetbiztonsági Hivatal illetékeit.

### ***2.3.2 A nukleáris export és import előzetes engedélyezése***

A nukleáris termékek és technológiák exportjára és importjára vonatkozó engedélykérelmek előzetes elbírálása a 263/2004. (IX. 23.) Korm. rendelet, illetve az 50/2004. (III. 23.) Korm. rendelet alapján történik. A Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal megkeresése alapján évente közel 30 export-import előzetes engedélyt ad ki az OAH, az import során beérkezett anyagokat, a technológiák felhasználását rendszeresen ellenőrzi.

### ***2.3.3 A radioaktív anyagok szállításának engedélyezése***

A veszélyes áruk nemzetközi szállítását szabályozó, a különböző szállítási módokra vonatkozó nemzetközi egyezmények radioaktív anyagokra vonatkozó előírásai a jelentős potenciális veszélyt képviselő küldeménydarabok-, illetve radioaktív anyagok mintáinak használatát; továbbá különösen nagy potenciális veszélyt képviselő esetekben ezek létesítményen kívüli szállítását az adott állam illetékes nemzeti hatóságának engedélyéhez kötik, ezeket a hatósági hatásköröket az OAH gyakorolja.

A hatóság éves átlagban négy alkalommal folytat le ezekben a kiemelt ügyekben engedélyezési eljárást és ad ki engedélyokiratot radioaktív anyagok szállítására szolgáló küldeménydarabok mintáira, továbbá két-három alkalommal radioaktív anyagok mintáira. Évente, átfogó ellenőrzés keretében vizsgálja a korábbi engedélyben foglaltak teljesítését.

### ***2.3.4 A radioaktív hulladékok országhatáron át való szállításának engedélyezése, illetve jóváhagyása***

Az OAH a felelős a 92/3/Euratom irányelvvel történő harmonizációt biztosító, a radioaktív hulladék országhatáron át történő szállításának engedélyezéséről szóló 155/2004. (V. 14.) Korm. rendeletben az adott tagállam illetékes hatósága számára meghatározott engedélyezési feladatok ellátásáért is.

### ***2.3.5 Radioaktív anyagoknak a Magyar Köztársaság és EU tagállamok közötti szállításának engedélyezése, illetve jóváhagyása***

Magyarország EU-hoz történő csatlakozása óta az OAH feladatai kibővültek a Tanács 1493/93/Euratom Rendelete szerinti - a radioaktív anyagoknak a Magyar Köztársaság és a más EU tagállamok közötti szállítására vonatkozó - nyilatkozatok ellenőrzésével. A radioaktív anyagok és készítmények központi nyilvántartására épülő ellenőrzéseket követően a Hatóság évente közel 40 alkalommal bírál el ilyen jellegű szállítási kérelmeket.

## 2.4. Sugárvédelemi és környezetvédelemi hatósági feladatok ellátása

### 2.4.1 A sugáregészségügyi hatóság felépítése és működése

Az Atomtörvény 20. §-ában adott felhatalmazás alapján az egészségügyi miniszter a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendeletben szabályozta a sugárbiztonsággal összefüggő hatósági feladatokat. A rendelet értelmében hatósági feladatokat látnak el a területileg illetékes Sugáregészségügyi Decentrumok, az Országos Tisztifőorvosi Hivatal (a továbbiakban: OTH), továbbá számos eljárásban szakintézményként vesz részt a „Fodor József” Országos Közegészségügyi Központ Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugáregészségügyi és Sugárbiológiai Kutató Intézete (a továbbiakban: OSSKI).

A Sugáregészségügyi Decentrumok engedélyezik első fokon:

- a) radioaktív anyag tárolását, használatát, felhasználását, átalakítását;
- b) az a) pontban meghatározott tevékenységet szolgáló nem nukleáris létesítmény, berendezés létesítését, előállítását, üzemeltetését - ideértve a karbantartást is -, üzembe helyezését, átalakítását, javítását, üzemeltetésének megszüntetését, leszerelését;
- c) az ionizáló sugárzást létrehozó berendezés előállítását, átalakítását, üzemeltetését - ideértve a karbantartást is - üzemeltetésének megszüntetését;
- d) a c) pontban megjelölt berendezés előállítását, üzemeltetését szolgáló létesítmény létesítését, üzemeltetését, átalakítását, megszüntetését.

A Sugáregészségügyi Decentrumok a 47/2003. (VIII. 8.) ESzCsM rendeletben foglaltak szerint engedélyezik első fokon a radioaktív hulladékok átmeneti és végleges tárolásával összefüggésben a létesítmények:

- létesítését (létesítési engedély),
- üzemeltetését (üzemeltetési engedély),
- átalakítását (átalakítási engedély),
- megszüntetését (megszüntetési engedély), valamint
- lezárását (lezárási engedély)
- és az aktív, valamint a passzív intézményes ellenőrzésre történő áttérését.

A Sugáregészségügyi Decentrumok ellenőrzési feladata az illetékességi területükön nyilvántartott létesítmények, tevékenységek teljes körű ellenőrzése. Az ellenőrzés gyakoriságát az EüM rendelet határozza meg. A decentrumok tevékenységek, létesítmények, illetve berendezések használatának megszüntetése esetén ún. megszüntetési eljárásban visszavonják az engedélyt, létesítmény esetén határozatban rögzítik a további hasznosíthatóság feltételeit. A decentrumok a sugárvédelmi oktatás terén, illetékességi területükön hagyják jóvá az alapfokú képzés tematikáját és vizsgakövetelményeit. A decentrumok illetékességi területükön jóváhagyják a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatokat, felügyelik a munkahelyi sugárvédelmi szolgálatok működését.

Az OTH engedélyezi első fokon:

- a) a radioaktív anyag előállítását, termelését és forgalmazását;
- b) a decentrumok létesítményeit, tevékenységeit;
- c) több decentrum területét érintő tevékenység esetén a székhely szerint kiadott tevékenységi engedély területi érvényességének kiterjesztését.

Az OTH ellenőrzési kötelezettsége kiterjed

- a) a decentrumok rendszeres ellenőrzésére;
- b) a nukleáris létesítmények az Atomtörvényben meghatározott tevékenységeire.

Az OTH hatósági jogkörben eljárva kiadja az engedélyes kérelmére a radionuklidot tartalmazó anyag hatósági felügyelet alóli felszabadításra vonatkozó határozatot. Az OTH az általa kiadott engedélyek vonatkozásában hatósági jogkörben jár el a létesítmények megszüntetése ügyében, és a további hasznosíthatóságot határozatban rögzíti.

Az OTH hatósági jogkörben eljárva minőségi bizonyítványt ad ki az atomenergia alkalmazása körében használt, ionizáló sugárzást kibocsátó vagy radioaktív sugárforrást tartalmazó berendezésről, valamint sugárzás elleni védőeszközről. Ezen berendezések csak akkor hozhatók forgalomba, illetve alkalmazhatók, ha sugárvédelmi minősítéssel rendelkeznek.

Az OTH a sugárvédelmi oktatás terén jóváhagyja az EüM rendeletben meghatározott ún. bővített és átfogó sugárvédelmi képzés tematikáját és vizsgakövetelményeit. Az OTH hagyja jóvá a rendeletben meghatározott kiemelt létesítmények körében a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatot, felügyeli a munkahelyi sugárvédelmi szolgálat működését.

A Sugáregészségügyi Decentrumok elsőfokú eljárásaival kapcsolatban másodfokon az OTH jár el, míg az OTH elsőfokú eljárásaival kapcsolatban a Ket. 108. § (1) bekezdése alapján bírósági felülvizsgálatot lehet kezdeményezni.

Az EüM rendelet az OSSKI szakvéleményéhez köti az engedély megadását az alábbi eljárásokban:

- a) az atomenergia alkalmazása körében használt, ionizáló sugárzást kibocsátó vagy radioaktív sugárforrást tartalmazó berendezés, valamint sugárzás elleni védőeszköz sugárvédelmi minősítése;
- b) a kiemelt létesítmények Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatának elfogadása;
- c) a rendeletben meghatározott kiemelt létesítmények létesítése;
- d) az orvosi terápiás besugárzó, ipari gyorsító és nagybesugárzó létesítmények létesítése;
- e) a radioaktív anyag termelését, előállítását szolgáló izotóplaboratóriumok létesítése;
- f) a nyitott radioaktív készítmények laboratóriumon kívüli használatának bevezetése;
- g) a sugárvédelmi képzés területén a bővített és átfogó képzések tematikája és vizsgakövetelményeinek elfogadása.

Az EüM rendelet az OSSKI-hoz utalta az Országos Sugáregészségügyi Készenléti Szolgálat működtetését, amely az ionizáló sugárzást kibocsátó berendezéssel vagy radioaktív anyaggal kapcsolatos rendkívüli esemény - a nukleáris létesítményben bekövetkező rendkívüli esemény és nukleáris veszélyhelyzet kivételével - kezeléséhez szükséges sugáregészségügyi feladatok meghatározását és a végrehajtás szakmai irányítását végzi.

Az EüM rendelet ugyancsak az OSSKI-hoz utalta az Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat üzemeltetését, amely a munkahelyeken sugárveszélyes munkakörben foglalkoztatott munkavállalóinak ellenőrzését és az országos nyilvántartás üzemeltetését látja el.

A hatósági felügyelet alá tartozó egységek száma több mint 5600. A Sugáregészségügyi Decentrumok és az OTH engedélyezési jogkörben eljárva évente közel 1400 határozatot ad ki, évente mintegy 150 esetben von vissza korábban kiadott engedélyt.

A megelőző hatósági tevékenység keretében a Sugáregészségügyi Decentrumok 2005-ben 43 esetben terület-felhasználási eljárásban, 132 esetben építési engedélyezési eljárásban, 139 esetben műszaki átadási, átvételi, üzembe helyezési eljárásban, valamint 468 esetben egyéb eljárásokban adtak ki szakhatósági állásfoglalásokat.

Az ellenőrzési tevékenységek keretében a Sugáregészségügyi Decentrumok és az OTH közel 2000 ellenőrzést tartanak évente.

A Sugáregészségügyi Decentrumokban és az OTH-ban a hatósági tevékenységet ellátó köztisztviselők létszáma 50-55 fő.

#### 2.4.2 A kibocsátás szabályozása és felügyelete

Az Atomtörvény 68. § (3) felhatalmazása alapján a környezetvédelmi és vízügyi miniszter kiadta a 15/2001. (VI. 6.) KöM rendeletet (továbbiakban: KöM rendelet) az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és a vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről. A rendelet alapján a kibocsátási határértékek meghatározása a következő módon folyik.

Kiemelt létesítményeknél (atomerőművek, a kísérleti és tanreaktorok, az uránbányák, a radioaktív hulladéktárolók, az A-szintű izotóplaboratóriumok és a kiégett fűtőelem-tárolók) az Országos Tisztifőorvosi Hivatal dózismegszorítást határozott meg:

Paksi Atomerőmű Zrt.	90 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ ,
KKÁT	10 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ ,
KFKI Kutatóreaktor	50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ ,
BME Oktatóreaktor	50 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ .

A dózismegszorítás értékéből kiindulva az adott létesítmény származtatja az éves kibocsátási határértékeket izotóponként és kibocsátási útvonalanként. A számítás alapja minden esetben a KöM rendeletben megszabott szempontrendszer.

Egyéb létesítmények esetén a rendelet 2. számú mellékletében megadott határértékek az irányadók, illetve kérhetik a kiemelt létesítményekre vonatkozó dózismegszorítás meghatározását, amelyből származtatják az éves kibocsátási határértéket.

Az engedélyes a kibocsátási határértékeket figyelembe véve készíti el a Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzatot, amelyben bemutatja a környezet-ellenőrző mérések rendszerét.

#### Engedélyezés

A kibocsátási határértékeket a Felügyelőség (a területileg illetékes környezetvédelmi és vízügyi felügyelőség) mint szakhatóság hagyja jóvá, továbbá kiemelt létesítmények esetén a Felügyelőség a Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzatot is jóváhagyja. A Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat alapján az engedélyes negyedévente és évente nyújt be jelentést a Felügyelőséghez. A fenti engedélyezési eljárásban a Felügyelőség jár el első fokon, másodfokon pedig az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség.

A 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló jogszabály alapján a Felügyelőség szakhatósági hozzájárulásában foglaltakat figyelembe véve az OAH határozatban hagyja jóvá az üzemeltetési korlátokat és feltételeket rögzítő dokumentum részeként a kibocsátási határértékeket. A kormányrendelet szabályozása szerint az üzemeltetési engedélykérelemhez csatolni kell a Végleges Biztonsági Jelentést. A rendelet

mellékleteiben található Nukleáris Biztonsági Szabályzatok tartalmazzák a Végleges Biztonsági Jelentés felépítési követelményeit. A Végleges Biztonsági Jelentés 12. fejezete írja le az engedélyes sugárvédelemmel kapcsolatos tevékenységét, amelyben szerepel a megfelelő környezetellenőrző és mérőrendszer kialakítása, működtetése.

A KöM rendelet alapján kiemelt létesítmény esetén normál üzemi működésre tervezett éves kibocsátási szinteket (a továbbiakban: tervezett kibocsátási szintek) a Felügyelőség, mint szakhatóság hagyja jóvá. A tervezett kibocsátási szinteket az egyes kibocsátási módokra, radionuklidokra, illetve radionuklid csoportokra vonatkozóan egymástól függetlenül kell érvényesnek tekinteni.

#### Jelentési kötelezettség

A KöM rendelet alapján az engedélyes haladéktalanul írásban jelent a Felügyelőségnek minden olyan kibocsátást, amely meghaladja, vagy meghaladhatja a kibocsátási kivizsgálási kritériumot (a kibocsátási határérték kritérium három tizedét).

A 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet szabályozása szerint az engedélyesnek a nukleáris biztonsági hatóságnak csak abban az esetben van jelentési kötelezettsége, amennyiben radioaktív anyag nem tervezett kibocsátása során a radioaktív anyagok mennyisége meghaladja az érvényes előírásokban rögzített korlátokat. Emellett az engedélyes a nukleáris biztonsági hatóságnak készített rendszeres jelentéseiben bemutatja az adott időszakra vonatkozó kibocsátásokat, sugárvédelmi programot.

#### Hatósági ellenőrzés

A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet alapján a Felügyelőség ellenőrzi a radioaktív kibocsátásokkal és azok környezeti hatásával kapcsolatos rendelkezések teljesítését. Az ellenőrzés során kapott eredményeket a felügyelőség továbbítja az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (a továbbiakban: OKSER) adatgyűjtő és -értékelő központjába.

Az atomtörvény felhatalmazása alapján az OAH rendszeres ellenőrzések, elemzések és helyszíni vizsgálatok lefolytatásával győződik meg arról, hogy az atomenergia alkalmazását szolgáló létesítmények, berendezések műszaki állapota, valamint üzemeltetése megfelel a kockázat elfogadható mértéke alapján meghatározott biztonsági követelményeknek és a hatósági engedélyekben előírtaknak.

#### *2.4.3 Ellenőrző és monitorozó rendszerek*

A környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer célja a teljes lakosság sugárterhelésének becslése. Ezt a feladatot Magyarországon a 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendelet alapján az OKSER végzi. Az OKSER tagok különböző tárcák, melyek mérőhálózatokat üzemeltetnek. A hálózatok mérési profiljában jelentős átfedés található. A hálózatok az OKSER-en kívül, azzal azonos profillal, mintavételi helyben, célban, illetve radioaktív koncentrációban némileg eltérő feladattal, tagjai a paksi atomerőmű körüli Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszernek (HAKSER), illetve az Országos Sugárfigyelő Jelző és Ellenőrző Rendszernek (OSJER) is. Az OSJER feladata a veszélyhelyzeti mérések végzése.

A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium - Radiológiai Ellenőrző Hálózat (FVM-REH) feladatát és profilját meghatározó 12/1998. (XII. 11.) EüM rendeletet az élelmiszerek radioaktív szennyezettségének megengedhető mértékéről az Európai Unióba lépésünk hatálytalanította. Helyébe lépett a 944/89 és a 2218/89 EU Tanácsi Rendelet, továbbá a szabályozásnál figyelembe kell venni 2000/473/Euratom bizottsági ajánlást. Az

FVM-REH feladatait a nukleárisbaleset-elhárítás területén a 23/1995. (VII. 12.) FM rendelet tartalmazza.

A 2000/473/Euratom Bizottsági ajánlásnak megfelel a 8/2002. (III. 12.) EüM rendelet az egészségügyi ágazat radiológiai mérő és adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről. Gyakorlatilag azonos célú a 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendelet is, az országos sugárzási helyzet és radioaktív-anyag koncentrációk ellenőrzéséről. A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről rendelkezik.

A 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről az OSJER részeként definiálja az Automata Mérő- és Adatgyűjtő Rendszert (AMAR), ami az OSJER-en túl része mind az OKSER-nek, mind a HAKSER-nek. Az AMAR távmérő hálózat gamma dózisteljesítmény mérő alhálózatait különböző szervezetek üzemeltetik:

<b>Üzemeltető</b>	<b>Mérőállomások száma</b>
Magyar Honvédség	45 telepített és 10 tervezett állomás
Országos Meteorológiai Szolgálat	28 dózisteljesítmény-mérő, 3 aeroszolmérő állomás
ÖTM OKF NBIÉK (ÖTM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központ)	13+1 állomás
OKM egyetemek	11 állomás
Paksi Atomerőmű ZRt.	10+11 állomás
MTA KFKI AEKI (MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet)	1 állomás

A felsorolt több mint 100 állomás helyett, a 2005-ös OKSER összefoglalóban 59 állomás adata szerepel. Az egységes elképzelés ellenére a rendszerek nem mindig látják egymás méréseit, rendelkezésre állásuk nem teljes, a megosztottságnak csak hátrányát tapasztalják.

Az Euratom Szerződés 36. cikke alapján a 2000/473/Euratom Bizottsági ajánlás igényli a felhatalmazott hatóság rendszeres, valósághű tájékoztatását a lakosságot érő expozícióról.

A sugárvédelmi szabályozás alapelveit és követelményeit rögzítő „Basic Safety Standards” (96/29/Euratom) irányelv előírásai szerint a levegő, a víz, a talaj és a biológiai minták, elsősorban az élelmiszerek radioaktivitását folyamatosan mérni kell.

A vizsgált radionuklidok a minta médiában legyenek megfelelő indikátorai a teljes népesség expozíciójának és szolgáljanak támpontul a veszélyhelyzeti intézkedésekhez is, természetesen a radioaktivitás szintjének változása figyelembevételével.

#### **2.4.4 Környezeti hatásvizsgálatok**

A 1995. évi LIII. törvény (a környezet védelmének általános szabályairól) alapján környezeti hatásvizsgálati eljárást kell végezni a környezetre jelentős, illetve várhatóan jelentős mértékben hatást gyakorló tevékenység megkezdése előtt. A vonatkozó tevékenységek körét, a kormány a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendeletben állapította meg.



A nukleáris létesítmények esetén a tevékenység megkezdéséhez a környezeti hatásvizsgálati eljárás alapján környezetvédelmi engedély szükséges, amelyet az illetékes környezetvédelmi hatóság adhat ki. A környezetvédelmi engedélyt eredményező eljárás két részből áll, az előzetes vizsgálatból és a részletes környezeti hatásvizsgálatból. Mindkét vizsgálati eljárás eredményeként létrejövő hatástanulmány tartalmi követelményeit a rendelet mellékletei tartalmazzák.

A hatástanulmány elbírálásában minden esetben első fokon szakhatóságként működik közre az ÁNTSZ illetékes megyei (fővárosi) intézete, másodfokon pedig az ÁNTSZ OTH.

## 2.5. Fizikai védelem

A nukleáris és radioaktív anyagok, illetve a nukleáris létesítmények fizikai védelmének jelentőségét nem lehet eltúlozni. Ezen anyagok és létesítmények eltulajdonítás, visszaélés, nem engedélyezett felhasználás vagy szabotázs elleni védelme kimagasló fontosságú, de az alábbiakban bemutatottak alapján egyelőre nem teljes körűen megoldott feladat hazánkban.

A nukleáris anyagok fizikai védelmét az 1980. évi Nukleáris Anyagok Fizikai Védelméről szóló egyezmény alapozta meg, amit Magyarország aláírt és kihirdetett. Az időközben felmerült tapasztalatok és a terrorizmus elleni harc kiszélesedése miatt az egyezményt módosították 2005-ben. A legfontosabb változtatást az jelenti, hogy az egyezménybe bekerült a nukleáris anyagokon kívül az azokat alkalmazó nukleáris létesítmények fizikai védelme is a szabotázs-cselekmények ellen. Az egyezmény magába foglalja a békés célra használt nukleáris anyagok nemzetközi szállítása (export-import, tranzit), hazai felhasználása, tárolása és szállítása során alkalmazandó előírásokat. Az egyezményben megállapított legfontosabb feladatok a fizikai védelmi biztosítékok beszerzése, a nemzeti központi hatóság és kapcsolattartási pont meghatározása, a szállítás során érintett államok tájékoztatása, a fizikai védelemmel kapcsolatban fogadott információk megfelelő kezelése, a nukleáris anyaggal való visszaélések bünként való megítélése a részes államokban, az elkövető elítélése és kiadatása.

Az egyezmény végrehajtását segítő a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség kiadta a Nukleáris anyagok és nukleáris létesítmények fizikai védelméről szóló (INFCIRC/225/rev.4, 1999) dokumentumot. A dokumentum a célkitűzéseket, a megvalósítást szolgáló állami rendszerek elemeit, a nukleáris anyagok kategóriába sorolását, a használatban lévő, tárolt, illetve szállított nukleáris anyagok védelmi követelményeit, valamint a nukleáris létesítmények szabotázs elleni védelmének követelményeit foglalja magába.

Az egyezmény és a végrehajtást segítő dokumentum az alábbi állami feladatokat határozza meg:

1. *A nukleáris anyagok és létesítmények fizikai védelméért, a nem engedélyezett nukleáris anyag eltulajdonítása vagy használata esetén végrehajtandó teendők koordinálásáért felelős központi hatóság és kapcsolattartási pont meghatározása.*

Jelenleg a nukleáris anyagok és létesítmények fizikai védelmének állami feladatait az ORFK és az OAH közösen, nem teljesen világos felelősségi rendszerben koordinálja (az ORFK egyben az OAH szakhatósága is). A nemzetközi kapcsolattartási pont feladatait is megosztva látják el, míg a visszaélés megvalósulása esetén a fellépés az ORFK feladata.

2. *Nukleáris anyaggal való szándékos visszaélés vagy azzal való fenyegetés büntetése, az elkövető perbefogása, kiadatása, a megfelelő büntetési tételek kidolgozása.*

A Büntető Törvénykönyv vonatkozó előírásainak felülvizsgálata fontos jövőbeni feladat.

3. *Minden állam fizikai védelmi rendszerének az adott állam fenyegetettsége vizsgálatára kell alapulnia. Az ajánlott fizikai védelmi intézkedések minden használatban lévő, tárolt, vagy szállított nukleáris anyagra és minden nukleáris létesítményre vonatkoznak.*

Az OAH az érintett tárcák és létesítmények képviselőiből álló munkacsoportot állított fel, amely kétévente átfogóan értékeli az ország fizikai védelmi szempontú veszélyeztetettségét. Az elkészülő anyagok jogi státuszának, és ezen alapuló felhasználási módjának tisztázása azonban még a jövő feladata.

4. *Amennyiben szükséges, az üzemeltetők által készített elhárítási tervek támogatására, vagy kiegészítésére az államnak elhárítási tervet kell készítenie.*

Jelenleg ilyen állami tervről nincs tudomásunk.

5. *Az állami törvényhozásnak biztosítania kell a fizikai védelem szabályozását.*

Jelenleg összesen közel 20 törvényben, törvényerejű rendeletben, miniszteri rendeletben, sőt kamarai és biztosító ajánlásban található a nukleáris anyagok és létesítmények fizikai védelmével kapcsolatos előírás, követelmény. Az Atomtörvény a belügyminisztert, mint a rendészeti szervek irányítóját hatalmazta fel a fizikai védelmi kérdések egységes szabályozására. A rendelet megjelenti, de csak a rendőrségi feladatokat nevezi meg.

6. *Az államnak szabályoznia kell a nukleáris anyagok kategorizálását. Szabotázsakciók elleni védelem esetén, a fizikai védelmi intézkedések megfelelő szintjének meghatározására az államnak definiálnia kell a telephelyen kívüli sugárvédelemmel kapcsolatos tervezési követelményeket.*

A tervezési követelmények meghatározása még nem történt meg.

7. *Az államnak, az üzemeltetők terveinek elkészítésére és az illetékes hatóság általi engedélyezés megalapozására meg kell határoznia a tervezési alapként alkalmazandó fenyegetést.*

A tervezési alapfenyegetés (ami ellen a létesítményt saját eszközökkel meg kell tudni védeni) meghatározása Magyarországon még nem történt meg az egyes létesítményekre. Ez különösen jelentős kérdés, mivel e nélkül a létesítményben megvalósított fizikai védelem szintjének megfelelősége nem értékelhető.

8. *Az állami fizikai védelmi rendszernek rendelkezést kell tartalmazni az olyan események és információk jelentéséről, melyek biztosítják az állam illetékes hatóságának tájékoztatását a nukleáris létesítményekben, vagy a nukleáris anyag szállításában bekövetkező, a fizikai védelmi intézkedések végrehajtását befolyásoló változásokról.*

Nukleáris létesítmények esetén ez rendezett, a Végleges Biztonsági Jelentések naprakész állapotának biztosítása keretében valósul meg.

9. *Az államnak lépéseket kell tennie az olyan információk és adatok megfelelő védelmére, melyeknek illetéktelen kezekbe kerülése gyengítheti a fizikai védelmet. Az államnak meg kell határoznia a fizikai védelemre és a kapcsolódó dokumentumokra vonatkozó titoktartási kötelezettséget.*

A kérdés megoldása eltérően alakul a különböző létesítményekben. Egyes állami intézményekben, állami tulajdonú létesítményekben ezen kötelezettségek az államtitokról és a szolgálati titokról szóló törvény, valamint a minősített adatkezelés rendjéről szóló kormányrendelet szerint szabályozottak, míg más esetekben a kérdés nem megoldott.

10. *Az állam illetékes hatósága által felügyelt értékeléseknek adminisztratív és műszaki intézkedésekre is ki kell terjedniük. Az értékeléseknek tartalmazniuk kell az őrszemélyzet*

*és a beavatkozó erők felkészültségének és készenlétének ellenőrzését szolgáló gyakorlatokat is.*

A nukleáris létesítmények esetén a kérdést az ORFK határozataiban kezelte. A kötelező, időszakos fizikai védelmi felülvizsgálat kiterjed az említett szempontokra.

Külön ki kell térni a sugárforrások fizikai védelmére. Erre vonatkozóan kezdeményezéseket tartalmaz a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által a radioaktív források biztonságára és őrzés-védelmére kidolgozott ajánlás. Jelenleg az itt megfogalmazott elvárásokból még szinte semmi nem került átültetésre a hazai szabályozásba. A jogalkalmazás szintjén egyes, az ÁNTSZ által kiadott, sugárforrásokkal kapcsolatos tevékenységi engedélyekben jelennek csak meg a szükséges szisztéma nélkül az ORFK szakhatóság előírásai.

## **2.6. Jogszabályi környezet továbbfejlesztése**

A korszerű hatósági tevékenységhez szorosan kapcsolódik a jogalkalmazás alapját képező szabályozások lehetőségei szerinti naprakész állapotban tartása. A megosztott hatósági rendszerből eredően nem csak a jogalkalmazás során, hanem koherens jogi szabályozás előkészítésében is meglehetősen sok az egyeztetési feladat. A jogszabályok tervezeteinek előkészítését az Atomtörvény is feladatul szabja az OAH számára. E tevékenység során a nemzetközi - közte az EU - jogi és szakmai követelmények fejlődését, az alkalmazási tapasztalatokat, a hatósági és az intézményi-iparági szervezetek átalakulását, fejlődését egyaránt figyelembe szükséges venni. A nukleáris biztonsági követelményeket tartalmazó szabályzatok felülvizsgálatát ötévente jogszabályi kötelezettség alapján kell végrehajtani. E tevékenységek ráfordításigénye nem hanyagolható el sem a műszaki, sem pedig a jogi munkatársak kötelezettségei között.

## **2.7. A hatósági tevékenység megalapozását szolgáló műszaki tevékenység szervezése**

Az OAH törvényi felhatalmazása alapján, rendelkezésre álló erőforrásai felhasználásával az atomenergia biztonságos alkalmazásának támogatására végzi a hazai műszaki megalapozó tevékenység koordinálását. Az Atomtörvény 4. §-a alapján a Hatóság az atomenergia biztonságos alkalmazását - beleértve a nukleárisbaleset-elhárítást -, a biztosítéki egyezmény szerinti ellenőrzések hatékonyságát, és az ezzel összefüggő feladatok megoldását a kutatómunka összehangolt szervezésével, a hazai, illetve a nemzetközi tudományos kutatások eredményeinek gyakorlati alkalmazásával, valamint szakemberek képzésével, továbbképzésével segíti elő. Az Atomtörvény szerint az atomenergia biztonságos alkalmazásának hatósági ellenőrzését szolgáló műszaki megalapozó tevékenységek költségét a mindenkori központi költségvetésből kell biztosítani.

A sugárvédelem területén a helyzet nem ilyen egyértelmű. Korábban az ország több kutatóintézetében (például az egészségügyi tárcahoz tartozó OSSKI-ban, az MTA-hoz tartozó Atomenergia Kutatóintézetben és Izotópkutató Intézetben) nemzetközi mércével mérve is kiemelkedő színvonalú sugárvédelmi kutatások folytak. Az elmúlt években ezek a kutatói műhelyek nagyrészt elsorvadtak, a kutatások esetlegessé váltak. Hiányzik a kutatások összehangoltsága, a hatósági munka megalapozását szolgáló irányultsága.

### 3. Az országos nukleáris és radiológiai balesetelhárítási rendszer

Az országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszer (ONER) tevékenységét, mint a katasztrófavédelem egy speciális veszélyhelyzetben működésbe lépő szervezetének működését törvényi, kormány és miniszteri rendelet szintű jogszabályok szabályozzák.

Jelentőségénél fogva kiemelést érdemel az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv (OBEIT), amely a korábbi évek tapasztalatainak felhasználásával, a jó nemzetközi gyakorlat, valamint a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ajánlásainak figyelembevételével készült el 2002-ben. Az OBEIT a teljes körűség igényével, valamennyi lehetséges nukleáris és radiológiai veszélyhelyzet típus kezelésére való felkészülés érdekében, az érvényes jogszabályi alapokon nyugodva biztosítja az ONER-ben közreműködő közigazgatási és egyéb szervek tevékenységének összehangolását és a szakmai működés kereteit.

#### 3.1. A rendszer működése a felkészülés időszakában

A felkészülés időszakában az ONER működésének céljai:

- a) a tevékenységet szabályzó rendszer (jogszabályok, BEIT-ek, módszertani útmutatók, stb.) gondozása;
- b) az országos fenyegetettség alakulásának figyelemmel kísérése;
- c) az elhárítás korszerűsítését lehetővé tevő műszaki-tudományos eredmények követése;
- d) a fejlesztések irányainak kitűzése és végrehajtása;
- e) a feladatok elvégzésének begyakorlása, a tapasztalatok hasznosítása;
- f) az elhárítási készütség alakulásának rendszeres értékelése.

A fenti célokból származtatható feladatok a Kormányzati Koordinációs Bizottság (KKB) hatáskörébe rendeltlen jelennek meg, de az elmúlt években megtartott országos nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok tapasztalatai rámutattak, hogy a végrehajtásukért a konkrét felelősség csak a b), c) és d) jelű feladat esetében azonosítható (ld. a Kormányzati Koordinációs Bizottság Nukleárisbaleset-elhárítási Műszaki Tudományos Tanács /KKB NBE MTT/ tevékenységét szabályzó 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet 8. §).

2006-ban működésbe lépett az OBEIT gondozását végző Felsőszintű Munkacsoport, amely tevékenysége során az OBEIT korszerűsítésén túl áttekinti az érvényes jogszabályokat, és a korszerűsítés, valamint a jogszabályok és az OBEIT harmonizációja érdekében javaslatot tesz jogszabályok módosítására. A Felsőszintű Munkacsoport az OAH kezdeményezésére jött létre a tárcaák magas szinten kijelölt képviselőinek részvételével.

A 2004-ben és 2005-ben megtartott országos nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok tapasztalatainak hasznosítására 2005. végén szintén az OAH kezdeményezte a Kormányzati Koordinációs Bizottság Nukleárisbaleset-elhárítási Műszaki Tudományos Tanács szakmai irányításával működő munkabizottságok létrehozását. A munkabizottságok módszertani útmutatókat dolgoznak ki a nukleárisbaleset-elhárítás különböző területeire. A munkabizottságok tevékenysége során fölmerült, hogy jelenleg nincs felelős intézmény kijelölve a nukleárisbalesetek elhárítására való felkészülés képzési és gyakorlatozási feladatainak koordinálására, azaz a hosszú távú célok megfogalmazására, az éves képzési és gyakorlatozási programok összeállítására, az éves programok megvalósításának figyelemmel kísérése és a programok végrehajtásának értékelése. Nincs felelőshöz rendelve az ONER készütségének rendszeres értékelése.

## 3.2. A rendszer működése veszélyhelyzetben

### 3.2.1 A nukleáris veszélyhelyzet fogalomköre

Nukleáris veszélyhelyzetnek tekintendő minden rendkívüli esemény következtében előálló állapot, amelyben a lakosságot érintő következmények elhárítása vagy enyhítése érdekében intézkedésekre van vagy lehet szükség (ld. Atomtörvény 2. § s) pontja). A rendkívüli esemény az atomenergia alkalmazását szolgáló létesítményben, berendezésben vagy radioaktív (nukleáris) anyaggal végzett tevékenység során - bármilyen okból - bekövetkező olyan esemény, amely a biztonságot kedvezőtlenül befolyásolhatja, és az emberek nem tervezett sugárterhelését, valamint a környezetbe radioaktív anyagok nem tervezett kibocsátását eredményezi vagy eredményezheti (ld. Atomtörvény 2. § r) pontja).

Az OBEIT veszélyhelyzeti tervezési kategóriáit követve nukleáris veszélyhelyzet Magyarországon a négy nukleáris létesítményben, a nagy, közepes és kis aktivitású radioaktív forrásokat és anyagokat alkalmazó izotóplaboratóriumokban, illetve tevékenységek, például gyógyászati alkalmazás, radiográfiai ellenőrzések, radioizotópok szállítása során alakulhat ki. Ide sorolandók a radioaktív anyagokkal elkövethető visszaélések következtében előálló veszélyhelyzetek. Közvetve érintheti Magyarországot külföldi nukleáris létesítményben bekövetkező, de a határokon keresztül területünkre átnyúló nukleáris veszélyhelyzet is.

### 3.2.2 Riasztás

A riasztás folyamata a veszélyhelyzet észlelésével indul, és magába foglalja a kialakult vagy várható állapot veszélyhelyzeti osztályba sorolását és a belső és külső szervek első értesítésével zárul.

A magyarországi nukleáris létesítményekre vonatkozó előírások garantálják, hogy az esetlegesen kialakuló veszélyhelyzet osztályozását követően 15 percen belül riasztást kapnak az ONER szervek, a létesítmények ez irányú felkészültségét rendszeres riasztási gyakorlatokkal és ellenőrzésekkel teszteljük. Külföldi nukleáris veszélyhelyzet kialakulásáról a riasztás - az érvényes több- és kétoldalú nemzetközi egyezményeknek köszönhetően - 2 órán belül megérkezik a felelős ONER szervekhez (KüM és OAH), az országok riasztás adására való felkészültségét a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és az EU rendszeres riasztási gyakorlatokkal teszteli és ellenőrzi.

A radiológiai létesítmények, valamint a radioaktív anyagokkal tevékenységet végzők vonatkozásában a hazai szabályozási rendszer jelenleg nem tartalmaz a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelethez hasonló egységes szerkezetű, a nemzetközi normáknak és ajánlásoknak is megfelelő előírásrendszert a riasztási kötelezettségre és a riasztási szintidőre. Nem szabályozott a radiológiai létesítmények, illetve a radioaktív anyagokkal tevékenységet végzők által haladéktalanul értesítendő ONER szervek köre sem, ezért a riasztási folyamat esetleges és bizonytalan.

### 3.2.3 A rendszer működésbe lépése

A működésbe lépés a kialakult vagy várható veszélyhelyzetről szóló első értesítések fogadásától az ONER szervek működésének megkezdéséig tart. A folyamatban kiemelkedő jelentőséggel bír a működésbe lépést elrendelő Kormányzati Koordinációs Bizottság elnöki döntés meghozatala, amely jelenleg számos bizonytalansággal terhelt.

A nukleáris létesítményekre kialakított jelentési rendszer működéséből adódik, hogy adott üzemzavarról - nukleáris biztonsági hatósági feladatköréből fakadóan - az OAH korán, még annak esetleges veszélyhelyzetté eszkalálódása előtt értesül. A 89/2005. (V. 5.) Korm.

rendeletben szabályozott bejelentési kötelezettségben, mint elsődlegesen értesítendő közigazgatási szerv, a veszélyhelyzeti riasztás első értesítettjei között szerepel az OAH. Hazánkat fenyegető külföldi nukleáris veszélyhelyzet kialakulásáról mind a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség „EMERCON”, mind az EU „ECURIE” gyors értesítési rendszerében az ONER szervek közül az OAH értesül elsőként, mint nemzeti illetékes hatóság.

Ezért mind hazai, mind külföldi nukleáris veszélyhelyzet kialakulása esetén az OAH már jelenleg is kulcsszerepet játszik az ONER működésbe lépéséről szóló döntés előkészítésében. Részvétele az ONER működésbe lépéséről szóló döntés megalapozásában megkerülhetetlen.

### 3.2.4 A nukleáris veszélyhelyzet értékelése, óvintézkedések megalapozása

Az ONER működését szabályozó 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet számos pontjában írja elő az OAH részvételét a veszélyhelyzet értékelésében, az óvintézkedések megalapozásában (ld. 5. § (2), 7. § (3) és (4) bekezdés). A döntés megalapozó tevékenység szempontjából fontos megkülönböztetni a veszélyhelyzet (a) nagyon korai, (b) korai és (c) késői időszakait.

- (a) A 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet 7. § (3) bekezdésében hazai kialakulású veszélyhelyzet nagyon korai időszakában - azaz a Kormányzati Koordinációs Bizottság Nukleáris Védekezési Munkabizottság (KKB NVM) működésének megkezdése előtt - a balesetet szenvedett létesítmény vezetőjének felelősségébe utalja a tájékoztatás és döntésmegalapozás felelősségét. A megfogalmazást általánosan értelmezve ez a felelősség a radiológiai létesítmények és a nukleáris és radioaktív anyagokat alkalmazó tevékenységek vezetőjére is kiterjed. Ugyanakkor, ilyen irányú feladataikra jelenleg csak a hazai nukleáris létesítmények készülnek és gyakorolják, és az OAH érvényes hatásköréből adódóan hatósági ellenőrzések is csak nukleáris létesítményeknél történnek.

Külföldön bekövetkező nukleáris veszélyhelyzet esetén a döntések - helyesen - az OAH-tól kapott tájékoztatás és javaslat alapján születnek. Ezen a területen tehát a jelenleg folyó tevékenységek folytatásán, gyakorlásán túl nem jelentkeznek további feladatok.

A 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet 7. § (2) bekezdése szerint a KKB NVM működésének megkezdéséig az Operatív Törzs végzi a döntések előkészítését és végrehajtását. Ismerve az ONER szervek felkészültségét, működését és működési feltételeiket, valamint az elmúlt időszakban megtartott országos nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok értékelését megállapítható, hogy ez a jogszabályi előírás nem megfelelő. A felelőségek és feladatok tekintetében jelentős átfedéseket eredményez, duplikálja a döntés-előkészítéshez szükséges eszközöket és erőforrásokat és lassítja a döntési folyamatot.

- (b) A veszélyhelyzet korai időszakában, azaz működésbe lépése után a döntés-előkészítés a KKB NVM felelősségébe tartozik. A döntéseket megalapozó szakmai helyzetértékeléseket és óvintézkedési javaslatokat az OAH bázisán működtetett KKB NVM Szakértői Részleg dolgoz ki (ld. 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet 7. § (4) bekezdés). Ugyanakkor a kormányrendelet 15. § (4) bekezdés e) pontja alapján ilyen döntésmegalapozó tevékenységet végez az ÖTM OKF bázisán létrehozott NBIÉK is, amely az OSJER részeként működik. Az NBIÉK ilyen célú létrehozása indokolatlan, szerepe tisztázatlan, működése félreértések kialakulásához vezet, miként ezt az elmúlt években megtartott országos nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok tapasztalatai is megmutatták.

- (c) Az óvintézkedések megalapozásának, előkészítésének és végrehajtásának folyamata a veszélyhelyzetek késői időszakában a legkevésbé szabályozott terület. Nyilvánvaló, hogy ebben az időszakban a mezőgazdasági termelést és az élelmiszerfogyasztást korlátozó, illetve az élet egyéb területeit érintő, ún. „lágy” óvintézkedések kidolgozása, valamint a korábban meghozott döntések fokozatos feloldása a legfontosabb feladat. Mind a szükségessé váló óvintézkedések kidolgozásához, mind a korábban meghozottak feloldásához konkrét helyi mérési eredmények és elemzések szükségesek. Emiatt fokozatosan csökken az ONER központi irányításának és döntési mechanizmusának szerepe, és felértékelődik a területi és helyi szervek jelentősége.

### 3.2.5 A nemzetközi szakmai tájékoztatás és kapcsolattartás

A nemzetközi szakmai tájékoztatást és kapcsolattartást a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség „EMERCON” és az EU „ECURIE” irányába, jogszabályi felhatalmazása alapján, mint nemzeti illetékes hatóság az OAH végzi. Ez a tevékenység mind jogszabályi, mind technikai alapjait tekintve rendezett. Ugyanakkor jogszabály (248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet 15. § (4) bekezdés f) pontja) a hazai és a külföldi sugármérési adatok vonatkozásában az ÖTM OKF NBIÉK-hez rendeli ezt a felelősségi kört.

## 4. A jelenlegi helyzet értékelése és javaslatok a javításra

### 4.1. A jelenlegi helyzet kritikája

#### 4.1.1 Jogi szabályozási gondok

Az 1. részben részletesen leírt jelenlegi rendszerből következik, hogy a sugárvédelmi alapszabályokra vonatkozó jogszabályokat az egészségügyi miniszter bocsátja ki, ő határozza meg a lakossági és munkahelyi dóziskorlátokat, és az egészségügyi szervek állapítják meg az egyes létesítményre vonatkozó dózismegszorításokat. A dózismegszorításokból levezethető kibocsátási korlátokat általában, valamint a sugárforrásokat használó intézményekre (főképp az izotópdiagnosztikai vizsgálatokat és terápiás kezeléseket végző kórházakra) a környezetvédelemért felelős tárcát vezető miniszter határozza meg, de a nukleáris létesítmények esetében magának a létesítménynek kell egyedi - modellezésen alapuló - származtatást végeznie, majd az így kapott „testre-szabott” kibocsátási korlátokat az OAH határozata érvényesíti, amely határozat előtt a környezetvédelmi hatóság szakhatósági véleményét ki kell kérni.

Mindez azt jelenti, hogy a kibocsátási korlátok meghatározásában több államigazgatási szerv vesz részt, a hosszadalmas egyeztetések több lépcsőben történnek.

**Nehezíti a jogalkotást, hogy - az OAH-t kivéve - a jogalkotási feladatok olyan minisztériumokhoz vannak rendelve, amelyekben a sugárvédelem - a tárca rengeteg más feladatát tekintve teljesen érthetően - nem főkérdés. Ennek következtében a jogalkotás sokszor késedelmes, sőt arra is volt már példa - éppen a sugárvédelem alapelveit és alapvető normáit szabályozó egészségügyi miniszteri rendelet esetében -, hogy az OAH-nak magához kellett ragadnia a kezdeményezést, és lényegében el kellett készítenie/készíttetnie a végül - természetesen a megfelelő konzultációk után - a minisztérium által kiadott rendeletet.**

Az élelmiszerekben és takarmányokban megengedhető legmagasabb radioaktivitáskoncentrációkat a földművelésügyi tárcát irányító miniszter határozza meg. Jogilag erősen vitatható, hogy ha az egészségügyi miniszter felelős a lakosság egészségéért, és ezen belül a

radioaktív sugárzástól eredő dózis korlátozásáért, akkor a lakosság által fogyasztott élelmiszerek radioaktív koncentrációját miért a földművelésügyi tárca korlátozza, hiszen az élelmiszerfogyasztás egyértelműen meghatározza a lakossági belső dózisterhelésnek a lenyelésből eredő hányadát.

A radioaktív anyagok illetve ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések birtoklásának, illetve üzemeltetésének engedélyezése az egészségügyi tárcahoz tartozó ÁNTSZ feladata, viszont a nukleáris és radioaktív anyagok felügyeletét, a nukleáris anyagok és technológiák export-importját az OAH engedélyezi, az anyagok elhelyezkedésének és forgalmának a nyilvántartása ugyancsak az OAH feladata.

Mint a 3. részben ismertettük, még bonyolultabb a nukleáris veszélyhelyzeti kiértékelés és döntés helyzete. A nukleáris helyzet elemzése, értékelése és a várható kibocsátások előrejelzése egyértelműen az OAH feladata.

A sugárvédelmi helyzet értékelése az OAH feladata, de az Önkormányzati és Területfejlesztési Minisztériumhoz tartozó Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság is működtet kiértékelő és elemző központot. A két szervnél párhuzamosan folyik az elemzés, részben azonos, részben többé-kevésbé eltérő szoftverekkel.

A jogi környezet és a tényleges felépítés ellentmondását jelzi, hogy bár a - rendkívül hosszadalmas egyeztetés után létrejött - 40/2000. (III. 4.) Korm. rendelet a sugárvédelmi helyzet értékelését egyértelműen az OAH feladatává teszi, az EU K+F keretprogram keretében kifejlesztett RODOS baleseti helyzetértékelő központ - egy korábbi döntés alapján - az OKF kiértékelő és elemző központjába lett telepítve. Ugyancsak az OKF központban van a környezeti sugárvédelmi mérések nemzetközi adatsere központja, miközben a veszélyhelyzeti nemzetközi gyorsértesítés az Atomtörvény értelmében az OAH feladata.

#### 4.1.2 A hatékony hatósági munka akadályai

A nukleáris biztonsági követelmények meghatározása és betartásának ellenőrzése egyértelműen az OAH feladata. Az Atomtörvény szerint nukleáris létesítmények esetében az OAH feladata a műszaki sugárvédelmi engedélyezés és ellenőrzés, de a műszaki sugárvédelem meghatározását a törvény nem tartalmazza. Emiatt nincs jogi garancia arra, hogy a szabályozási, engedélyezési és ellenőrzési hatáskörök tekintetében ne alakulhassanak ki konfliktusok az egészségügyi hatóságok és az OAH között. Az, hogy ilyen konfliktusok a gyakorlatban nem alakultak ki, pusztán a hatóságok szakemberei között kialakult jó emberi-szakmai viszonyok következménye.

Az előző részben ismertetett összetett hatósági rendszerből következik, hogy új berendezések építése, a létesítményekben létrehozandó módosítások engedélyezése során **a létesítménynek - egymással szorosan összefüggő kérdésekben - hol az egészségügyi, hol a környezetvédelmi hatóságtól, hol az OAH-tól engedélyt kell kérnie.** Ez természetesen esetenként az engedélyezési folyamat lelassulásához vezet, s nem felel meg az „egyablakos ügyintézés” követelményének.

A radioaktív anyagok, illetve ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések birtoklásának, illetve üzemeltetésének engedélyezése az egészségügyi tárcahoz tartozó ÁNTSZ feladata, viszont a nukleáris anyagok és technológiák export-importját az OAH engedélyezi, az anyagok elhelyezkedésének és forgalmának a nyilvántartása ugyancsak az OAH feladata.

Az engedélyezés és a nyilvántartás szétválasztásával a források mozgásának követése nehézkessé vált, két külön hivatalban kellett a szakterület sugárvédelmi és jogi normáinak ismeretével egyaránt rendelkező szakember-gárdát létrehozni.



A megosztottság következtében mind máig nem megoldott a források meglétének fizikai (tehát nem csak könyvelési szintű) ellenőrzése, pedig ennek a jelentősége az elmúlt években világszerte a figyelem középpontjába került, hiszen a politika felismerte a radioaktív anyagok rosszindulatú felhasználásával lehetséges terrorista fenyegetés elhárításának fontosságát.

**Különösen aggályosnak tartjuk, hogy az államigazgatás jelenlegi átszervezése során a környezetvédelmi tárca vidéki felügyelőségei közül éppen a paksi atomerőmű ügyeit intéző bajai székhelyű Alsó-Duna-völgyi Felügyelőség szűnt meg. Az egészségügyi hatóságnál a sugárvédelmi ügyekre speciálizálódott tisztiorvos asszonyt nyugdíjazták, utódlása több hete megoldatlan. Nyugdíjazták az atomerőmű ügyeit az intéző szekszárdi ÁNTSZ Sugáregészségügyi Decentrum vezetőjét is, a szekszárdi decentrumot Pécsről irányítják.**

#### 4.1.3 A mérőhálózatok megosztottságának következményei

A magyar rendszer szétagoltságának egyik legfőbb hátránya a különböző minisztériumok által működtetett ellenőrző rendszerek (mérőhálózatok) párhuzamos munkájából adódó (ember- és költségigényes) átfedés. Az Európai Bizottság szakértői csoportja 2004-2005-ben megvizsgálta a magyarországi radioaktívanyag-kibocsátás ellenőrzési és sugárvédelmi környezetellenőrző rendszerek működését. A vizsgálat megállapította, hogy Magyarország rendelkezik a megkívánt mérőhálózattal, műszerezettséggel és szakember állománnyal, de ajánlásai között megfogalmazta, hogy „**a magyar kormány az Euratom Szerződés 35. és 36. cikkének vonatkozásában foglalkozzon a minisztériumi hatásköröknek a környezetellenőrzés területén jelenleg tapasztalható összetettségével**”.

A Paksi Atomerőmű hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrzését három minisztérium számos, egymás közelébe telepített - s így érdemi többlet információt nem adó - laboratóriuma végzi. A Paks környéki mérések összesítésére hozták létre a Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszert (HAKSER), amelynek keretében évente közzéteszik a különféle hatóságok által végzett mérések eredményeit.

Még összetettebb a helyzet az ország egyéb pontjain végzett mérésekkel. Mintavételezést és mintaméréseket három minisztérium laboratóriumai végeznek.

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium környezetvédelmi felügyelőségei és főfelügyelősége 13 mérő és értékelőhelyet működtet, amelyeken - többek között - sugárvédelmi méréseket is végeznek. Emellett a minisztériumhoz tartozó Országos Meteorológiai Szolgálat is üzemeltet két állomásán ún. aeroszol mintavevőt. Hasonló jellegű környezeti mintákat mér az egészségügyi tárcához tartozó 8 ÁNTSZ laboratórium (ezek méréseit foglalja össze az egészségügyi tárca saját radiológiai hatósági rendszere az ERMAH) és a földművelésügyhöz tartozó 14 állomás.

Az országban végzett hatósági és üzemeltetői mérések eredményeinek gyűjtésére létrehozott Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) jelentéséből kitűnik, hogy a kellő koordináció hiányában helyenként átfedések vannak, azaz több hatósági laboratóriumban mérnek azonos mintákat, illetve bizonyos fontos minták mérése kimarad. Természetesen a laborok műszerezettsége és méréstechnikai gyakorlata eltérő, és ebből adódóan az egységes méréskiértékelés sem oldható meg.

**A sokféle rendszer a témával foglalkozó szakemberek számára is nehezen értelmezhető név és rövidítés dzsungelhez vezet. Ugyanannak a mérőállomásnak ugyanaz a mérési eredménye megjelenhet alkalmasint az ERMAH, a HAKSER, az OKSER és az OSJER adatbázisában.**

#### 4.1.4 Az összetett balesetelhárítási rendszer problémái

A 4.1.1 pontban már ismertettük, hogy - a hatályos Korm. rendelettel ellentétesen - az országban két külön sugárvédelmi helyzetértékelő és veszélyhelyzeti döntés-előkészítő szervezet van a hazai nukleáris létesítményekben kialakuló, vagy a külföldön bekövetkező balesetekből hazánkra is átterjedő veszélyhelyzetek esetére.

**Veszélyhelyzetben, amikor - különösen a baleset úgynevezett korai fázisában - rendkívül fontos a gyors döntés és cselekvés, azaz az óvintézkedések minél előbbi elrendelése és megvalósítása, megengedhetetlen, hogy a döntéshozók elé két különböző döntés-előkészítő anyag kerüljön.** Ilyenkor a két szervezet közötti egyeztetés, a modellezési feltételek és az értelmezési kérdések tisztázása jelentős időkéséshez vezethet.

Az OAH-ban létrehozott balesetelhárítási szervezet az OAH általános szervezeti felépítésétől független, tagjait valamennyi szervezeti egység szakemberei alkotják. Ez azt jelenti, hogy nem kellett külön létszám a szervezet létrehozásához, a veszélyhelyzeti értékelésbe bevont szakemberek normál időszakban is a témával foglalkoznak, folyamatosan növelik szaktudásukat. Az OKF értékelő központjában külön erre a célra hoztak létre egy egységet.

A radiológiai következményekkel járó rendkívüli állapotok érzékelésének fontos eleme az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER). Az OSJER az egész ország területén mintegy 100 AMAR mérőállomáson méri a gamma-sugárzást, a mérőállomások jelzései az OKF központjába futnak be. A mérőállomások jelenleg négy különböző tárca felülete alá tartoznak, ennek következtében telepítésük esetleges, nem egyenletesen fedik le az ország területét, vannak „fehér foltok”. Egységes üzemeltetési, karbantartási és felújítási rendjük kialakítása nem oldható meg.

A csernobili atomerőmű baleset után világszerte kiépültek a nukleárisbaleset-elhárítási rendszerek. A csernobilit akár csak távolról megközelítő nukleáris baleset az elmúlt 20 évben nem történt, és - éppen a nukleárisenergia-termelő iparban végrehajtott számos biztonságnövelő intézkedés következtében - nagy valószínűséggel nem is fog történni. Ugyanakkor világszerte számos „kisebb”, néhány áldozatot követelő baleset történt, ipari, orvosi izotópok elvesztéséből, sugárforrások és berendezések gondatlan kezeléséből eredően. Ezek a balesetek egyre inkább ráirányítják a figyelmet a kisebb, nem-nukleáris létesítményben bekövetkező, úgynevezett radiológiai balesetek következményeinek elhárítására való felkészülés fontosságára. Magyarországon ennek a felkészülésnek a helyzete sem megnyugtató.

A radiológiai veszélyhelyzetek kezelésére az Egészségügyi Minisztériumhoz tartozó intézmény (OSSKI) rendelkezik készenléti szolgálattal. Ennek a szolgáltatnak kell kimennie például talált források azonosítására. Amennyiben a forrás lokalizálása lakosság által használt területek körülzárását igényli, az már az OKF feladata. A talált forrást az MTA egyik intézetébe kell szállítaniuk, a forrás azonosítását pedig az OAH által kezelt nyilvántartás alapján lehet megkísérelni. Az OAH-ban áll rendelkezésre a világszerte elveszett, illetve talált forrásokról szóló, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által kezelt, úgynevezett „illicit trafficking” jelentések gyűjteménye is.

#### 4.1.5 A fizikai védelem hiányosságai

A 2.5 fejezetben írtak alapján nagyon fontos - a nukleáris terror fenyegetettség fokozódásával világszerte egyre fontosabbá válik - a nukleáris és radioaktív anyagok, illetve nukleáris létesítmények fizikai védelmének átfogó, koherens hazai szabályozása.

A nukleáris és radioaktív anyagok, valamint a nukleáris létesítmények fizikai védelmének hatósági felügyeletére vonatkozó kérdések szabályozása Magyarországon folyamatos fejlesztést igénylő feladat. Az ország ilyen szempontú fenyegetettségének értékelése - amiből az egyes felhasználók a tervezésnél figyelembe veendő fenyegetettséget levezethetik - még kidolgozás alatt áll. A fizikai védelmi hatósági feladatok pontos elosztása az OAH és a rendészeti szervek között még kidolgozásra vár.

## 4.2. Nemzetközi tendenciák

Az atomenergia első, főként orvosi alkalmazásának megindulása után, már az 1930-as években az iparilag fejlett országokban létrehozták a sugárvédelmi hatóságokat, s ezek - a felhasználás körének megfelelően - az egészségügyi adminisztráció keretében kezdték meg működésüket.

Az 1950-es évektől egyes országokban a nukleáris fegyverkezés, illetve erőműépítés és üzemeltetés kettős feladatának az ellátására, más országokban csupán a békés célú tevékenység támogatására jöttek létre az atomenergia bizottságok. Ezek a bizottságok fokozatosan átvették a biztonság szabályozásának és ellenőrzésének a felügyeletét is.

Egyrészt a felhalmozódott tapasztalatok elemzése, másrészt az atomenergia békés célú alkalmazásával kapcsolatos társadalmi aggályok megjelenése arra utalt, hogy az elterjedés szorgalmazásáért (legjelesebb példaként a villamosenergia-ellátásért) felelős szervezeteket, és a biztonságért felelős szervezeteket célszerű szervezetileg is különválasztani. A korábbi atomenergia bizottságok sorra megszűntek, a technológia elterjesztésére vonatkozó funkciókat az alkalmazásban illetékes tárcák vették át, és ezzel párhuzamosan létrejöttek a nukleáris biztonságért felelős - az energiatermelésben érdekelt intézményektől független - hatóságok.

Az ezredfordulóra a legtöbb országban létrejött a nukleáris létesítmények (atomerőművek, kísérleti reaktorok, nukleáris üzemanyagok gyártásával, kezelésével, elhelyezésével foglalkozó intézmények) működését szabályozó és ellenőrző független hatóság, de megmaradt a sugárvédelmi alapelvek és normák megállapítására és ellenőrzésére korábban alakított - és többnyire az egészségügy keretében működő - hatóság is.

A sugárbiztonságot érintő megosztott hatósági rendszer más elemei (a radioaktív és nukleáris anyagok nyilvántartásának, szállításának, kereskedelme védelmének szabályozása és felügyelete, a balesetelhárítási felkészülés) országonként a hagyományoktól függően más - más fennhatóság alá kerültek.

A két - egymáshoz szorosan kapcsolódó feladat- és hatáskörrel rendelkező - hatóság, a sugárvédelmi és a nukleáris biztonsági hatóság párhuzamos működtetése felesleges átfedésekhez és olykor ellentmondásokhoz vezethet. **Ezért egyre több országban kezdték meg a különálló szervezetek összevonását, egyetlen sugárvédelmi és nukleáris hatóság létrehozását.** Három esetet mutatunk be példaként:

- Finnországban 1958-ban jött létre a kórházakban működő sugárzó berendezéseket, eszközöket felügyelő hatóság, amely 1984-ben alakult át „Finn Sugárvédelmi és Nukleáris Biztonsági Hatóság”-gá (STUK). A STUK (amely összességében több mint 300 fős intézet) feladata a sugárvédelmi környezetellenőrzés is.
- A Cseh Köztársaságban 1993-ban hozták létre a nukleáris biztonságot és a sugárvédelmet egyaránt felügyelő - mintegy 200 főt foglalkoztató - hatóságot (SÚJB). A hatóság 1997 óta független kormányzati testület. Ehhez a hatósághoz tartozik a Nemzeti Sugárvédelmi Intézet.

- Franciaországban 2002-ben alakult meg a központi nemzeti hatóság (ASN), a nukleáris biztonságért és a sugárvédelemért felelős hatóságok összevonásával. Az új hatóság akkor három minisztérium fennhatósága alá került. 2006 júniusában megszűnt a minisztériumi felügyelet, az ANS „független hatósági” státuszba került, irányítását ötfős testület végzi, ennek három tagját a köztársasági elnök, egyet-egyét pedig a parlament, illetve a szenátus elnöke nevezi ki.

**A terrorista fenyegetés világszerte tapasztalható erősödése nyomán a közelmúltban komoly erőfeszítések történtek mind a nukleáris és radioaktív anyagok pontos hatósági nyilvántartása és szigorú hatósági felügyelete, mind a fizikai védelmi kérdések terén.** Megjelentek az Európai Uniónak a radioaktív anyagok és hulladékok szállítására vonatkozó rendeletei; a nagy aktivitású források nyilvántartására vonatkozó rendelet; a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség égisze alatt létrejött a fizikai védelelről szóló egyezmény, és a radioaktív anyagok csomagolására, szállítására vonatkozó ajánlás. A nukleáris anyagok katonai célokra való átirányításának megakadályozását szolgáló biztosítéki rendszert továbbfejlesztették, a nemzetközi szállítási egyezmények tovább szigorodtak.

### 4.3. Az egységes hatóság kiépítésének terve

#### 4.3.1 Szervezeti elképzelés

Az Atomtörvény alapján az OAH alapvető feladata az atomenergia biztonságos alkalmazásával, különösen a nukleáris anyagok és létesítmények biztonságával, a nukleárisbaleset-elhárítással kapcsolatos hatósági feladatok összehangolása, illetve ellátása. Ennek megfelelően **az OAH-ban kialakult az a szakember-bázis, amely az atomenergia alkalmazásainak egészét képes áttekinteni, megteremtődtek a feltételei egy egységes sugárbiztonsági és nukleáris biztonsági hatóság létrehozásának.**

Az egységes szervezetben rendelkezésre állna mindaz a szakmai és jogi tudás, amely most szétszórta jelenik meg. Azzal, hogy egyetlen intézményben dolgoznának nukleáris biztonsági, biztosítéki, sugárvédelmi, fizikai védelmi és jogi szakértők lényegesen koherensebb, a mai kor követelményeinek jobban megfelelő szabályozási rendszer lenne kiépíthető. Létrejöhetne az az egységes szabályozási hierarchia (törvény, rendeletek, szabályzatok, útmutatók), amely a nukleáris biztonság területén már kialakult.

Megoldható a nukleárisbaleset-elhárítási felkészülés egységesítése; a nukleáris és radiológiai balesetek esetén szükséges helyzetelemzés, és veszélyhelyzeti döntés-előkészítés az OAH már meglévő balesetelhárítási központjában. Az OSJER/AMAR rendszer is célszerűen és egységesen működtethető az OAH keretében.

Az OAH-ban igen komoly infrastruktúra alakult ki. A hivatal MSZ EN ISO 9001:2001 szerinti minőségirányítási rendszerrel rendelkezik. Az OAH számítástechnikai felszereltsége jó, több éve működik egy Lotus alapú elektronikus iratkezelési rendszer.

Az OAH jelenleg a budapesti központ mellett egy paksi kirendeltséget működtet. Ez a kirendeltség ma lényegében az atomerőműhöz kapcsolódó ellenőrzési feladatokat látja el. Amennyiben az egységesítés létrejön a paksi kirendeltséghez célszerű lenne sugárvédelmi hatósági tevékenység (engedélyezés, ellenőrzés) telepítése is. Ugyancsak ehhez a kirendeltséghez csatlakozna az atomerőmű hatósági környezeti mérési laboratóriuma is.

Az utazási költségek csökkentésére célszerű régióként további egy kirendeltség létesítése. Ezek a kirendeltségek végeznék a helyi hatósági ellenőrzéseket és a környezeti minták begyűjtését és helyszíni mérését, vagy a budapesti laboratóriumba történő továbbítását.

Az OSJER/AMAR állomások üzemeltetése és karbantartása, valamint a mérőlaboratóriumok működtetése alapvetően háromféleképpen képzelhető el:

(A) Az OAH kibővítése az OSJER/AMAR állomások üzemeltetésért, karbantartásáért felelős személyzettel, műszaki felszereléssel. Az OAH kibővítése a mérések elvégzésére felkészített laboratóriumokkal, a méréseket végző személyekkel (lényegében ez a megoldás a finn hatóság esetében).

Előny: teljesen egységes szervezet.

Hátrány: az államigazgatáshoz közvetlenül tartozó szervezet növekedése.

(B) Önálló - de az OAH felügyelete és irányítása alá tartozó - non-profit sugárvédelmi szervezet létrehozása.

Előny: az összes műszaki kérdés egy kézben lenne.

Hátrány: egy stabil intézmény létrehozásával kiiktatnánk a versengést.

(C) Az OAH meghatározza a technikai feladatokat, a megvalósításra pedig pályázatokat ír ki. Elképzelhető, hogy más cég végzi az OSJER/AMAR mérőállomások üzemeltetését, és más - megfelelően felszerelt és akkreditált - laboratórium(ok) végzi(k) a környezeti mintavételezést és méréseket.

Előny: várhatóan - a szabad verseny következtében - kisebb költségekkel jár.

Hátrány: a központi irányítás kevésbé garantálható.

#### 4.3.2 Az egységesítés jogalkotási előnyei

Jelenleg a sugárvédelmi jogi szabályozás, az ellenőrzés és a mérőhálózat üzemeltetése olyan tárcákhoz tartozik, amelyekben nem ez a fő feladat. A sugárvédelmi jogalkotás, a hatósági munka és a mérőhálózatok fejlesztése emiatt - indokoltan - sokszor a tárcák más fejlesztési igényei, teendői mögé szorul. A szabályozási és ellenőrzési tevékenységek áthelyezése az Országos Atomenergia Hivatalba azzal járna, hogy **az atomenergia alkalmazásának biztonságát érintő összes kérdés olyan szervezet kezébe kerülne, amelynek ez a fő feladata.**

Az OAH-ban a nukleáris biztonsági szabályozásban már meghonosított az a rendszer, amelyben a hatóság útmutatókat ad ki az engedélyezők számára. Ez a rendszer a sugárvédelmi engedélyezésben is megvalósítható.

Egyszerűbbé válna az EU jogalkotási folyamatok követése és az új EURATOM jogszabályok hazai rendszerbe illesztése is, hiszen az Unió bizottságaiban zömében az OAH szakemberei képviselik hazánkat.

Az Atomtörvény felhatalmazása alapján a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel is az OAH tartja a kapcsolatot, így a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség sugárvédelmi ajánlásainak hazai jogrendbe ültetése is közvetlenül valósulna meg.

Az OAH készíti el a NAÜ égisze alatt létrejött nemzetközi egyezmények végrehajtásának igazolásához szükséges nemzeti jelentéseket is.

#### 4.3.3 Az egységesített hatósági ügyintézési előnyei

**Felgyorsulna az ügyintézés folyamata, hiszen megszűnne a különböző tárcákhoz tartozó hatósági szervek közti - olykor hosszadalmas - egyeztetés.**

Az engedélykérelmek elbírálásakor és az ellenőrzések folyamán egységes szemléletmód érvényesülne, egységes módszereket lehetne bevezetni, ezzel **növekedne az engedélyesek jogbiztonság-érzete**.

A sugárvédelmi engedélyezések segítésére kiadandó hatósági útmutatók rendszere megkönnyítené az engedélyért folyamodók (például röntgen-berendezést üzemeltetni kívánó orvosok) munkáját. Az OAH által kiadott útmutatók egységes szerkezete a nukleáris biztonsági és sugárvédelmi engedélyért folyamodó létesítmények előkészítő munkáját egyszerűsítene.

#### 4.3.4 Az egységesítés sugárvédelmi mérési környezetellenőrző rendszer előnyei

A mérés-technikai előnyök mindenekelőtt abban mutatkoznak meg, hogy az egész országra konzekvens, a kor követelményeinek megfelelő hatósági mérési programot lehet megvalósítani. Megszűnnének az átfedések és a „fehér foltok”. A mérési módszerek egységesítésével az eredmények közvetlenül összehasonlíthatóvá válnak. Egységes műszerpark alakítható ki.

Az egységes hatóság létrejöttével feleslegessé válik a - jelenleg csak a paksi atomerőmű környezetére vonatkozó - HAKSER működtetése, illetőleg az egész országra kiterjedő egységes hatósági mérőrendszer alakítható ki. Az OKSER tevékenysége a hatósági és a létesítményi rendszerek eredményeinek összegzésére redukálódik.

Egyetlen hatóságnál jelennek meg az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer hálózatok mérési eredményei és a laboratóriumi eredmények, normál körülmények között és baleseti helyzetben egyaránt. **Megszűnik a 4.1.3 pontban leírt rendszer, elnevezés és rövidítés kuszaság, egyetlen központban jelennek meg a hatósági környezeti sugárvédelmi eredmények.** A hatósági rendszeren kívül (a létesítményekben, illetve kutatóintézetekben és egyetemeken) végzett mérések eredményeit szerződés alapján lehet az egységes rendszerbe integrálni.

Egyetlen pontban összpontosul az összes nemzetközi kapcsolattartás.

Csökken a meggyengült sugárvédelmi kutatások 2.7 pontban leírt szétszórtsága, egységes, a hatósági munka megalapozását célzó kutatási-fejlesztési program készíthető.

#### 4.3.5 Az egységesítés előnyei a nukleárisbaleset-elhárításban

A nukleáris és/vagy radiológiai veszélyhelyzetek kezelésében kulcsszerepet játszó döntés-előkészítő és végrehajtó szervek működésében a párhuzamosságok elkerülésével, a döntés-előkészítő feladatoknak **az OAH égisze alatti centralizálásával, valamint a végrehajtási feladatoknak az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság alatti összevonásával egyértelművé válnának a veszélyhelyzeti feladatok elvégzésére vonatkozó felelősségek, a döntéshozás gyorsabbá és megalapozottabbá válna.**

Az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer mérőállomásai is egyetlen gazda kezébe kerülnének, megoldhatóvá válna a karbantartások, felújítások ütemezhetősége.

A nukleáris és radioaktív anyagok teljes körű hatósági felügyeletéhez szükséges komplex tudásanyag (biztosítéki szempontok, anyagnyilvántartás, export/import figyelés, technológiai és fizikai védelmi ismeretek) is egyetlen intézményben állna rendelkezésre, ezzel az illegális felhasználás valószínűsége nagymértékben csökkenne.

#### 4.3.6 A fizikai védelmi feladatok egységes kezelésének előnyei

Az OAH végzi a nukleáris és radioaktív anyagok nyilvántartását, hatósági feladatokat lát el mind ezen anyagokra, mind a nukleáris létesítményekre vonatkozóan. Az OAH rendelkezik a fizikai védelem szervezeti alrendszerére vonatkozó szaktudással. A nukleáris biztonsági hatóság feladata, hogy biztosítsa, a nukleáris létesítmények és berendezéseik létesítése, átalakítása, stb. során a fizikai védelem és a további szempontok (pl. a kellő időben történő kezelési, üzemzavar-elhárítási célú megközelítés, a menekülés gyors lehetőségének biztosítása) megfelelő érvényesülését.

A hatóságok közötti kapcsolatok pontos meghatározásával, minimalizálásával, szükség esetén további néhány, a fizikai biztonság technikai alrendszerének elemeit kiválóan ismerő szakember felvételével **egy hatóság, az OAH egymaga eredményesebben tudná koordinálni az állami feladatok végrehajtását**, az egyes engedélyeseknél megvalósított fizikai védelmi rendszerek engedélyezését, ellenőrzését és értékelését.

#### 4.3.7 Az egységesítés gazdasági előnyei

A jogalkotási és hatósági feladatok (engedélyezés, ellenőrzés) megoldhatóak az OAH szervezeti bázisán, annak szerény mértékű bővítésével. A tevékenységi kör bővítésével csupán kismértékű irodai helyigény merül fel. Mind a területi növekedés, mind a létszámnövelés kisebb lenne a más területeken felszabaduló területnél, illetve létszámnál.

A radiológiai környezeti mérésekhez szükséges műszerpark összevonásából és a mérési eljárások egységesítéséből is jelentős megtakarítás származna, még a minták feldolgozásához szükséges vegyi anyagok nagyobb tételű központi megrendelése is árengedményekkel jár.

Az összevonás műszer és személyzet megtakarítási előnyeit az I. és II. táblázattal szemléltetjük.

A nukleáris veszélyhelyzeti döntés-előkészítő feladatok elosztásának megreformálása és az OAH-ban történő összevonása jelentős személyi és anyagi megtakarításokkal járna. Összevonhatóvá válna a felkészülési és veszélyhelyzeti feladatokhoz használt logisztikai és informatikai háttér, a párhuzamos feladatok megszüntetésével mind a felkészülési, mind a veszélyhelyzeti személyzet létszáma közel felére csökkenthető.

A nukleáris veszélyhelyzeti döntés-előkészítés összevonásából származó lehetséges létszám megtakarítást a III. táblázatban mutatjuk be.

**A részletes felmérés nélkül becsült teljes létszámcsökkenés mintegy 75 fő.**

**I. Táblázat.** A fontosabb hatósági környezeti sugármérő műszerek jelenlegi, és összevonás utáni állapota

tárca	HpGe detektor	alfa-spektrométer	kisháttérű kamra	éves mintaszám
KvVM	5	1	-	< 1000
EüM	13	1	2	4000
FVM	19	9	20	8000
<b>Összesen</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>~ 12 000</b>
<b>a tervezett összevonás után</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>~ 4000</b>

megjegyzés:

(1) Az alkalmazható műszerek száma állapotuk függvényében, a mintaszám a tényleges sikeres mérések számától függően kismértékben változik.

**II. Táblázat.** A sugárvédelmi mérésekkel, illetve hatósági felügyelettel foglalkozó munkatársak (diplomások és technikusok) száma a jelenlegi helyzetben, és az összevonás után

tárca	mérés (fő)	felügyelet (fő)
KvVM	3-4	~ 5
EüM	~ 25	~50
FVM	~ 30	~ 5
<b>Összesen</b>	<b>~ 60</b>	<b>~ 60</b>
<b>a tervezett összevonás után</b>	<b>25</b>	<b>~30</b>

megjegyzések:

(1) A megadott számok bizonytalansága abból ered, hogy egyes területi decentrumokban, illetve megyei szervezeteknél a méréseket végző személyek nem teljes időben foglalkoznak sugárvédelmi feladatokkal.

(2) Az utazási költségek enyhítésére régióként 2-3 felügyelő helyszíni elhelyezése az összevonás után is indokolt.

**III. Táblázat.** Nukleáris veszélyhelyzeti felkészüléssel, valamint bekövezetett veszélyhelyzet esetén a döntés-előkészítéssel foglalkozó munkatársak száma a jelenlegi helyzetben és az összevonás után

szerv	a felkészülés során (fő)	veszélyhelyzetben (fő)
OKF	12	12
OAH	4	15
EüM	2	2
<b>Összesen</b>	<b>18</b>	<b>29</b>
<b>a tervezett összevonás után</b>	<b>8</b>	<b>15</b>

## 5. Megvalósíthatóság

### 5.1. Szervezeti kérdések

#### 5.1.1 Az egységes hatóság létrehozása

Az egységes hatóság létrehozására a 4.3. pontban vázolt elképzelések alapján a hatósági feladatokat a közigazgatási régiók szerint célszerű elosztani. Budapesten kívül 6 vidéki régiós kirendeltségen kell koncentrálni a hatósági tevékenységet. Ez alól kivételt képez a paksi atomerőmű hatósági felügyelete, melyet nem a régióhoz, hanem az OAH-nak az atomerőműben működő kirendeltségéhez kell rendelni.

Kormányzati felhatalmazás birtokában az egységes hatóság létrehozása érdekében a következő előkészítő lépések szükségesek:

- felmérni az engedélyezési és ellenőrzési feladatokat, meghatározni a feladatok ellátásához szükséges követelményeket;
- a követelmények alapján felmérni az engedélyezési és ellenőrzési feladatok területi megoszlását;



- felmérni a jelenleg rendelkezésre álló infrastruktúrát;
- a feladatok területi megoszlása alapján meghatározni az egyes régiókban szükséges létszámot;
- az egyes régióban szükséges létszám ismeretében meghatározni a szükséges infrastruktúrát.

A szükséges jogszabályi háttér megteremtése után (lásd 5.2 fejezet), a fenti előkészítő lépések ismeretében:

- létre kell hozni a hatóság működéséhez szükséges infrastruktúrát;
- fel kell tölteni a személyi állományt elsősorban a Sugáregészségügyi Decentrumok személyi bázisából.

A megvalósításhoz szükséges időt csak becsülni lehet:

- az előkészítés (a jogi háttér megteremtése nélkül) nem igényel három hónapnál hosszabb időt;
- az egységes hatósági rendszer tényleges megteremtése, figyelembe véve a hatósági felügyelet folyamatos működésének fontosságát, mintegy hat hónapot vehet igénybe.

#### 5.1.2 Ellenőrző rendszerek (kibocsátás-ellenőrzés, környezeti monitorozás, távmérő-hálózatok)

Az ellenőrző rendszerek területén meg kell különböztetni a laboratóriumi hálózatot és a távmérőhálózatokat. A laboratóriumi hálózat egységesítésénél, a hatósági rendszerhez hasonlóan, a közigazgatási régiók szerint területi elosztást célszerű alapul venni.

Az egységes laboratóriumi ellenőrző rendszer létrehozásának érdekében a következő előkészítő lépések megtétele szükséges:

- fel kell mérni a kötelező állami feladatok körét a létesítmények radioaktív kibocsátásának ellenőrzése és a környezet radioaktív szennyezettségének ellenőrzése terén;
- fel kell mérni a nukleárisbaleset-elhárítási felkészülés területén szükséges, a kötelező állami gondosság alapján szükséges laboratóriumi kapacitás igényt;
- a felmérések alapján meg kell határozni a mérések minőségi és mennyiségi követelményeit (a mérések gyakoriságát), a mérőhelyek és mintavételi helyek területi eloszlását;
- a követelmények ismeretében meg kell határozni az infrastruktúra igényét régiónként, kiemelten a kémiai laboratóriumokra és a speciális műszerezettségre;
- az infrastruktúra ismeretében meg kell határozni az üzemeltetéshez szükséges személyi állományt.

Az ország területén működő 20-nál több laboratórium fenntartása sem szakmai szempontból, sem finanszírozási szempontból nem indokolt. Egy központi és hat vidéki regionális laboratóriummal a kötelező állami feladatellátás egységes szakmai irányítással, a jelenleginél jobb színvonalon, kisebb költséggel megvalósítható.

A szükséges jogszabályi háttér megteremtése után (lásd 5.2. fejezet), a fenti előkészítő lépések ismeretében:

- a felmérések alapján meg kell határozni az egységes laboratóriumi rendszer működtetési módját (4.3.1 pontban javasolt variánsokból választva);

- létre kell hozni a laboratóriumok regionális infrastruktúráját, alapvetően a jelenleg működő infrastruktúra felhasználásával;
- fel kell tölteni a személyi állományt és az eszköz/műszer-parkot elsősorban a Sugáregészségügyi Decentrumok és az FVM Radiológiai Ellenőrző Hálózat személyi és eszköz bázisából;

A megvalósításhoz szükséges időt csak becsülni lehet:

- az előkészítés (a jogi háttér megteremtése nélkül) nem igényel három hónapnál hosszabb időt;
- az egységes rendszer tényleges megteremtése, figyelembe véve a laboratóriumi munkák folyamatos működésének fontosságát, egy évet vehet igénybe.

A távmérőhálózatok vonatkozásában az előkészítés hasonló, mint a laboratóriumi hálózat egységesítésénél:

- fel kell mérni a jelenleg rendelkezésre álló széttagolt rendszer infrastruktúráját;
- meg kell határozni a kötelező állami feladat ellátáshoz szükséges minőségi és mennyiségi követelményeket;
- a követelmények ismeretében meg kell határozni a szükséges infrastruktúrát (esetleges fejlesztési igényeket) a mérőállomások és a központi adatgyűjtés vonatkozásában;
- meg kell határozni az infrastruktúra hatékony üzemeltetésének módját.

A hatékony üzemeltetés több módon képzelhető el:

- a széttagolt rendszer valamely eleméhez csatolni az összes mérőállomást;
- az egységes laboratóriumi hálózathoz rendelni a mérőállomások üzemeltetését;
- közbeszerzési pályázaton kiválasztott cégnek átadni az üzemeltetést.

A szakmailag és finanszírozási szempontból optimális üzemeltetést az előkészítés után lehet a 4.3.1 pontban ismertetett variánsokból kiválasztani.

A megvalósításhoz szükséges időt csak becsülni lehet:

- az előkészítés (a jogi háttér megteremtése nélkül) nem igényel három hónapnál hosszabb időt;
- az egységes rendszer tényleges megteremtése, figyelembe véve a folyamatos működés fontosságát, továbbá egy esetleges közbeszerzési pályázat idejét, egy évet vehet igénybe.

### 5.1.3 Adatgyűjtés, adatcsere-központ

Az egységes hatósági szerkezetnek, a kötelező állami feladat ellátásnak megfelelően az adatgyűjtő központokat és nemzetközi adatcsere-központot az OAH-ba kell áttelepíteni.

**Az elektronikus információ szabadságról szóló törvénynek megfelelően létre kell hozni a lakosság egységes tájékoztatását szolgáló rendszert, amelynek infrastrukturális feltételei az OAH-ban rendelkezésre állnak.**

A fenti feladatok előkészítése és végrehajtása nem igényel három hónapnál hosszabb időt.

#### 5.1.4 Az egységes baleseti döntés-előkészítő rendszer kialakítása

A baleseti döntés-előkészítő rendszer kialakításához szükséges az egységes laboratóriumi mérőhálózat és egységes távmérőhálózat létrehozása (lásd fent).

További feladat az egységesítés során a RODOS döntés-előkészítő rendszer áttelepítése az OAH-ba, továbbá egységes baleseti információs rendszer létrehozása. Az információs rendszer alapja az OAH nukleárisbaleset-elhárítási központjában alkalmazott informatikai rendszer lehet, melynek bővítésével létrehozható a döntéshozók számára is jól használható információs rendszer.

### 5.2. A szükséges jogi lépések

#### 5.2.1 Az átveendő feladatok felmérése, megállapítása

Az egyes feladatokat az alábbi csoportosításban érdemes felmérni:

- a) Egységes sugárbiztonsági feladatok.
- b) Környezeti kibocsátásokkal kapcsolatos feladatok.
- c) Nukleárisbaleset-elhárítási döntés-előkészítési feladatok.

#### 5.2.2 A módosítandó jogszabályok

Az 5.2.1 pont szerinti bontásban:

##### a) *Egységes sugárbiztonsági feladatok*

124/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény hatálya alá nem tartozó radioaktív anyagok, valamint ionizáló sugárzást létrehozó berendezések köréről (2. § az ÁNTSZ szerepét taglalja).

72/2000. (V. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazási körébe tartozó egyes anyagok, berendezések és létesítmények tulajdonjoga megszerzésének speciális feltételeiről, valamint birtoklásuk, üzemben tartásuk bejelentésének rendjéről (az egész rendelet az ÁNTSZ OTH feladatairól szól).

31/2001. (X. 3.) EüM rendelet az egészségügyi szolgáltatások során ionizáló sugárzásnak kitett személyek egészségének védelméről.

30/2001. (X. 3.) EüM rendelet a külső munkavállalók munkahelyi sugárvédelméről.

47/2003. (VIII. 8.) ESzCsM rendelet a radioaktív hulladékok átmeneti tárolásának és végleges elhelyezésének egyes kérdéseiről, valamint az ipari tevékenységek során bedúsuló, a természetben előforduló radioaktív anyagok sugáregészségügyi kérdéseiről.

16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról (a 64/2005. (XII. 22.) EüM rendeletben történt módosításokkal).

275/2002. (XII. 21.) Korm. rendelet az országos sugárzási helyzet és radioaktív anyagkoncentrációk ellenőrzéséről.

8/2002. (III. 12.) EüM rendelet az egészségügyi ágazat radiológiai mérő és adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről.

1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről (51.-52. §).

1991. évi XI. törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról.

2005. évi CLXXVI. törvény az állategészségügyről (41. §).

41/1997. (V. 28.) FM rendelet az Állat-egészségügyi Szabályzat kiadásáról (169. §).

17/1996. (I. 31.) Korm. rendelet a talált, illetve a lefoglalt radioaktív vagy nukleáris anyagokkal kapcsolatos intézkedésekről.

*b) Környezeti kibocsátásokkal kapcsolatos feladatok*

15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről.

*c) Nukleárisbaleset-elhárítási döntés-előkészítési feladatok*

248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről.

165/2003. (X. 18.) Korm. rendelet a nukleáris és radiológiai veszélyhelyzet esetén végzett lakossági tájékoztatás rendjéről.

### 5.2.3 A szükséges módosítások meghatározása

*a) Sugárbiztonság vonatkozásában:*

Az egészségügyről szóló 1997. évi CLIV. törvény 51. és 52. §-át és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról szóló 1991. évi XI. törvény 4. § (2) bekezdését hatályon kívül kell helyezni.

Az Atomtörvény 20. és 23. §-át hatályon kívül kell helyezni és ki kell egészíteni egy sugárbiztonságról szóló fejezettel. E fejezet az OAH hatáskörét egészítené ki az e törvény 20. §-ában az egészségügyi miniszter hatáskörébe, és a 23. §-ában a földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter hatáskörébe utalt feladatokkal. A 68. § (2) bekezdésében az egészségügyi miniszternek és a jogalkotásra adott felhatalmazásait vagy az OAH felügyeletét ellátó miniszter vagy a Kormány hatáskörébe kell adni, továbbá megfontolandó a 68. § (11) bekezdésének hatályon kívül helyezése vagy újraszabályozása.

Az egészségügyi szolgáltatások során ionizáló sugárzásnak kitett személyek egészségének védelméről szóló 31/2001. (X. 3.) EüM rendelet, a külső munkavállalók munkahelyi sugárvédelméről szóló 30/2001. (X. 3.) EüM rendelet, a radioaktív hulladékok átmeneti tárolásának és végleges elhelyezésének egyes kérdéseiről, valamint az ipari tevékenységek során bedúsuló, a természetben előforduló radioaktív anyagok sugáregészségügyi kérdéseiről szóló 47/2003. (VIII. 8.) ESzCsM rendelet, az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet és ezt a rendeletet módosító 64/2005. (XII. 22.) EüM rendeletet hatályon kívül kell helyezni, és egységes miniszteri rendeletben vagy kormányrendeletben kell az ott felsorolt kérdéseket szabályozni.

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény hatálya alá nem tartozó radioaktív anyagok, valamint ionizáló sugárzást létrehozó berendezések köréről szóló 124/1997. (VII. 18.) Korm. rendeletet, az atomenergia alkalmazási körébe tartozó egyes anyagok, berendezések és létesítmények tulajdonjoga megszerzésének speciális feltételeiről, valamint birtoklásuk, üzemben tartásuk bejelentésének rendjéről szóló 72/2000. (V. 19.) Korm. rendeletet, valamint a talált, illetve a lefoglalt radioaktív vagy nukleáris anyagokkal kapcsolatos intézkedésekről szóló 17/1996. (I. 31.) Korm. rendeletet hatályon kívül kell helyezni és újra kell szabályozni.

Az országos sugárzási helyzet és radioaktív anyagkoncentrációk ellenőrzéséről szóló 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendeletet és az egészségügyi ágazat radiológiai mérő és

adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről szóló 8/2002. (III. 12.) EüM rendelet hatályon kívül kell helyezni és újra kell szabályozni.

Az állategészségügyről szóló 2005. évi CLXXVI. törvény 41. §-ának a) pontjából „és a radiológia” szavakat hatályon kívül kell helyezni.

Az Állat-egészségügyi Szabályzat kiadásáról szóló 41/1997. (V. 28.) FM rendelet 172. §-ának b) pontjából „és radiológiai figyelő rendszert” szöveg valamint a 656. § (3) bekezdéséből a „radiológiai” szót hatályon kívül kell helyezni.

*b) A környezeti kibocsátások vonatkozásában:*

Az Atomtörvény 25. §-át hatályon kívül kell helyezni, és az OAH hatáskörét ki kell egészíteni a környezetvédelmi és vízügyi miniszternek a 25. §-ban meghatározott hatáskörével.

Az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendeletet hatályon kívül kell helyezni, és újra kell szabályozni.

*c) A nukleárisbaleset-elhárítás vonatkozásában:*

Az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről szóló 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendeletet valamint az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről szóló 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet módosításáról szóló 40/200. (III. 24.) Korm. rendeletet hatályon kívül helyezni és újra kell szabályozni.

#### 5.2.4 Az alapítói okirat módosítása

A jogszabályi változásoknak megfelelően szükséges az OAH alapító okiratának módosítása.

### 5.3. Infrastrukturális kérdések

#### 5.3.1 Az egységes elektronikus ügyintézés megvalósítása

**Az Országos Atomenergia Hivatal Integrált Irodai Rendszere alkalmas a kiterjedt elektronikus ügyintézés megteremtésére.** Jelenleg a felügyelt intézmények nincsenek felkészülve az elektronikus ügyintézésre, ezért ezen szervezetekkel együttműködve a nukleáris biztonsági területen 2007-ben teremtjük meg az elektronikus ügyintézés feltételeit. Ebbe a fejlesztésbe szervesen beilleszthető a sugárbiztonsági terület teljes körű elektronikus ügyintézésének kialakítása.

Ehhez a következő fejlesztések valósítandóak meg:

- bővíteni kell az OAH-t az Elektronikus Kormányzati Gerinchálózattal összekötő ráhordó hálózat sávszélességét (bővülő üzemeltetési költség);
- létre kell hozni a regionális irodák és az OAH közötti elektronikus kapcsolatot, lehetőleg az Elektronikus Kormányzati Gerinchálózat szolgáltatásának segítségével;
- növelni kell a LOTUS Notes kliens licencek számát;
- bővíteni kell a LOTUS adatbázisokat (saját erőforrások felhasználásával elvégezhető).

#### 5.3.2 Telephelyek számának csökkentése, összevonások, áttelepítések

Az engedélyezési és ellenőrzési feladatokat ellátó regionális irodákat célszerű a regionális laboratóriumokkal azonos helyen elhelyezni. Ez alól kivételt képez a budapesti elhelyezés, mivel a hatósági ügyintézés Budapesten az OAH székhelyére kerülne, míg a központi

laboratórium egy jelenlegi önálló laboratórium lenne. A regionális irodák és laboratóriumok egy helyen történő üzemeltetése csökkenti a fenntartási költségeket.

A 4.3 és az 5.1 fejezetben ismertetett elképzelések alapján a jelenleg 20-nál több laboratórium összevonásával kell létrehozni a szükséges egységes laboratóriumi hálózatot. A közigazgatási régiók szerinti megoszlás figyelembevételével összesen 7 laboratóriumba kell koncentrálni a feladatokat. A jelenleg meglévő laboratóriumok közül kell kiválasztani a legalkalmasabb laboratóriumokat, azok átalakításával a laboratóriumi infrastruktúra megteremthető. A jelenlegi laboratóriumok műszerállományából ki kell választani a feladat ellátásához szükséges műszereket, ezen műszerekkel kell felszerelni az új regionális laboratóriumokat.

Fejlesztési igények:

- egységesíteni kell a kiválasztott 7 regionális laboratórium felszereltségét, berendezés és eszköz állományát, műszer parkját;
- létre kell hozni a regionális laboratóriumok és az OAH közötti elektronikus kapcsolatot, lehetőleg az Elektronikus Kormányzati Gerinchálózat szolgáltatásának segítségével;
- az esetleges hiányzó műszerállományt pótolni kell.

## 5.4. Finanszírozhatóság

### 5.4.1 Évenkénti megtakarítások

A nyilvánosan hozzáférhető költségvetési adatokból nem lehet pontosan megállapítani, hogy az érintett tárcáknál ma mennyibe kerül az ott végzett hatósági, laboratóriumi és mérési feladatok ellátása. Nemcsak a kiadásokat nem tudjuk megállapítani, de az e tevékenységhez kapcsolódó forrásokat sem, mint saját bevétel, támogatás aránya, összege. Ezért csak becsült adatokat tudunk bemutatni. Nem ismert a laboratóriumok és mérőállomások eszközellátottságának pontos mértéke, összetétele, üzemeltetési, karbantartási ráfordítása.

A becslés igen nagy bizonytalansággal rendelkezik, az OAH 2006. évi elemi költségvetésének előirányzati adatai alapján történt. Feltételezve, hogy a létszám (138 fő) hasonló összetételű, mint az OAH-ban és mindenki köztisztviselő:

<i>Személyi juttatás</i>	1 000 M Ft
<i>Munkaadói járulék</i>	320 M Ft
<i>Dologi kiadások</i>	1 000 M Ft
<i>Intézményi beruházás (OAH 80 M Ft) becsült érték</i>	200 M Ft
<b>Becsült mai költségvetési kiadás</b>	<b>2 520 M Ft</b>

Átalakítás után a fenti feltételek fennállásával:  
(létszám megtakarításból következően 63 fő látja el a feladatokat)

<i>Személyi juttatás</i>	550 M Ft
<i>Munkaadói járulék</i>	165 M Ft
<i>Dologi kiadások (csökkenő labor, mérőáll.)</i>	850 M Ft
<i>Intézményi beruházás</i>	180 M Ft
<b>Becsült jövőbeni kiadás</b>	<b>1 745 M Ft</b>

**A fenti durva becslés alapján a várható megtakarítás - nem számolva az egyszeri átalakítási kiadásokkal - ~800 M Ft/év.**

#### 5.4.2 Az OAH megnövekedett feladatkörével járó kiadások fedezete

Magának az OAH-nak - mint egységes hatóságnak - természetesen megnövekednének a kiadásai. A megnövekedett kiadások fedezetére két forrás áll rendelkezésre:

- a hatósági engedélyezési eljárások lefolytatásakor beszedett igazgatási szolgáltatási díj;
- az állami feladatként jelentkező környezeti mérőhálózat fenntartására a balesetelhárítási felkészültséghez szükséges rendszer fenntartására, valamint a hatósági munka megalapozásához szükséges műszaki megalapozó tevékenységek finanszírozására az OAH-nak nyújtott költségvetési támogatások arányos megnövelése (a jelenleg több tárcához befolyó támogatások arányos részének átcsoportosításával).

#### 5.4.3 Egyszeri bevételek és kiadások

A mérő laboratóriumok és az irodai helyek számának csökkenésével épületek, épületrészek válnak szabaddá. Ezek értékesítéséből költségvetési bevételek származnak.

A bevétel várható mértéke csak a konkrét megvalósítási tervek alapján becsülhető.

Az összevonás során a következő egyszeri kiadásokkal kell számolni:

- az új struktúrában foglalkoztatni nem kívánt dolgozók végkielégítése;
- a létrehozandó új irodai helyek létesítése;
- az új laboratóriumok felszerelésének egységesítése;
- mérő- és adatgyűjtő központok egy helyre telepítése;
- az új munkahelyek bekapcsolása a közös informatikai rendszerbe.

Az egyszeri kiadások értékének meghatározására csak az elvi koncepciók elfogadását követő részletes tervek kidolgozása után kerülhet sor.

**Megítélésünk szerint, amennyiben a felszabaduló ingatlanok értékesítéséből keletkező bevételek az egységesítési projekt kiadásainak fedezésére fordíthatóak, és az új laboratóriumok már meglévő, kellően kiépített laboratóriumi helyekre kerülnek, az átalakításból származó bevételek nagyrészt fedezhetik az átalakítás várható kiadásait.**

## 6. Összegezett következtetések

A közleményben kritikai elemzés tárgyává tettük az atomenergia békés célú alkalmazásához kapcsolódó sugárbiztonsági és nukleáris biztonsági hatósági feladatok hazai helyzetét, ezen belül konkrétan

- áttekintettük az atomenergia békés célú alkalmazásával kapcsolatos jelenlegi jogi helyzetet, a hatósági hatáskör- és feladatmegosztást,
- ismertettük a jelenlegi összetett hatósági rendszer működését,
- bemutattuk az országos nukleáris és radiológiai balesetelhárítási rendszer jelenlegi felépítését és működését,
- értékeltük a jelenlegi helyzetet és kimutattuk annak a korszerűsítésre szoruló gyenge pontjait,
- értékeltük az egységes hatóság létrehozásának megvalósíthatóságát a szervezeti-, jogi-, infrastruktúrális- és pénzügyi szempontok vizsgálatával.

***Az értékelő elemzés eredményeként arra a következtetésre jutottunk, hogy a 21. századi kihívásoknak a magyar nukleáris hatósági biztonsági rendszer csak egységes szervezetben és irányítással tud megfelelni, és kidolgoztunk egy ennek megfelelő konkrét szervezeti reform javaslatot, ahol részletesen értékeltük azt, hogy a feladatok összevonásával miként tehető egyszerűbbé, átláthatóbbá, hatékonyabbá és gazdaságosabbá a hazai nukleáris jogalkotás, engedélyezés, ellenőrzés és veszélyhelyzeti felkészülés.***

A hatósági jogkörök itt felvázolt egyesítése - amelyhez hasonló folyamat a világ számos országában, a közelmúltban már lejátszódott - hozzájárulhatna az „Új Magyarország” kormányprogramban kijelölt több irányelv eredményes megvalósításához, nevezetesen:

- *a dekoncentrált hivatalok számának csökkentéséhez;*
- *az állami szervek kisebb, hatékonyabb rendszerének a kialakításához;*
- *a közigazgatás korszerűsítéséhez; az egyablakos ügyintézés elterjesztéséhez;*
- *a kiszámítható, átlátható, biztonságos jogi környezet megteremtéséhez;*
- *a katasztrófavédelem továbbfejlesztéséhez;*
- *a terrorizmus elleni küzdelem eredményességének növeléséhez.*



Az egyesítés várható következményeit jól tükrözi a következő táblázat.

Elemzett tárgykör	Következmények
jogalkotás	egységes jogalkotási koncepció kevesebb jogszabály átlátható, koherens jogi környezet a nemzetközi változások könnyebb követése
államigazgatási szervezet	kevesebb hatóság kevesebb egyeztetés kevesebb átfedés
ügyintézés	az „egyablakos ügyintézés” megvalósítása
sugárvédelmi környezetellenőrzés	egységes koncepció egységes mérési módszerek kevesebb mérőállomás/laboratórium egységes mérési módszerek és műszerpark a mérőhálózatok egyesítése
nukleárisbaleset-elhárítás	a szaktudás jobb kihasználása egységes ügyeleti rendszer egy központú döntés-előkészítés a felelősségi körök egyértelmű meghatározása egyetlen nemzetközi szakmai kapcsolattartási hely
infrastruktúra	egységes elektronikus ügyintézési rendszer az adatgyűjtő rendszerek egyesítése
gazdaság/költségek	kisebb létszám kevesebb telephely kevesebb berendezés kisebb üzemeltetési/karbantartási költségek

Szerzők tudatában vannak annak, hogy az itt bemutatott elemzés és a nukleáris hatósági jogkörök és szervezeti keretek egységesítésére vonatkozó javaslat csak a kezdeti lépés a korszerűsítés irányába, amely nyilvánvalóan még további kérdéseket, mi több, vitatott kérdéseket vet föl. Ezzel együtt bíznak a javaslat megvalósításában.

#### **Hivatkozások:**

A jogszabályi hivatkozásokat a szövegben az adott helyen teljes terjedelemben tüntettük fel.

## KÁBÍTÓSZEREK ÉS EGYÉB TOXIKUS ANYAGOK GYORS HELYSZÍNI KIMUTATÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

### *Absztrakt*

*In the European Union [EU] is forbidden to use any kind of chemical stuff, which influence the drivers ability for safe driving. These are the illegal drugs, psychotropic, the legal alcoholic beverages, the sedatives and anxiolytic medicaments available with medical prescription.*

*The main aim of different EU programs, like ROSITA I. (road-site-testing-analysis), ROSITA II, DRUID was to find the best field sobriety tests to screen the suspected drivers charged with operating a vehicle under the influence of alcohol and/or drugs. The difficulties of biological sample taking (blood, urine) decelerated the process, that's why the saliva is increasingly being used a medium to detect the presence of illicit drugs.*

*We are summarized and compared two different elaborate procedures, the immunochemical rapid tests and the ion-mobility spectrometry, their advantages and disadvantages, the criteria of the instruments and the limits of the evaluations are delineated.*

**Keywords:** *illicit drugs, road-side screening, biological samples, immunoassay, ion mobility spectrometry*

Napjainkban az emberiséget sújtó világméretű járványok, gazdasági válságok és háborúk mellett a kábítószerekkel, azok globális elterjedésével és fogyasztásával kapcsolatos problémák a figyelem középpontjába kerültek. A közvélemény a kábítószerek iránti érdeklődése évről évre nő, de ezek a kérdések ma világszerte az orvostudomány, a pszichológia, a jogtudomány, a szociológia és még számos más tudományterület legvitatottabb kérdései közé tartoznak

A problémakört három szempont szerint vizsgáljuk:

1. Minta, mintavételi eljárások
2. Toxikus anyagok kimutatása
3. A vizsgáló-véleményadó rendszer biztonsága, zárt láncú bűnjelkezelés

A bűnügyi tudomány számos vizsgálati technikát alkalmaz a bűnügyek helyszínéről nyert bizonyítékok, vagy a gyanú alá vont személyekből nyert anyagok vizsgálatára. Ezek a vizsgálandó anyag, vagy cél szempontjából több csoportra oszthatók:

---

<sup>1</sup> ZMNE BJKMK KMDI doktorandusz hallgató

<sup>2</sup> Medinspect Kft.,

<sup>3</sup> Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

- a toxikus anyag (vagy prekursor) kimutatása, azonosítása a gyanús anyagmintából
- a toxikus anyag kimutatása, azonosítása biológiai mintából
- a toxikus anyag (kór)élettani hatásának (befolyásoltság, mérgezés) bizonyítása, mértékének megállapítása

Más szempontból különbséget tehetünk a vizsgálat helye és jellege szerint is:

- helyszíni vizsgálatok, ahol a megbízhatóság mellett elsődleges tényező a gyorsaság (országúti ellenőrzés, harctéri gyorsdiagnosztika, toxikológiai sürgősségi ellátás, stb.)
- laboratóriumi és egyéb, ún. konfirmációs vizsgálatokat, ahol ugyan fontos, de nem döntő az időfaktor, lehetőség van, sőt előírt többféle vizsgáló eljárás alkalmazására

Jelen dolgozatunkban a toxikus anyag biológiai mintából kimutatásával, valamint a helyszíni vizsgálatokkal, ezen belül a közúti ellenőrzések során alkalmazható gyorsdiagnosztikával kívánunk foglalkozni.

Elegendő tapasztalattal rendelkezünk a gázkromatográfiás/tömegspektrográfiás (GC/MS) vizsgálatok bűnügyi technikai alkalmazásairól, illetve a folyadék kromatográfiás-tömegspektrográfiás vizsgálatokról. Kétségtelen előnyeik ellenére ezeknek a vizsgálatoknak jelentős hátránya az időtényező, ami a leggyorsabb GC/MS vizsgálatok esetén is több percet vesz igénybe, nem beszélve a mintaelőkészítés időigényéről. Más hátránya a magas fajlagos költség.

## Vizsgálati anyagok (biológiai minták) vétele és összehasonlítása

Az analízis legkritikusabb pontja a mintavétel és a minta-előkészítés. Az ugyanis legtöbbször megvalósítható, hogy annyi mintát vegyünk, amennyiből a vizsgálat szükség esetén megismételhető, magát a mintavételt azonban legtöbbször nem lehet megismételni. Bizonyos minták esetében a mintavételt sokszor extrém körülmények között kell elvégezni. A mintavétel helye, gyakorisága és időpontja, jogossága sem közömbös, azonban ezeket jelen dolgozatunkban csak érintőlegesen tárgyaljuk

A mintavételt követően igen fontos, hogy a minta tárolására és szállítására szolgáló eszköz megfeleljen a minta tulajdonságainak, illetve a vizsgálandó komponenseknek. Ebben az esetben is ügyelni kell arra, hogy pl. az illékony alkotók el ne vesszenek. Ezért az ilyen komponenseket tartalmazó szilárd mintát tilos homogenizálni, tárolásához, szállításához pedig olyan anyagú edényt használni, melynek falán keresztül az illékony komponensek távozhatnak. Ezekre vonatkozóan a vonatkozó BM-IM-PM, és egyéb rendelkezések irányadóak [1, 2].

A közúti ellenőrzés során, a hatósági kényszerintézkedés esetében, az alapvető kérdés azonban továbbra is nyitott: vagyis mi az a jogi megalapozottság, amely alapján a gyanúsított vizeletminta adására kötelezhető, illetve előállítható. A hazai és a nemzetközi statisztikai adatok ugyanis azt bizonyítják, hogy a kényszer-intézkedéssel előállítottak egyharmada esetében nem volt bizonyítható a kábítószer fogyasztás ténye. Ennek a felismerésnek a következménye az lett, hogy szerte a világon a szakirányú kutatások központi témájává vált, egy olyan biológiai anyag vizsgálata, mely az intézkedő hatósági személyt segíti döntése azonnali meghozatalában.

A rendőrségi törvény szerint a rendőr előállíthatja azt, akitől bűncselekmény gyanújának bizonyítása érdekében vizeletvétele szükséges. Tehát előállításról van szó, és nem arról, hogy vizeletet is lehet venni. Ugyanezen törvény rendelkezik arról, hogy a rendőr közlekedésrendészeti

feladatának ellátása során a jármű vezetőjét vér-, vizelet- stb. minta adására kötelezheti, vagyis a rendőrségi törvény szerint vizeletminta vétele céljából a polgárt elő lehet állítani, de csak a közlekedés-rendészet körében lehet mintaadásra kötelezni. [4,5]

A gyanúsított kötelezhető arra, hogy a szakértői vizsgálatnak alávesse magát, a tanú azonban a szakértői vizsgálatban való közreműködést megtagadhatja ugyanúgy, mint a vallomástételt, ha ezzel saját maga ellen szolgáltatna bizonyítékot. Erre azonban a szakértői vizsgálat elvégzése előtt ki kell őt oktatni.

1. A **vizeletminta** vizsgálata a legáltalánosabban használt humán biológiai mátrix. Az élő szervezetből – elvben – elegendő mennyiségben nyerhető. Noha a közúti ellenőrzés helyszínén a vizelet mintavételezése orvosi beavatkozás nélkül („*non invazív*” módon) nyerhető, azonban – egyfelől az emberi szeméremmel és higiénés elvárásokkal kapcsolatos, másfelől az egyéni pszichikai tényezők miatt – nem, vagy csak nehezen kivitelezhető. Ez a körülmény természetesen gátolja a helyszíni hatósági gyors intézkedést. Ezért legtöbbször, a kényszerintézkedés során, az előállított gyanúsított egy speciálisan kialakított helységben adja a vizsgálatához szükséges mintát. Mivel a minta adása során számos lehetőség nyílik a mintahamisításra, ezért a vizelet vételezésének szigorú követelményeinek betartása a hatósági ellenőrzés tekintetében kiemelt jelentőséget kapott.

A vizeletminta analitikai vizsgálata toxikológiai analitikai szempontból figyelve a legegyszerűbb biológiai anyag, melyet kevésbé terhel a vizsgálatokat akadályozó szennyezőanyag. A kábítószer ellenőrző tevékenységek bevezetésével szinte egy időben számos gyorsteszt került forgalomba. A gyorsteszttek egy része mártogatós technikával, mások a minta felcseppentésével működik. Egy minimális reakcióidő elteltével (3 – 10 min.) a pozitív immunkémiai reakciót vagy egy agglutinációs (kicsapódásos), vagy egy komplexképzésből fakadó színreakció adta. A legtöbb gyorsteszt technika, jelzést adott arról is, hogy maga a teszt rendszer alkalmas-e a hiteles eredményadásra, vagy sem.

A vizeletminta gyorsteszttek korlátozott felderítő-képességűek. Viszonylagosan magas kimutatási határértékkel rendelkeznek, melyet a **NIDA** (National Institute of Drug Administration, USA) állapított meg. Ez az érték a  $\Delta^9$ -THC-COOH esetében: 25, opiátok származékoknál és a kokainnál: 300, az amfetamin, illetve a metamfetamin származékok esetében pedig: 1000 ng/ml. A gyorsteszttek a ring-szubsztituált amfetamin származékokat (MDA, MDE, MDMA) nem, vagy alig érzékelik. Továbbá, a vizsgálatok során fellépő keresztreakciók miatt erős fenntartásokkal kell kezelni a kapott eredményeket. Ezért a szűrővizsgálatok nem tekinthetők végleges értékűeknek. Mindezek figyelembe vétele mellett a végleges eredményt csak a kellő műszerezettséggel rendelkező toxikológiai laboratórium adhat, mely körülmény természetesen megnöveli a hatósági eljárás idejét és annak költségét is.

2. A **vérminta** vizsgálata a befolyásoltság mértékének megállapítására szolgál. A közúti ellenőrzés során nem csak a kábítószeres és pszichotróp anyagok kimutatása illetve mennyiségi meghatározása a cél, hanem minden központi idegrendszeri hatással rendelkező kémiai anyagé is (pl.: az alkohol, valamint az altató- illetve nyugtató hatással bíró gyógyszerkészítmények).

A vérminta vétele orvosi beavatkozással („*invazív*”) történik. Kevés kivételtől eltekintve (ilyen pl.: egy esetleges mintacsere), az esetek döntő többségében, biztos lehet a mérő laboratórium abban, hogy hiteles mintát vizsgál. Minta hamisításával tehát nem kell számolni, szándékos csere esetén a bűncselekmény utólag is bizonyítható, a minta több módszerrel is azonosítható. A vérminta vételével egyidejűleg orvosi vizsgálat is történik. A tünetek és a vérvétel eredményének együttes kiértékelésére számítógépes orvos szakértői rendszer készíthető.

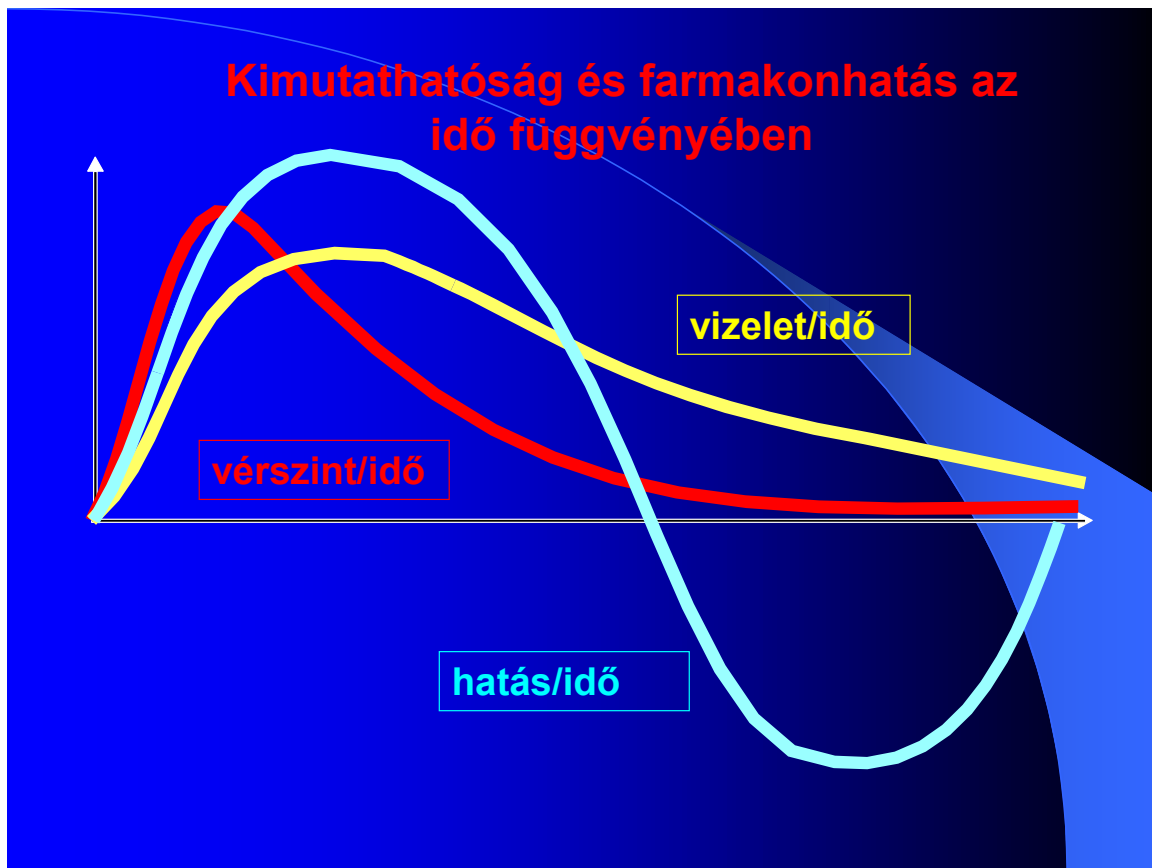
[3.] A donor által adott minta mennyisége azonban limitált. Ebből az következik, hogy nincs lehetőség szűrővizsgálatokra. Ezért a vérminta vizsgálatok mindig célzott irányúak.

A mérések kiértékelhetőségét a hatóanyagok vérmintában való kimutathatóságának farmakokinetikai időbelisége is korlátozza. Ez azt jelenti, hogy a különböző kábítószer hatóanyagok szervezetbe való felszívódása és a vérkeringésbe való jutása (eliminációja) egymástól eltérő. Míg a heroin intravénás injekciója, illetve a kokain orrnyálkahártyájáról történő felszippantása azonnali véráramba kerülést eredményez, addig az amfetamin származékok szájon keresztül (orális) adagolása, illetve a cannabinoidok inhalációja után kb. 10 – 15 perc után válik mérhetővé a vérkoncentráció.

Az analitikai mérések azt igazolják, hogy a fogyasztást követő 2.5 – 3 órában  $\Delta^9$ -THC és a  $\Delta^9$ -THC-COOH a vérben már nem mérhető. Ezzel szemben a hatás jóval hosszabb ideig tart, a vegyületek szervezetből történő kiürülése pedig, a vizeletminta mérése során, 20 – 57 órán keresztül figyelhető meg. Mindebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vérkoncentráció értéke, valamint a hatás-idő függvénye (a cselekvőképesség megállapítása szempontjából) nem determinisztikus. Sok esetben azok egymással nem korrelálthatók. Természetesen ez a megfigyelés minden központi idegrendszeri hatással rendelkező vegyületre igaz, tehát az a jogi gyakorlat, amely a cselekvőképesség mértékét konzekvensen valamely hatóanyag vérkoncentráció értékére vezeti vissza, nem felel meg az élettani valóságnak. (1. ábra)

Mint ahogy az azt 1. ábrán szemléltethetjük, a hatás-idő görbe a központi idegrendszeri hatású anyagok esetében két szakaszból áll. Az első ún. excitációs szakaszban a hatóanyag kifejti az elsődleges hatását (eufória, hallucináció, stb.). A második szakaszban az agy ingerület áttevő vegyületei próbálják ellensúlyozni, illetve a fiziológias állapotra visszahozni a kábítószer által okozott hatástani kitérést (anomáliát). Ez a szakasz az ingervezető képesség re-polarizációja (normalizációja). Amíg a központi idegrendszeri működése nem áll vissza a normális állapotra, addig számolnunk kell, az ún. „depressziós állapottal” is, vagyis a kábítószer utóhatásával. Ezt a szekunder kábítószerhatást, nem lehet analitikai vizsgálat alávenni, hiszen az elsődleges hatásért felelős kémiai anyag gyakran már nem található meg a vérmintában.

Magyarországon a kábítószerek és pszichotróp anyagok esetében a törvény nem rendelkezik vérszint limitértékekről. A jogi alap állapot az úgynevezett „*zéró tolerancia*”. Ez a jogalkotói kifejezés azonban a toxikológiai analitika számára értelmezhetetlen. Hiszen a mennyiségi analízis mindig egy kalibrált tartományhoz tartozik, amelynek minden mért anyagra vonatkoztatott alsó határértéke van („limit of quantitation” = LOQ). Belátva ennek az értéknek a hiányát, a hazai laboratóriumok többsége az erre vonatkozó német és belga jogszabályi értékeket használják [2., 3.]. Az LOQ értékek: a kannabinoidok esetében ( $\Delta^9$ -THC-COOH,  $\Delta^9$ -THC) = 2, opiátok származékoknál (morfin,  $^6$ O-monoacetyl-morfin, kodein) = 20, és a kokain metabolitoknál (benzoilekgonin, ekgonin, ekgonin-metilészter) = 50, az amfetamin származékok esetében pedig (A, MA, MDA, MDE, MDMA) = 50 ng/ml. A központi idegrendszeri hatással rendelkező gyógyszerhatóanyagok esetében az analitikai mérés határértékek a hivatalosan megadott terápiás vérszint alsó határértékeivel megegyezők. A véralkohol szint alsó mérési határértéke GC-HS (head-space [minta feletti légtér] –gázkromatográfia) mérés esetén = 0.3 ezrelék [‰].



1. ábra.

*A farmakon hatása és annak a vérből, illetve a vizeletből történő kimutatathósága az idő függvényében*

3. A **levegő** mintavételezéssel történő vizsgálatok, a toxikológiai analízis különleges esetei közé tartoznak. Leggyakrabban a közúti ellenőrzés során az alkohol szonda esetében használatos. A tüdő mélyrétegeiből kifújtt levegő alkoholtartalmát vagy kémiai színreakcióval történő eredmény útján, vagy elektronikus úton detektálhatjuk. A levegőminta alkoholra vonatkozó mérési eredménye a vérminta alkohol mennyiségével korrelál. A levegőminta vizsgálatokat régebben csak szűrővizsgálatként használták. Az újgenerációs infra és kombinált technikával működő, hitelesített készülékek alkalmasak joghatályos kvantitatív mérésre. Kétséges esetekben, vagy a gyanúsított ellenkezése esetén, az előzőekben már említett GC-HS véralkohol vizsgálatokkal erősíthetünk meg.

A levegő mintavétel ideális a mintavételező hatáság szempontjából. Nem minősül orvosi beavatkozásnak („*non-invazív*”). A helyszínen azonnal elvégezhető és értékelhető. Nem szükséges kialakítani speciális mintavételi helyet. A mintavételezés módja higiénikus és tetszés szerint ismételhető.

4. A **hajminta** vizsgálatát a kábítószeres és pszichotróp hatású anyagok esetében egyre gyakrabban használják. A nemzetközi szakirodalomban kiterjedt módszertani leírásokat találhatunk. A vizsgálat eredménye egy elmúlt időszak fogyasztási szokására vonatkozatható. A mérés lényege, hogy egy gyakori kábítószer fogyasztási szokással rendelkező személy ellenőrzését vizsgálhatjuk negyedév, félév elteltével akkor, amikor már a testfolyadékok nem adhatnak eredményes információt. A mintavételezés könnyű, nem igényel orvosi beavatkozást („*non-invazív*”).

Közismert tény, hogy a haj egy hónap alatt átlagosan 1 cm-t növekszik. Amennyiben a hajas fejbőrrel, a tarkó tájékról nem kevesebb, mint 20 mg mintát veszünk a mérések elvégezhetőek. A hajmintában a kábítószeres és pszichotróp hatású anyagok ugyanis a fogyasztási szokásoknak megfelelően deponálódni képesek. A méréseket jelentős mértékben befolyásolja a haj melanin tartalma, illetve annak természetes, vagy mesterséges (festett) állapota. Egyes esetekben szükséges a hajminta mosása is, részben a természetes zsírréteg eltávolítása miatt, részben egy esetleges külsőlegesen a hajra vitt kábítószer kontamináció kizárása végett. A szakszerűen vett hajmintát analitikai golyós malomban történő porráórlás után a vérminta toxikológiai mérésével azonos analitikai módszerekkel felhasználása mellett vizsgáljuk. Természetesen egyszeri drogfogyasztás a hajmintában nem jelenik meg, így aktuális fogyasztás kimutatására nem alkalmas.

5. Az **izzadság**, mint kábítószer vizsgálatra alkalmas biológiai minta komolyabb terepet nem kapott a tradicionális toxikológiai analízisben. Több gyártó és forgalmazó hozott az elmúlt években olyan indikátor tesztsíkot, mely alkalmas a testtájékról (homlok, törzs, hónalj, tenyér) vett izzadság törlése utáni kábítószer meghatározásra. [4., 5., 6.] Az eljárás hátránya, hogy az izzadság nem kollektálható, így másodlagos (konfirmációs) laboratóriumi mérés nehézségekbe ütközik. Nem zárható ki egy esetleges kábítószeranyag testre vitt kontaminációja sem. Ezáltal nem deríthető ki, hogy a tesztsík valóban az izzadság kábítószer tartalmát, vagy egy kontaminációt mérte-e. Orvosi beavatkozást nem igényel („*non-invasív*”). Az eredmény gyorsan értékelhető, de az értékelés végleges kidolgozásán számos kutatócsoport foglalkozik. [6]

6. A **nyálminta** analízise, mely a mai közúti ellenőrzési rendszerek központi részét képviseli (EU ROSITA II. program, illetve újabban „*Kábítószeres hatása alatt történő gépjárművezetés ellenőrzésére kiírt Európai Unió projekt*” [European Driving Under the Influence of Drugs – DRUID Project]). [7., 8.]

Az elmúlt időszak hazai statisztikai adatainak tanulmányozása alapján megállapítható volt, hogy – a ROSITA I. vizsgálati rendszerének bevezetése [2000] óta – egyetlen egy hatósági (bírószáki) eljárás sem indult az ellenőrzés alávonat illetve a pozitív vizeletmintát adó gépjárművezetők esetében. Noha a vizsgált esetekben, legtöbbször már az ellenőrzés pillanatában (az eljáró hatóság gyors fiziológiai teszt-vizsgálatai alapján) felmerült a cselekvőképesség hiányos volta. A laboratóriumi mérések azonban a hatósági ellenőrzés gyanúját nem igazolták vissza. Legtöbbször csupán a vizeletminta megerősítő vizsgálata, illetve annak pozitív értéke alapján a fogyasztás tényét lehetett valószínűsíteni.

Ezeknek a vizsgálati eredményeknek értékelése alapján az alábbi következtetések vonhatók le. Egy adott időpontban [ $T_A$  idő] a szervezetbe jutott a kábítószer, illetve pszichotróp anyag hatása, melynek az ellenőrzés időpontjában [ $T_B$  idő] a fiziológiai jellemzőit még észlelte az eljáró hatóság, az orvosi rendelőbe szállított, s ott vérvételt adó [ $T_C$  idő] donor véréből az anyag már az analitikai kimutathatósági határérték [„*cut-off*”] alá süllyedt. A ROSITA II., illetve a DRUID programok lényege, tehát abban rejlik, hogy a  $T_B$ -tól  $T_C$ -ig tartó [ $\Delta T$ ] időt lehetőség szerint a legkisebb időtartamra szűkítse le.

Megjegyezni kívánjuk, hogy a kábítószeranyag szervezetbe kerülésének időpontja [ $T_A$ ] és a hatósági előállítás [ $T_B$ ] közötti időszakot – bár jelentős mértékben befolyásolja a kábítószeres analitikai kimutathatóságát – értelemszerűen befolyásolni (lerövidíteni) nem lehet. Ezért ezt az idő intervallumot mérés-technikai szempontból „holt időnek” kell tekinteni. A tudományos megfigyelések során, így vált kiemelt jelentőségűvé a  $\Delta T$  időszak optimalizálása, illetve ezzel együtt a nyálfolyadék vizsgálatának indokolt volta.

Ezért került előtérbe a nyálminta felhasználásával egyrészt az immun-kémiai gyorskimutatás, másrészt az ionmozgékonyaságon alapuló gyorskimutatás fejlesztése.

### A nyálminta fogalma és a szekréció folyamata

A nyálfolyadék a szájban található külső elválasztású nyálmirigyek által termelt és szájüregbe ömlő emésztőnedv. Az arcüregből illetve a garatból származó váladékkal kevert nyálminta, vagyis a *köpet* nem definiálható nyálmintaként. A nyálminta fogalmának pontos meghatározása a hiteles mintavételezés és toxikológiai analízis során nyer értelmet [9.].

Az emberi szervezet nyálmirigy rendszere naponta 0.5 – 1.5 liter nyálfolyadékot termel. A nyálmirigyek közül a szubmandibuláris [állcsont alatti] mirigyek a nyálfolyadék 70 %-át, a fültőmirigyek 25 %-át, míg a maradék 5 %-t a nyelv alatti, illetve egyéb kisebb mirigyek termelik. Stimuláció esetén a fültőmirigyek nyál termelése felemelkedhet a teljes nyálkiválasztás felére. A nyálfolyadék 99 %-a vízből, 0.3 %-a proteinekből (döntően amiláz enzimből), 0.3 %-a mucinból továbbá ásványi anyagokból tevődik össze.

A nyálmirigyek működését autonóm beidegződések működtetik. Általánosságban megállapítható, hogy ha szimpatikus (nor-adrenalin, nor-epinefrin) stimuláció éri a mirigyeket, akkor folyadékban szegény, de proteinben gazdag nyálnedv képződik. Paraszimpatikus (acetilkolin) stimulációra nagymennyiségű víztartalomban gazdag nyálfolyadék termelődik. A paraszimpatikus stimuláció esetében, amikor a nyálszekréció folyamata felgyorsul, a lokálisan lelassuló ( $\text{Na}^+$ ) ioncserés folyamatok hatására a nyálfolyadék pH értéke magasabb lesz, s ezáltal lúgos irányba eltolódik  $\text{pH} \leq 8$ . A stimuláció mentes, lassú nyálkiáramlás pH értéke 6–7 között mérhető. A nyálfolyadék kiválasztásának felgyorsítása nem csak endogén úton történhet, hanem exogén (kívülről, a szájüregbe vitt) anyagokkal is kiváltható (pl.: szájba tett citromsavval, Nacitráttal).

6. 2. A nyálfolyadékkal kiválasztódó anyagok, nyál-vér korreláció – a *Henderson–Hasselbach* egyenlet

A legtöbb gyógyszervegyület (beleértve a kábítószereket és pszichotróp hatású anyagokat is) egyszerű diffúzió útján lépi át a nyálmirigy sejtfalának foszfolipid kettős membránját és jelenik meg a nyálfolyadékban. A sejtmembránon keresztül történő diffúzió elengedhetetlen követelménye, hogy a molekulák zsíroldékonyak, nem ionizált állapotúak és fehérjekötéstől mentesek legyenek. A drogok megjelenése a kiválasztott nyálfolyadékban az alapja annak a felvetésnek, hogy a nyálfolyadék drogkoncentrációja összevethető a vérplazmában szabadon lévő (proteinkötéstől mentes), nem ionizált hatóanyagok szintjével.

A kábítószerek és bomlástermékei koncentrációértékeit a nyálmintában a vegyületek diffúziós állandóinak ( $\text{pK}_a$ ), a plazma és a nyálminta pH értékeinek és a vegyületek nyálban és vérben proteinhez kötött formák értékeinek függvényével fejezhetjük ki, mely összefüggés a *Henderson–Hasselbach* egyenlettel írható le:

$$S/P = \frac{[1 + 10^{(\text{pH}_s - \text{pK}_a)}]}{[1 + 10^{(\text{pH}_p - \text{pK}_a)}]} + \frac{f_p}{f_s} \quad [A]$$



$$S/P = \frac{[1 + 10^{(pK_b - pH_s)}]}{[1 + 10^{(pK_b - pH_p)}]} \cdot \frac{f_p}{f_s} \quad [B]$$

Ahol  $S$  a mért nyálfolyadék koncentráció értéke [ng/ml];  $P$  a meghatározni kívánt plazma koncentráció értéke [ng/ml];  $pK_{a,b}$  a savas, illetve bázikus karakterű drogok disszociációs állandója;  $pH_{s,p}$  a nyál és plazma pH értéke;  $f_{s,p}$  a nyálminta és a plazma protein kötési faktora.

Mivel normális körülmények között a humán nyálfolyadék alacsonyabb kémhatású, mint a plazma, a nyál/plazma hányados savas drogok esetében kisebb, mint egységnyi, bázikus drogok esetén nagyobb, mint egységnyi. Ez azt jelenti, hogy egy adott mérés során a bázikus drogok szintje a nyálban túl reprezentálttá válna a valódi plazma koncentrációhoz képest, ha az egyenlet ezt az élettani adatot nem venné figyelembe. Azonban erre való tekintettel *Henderson–Hasselbach* egyenlet a savas [A] illetve a lúgos [B] kémhatású vegyületekre leírt formulái a  $pK$  és a pH hatványtagok eltérő alkalmazásával az adott jelenséget korrekcióba veszi.

Minden egyes vegyületnek – kábítószernek, pszichotróp hatású anyagoknak, illetve azok metabolitjainak –  $pK$  értéke szakkönyvek adataiból ismertek. A legtöbb drognál a disszociációs állandó  $pK$  5,5 és 8,5 közé esik. Hasonló a helyzet a plazma pH értékének, illetve a plazma protein kötöttségének ( $f_p$ ) ismertségének kérdésében is.

Más a helyzet a nyálfolyadék pH értékének, illetve a protein kötődési faktorának kérdésében. A nyál pH értékét jelentős mértékben befolyásolják az individuális tényezők. Mint ahogy azt már korábban említettük, a nyál/plazma hányados értéke eltérő értéket mutathat stimulált és stimulálatlan nyálfolyadék esetén. Ebből az következik, hogy nem célszerű egy meghatározott abszolút koncentráció értékhez kötni a nyálminták kábítószeres vizsgálatát. Ezért szükségesnek bizonyult egy olyan pH elméleti értéket alkalmazni, amely képes az individuális esetekből fakadó eltéréseket korrigálni. Ennek ismeretében, konvencionálisan a nyál/plazma hányados értéküket a szakirodalom 6,4 – 7,6-os nyál pH tartományra vonatkoztatva adja meg.

A nyálmintában lévő hatóanyag proteinhez kötődése elhanyagolható. Ennek két oka van. Egyfelől, a proteinhez kötött formába lévő vegyület nem képes a nyálfolyadékkal kiválasztódní, másfelől, a nyál amiláz fehérje megkötő képessége rendkívül alacsony. Ebből az következik, hogy a *Henderson–Hasselbach* egyenlet protein kötődését figyelembe vevő tagja:

$$[f_p/f_s] \cong 0$$

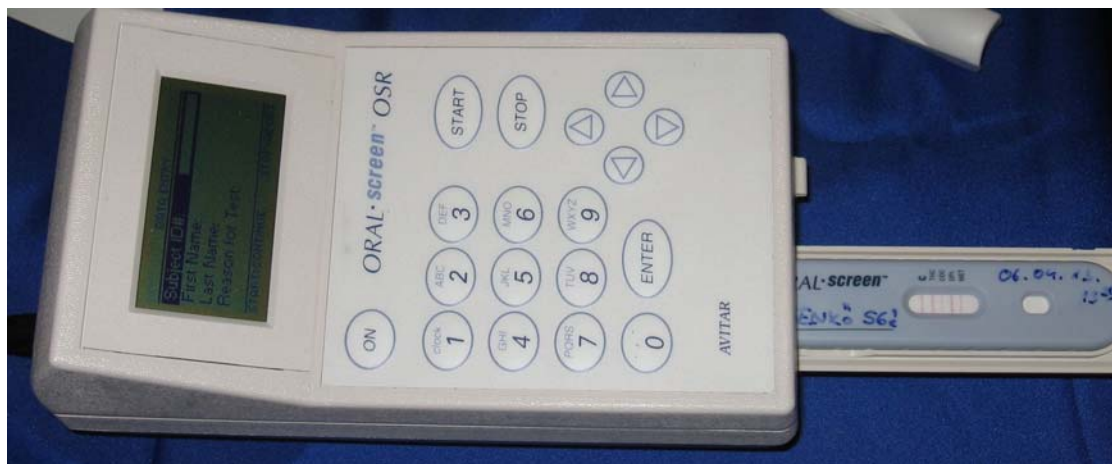
A nyálfolyadék gyorsvizsgálatára alkalmas immunkémiai rendszerek típusai

A nyál vizsgálatára alkalmas tesztrendszerek két csoportja ismeretes. Az első rendszer típus („off line”) esetében a mintavétel menete és a gyorseszteszt használata egymástól elkülönül (*SalivaScreen* [Ultimed], *Oratect* [Branan-BMC], *Uplink* [OraSure/Draeger], *OralLab* [Varian], *RapiScan* [Cosart], *Ulti-Med* [Ulti-Med]). A tesztlap két fő részre bontható: a minta felcseppentési helyére és a reakció térre. A két rész egymással kontaktusban van, így a felcseppentett folyadék a kapilláraktivitás hatására a reakcióterben végigfut. A tér definiált

pontjain, a mintavándorlásával keresztirányban (általában arany-kolloid-komplex) reagens csík található, mely nedvesség hatására éles violaszínt ad.

Az immunkémiai antigén – antitest **pozitív reakció akkor jön létre**, ha a reakció tér egy adott pozícióban lévő csíkjai (melyek egy adott kábítószer csoportra érzékenyített) **a színreakciót nem adja**. Ez azt jelenti, hogy a minta tartalmazott olyan vegyületet, mely az eredeti komplex állapotot megbontotta, s ezzel a színanyag kifejlődését gátolta. A multi-drug-screen gyorsesztesztek reakció terében általában 5 komplex reagens csíkot találhatunk. Négy pozíció az alap kábítószercsoportokra érzékenyített területet (opiátok, kannabinoidok, amfetamin származékok, illetve kokain és metabolitjai), továbbá egy pozíció a kontrol terület csíkja. A mérés során először a kontroll terület színreakcióját figyeljük meg. Mivel ez a reakció pozíció független a vizsgálandó vegyületek jelenlététől, tehát mindenképpen jelzést kell adnia. A jelzés hánya a tesztrendszer hibájára hívja fel a figyelmet, tehát a mérés analitikailag eleve értékelhetlenné válik. A hatóanyagcsoportok pozícióján történt színmegjelenés negatív eredményre utal és fordítva – a színeképződés elmaradása viszont értelemszerűen felveti az adott pozícióhoz rendelt kábítószer jelenlétét a vizsgált anyagban. A teljes reakció idő átlagosan 10 percig tart. (A mintavételezés ideje individuális tényezőktől függ.)

Az „off line” tesztrendszerek hátránya, hogy nagy figyelmet igényel a higiéniés feltételek betartása, illetve (egy időben több előállított személy vizsgálata esetében) ügyelni kell az esetleges mintacserék veszélyére. A teszt-rendszerek kiértékelése történhet szabad szemmel (vizuálisan), illetve elektronikus leolvasó segítségével. A vizuális kiértékelés hátránya, a kezelőszemélyzet szubjektivitására utal. Ennek része az a tény is, hogy sötétedésben, vagy éjszakai közúti ellenőrző tevékenység során a kiértékelés nehézkes. Ezért egyes gyártók, illetve forgalmazók gondoskodtak arról, tesztlap elektronikusan is leolvasható legyen. Az elektronikus kiértékelés lehetősége kiküszöböli a fényszegény környezet által okozott látási nehézséget, másfelől viszont lehetőséget ad az eredmények pontos, hiteles dokumentálhatóságára. Az elektronikus leolvasó detektor (rögzített hullámhosszon [ $\lambda_{(fix)}$ ], látható tartományban mérő, egy sugárutas, kézi spektrofotométer [VIS-SP]) ugyanis nyomtatóval és billentyűzettel is összekapcsolható. Ezáltal a mért eredményen kívül az előállított személyi adatai és a mérés időpontja is regisztrálhatóvá válik. [2. ábra]



3. ábra

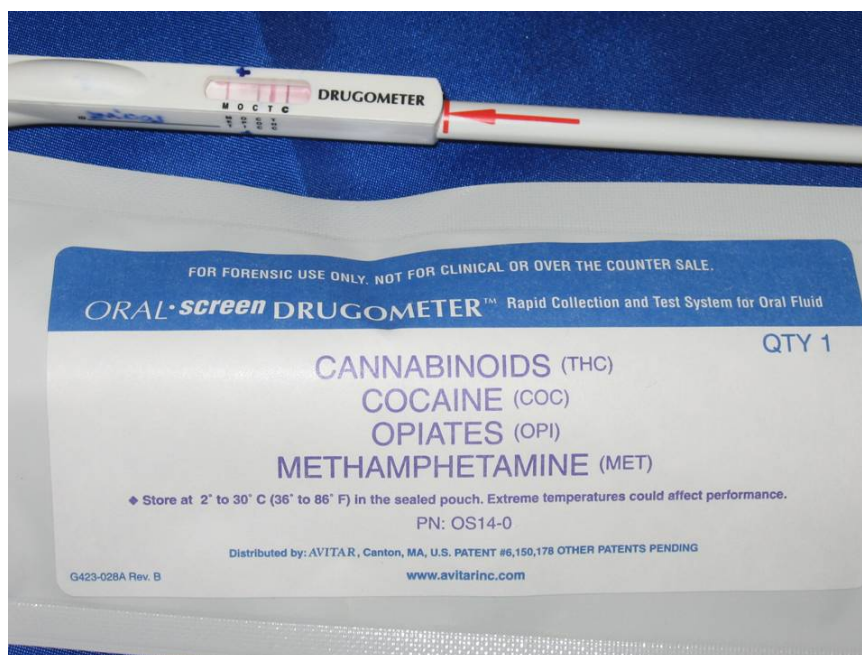
Az „off-line” rendszerű Oralscreen – ORS (Avitar) elektronikus kiértékelő

A zártrendszerű („on-line”) eljárás, mind a mintavételezést, mind a kiértékelést egy ütemben, megszakítás nélkül végzi. Ennek a rendszernek két fajtája ismert a színreakcióval működő gyorseszteszt rendszer (*SmartClip* [Envitec], *DrugWipe* [Securatec AG], *Oralscreen – Drugometer*

[Avitar]), [3. ábra] és az elektronikus úton működő immunkémiai analizátor (fluorescens immunoassay [FIA]).

Az „on-line” rendszer előnye, hogy megakadályozza a mintaszóródást (higiénikus) és kizárja a mintacsere lehetőségét. Az elektronikus rendszer mindezek mellett regisztrálja a mérést és arról hiteles bizonylatot ad (*Impact Saliva Test System* [Lifepoint] analizátor). [4. ábra]

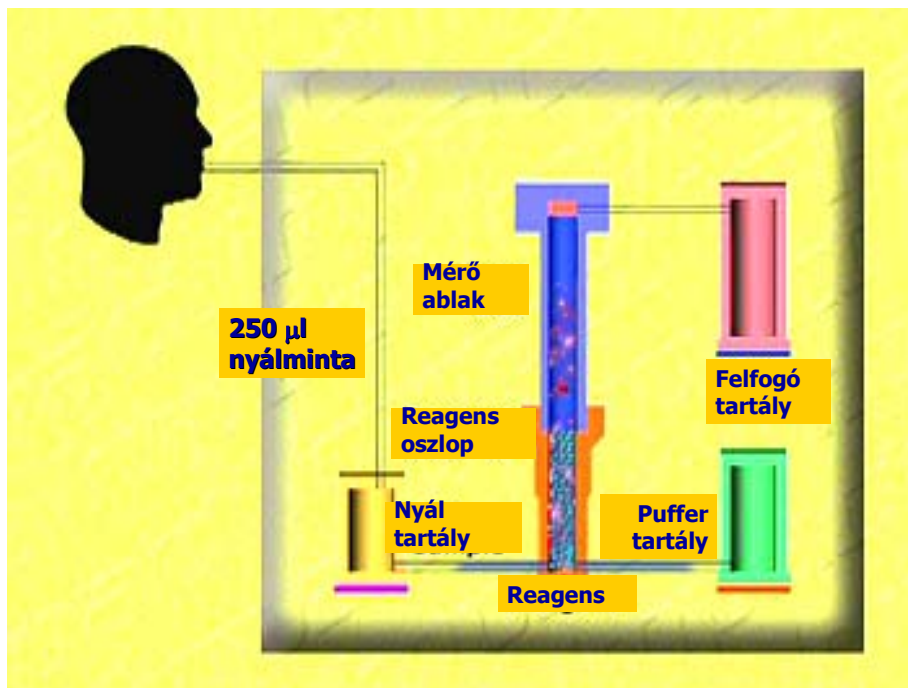
Mind az „off-line”, mind pedig az „on-line” gyorsesztek esetében ki kell emelni azt a tényt, hogy a közúti ellenőrzések egyik fontos eszközévé válhatnak, ott ahol a gyanú azonnali megalapozására van szükség. A helyszínen végzett „non-invazív” nyálminta vizsgálattal azonban nem kerülhetők meg a nagylaboratóriumi szakértői vizsgálatok. Tudnunk kell azonban arról a tényről is, hogy a mai napig bezárólag egyetlen egy esetben sem történt bírósági ítélet kábítószeres hatása alatt történt gépjárművezetés ügyében.



4. ábra.

Az „on-line” rendszerű Oralscreen – Drugometer (Avitar)

Az „on-line” rendszerű Oralscreen – Drugometer (Avitar) rendszerek hátránya, hogy a zárt mintavételi rendszer nem teszi lehetővé a nyálminta gyűjtését, s ezzel egy másodlagos, hatósági laboratóriumi mérést. Egy adott pozitív esetben azonban az utólagos nyálminta kollektálása pótolható.



5. ábra

*Az Impact Saliva Test System [Lifepoint] „on-line” analizátor működési sémája*

#### 6.4. A nyálfolyadék mérésének értékelhetősége

A nyálminta vizsgálata során a kimutatási határértéket a **SAMHSA** (The Substance Abuse and Mental Health Service Administration, USA) intézet határozta meg. A „cut-off” értékek a különböző kábítószer hatóanyagok és pszichotróp hatás vegyületek esetében a következők voltak: amfetamin/metamfetamin = 50, opiát típusú vegyületek = 40, kokain és metabolitjai = 30, kannabinoidok = 5 ng/ml. [10., 11.]

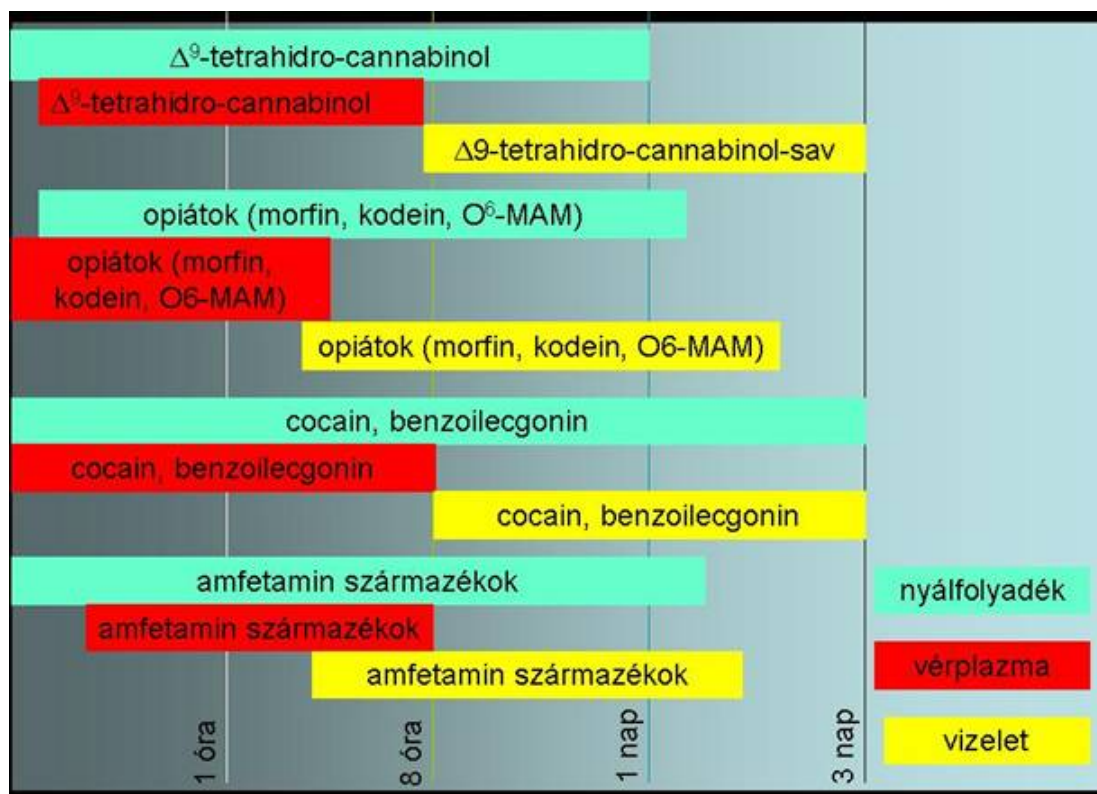
*Walsh* és munkatársai [12.] *Pichini* és munkatársai [13.], továbbá *Tonnes* és munkatársai [14.] kísérleti munkáit összefoglalva a forgalomba lévő gyorsesztekről az alábbi összefoglaló értékelés adható [I. Táblázat]:

## I. Táblázat

Összehasonlító értékelés a különböző forgalomba lévő nyálteszt rendszerek között, a megkívánt határértékek és egyes kábítószeranyagok függvényében

Gyorsteszt neve	amf./metamf.	opiát	kokain	$\Delta^9$ -THC
<b>SAMHSA „cut-off”:</b>	<b>50 ng/ml</b>	<b>40 ng/ml</b>	<b>30 ng/ml</b>	<b>5 ng/ml</b>
Uplink	25	20	60	25
Dugometer/Oralscreen	50	40	15	5 – 500
Oratect	50	20	20	100
SalivaScreen	50	30	30	100
DrugWipe	100	20	50	30
OralLab	160	40	20	50
RapiScan	150	30	30	150
Impact STS	100	40	20	15

Az I. táblázatból kitűnik, hogy a forgalomba lévő nyáltesztek egyike sem képes a  $\Delta^9$ -THC vegyületek kellő érzékenységgel kimutatására. Nem tudható az sem, hogy a ring-szubsztituált amfetamint (MDA, MDE, MDMA) származékok esetében ezek a tesztrendszerek adnak-e jelzést, s ha igen milyen koncentráció tartományban. A vizsgált tesztek közül Az *Avitar*, *Branan* és az *Ulti Med* készítmény a négy jelzett vegyületből legalább hármat kellő érzékenységgel mért. *Pichini* és munkatársainak közleménye kitért a ring-szubsztituált vegyületek vizsgálatára. A GC/MS megerősítő vizsgálatokkal igazolható volt, hogy a Drugwipe teszttel végzett mérések során az MDMA a nyálmintából (6 órával a fogyasztás után, 100 mg per os bevitt hatóanyag tartalom mellett) mérhető volt ~450 ng/ml koncentráció értékben. Az egyidejűleg vett vérminta 80 – 120 ng/ml, a vizeletminta 3 – 12 µg/ml értékben volt mérhető.



6. ábra.

*A különböző típusú kábítószer anyagok időbeli kimutathatósága a nyálfolyadékból, vérplazmából és vizeletmintából*

Tonnes és munkatársai 177 gyanúsított személytől vettek nyál és vérmintát a közúti ellenőrzések során. Az előállítottak 45% egy fajta kábítószer fogyasztott, 50% polytoxikomán személy volt. Tesztrendszert nem használtak. A mintavételezést követően a biztosított anyagokat nagyhatékonyságú műszeres laboratóriumi analízisnek vetették alá. A vizsgált esetekben leggyakrabban (78%)  $\Delta^9$ -THC (kannabisz) fogyasztását regisztrálták a nyál és vérminta vizsgálati egyezése 97%-os volt. Más kábítószer hatóanyagok esetében ez a %-os találati eredmény a következőképpen alakult: amfetamin = 100%, MDMA = 97%, morfin = 87%, benzoilecgonin (kokain) = 92%. A mérések specificitása és pontossági jellemzői: 91 – 98%-ak voltak. A fals pozitív esetek száma 2 – 9%. Ezek a mérések feltételezhetően abból adódhattak, hogy a nyálban mért pozitív eredményt a vérminta analízise nem igazolta vissza. A szerzők feltételezik, hogy a szájüreg kontaminálva volt kábítószeranyaggal (marihuána, MDMA), de az még nem szívódhatott fel a szervezetbe. A vizsgálatokhoz 1 ml szérum mintát és 0.1 ml nyálmintát használtak fel.

#### 6.5. A nyálfolyadék mérését zavaró körülmények: deponálódás – kontamináció

Számos vizsgálat irányítja a figyelmünket arra a tényre, hogy azok a kábítószeres, amelyek inhaláció, vagy orális bevitel útján jutnak a szervezetbe, bizonyos anyagmennyiségeik képesek deponálódni a szájüregbe és jelenlétükkel „szennyezhetik” a nyálmintát. Ugyan így szennyezést eredményezhet, a kilégzés, a hányás, vagy a felköhögés, gyomorgázokkal a szájba jutó gyomortartalom (reflux) illetve a tüszentés is. Ezek a szennyeződési lehetőségek egy adott vizsgálati esetet irreálissá tehetnek, minthogy, a nyál/plazma arány a várt, reális értékről magasabb értékre tolódik.

Megfigyelések alapján a nyál/plazma arány akár 100-szor, 400-szor nagyobb értéket is mutathat a cigaretta formában szívott, vagy szippantott heroin esetében, mint az iv. adagolt



(típusos) fogyasztás során. Az elszívott heroin és égéstermékei akár 24 óráig is kimutathatók a nyálmintából, míg a hagyományos intravénás használat során a szer metabolitjai csak a 30 percig észlelhetők a nyálfolyadékban. [15., 16., 17.] *O'Neal* közlése szerint a nyál/plazma hányados kodein parenterális bevitel esetében 15 – 30 perc közötti időben mérhető. Azonban az orálisan szervezetbe vitt kodein-foszfát folyadék estében a hatóanyag a több órán keresztül is kimutatható a nyálból, annak ellenére, hogy a kodein fogyasztását követően, illetve a nyál-mintavétel előtt a szájjüregt intenzív fogmosással és öblítéssel próbálták dekontaminálni. [18.]

Az orálisan, vagy inhalációval szervezetbe juttatott kábítószernek a szájnyálkahártyához történő deponálódási képességével a toxikológiai szűrővizsgálatok során számolni kell. Ez a jelenség egyfelől zavarhatja a gyorsesztek valós eredményeit. Másfelől viszont, információt nyerhetünk a kábítószer szervezetbe kerülésének módjáról. A deponálódás által manifesztálódott mérési hiba a másodlagos nyál-mintavételezéssel, valamint a késedelem nélküli levett vér- és vizeletminta a megerősítő vizsgálatokkal kiszűrhető. A nyál-mintavételezési szabályokat tehát, mindenképp indokolt következetesen betartani.

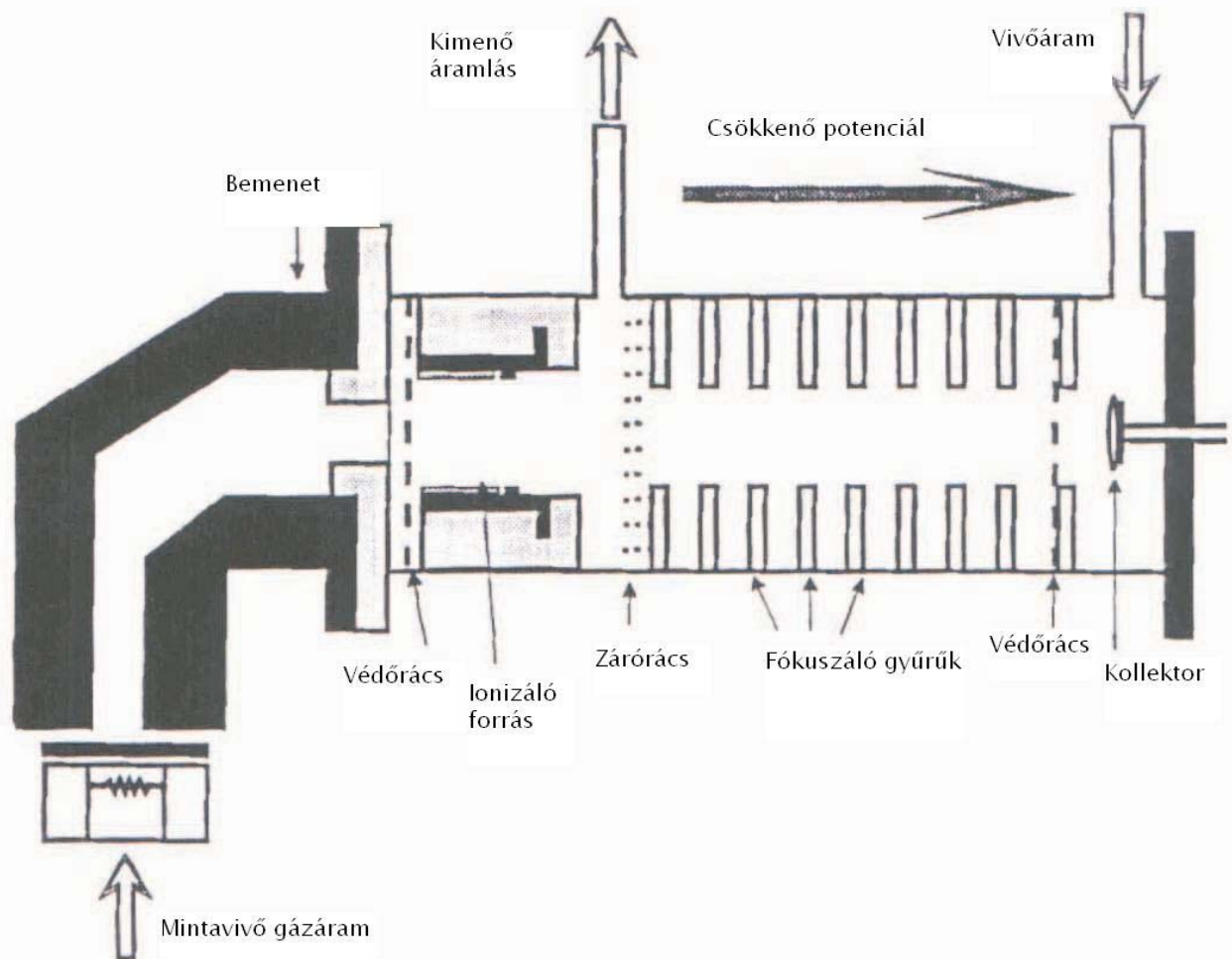
Az ion mobilitás spektrometria alkalmazhatósága

Az ion mobilitás spektrometria a mind hatékonyabb és megbízhatóbb eszközöknek köszönhetően a bűnügyi technika egyik ígéslovává úgy a laboratóriumokban, mint terepen.

Mások, és saját tapasztalataink szerint is a kábítószer használat helyszíni kimutatásakor, sok akadályt kell leküzdeni. Mint ahogy az előzőekben utaltunk rá a vizeletminta vétele nehézkes terepen (pl. forgalmas utca), vérvételre gondolni sem lehet. A nyálminta további előnye, hogy a minta maradéka könnyen és biztonságosan szállítható, illetve kétely esetén a vizsgált személy utólag is azonosítható.

Ezért szükségesnek látjuk egy olyan gyors, egyszerűen kezelhető műszer létrehozását, amely jól kiegészíti az immunkémiai nyálminta vizsgálatokat, elfogadott tudományos és gyakorlati eredményeken alapul, valamint a hozzá kapcsolódó információs környezet (zárt láncú bűnjelkezelés, adatvédelem, adatbiztonság) lehetőség szerint kizárja a csalás, adat-, mintavesztés, hamisítás lehetőségét. Cél továbbá, hogy a műszerbe ujjlenyomat azonosítót is integráljunk, mely egyúttal a kéz kontaminációját is kimutatja.

A műszer alapja az ion mobilitás spektrometria (Ion Mobility Spectrometry (IMS)), valamint az ehhez tartozó számítógépes háttér (hardver, szoftver). Az eszköz képes igen alacsony koncentrációban is érzékelni és azonosítani vegyi anyagokat arra alapozva, hogy a gáz fázisú ionok különböző sebességgel vándorolnak homogén elektromos térben. Ehhez ionizálni kell a minta molekuláit, rendszerint fotoionizációval (APPI), elektro-spray ionizációval (ESI), vagy valamilyen, pl.  $Ni^{63}$ , vagy  $Am^{241}$  radioaktív forrással. Ez utóbbit mutatja sematikusán a 7. ábra



7. ábra  
Az IMS detektor sémás ábrázolása

Adott időpontban bevisszük a mintát a kamrába, ahol ionizálva azt átengedjük a fókuszáló gyűrűk között. Ezek hasonló módon működnek, mint a triódák kontrollrácscsai, s egy homogén elektromos teret hoznak létre, mely néhány V/cm-től több száz V/cm-ig terjedhet. A száraz levegőjű rendszerben az ionizáló forrás által generált  $N_2^+$  vagy  $O_2^+$  pozitív és  $O_2^-$  negatív ionok a minta molekuláival reakcióba lépve töltésüket átadják a vizsgálandó minta molekuláinak, vagy azokhoz kötődve töltik fel. A kémiai anyagok elkülönítése az ion mozgékonyaságon alapul, mely az ion tömegének, méretének és alakjának függvénye. Ennek megfelelően érik el a cső végén a detektort, ahol a sebességük sorrendjében (leggyorsabb  $\rightarrow$  leglassúbb) kémiai összetételüknek megfelelően karakterisztikus jelet generálnak a detektoron (kollektor), mely számítógéppel feldolgozható.

A kutatások fő célja egy egyszerű, hordozható, számítógéppel ellátott, könnyen használható eszköz kifejlesztése, mely képes kimutatni a legtöbb (összes?) kábítószer és azok metabolitjait mindenféle minta-előkészítés (pl. extrakció) nélkül a lehető legalacsonyabb cut-off értéken. Mivel a jelek detektálása nem egy specifikus antigén-antitest reakción alapul, a készülék számítógépes könyvtárában tárolt információk mennyiségén múlik a kimutatható toxikus anyagok száma. Ennek előnyei az ún. „designer drugs” esetében mutatkozik meg, ilyenkor az új, a tiltólistára került kábítószer jelét kell a könyvtárban elhelyezni, nem szükséges új antitest kidolgozása. A jelfeldolgozás neuronháló segítségével lehetséges. A készülék célja kizárólag a toxikus anyag (kábítószer) megbízható kimutatása a nyálmintában, ezzel alapot teremtve a további vizsgálatokhoz (orvosi, laboratóriumi, stb.), ezért a mennyiségi meghatározás, valamint a



drogok esetében amúgy is gyenge lábakon álló koncentráció-hatás összefüggés megállapítását nem tartjuk kiemelt fontosságúnak a területi szűrővizsgálatok szempontjából. Az eszköz számítógépes része szekvenciálisan tárolja, egyúttal „tükrözi” az összes fontos adatot (személyazonosítók, eredmények, stb.) a központi szerverre, hogy a csalás, hamisítás, korrupció, valamint adatvesztés elkerülhető legyen. Az egység így időt és emberi, vizsgálati (szállítás, laboratórium, stb.) erőforrás-költségeket takarít meg, kizárva a csalást, valamint az adatok meghamisíthatóságát.

Későbbi fejlesztési cél, hogy a készülék ne csak a biológiai mintákat elemezze, hanem lehetőleggyorsabban a vizsgált személy kezének, vagy tárgyainak külső szennyeződéseit is.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Összehasonlítva az ismertetett eljárásokat, mindenképpen a GC/MS vizsgálat a legérzékenyebb, ugyanakkor a legdrágább és leginkább időigényes is. A készülék mérete sem teszi lehetővé terepen történő alkalmazását, ezért a GC/MS vizsgálatokat kihagyhatjuk a terepen történő vizsgálatokból. [21, 22, 23] A cikkben ismertetett vizsgálati módszerek összehasonlítását a 2.táblázat mutatja

		IMS	Immuneszt	GC/MS
Vizelet	Minta mennyisége	50-100 µl	100 µl	5 ml/drog
	Mintaelőkészítés	n/a	Reagensek hozzáadása és inkubáció	Szilárd fázisú extrakció, derivatizálás
	Mintaelőkészítéshez szükséges idő:	Nem szükséges	0,5-2 óra drogonként	Kb. 30 perc/drog
Nyál	Minta mennyisége	10 µl	50-100 µl	1 ml
	Mintaelőkészítés	Nem szükséges	Reagensek hozzáadása, inkubáció	Folyadék-folyadék vagy szilárd fázisú extrakció, derivatizálás
	Mintaelőkészítéshez szükséges idő:	azonnal	Kb. 5 perc	Kb. 15 perc
Analízis idő		6,6 sec	Kb. 5 perc	Kb. 15 perc

### II. táblázat

Az eddigiek alapján a következő kritériumoknak feleljen meg a műszer:

- Hordozhatóság, egyszerű kezelhetőség, robusztusság, azaz tegye lehetővé nehéz körülmények között is a gyors helyszíni műszeres vizsgálatot, ne igényeljen különösebb kiképzést sem a kezelés tekintetében, sem az eredmények értelmezésében. Ez egyúttal feltételezi a kijelző jó olvashatóságát is.
- Gyorsaság, egyszerű, szükség esetén azonnal megismételhető mintavétel, továbbá elegendő mintamennyiség maradjon a további konfirmációs laboratóriumi vizsgálatokhoz.
- Megbízható analitikai eredményt adjon, azaz
  - a. Ne legyen kereszt-reakció

- b. A törvényi előírásoknak megfelelő érzékenységű legyen
  - c. Széles meghatározási spektrum, mely tovább bővíthető
- Olcsó üzemeltetés
  - Informatikai biztonság
    - a. Automatikus adatgyűjtés, ideértve az időpontot, a dátumot, és minden egyes riasztásról készített mérési eredményeket, valamint a vizsgált személyt azonosító adatokat (ujjlenyomat, stb.).
    - b. Az összes rögzített adatot az arra illetékes személy(ek)nek bármikor és bárhol elő lehessen hívni, ki lehessen nyomtatni és archiválni. Az adatok tükrözése gátolja meg az adatok módosítását, törlését, csalási, korrupciós kísérleteket.
    - c. a zárt láncú bűnjelkezelés biztosítása, s ezzel a helyszínen nyert biológiai, valamint anyagminták későbbi azonosítása, újravizsgálta, pozitív eredmény esetén a lelet igazolása

Összegezve a végcél egy könnyen használható, gyors, és a körülményekhez képest megbízható eszközt adni a rendőrség/feegyveres erők/toxikológiai osztályok kezébe, mellyel a helyszínen megállapítható a kábítószer és/vagy gyógyszer és/vagy egyéb toxikus anyag jelenléte a szervezetben, alapot teremtve ezzel a bizonyító erejű további vizsgálatokra. A készülék hatékonyan mutassa ki a nehezen megtalálható anyagokat is, úgy, hogy a vizsgált emberek közben mégis gyorsan és könnyen essenek túl az ellenőrzésen, szinte még külső beavatkozásra se legyen szükség. Különálló egységként is lehessen üzemeltetni, de integrált biztonsági rendszerekbe is kapcsolható legyen, kihasználva a készülék hálózati képességét.

A készülék közvetlen és könnyű mintavételi módszere által, valamint kis mérete miatt széles körű alkalmazási lehetőségeket kínál, ezért a kábítószer-vizsgálatokon túl szükséges a **katonai**, valamint a toxikológiai osztályos alkalmazhatóság vizsgálata.

## IRODALOM

1. Benkő A.: Az Országos Igazságügyi Toxikológiai Intézet 1. sz. módszertani levele a kábítószeres és pszichotróp hatású anyagok igazságügyi toxikológiai vizsgálatáról különböző humán testnedvekből, hatósági mintavételezés alapján., Igazságügyi közlöny, 1999. március 31. CII. évf. 3. sz.
2. 8/2000. (II. 16.) BM-IM-PM együttes rendelet
3. Szipola, Gy - Leisztner, L.: Szakértői rendszer az alkoholos befolyásoltság minősítésére. 1987. Act. Chim. Hun. Acad. Sci Automatizálási Különszám
4. 16 Mars 1999., Loi modifiant la loi relative á la police de la circulation routière, coordonnée la 16 mars (1968)., Ministere des Communication et de L'infrastructure, Belgique
5. Änderung des § 24a des Straßenverkehrsgesetzes und Bericht der Grenzwertkommission Bundesgesetzblatt (1998). Teil I. Nr. 24, S 795., ausgegeben am 30. April 1998 und Nr. 25. S. 811 ausgegeben am 8. Mai 1998.
6. Kintz, P. et al.: "Codeine testing in sweat and saliva with the DrugWipe", Int. J. Legal Med. 1998, 111, 82–84.
7. Kintz P. et al.: "Detection of cannabis in oral fluid (saliva) and forehead wipes (sweat) from impaired drivers", J. Anal. Toxicol. 2000, 24, 557–561.
8. Kintz P.: "Excretion of MBDB and BDB in urine, saliva and sweat following single oral administration", J. Anal. Toxicol. 1997, 21, 570–575.
9. Moffat, A.C., Osselton, M.D., Widdop, B.: „Clarke’s Analysis of Drugs and Poisons”, - Spiehler, V.: „Drugs in Saliva”, (Cap. 7.), Pharmaceutical Press, London, 2004.
10. Huestis, M.A. and Cone E.J.: „Alternative testing matrices”, In Drug Abuse Handbook, S. Karch, Ed. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 799-857. 1998.
11. Malamud D.: "Guidelines for saliva nomenclature and collection", Ann. New York Acad. Sci. 1993, 694, xi–xii.
12. SAMHSA (Substance Abuse and Mental Health Services Administration), Mandatory Guidelines for Federal Workplace Drug Testing Programs 2000, <http://www.health.org/workplace/manguidelines/draft3.htm>
13. Kintz, P.: „The role of saliva and sweat in detecting cases of driving under influence”, In Road Traffic and Drugs, Council of Europa Publishing, ISBN 92-871-4145-2., pp. 239-245.; December 1999.
14. Walsh, J.M., Flegel, R., Crouch, D.J., Cangianelli L., Baudys, J.: „An evaluation of rapid point-of-collection oral fluid drug testing devices” J. Anal. Toxicology, Vol. 27, Nr. 7, pp. 429-439.; Oktober 2003.
15. Pichini, S., Navarro, M., Farré, M., Ortuño, J, Roset, P.N., Pacifici, R., Zuccaro, P., Segura, J., Torre., R.: „On-site testing of 3,4-methylenedioxy (Ecstasy) in saliva Drugwipe and Drugread: A Controlled Study in Recreational Users”, Clin. Chemistry, 48: 174-176, 2002.

16. Tonnes, S.W., Steinmayer, S., Maurer, H.J., Moeller, M.R., Kauert, G.F.: „Screening for drugs of abuse in oral fluid-correlation of analysis result with serum in forensic cases”, *J. Anal. Toxicology*, 29 (1): 22-7.; Jan-Feb. 2005.
17. Jenkins, A.J. et al.: “Pharmacokinetics and pharmacodynamics of smoked heroin”, *J. Anal. Toxicol.* 1994, 18, 317–30.
18. Jenkins, A. J. et al.: “Comparison of heroin and cocaine concentration in saliva with concentrations in blood and plasma”, *J. Anal. Toxicol.* 1995, 19, 359–374.
19. Ohlsson, A. et al.: “Single-dose kinetics of deuterium-labeled cannabidiol in man after smoking and intravenous administration”, *Biomed. Environ. Mass Spectrom.* 1986, 13, 77–83.
20. O’Neal C. L. et al.: “The effects of collection method on oral fluid codeine concentrations”, *J. Anal. Toxicol.* 2000, 24, 536–542.
21. *The Analysis of Drugs of Abuse* ed.: Terry A. Gough (ed.) ISBN: 978-0-471-92267-4, 1991 Wiley
22. *Analytical Chemistry of Complex Matrices*, W. Franklin Smith, ISBN: 978-0-471-96316-5, 1996, Wiley
23. *Analytical Chemistry: A Modern approach to Analytical Science*, 2nd Edition, Robert Kellner (ed.), ISBN: 978-3-527-30590-2, 2004, Wiley
24. *Mass Spectra of Designer Drugs: Including Precursors, Medicinal Drugs and Chemical Warfare Agents*, Peter Rosner, et. al., ISBN: 978-3-527-30798-2, 2007
25. *Data Fitting in the Chemical Sciences: By the Method of Least Squares*, Peter Gans, ISBN: 978-0-471-93412-7, 1992, Wiley
26. CobiT (Control Objectives for Information and Related Technology) 3rd edition
27. Bengt Nolting, *Methods in Modern Biophysics*, Springer Verlag, 2005, ISBN 3-540-27703.X
28. Gary Eiceman and Zeev Karpas, *Ion Mobility Spectrometry*, CRC Press, 2005, ISBN 0-8493-2247-2

## Basics of the flight safety risks

### *Abstract*

*A szerző áttekintette a repülési biztonságot fenyegető kockázatok alapvető kategóriáit, e kockázatok értékelésének releváns meghatározóit, összegezte a kockázatkezelés legfontosabb módszereit. A cikk ismereteket közöl a katonai repülésbiztonsági statisztikák elemzésének törvényszerűségeiről és a repülés biztonsága és repülőképzés összefüggés rendszeréről.*

*The author overwied the basic categories of flight safety and the determining factors of flight safety. Moreover this article gives a short summary the methods of evaluation of flight safety risks and risk management. With the help of this essay we can get information of connection between flight safety risks and the military flight statistics and the training and flight safety.*

**Kulcsszavak:** *repülésbiztonság, repülésbiztonsági kockázat értékelés, repülési statisztikák, flight safety, evaluation of flight safety risks, flight statistics*

The exact measurement and its immediate handling is a primary priority. The first step of the risk awareness is its recognition. All facts and conditions can be considered a risk factor that can cause an air accident. Flying itself carries these risks, both evidently and in hidden form.

But the realisation of the risk factors itself is not enough for safety counter- measures. In this case it is not enough to know the size of the risk, or its seriousness, it is necessary to be clear about the possibility of the event. Only these two factors together are able to provide the basis for risk management. The level of the risk is indicated by the product of the risk seriousness and the possibility of its happening. The third factor that is important when defining risks is the level of endangerment, in other words, how endangered both the crew and the aircraft are.<sup>2</sup>

Risk can be objective, or in other words, existing in its original and independent form, or it can be subjective, i. e. starting from an identified source, calculated and estimated. It can be evident and it can be latent. It is obvious that we cannot exist without some kind of risk either in our everyday life or in flying. There is some form of risk management in all our daily activities, for example, when crossing a busy road. The success of this management depends greatly on our knowledge of the surrounding world or what we see from it. Experience, consequently, is extremely important, as well as remembrance and attention when we deal with the dangers of everyday life. If we are not familiar with the danger or we do not have information about it, we will not be able to deal with it either. The same applies to flying.

Experience is achieved from the events in flying. If we do not learn from catastrophies and accidents, we will tend to make the same mistakes. To avoid this, it is not enough to realise the causes, but they need to be precisely recorded and researched. It supposes the existence of a database which is easily accessible for decision-makers and flight safety specialists and can deliver all necessary information. Furthermore, data must be summarised to be easily

---

<sup>1</sup> Honvédelmi Minisztérium Katonai Légügyi Hivatal, nametag@freemail.hu

<sup>2</sup> Dr. Vasvári Ferenc: Biztonságtudományi jegyzetek I. kötet Egyetemi jegyzet, ZMNE 2000. 79. p.

managed. Unlike in everyday life where the value of information is in its exclusiveness, the value of flight safety information is strengthened by the number of people possessing it.

Consequently, we must not forget the feedback, in other words, data applying to the first line executives should have free access. Data collection is impossible without computerised information intake and flight event information systems. Information collection is the memory of flight safety, and it is based on experiences of the flight events. Besides, it is extremely important to pay attention to dangers, which means awareness of the first protocols of the danger risks.

## **1. Evaluation of flight safety risks**

It is the best case if the pilots are aware of the dangers they have to face during the flight. Then it is the decision-maker's, the commander's responsibility, which available risk reducing option is the best to choose. His decision is influenced by the importance of the task and many other factors he needs to take into consideration. The consideration in all cases should aim at the optimal balance between the benefits and the possible losses of the activity. The contradiction is that the decision is always reached at the higher level than the execution. The judgement of the risk is closer to the level of the execution, however the means of the risk reduction are with the higher command. The final decision is in the hands of the executives only in less urgent cases. The other critical point of risk management is the establishment of the acceptable risk level.

The remaining risk after the risk reduction process or the risk that does not need reduction can be greater than previously evaluated. The reason for this is the risk or danger that had not been identified and consequently, was not taken in account. When analysing real risks, this must always be accounted for.

Military aviation possesses the highest risks of flying. Its safety cannot be guaranteed with absolute certainty, due to the elevated risk factors arising from the special environment and the methods of the flight tasks. At the same time, concerning the new challenges the human element needs to face, there are several other possibilities for the reduction of risk. All of them are connected with providing more safety for the human element and their mutual influence. The human factors of aviation can mean both safety and the dangers it faces. All activities connected with the elevation of safety are connected to this area in one way or another.

Since the reasons for most accidents are connected to this area, it is obvious that the target of prevention should be in this area. The basis for this is the establishment of the risk awareness. Risk can be possible only together with danger awareness. For flight safety specialists only an update information base can provide this kind of knowledge. A kind of information bank that gets the facts not only from one tenth of the entire flight safety information, but from the most reliable and the best sources, from the mistakes made by the first liners together with their experiences. It is very important, consequently, that the pilots and their surroundings should possess the knowledge that help the realisation of the problems and the mistakes, and at the same time they should want and dare to speak about their experiences and tell their opinions. The encouraging and not criticising work atmosphere and leadership style can motivate the openness of information exchange. Further motivation can be achieved by introducing a rewarding leadership style, which has no traditions in our country. Its opposite, however, the implementation of sanctions, for example, is practised and has nothing but negative motivation.

This, however, endangers the activities and the self-assurance which are vitally important for successful everyday work. This is not the only source of danger that should be considered.

Flying and the maintenance of skills connected with it is of outmost priority. The establishment of the material basis, the tasks of the political leaders, and modernisation of the training is the responsibility of those closer to the level of executives.

Secure military flying and preparation for military tasks can be achieved only by the total transformation of the training system. In modern pilot training system safety, effectiveness and success appears as one component. These are based on preparation prior to flying, safety knowledge, approach, culture and danger awareness.

## 1.1 Possibilities of risk management

As we have already seen, the risk of flight safety is constantly present and it is unavoidable. Its management is a number one task for commanders and there is a wide variety of its means. There are five possibilities for crisis reduction.<sup>3</sup>

- to accept the risk
- to avoid the risk
- to spread the risk
- to shift the risk
- to diminish the risk

The above-mentioned options are not equal. The choice of the options by the leaders depends on the circumstances of the task execution, on its importance and urgency.

### 1.1.1. Risk Acceptance

This is the most critical form of risk management. Since danger cannot be excluded entirely from flying, all flights have the same danger. It is so whether we are aware of the danger or not. All pilots, so military pilots, too, have the tendency to get used to danger, which leads to indifference towards risk, and this can be the cause of accidents. Judgement of flight safety depends on the level of the risk acceptance. For the maintenance of the acceptable level it is necessary to identify and survey the dangers precisely and inform those involved in flying. The main aim of the risk management is to reduce the level of risk in accordance with the importance and urgency of the task execution.

### 1.1.2. To avoid risks

Risk can only be avoided if the given risks are known. Only then can the decision of its avoidance can be made. In extreme cases the decision can be to stop the activity, but execution of the task can be arranged at another time or alternative.

If in military aviation we had this kind of risk management, it would result in a very rigid and powerless structure. Let's imagine the consequences of cancelling of a vitally important air support, referring safety reasons. Consequently, this way of risk reduction can be applied only in a very specific case or in peace time.

### 1.1.3. Spread of the risk

One or more risks can also be avoided if we keep away from them either spatially or in time. If personnel can keep away from danger either spatially or in time, risk can be reduced. Similar results can be achieved if danger is faced for a short period of time.

### 1.1.4. Risk shift

---

<sup>3</sup> Dr. Pokorádi László: A kockázat kategóriái, Új Honvédségi Szemle, Zrinyi 1999/6 szám p.28-35.



In cases of more complex flights, like instrumental flights, for example, there is a possibility for partial shift of risk. During the execution of higher risk level flights, personnel rely on data from highly precise ground equipment or traffic controllers. Collision risk can be avoided with the help of on-board prevention systems.

#### 1.1.5. Risk reduction

There are many methods for the reduction of risks. There are no risk-free activities, so we cannot aim at zero risk reduction in flying. The aim in this case is to minimise the risk level to acceptable. The level of acceptance is established by the commander depending on the circumstances. Obviously it is lower in peacetime and higher in times of conflicts. As it has already been mentioned, when judging risk we need to take into consideration the probability of the flight event and the seriousness of the consequences. The previous two actually indicate the endangerment of the flight crew, in other words, the exposure of the crew to danger.

#### 1.2. Methods of risk reduction.

From the above mentioned, theoretically there are three ways of risk reduction:

- with the reduction of danger
- influencing the possibility of the event
- alleviation of consequences

We will see and it can already be seen from the listed risk management possibilities that all measurements are connected with the three above-mentioned factors. The risk itself is the least manageable, since it is present in flights, whether we want it or not, and quite often we are not even aware of it. The other two factors can be influenced with some of the following methods.

##### 1.2.1. Planning based on safety approach

The most efficient method of risk reduction is if the flight techniques and the development of the corresponding equipment is the result of safety based planning. In a given time a unit or the air force is not capable of using this method of risk reduction, since they have to deal with the problem with obsolete equipment, used by many generations. But when buying new equipment, safety aspects should also be taken into consideration. One thing is for sure: that commissioning 4th generation strategic aircraft means not only better combat capabilities, but also import of safety.

##### 1.2.2. Training, education

This is the second line of risk reduction. The establishment of danger awareness or its knowledge can be reached the easiest this way. Naturally, the positive role of the general professional intelligence and the deep, applicable knowledge cannot be emphasized enough in risk reduction. It means that thorough and continuous education is necessary for all those connected with aviation. It is important to stress that the biggest challenge in flight safety concerns risk reduction for the human element. Methodical flight safety training should be aimed not only for specialists, but all personnel connected within flying. The fact that only flight safety specialists should be trained since they are the ones responsible for this area, and they produce safety, is not applicable any more. This fact cannot be true even regarding the small number of such specialists.

Even an air force that deals with everyday problems and with personnel down-sizing cannot guarantee safety with just a few specialists. But if they are forced to do so, at least the front line workers should be provided with sufficient flight safety training.

### 1.2.3. Modification of flight frames

The main leaders often deal with the emerging problem by changing the flight parameters. It may seem an effective method, but it only has short-term results. Let's see an example. Certain forms of flying are more risky than others. Flying in the earth's vicinity belongs to the first category. It is evident that in this kind of flight there are more flight events. Risk reduction is achieved quite often by the limitation of flight parameters, in our case by the elevation of the bottom limit of the flight height. In the long run it may lead to the decrease in the personnel skills in this flight mode.

There is a consequence of the decrease of skills, a new kind of risk. That is why, when applying this method, the leading guidance should be the same as with other forms of risk management. That means, during practice for the task the extra risk must be compared to the risk of skill loss appearing at the strickening of flight frames.

### 1.2.4. Safety equipment and clothing

It is a general, widely used method of reducing risks for personnel. Safety equipment and clothing help reduce the unfavourable work conditions (overload, noise, etc.) Others, like energy consuming seats and parachutes reduce the possible consequences of flight events.

### 1.2.5. Indirect methods

Any equipment, not mentioned above, can be applied for risk reduction, provided it does not create another risk. Any physical or non-physical limit that keeps the personnel away from danger belongs here. Indirect methods can appear as tactical regulations, which strengthen personnel protection during performance of different manoeuvres. The exact reconnaissance, jamming and deception are all activities that add to risk reduction of a given task. Thorough planning is also an important part of risk judgement, and consequently, its reduction.

## 2. Connection between flight safety risks and the statistics

The basis of prevention is the exact judgement of risk. The first step is the recognition of the risk. Any factor can be a risk that can lead to a flight event. These risks are part of flying, either obviously or in hidden form. But the awareness of the sources of danger in itself is not enough for countermeasures. It is not enough to know the size of the risk, its strength, It is necessary to know its possibility as well. Only these two factors are able to show the basis for risk management. The level of risk is shown by the product of seriousness of danger and the possibility of its happening. The third factor, which is necessary to take into account when defining risk is the level of endangerment, or in other words, the duration and the method of the exposure of personnel and the aircraft to the danger.

It is evident that in everyday life and in flying as well, we cannot exist without a certain amount of risk. If we are not aware of the risk or if we do not know about it, we will not be able to deal with it. The same applies to flight safety. All flight events, ensued or remained in the phase of direct danger, can serve as a lesson for the prevention of future events. When we

analyse flight events or the mistakes leading to them, or when we record and archive flight safety indexes, we compare past and present by the means of statistics.

Experience, which serves as the basis for analysis and prevention, means knowledge gained from flight events. If we do not learn from catastrophies and accidents, if we do not process experiences, the gained knowlege will disappear, and we will make the same mistakes again. To avoid this, it is not enough to analyse the way leading there, but it is necessary to record this information and make it accessable for researchg. It supposes a current database operation, which can be easily accessable for decision-makers and flight safety specialists. Furthermore, data should be processed in statistics for easier handling.

Unlike civilian life, where the value of information is in its exclusivity, flight safety information is more valuable whwn more people possess it. That is why we must not forget about information feedback, or in other words, information known to the first liners should be known to all. It is impossible to load databases without computerised information and flight event report systems.

### **3. The relationship between training and risk**

It is vitally important for understanding flight risks to show the difference between the nature of danger and risk. In traditional interpretation risk depends on the size of danger, the possibility of it happening and the duration of exposure.

The factors of danger are present in all elements of the "person- machine- environment" trio. We need to know that whichever element is mentioned, it influences all others. That is why, flying as a system cannot be examined in a fragmented way, but only as interaction of the system elements.

The trio of the human- machine- environment performs flight in such a specific mixture of specific effect, where the permanent interaction of the elements is a risk strengthening and reducing factor at the same time.

One example: let's view a flight of a transport helicopter as a basic situation. A well-designed, well-maintained aircraft with trained personnel, in ideal weather conditions performs its task in acceptable risk conditions. In this case risks arising from the nature of flying are in balance with the benefit level of the task, so the flight does not possess an extra risk. Let us see some factors that can elevate the level of risk!

If in similar conditions the helicopter transports passengers as well, the risk level of this simple routine task would change the balance of the previous example. It is important to realise that a basically similar task can be of higher risk. In this case the elevation in the seriousness of consequences depends on the number of people on board.

From the point of view of flight safety it is the task that is placed in the intersection point of the three factors is the one to be examined from the point of view of risk. In the training system of today's air force are arranged in spiral shape according to the level of difficulty and complexity. The basis of the training system is such a spiral structure where the aircraft pilots go through strictly arranged tasks arranged in accordance with the weather conditions and battle application requirements, returning to simpler tasks from time to time. The analysis of the Warsaw pact-time training methods could make up another paper, that is why I have no intention of introducing it here.

The only thing I want to mention is that several air forces uses instead of the spiral system the so-called module system, where the different training exercises and flight tasks are built into the modules, similarly to the way the modules themselves are arranged, like bricks in the wall.

In our country's system the description of tasks is mainly technical and covers the so-called safety regulations. In a developed system it is advisable to mention the risk factors of flight practice, which itself would assist danger awareness.

### **Summary**

The level of safety can be established by how it appears in the system of flights, in the risk judgement and management of the dangerous activities. Dangers appearing in flights can arise from any factors influencing flight safety. The risk itself is the danger, or to be more precise, the consequence caused by danger, the possibility ensuing of the exposure, or the duration of being exposed to the danger. Risk judgement begins with risk calculation. On the one hand, danger awareness depends on the training level of the human element, on the other hand, on the system of flight safety and the safety awareness of the organisation.

### **Bibliography:**

1. Dudás Zoltán: Repülésbiztonsági veszélyek és kockázatok, 100 éves a géprepülés tudományos konferencia kiadvány ZMNE RMI, 2003. ISSN1 714 0604
2. Kovács István- Dudás Zoltán: Szemléletváltás a repülőképzésben, Repüléstudományi közlemények, ZMNE 2001. 1. Különszám
3. Dr. Pokorádi László: Kockázatkezelés a repülésben, Repüléstudományi közlemények, ZMNE RTI 1999. XI. évf. 26. szám
4. Dr. Pokorádi László- Madarász István: Kockázatkezelési példák a katonai repülésben, Új honvédségi szemle, Zrinyi 1999/12. Szám
5. Dr. Pokorádi László: A kockázat kategóriái, Új Honvédségi szemle, Zrinyi 1999/6.
6. Dr. Vasvári Ferenc: Biztonságtudományi ismeretek I. kötet Egyetemi jegyzet, ZMNE 2000,

## AUTONÓM, ELTÉRŐ BIZTONSÁGI POLITIKÁVAL RENDELKEZŐ INFORMATIKAI RENDSZEREK EGYÜTTES INFORMÁCIÓBIZTONSÁGÁNAK VIZSGÁLATA (1.)

### Információvédelmi eltérések az informatikai rendszerek között

#### *Absztrakt*

*Az informatikai rendszerek közötti információcsere mennyisége és jelentősége növekszik. A rendszerek közötti különbségek kockázatot jelentenek a rendszerek megosztott információira. A rendszerek közötti interoperabilitás szükségessé teszi az együttes információbiztonság vizsgálatát. Jelen publikáció összegzi a rendszerek közötti információvédelmi eltéréseket, az eltérések kockázatait, ellenük való védekezés lehetőségeit.*

*The amount and importance of information exchange among information systems is being increased. The differences of the systems cause risk to the shared information of the systems. The interoperability among the systems demands the examination of the common information security. This publication summarizes the differences of intersystem information security, their risks, and the possible protection options.*

**Kulcsszavak:** *informatikai rendszerek interoperabilitása, információ-védelmi eltérések, együttes információbiztonság, eszközök és módszerek, információbiztonsági szabványok ~ interoperability of the information systems, information security differences, common information security, devices and solutions, information security standards*

## BEVEZETÉS

Az informatikai rendszert létrehozó és üzemeltető szervezet céljai megvalósítása érdekében számára megfelelő információbiztonsági szintet kell létrehoznia. Ezt az információbiztonsági szintet a szervezet informatikai biztonsági filozófiájából és politikájából kiindulva az informatikai biztonsági stratégia megvalósítása során lehet elérni. Mivel az eltérő rendeltetésű szervezetek viszonya az általuk birtokolt, vagy kezelt információk biztonságával eltérő lehet, ezért a biztonsági filozófiák és politikák is ennek megfelelően eltérőek lehetnek. A kormányzati és a védelmi szférában általában kiemelt fontosságú a kezelt információk védelme. Az informatikai rendszer kialakítása során az eltérő biztonsági követelmények eltérő információvédelmi megoldásokat is jelentenek. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy azonos biztonsági szint eléréséhez számtalan módszer és eszköz áll rendelkezésre. Ezek közt a választás függ a szervezet anyagi lehetőségeitől és humán erőforrásainak minőségétől, mennyiségétől, a

---

<sup>1</sup> ZMNE BJKMK KMDI doktorandusz hallgató

kialakításához rendelkezésre álló időtől, tradícióktól, valamint a szervezettől és a hozzá kapcsolódó meglévő informatikai rendszerektől is.

Ma már csak elvétve található olyan informatikai rendszer, amely nem csatlakozik más rendszerhez is, tehát csak saját információkat használ. Többnyire az egyes informatikai rendszerek megosztanak másokkal információkat, információcserét végeznek velük. Ha a rendszer megoszt információt más rendszerekkel is, akkor már nem elegendő csak a rendszeren belül vizsgálni az általa birtokolt, illetve kezelt információk biztonságát. Ezt meg kell tenni az információcserében résztvevő összes informatikai rendszerrel kapcsolatban is. Ez az interoperabilitás napjainkban előtérbe került a katonai informatikai rendszerek fejlesztése során. A NATO stratégiai koncepciója is foglalkozik az informatikai interoperabilitás témakörével. [1]

A megosztott információk miatt nem csak az egyes rendszerek információbiztonságáról lehet beszélni, hanem bevezethető az e felett álló, az összes információcserében résztvevő rendszerre vonatkoztatott együttes (eredő) információbiztonság fogalom. Az együttes információbiztonság a megosztott információ biztonsági szintje az információcsere által létrejött komplex rendszerben. Ugyanígy bevezethető az együttes bizalmasság, hitelesség, rendelkezésre állás és működőképesség fogalma is.

Mivel az egymással kapcsolatban lévő rendszerek eltérő informatikai eszközöket és módszereket használnak, ezért az információcseréhez ezeket illeszteni kell egymáshoz. Ez az illesztés a megosztott információ szempontjából biztonsági kockázatot jelenthet. Ennek oka, hogy minden az információcserében résztvevő rendszer számára páronként az információcsere érdekében plusz információkat kell kiadni (pl. közös eljárások és kulcsok). Az információcsere lehetősége érdekében a közös eljárások és módszerek alkalmazása nagyobb kockázatot jelent az információkra, mint az egyes rendszereken belül használatosak. További kockázatot jelenthet az egyes rendszerek közötti kevésbé védett csatornákon és csomópontokon való átvitel is.

A fentiekből látható, a nagyfokú autonómiával rendelkező informatikai rendszerek információcseréje során előfordulhat, hogy míg az egyes rendszereken belül az információk védelme megfelelő, addig az információcsere során létrejövő összetett rendszerben ugyanezen információk biztonsága nem megfelelő. Csak akkor szabad a védett információkat megosztani más rendszerekkel, ha azokon belül is megoldott az információk megfelelő védelme. Ehhez az információcserében résztvevő rendszereknek és az információcsere útvonalnak is ki kell elégítenie az információbiztonsági igényeket.

Mivel a legtöbb esetben kevés ismerettel rendelkezünk az információcserében résztvevő informatikai rendszerekről, az útvonal elemeiről (egyre inkább Interneten keresztül áramlanak az információk), ezért leginkább csak a szabványokra és ajánlásokra tudunk hagyatkozni. Az információvédelmi ajánlások, szabványok pontos megvalósítása esetén már lehetőség nyílik az összetett rendszer együttes információbiztonsági szintjének értékelésére, a kockázatok felmérhetővé válhatnak.

A szabványok, ajánlások pontos megvalósítása sem mindig jelenthet megoldást. Az egyes rendszerekben megvalósított eltérő információvédelmi ajánlások, szabványok esetén nehézséget jelenthet az együttes információvédelmi képesség értékelése. Ennek oka, hogy az egyes információvédelmi ajánlásokat más-más igények hívtak életre, más-más információvédelmi filozófiát követnek, nem azonosak bennük az információvédelmi kulcskérdések, egyes részterületeket más-más részletességgel tárgyalnak, esetleg némelyekkel abszolút nem foglalkoznak.

Megoldásként kínálkozik, azonos szabványok és ajánlások használata, mely megoldást jelenthetne. Ez több okból is problematikus, mert a meglévő rendszerek átalakítását igényelné (költség, idő, stb.), és adott szabvány vagy ajánlás nem feltétlenül felel meg minden szervezet számára.

A fent vázolt nehézségek ellenére szükséges az összetett, együttes biztonság értékelése, az információvédelmi veszélyforrások felmérése. E publikáció és az ezt követő második rész célja az informatikai rendszerek közötti információcsere információvédelmi kockázatainak felmérése, e kockázatok csökkentési lehetőségeinek bemutatása. Az első részben a lehetséges eszközök és módszerek, valamint az alkalmazott szabványok és ajánlások közötti különbségeket mutatom be. Majd a második részben e különbségek lehetséges kockázatait vázolom. Végül megmutatom, milyen módon lehet ezeket a kockázatokat csökkenteni.

Az informatikai rendszerek védelmére használt információvédelmi eljárások és módszerek jelentősen eltérhetnek egymástól, a hasonló elérendő információbiztonsági célok ellenére, ennek oka, hogy a rendszerek kialakítására, más-más tényezők hatnak. Adott rendszert birtokló egy-egy szervezet informatikai biztonsági filozófiája és politikája nagyban eltérhet egymástól, ezért az informatikai biztonsági stratégiák megvalósítása során jelentős eltérések mutatkozhatnak. A különbözőség annak ellenére létrejöhet, hogy a védendő információ akár meg is egyezhet, vagy hasonló fontosságú lehet több rendszerben is. Az eltérések alapja az informatikai rendszereket birtokló szervezetek alaprendeltetésében keresendőek. Ezek az eltérések kihatnak a kezelt információk biztonságára is. Vagyis előfordulhat, hogy az egyik rendszerben ugyanaz az információ fokozottan, míg egy másikban kevésbé védett lehet. A szervezetek sajátosságai miatt létrejövő eltérő biztonsági követelmények miatt eltérő információvédelmi megoldásokat alkalmazhatnak egy-egy informatikai rendszerekben. Azonos biztonsági szint elérését különbözőképpen lehet elérni, sok megoldás lehetséges. Az informatikai rendszer védelme érdekében használt módszerek és eszközök kiválasztását befolyásolja a szervezet anyagi, humán erőforrásainak mennyisége, a felépítésre szánt idő, tradíciók, a szervezet által birtokolt, vagy ahhoz kapcsolódó egyéb informatikai rendszer sajátosságai.

## 1. ALKALMAZOTT INFORMATIKAI ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK ELTÉRÉSEI

Számtalan szabványos eszköz és módszer áll rendelkezésre az informatikai rendszerek megfelelő biztonságának megteremtéséhez. Egy szervezeten belül hasonló feladatokra hasonló, vagy egyforma eszközöket célszerű alkalmazni. Ez a törekvés általában jellemző is az informatikai rendszereket birtokló szervezetekre. Ezt diktálja a célszerűség, mivel így a rendszer átláthatósága javul, karbantarthatóbb és általában költséghatékonyabb az így felépített rendszer működtetése. Az egységesség azonban sérülhet, ennek oka lehet az, hogy a rendszer folyamatos növekedése, változása során a régi eszközök sokáig megmaradhatnak az újak mellett a rendszerben. De hasonló feladatokra is indokolt lehet eltérő technológiák használata egy-egy részterületen, pl. speciális igények kielégítése érdekében. Az egységesebb felépítés a kevesebb fajta eszköz és módszer használata jelenthet olyan előnyöket, hogy érdemes akár a részfeladat igényeihez mérten redundanciával rendelkező, de több feladat elvégzésére alkalmas eszközökből felépíteni a rendszert.

Mivel egy-egy szervezet általában önállóan végzi (végezteti) informatikai rendszerének fejlesztését, más-más szempontok alapján dönt az informatikai beszerzéseiről, ezért szervezetenként nagyfokú eltérés lehetséges a rendszereket felépítő eszközökben.

Természetesen a szervezet (vezetőinek) viszonya a birtokolt informatikai rendszerhez végső soron kihat a rendszert felépítő elemekre is. Például két pénzügyi szolgáltatásokat végző szervezet esetén az egyik filozófiájához a széleskörű, gyors, és megbízható szolgáltatások tartoznak, akkor ehhez szükséges infrastruktúrában belül alapvető a gyors, megbízható és az új szolgáltatásokat (pl. e-banking) támogató informatikai rendszer kiépítése. A szintén pénzügyi szolgáltatásokat nyújtó másik szervezet esetében - mely filozófiájának alapja a versenyképesség alacsony költségekkel és erős marketing munkával való megteremtése - a szervezet nem érdekelt költséges informatikai fejlesztésekre beruházni, csak az alap informatikai háttér megteremtésére koncentrálni. Az alacsonyabb szintű informatikai háttér okozta hátrányokat marketinggel és alacsonyabb színvonalú, de kisebb költséggel járó szolgáltatások nyújtásával kompenzálja. Természetesen az egyik esetben nagy sebességű, nagy megbízhatóságú informatikai rendszert kell felépíteni, gyors megbízható elemekből, ráadásul a felépítő elemeknek támogatni kell az új bevezetett szolgáltatásokat is. A második esetben nem alapvető kérdés a minőségi informatikai háttér, hanem költséghatékony megoldást kell találni, melyben a rendszer rendeltetészerű működésén kívüli állapot még korlátozott költséggel járjon.

A szervezet informatikai biztonsági filozófiája kihat az alkalmazott eszközökre és módszerekre. A szervezet biztonsági filozófiájából következik végső soron a szervezet biztonsági stratégiája, így az informatikai biztonsági stratégia is. Az eltérő informatikai biztonsági stratégiák mentén az informatikai rendszereket felépítő eszközökkel és módszerekkel szemben is más-más követelmények fogalmazódnak meg. Ha egy szervezetben kiemelt fontosságú a benne kezelt információk biztonsága, akkor az informatikai rendszert felépítő eszközöknek és módszereknek is tükrözniük kell ezt.

Jó példa az eszközök eltérésére a Wi-Fi eszközök. Az IEEE802.11b WLAN szabvány megjelenése után kiderült, hogy a használt WEP-KEY titkosító eljárás nem nyújt kielégítő védelmet, magasabb biztonsági szintekhez. Ezt a problémát az eszközöket gyártó cégek úgy kezelték, hogy saját a szabványon kívüli eljárásokat fejlesztettek ki, mellyel megfelelő védelmet lehet adni a vezeték nélküli kapcsolatoknak. Ezek a megoldások gyártó specifikusak, ezért ezeket csak azonos gyártmányú eszközök összekapcsolásakor lehetett használni. Különböző eljárásokat használó eszközök esetén vissza kellett térni a szabvány által biztosított alacsonyabb védelmi eljárások használatához. A példánál maradva, hiába használnak a vezeték nélküli összekapcsoláskor az egyik hálózatban IEEE802.11i szabványú, már magasabb védelmi képességű eszközöket (támogatja az AES titkosítást), ha a másikban a „b” szabványú, vagyis kevésbé védett kapcsolatot lehetővé tevő eszközt használják.

## 2. INFORMÁCIÓVÉDELMI SZABVÁNYOK ÉS AJÁNLÁSOK KÖZÖTTI KÜLÖNBSEGEK

Mivel egy szervezet informatikai rendszere igen bonyolult lehet, nem feltétlenül elegendő a használt eszközök és módszerek kiválasztása, szükséges egy magasabb szintű követelményrendszer megfogalmazása az informatikai rendszer kialakításához. Az információbiztonsági szabványok és ajánlások tartalmazzák a szükséges információvédelmi követelményeket. A nemzetközi információvédelmi szabványok és ajánlások tükrözik a



létrehozó személyek (szervezetek) gyakorlati tapasztalatait. Az információvédelmi szabványok, ajánlások használatával az informatikai rendszer védelme gyorsabban megoldhatóvá válik, az így létrehozott rendszerben kisebb valószínűséggel maradnak információvédelmi lyukak. A kialakított rendszer információbiztonsági vizsgálata elvégezhető, a fennmaradó információvédelmi kockázatok utólag értékelhetővé válnak. Az egyes információvédelmi szabványok és ajánlások tükrözik az alkotók preferenciáit, a megcélzott szervezetek elvárásait. Így fordulhat elő, hogy az adott ajánlás, vagy szabvány az információvédelem egy-egy területét részletesen tárgyalja, míg másikkal kevésbé, vagy egyáltalán nem foglalkozik.

Abban az esetben, ha egy információvédelmi szabvány sem ad teljes körű megoldást, lehetőség van több különböző együttes használatára. Így megvalósíthatóvá válnak a kitűzött információvédelmi célkitűzések. Pl. az EU agrártámogatásainak kifizetését végző ügynökségét támogató rendszerhez a COBIT (Control Objectives for Information and related Technology) könyvvizsgáló rendszert, az ISO 17799 és a német Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: IT-Grundschutzhandbuch információvédelmi eljárásokat használják. [2]

Az 1996-ban kiadott COBIT jelenlegi negyedik kiadásában férhető hozzá, 34 magas szintű osztállyal és 318 részletezett osztállyal rendelkezik, melyeket úgy hoztak létre, hogy segítsék a szervezetek IT eszközeinek felügyeletét. [3] A szabvány jól ismert, jól dokumentált, sok segítséget ad az IT szakembereknek. Felismerve az igényt, a COBIT-et kiadó szervezet az ISACA (Information Systems Audit and Control Association) kiadott egy speciálisan kis és közepes szervezetek számára kidolgozott egyszerűsített COBIT változatot („QuickStart”), ez az informatikai rendszereket üzemeltető szervezetek számára legkritikusabb elemekkel foglalkozik, így ehhez nem szükséges az egész szabvány ismerete. A COBIT alapvetően a szervezet vezetőit segíti a szervezet informatikai eszközeinek felügyeletében, vizsgálatában, úgy, hogy foglalkozik a felhasználókkal, az informatikai rendszerek vizsgálatával, ellenőrzésével, lehetőséget ad a rendszer teljesítményének mérésére is. Leginkább a pénzügyi és üzleti szférában terjedt el, ennek tudható be, hogy a szabvány szemlélete is ezt tükrözi. Alapvetően a hatékonyabb üzletmenetelt és az azt veszélyeztető kockázatok csökkentését hivatott támogatni. Előnyeként az idő és pénzkímélést lehet megemlíteni, melynek oka a jól dokumentáltsága, szakemberek sokasága, valamint könnyű alkalmazhatósága. [4] A COBIT 4.0 verzió újdonsága többek között harmonizáció és leképezhetőség más szabványokra (ITIL, CMM, COSO, PMBOK, ISF és ISO17799). [5]

Az ISO17799 (Information Technology – Code of Practice for Information Security Management) alapja az 1995-1999 között kiadott brit BS7799 információvédelmi szabvány. A szabvány központi eleme a biztonság, segítséget nyújt a szervezet számára információvédelmi terveik elkészítéséhez. A szabvány a következő magas szintű csoportokat tartalmazza: védelmi eljárások, szervezeti biztonság, értékek osztályozása és felügyelete, személyi biztonság, fizikai és környezeti biztonság, kommunikáció és működés felügyelet, elérés felügyelet, rendszerfejlesztés és karbantartás, üzlet folytonosság szervezés és illeszkedés. A jól ismert szabvány az informatikai biztonság széles területét fedi le. A szabvány a kockázatmenedzselést hangsúlyozza ki, kiindulva az információvédelmi politikából, felbecsülve a kockázatokat, majd azokat kezelhetővé teszi. Rugalmasságát mutatja, hogy lefedi az információ minden formáját, beleértve a hanganyagokat, képeket, és olyan médiákat, mint a például a mobiltelefon, vagy a FAX. Támogatja többek között olyan új területeket, mint az elektronikus kereskedelem, az Internet, az erőforrás kihelyezés (out-sourcing), a távmunka és a mobil informatika. [6] A BS7799 második kiadása az 1999-ben publikált BS7799-2:2002, ami az ISO/IEC27001:2002 (2005) kiadásával vált nemzetközi szabvánnyá. [7] A BS7799-2 középpontjában az információ biztonsági

menedzsment rendszer alkalmazása áll, hivatkozva az információs biztonság menedzsment struktúrára és felügyeletére, melyek az ISO17799-ben találhatóak meg.

Az ITIL (Information Technology Infrastructure Library) kevésbé ismert, mint a fenti két auditáló szabvány. A nyolcvanas évek közepén hívta életre a brit Kereskedelmi Minisztérium, az üzleti élet IT eszközeinek jobb felügyelete érdekében. A szabvány leginkább az üzletmenetre és az információs technológiára fókuszál. [8] Az ITIL IT támogató szolgáltatások segítik elő a szervezet számára hatékonyabb szoftver, hardver és humán erőforrás menedzselést az üzem folytonosság fenntartása érdekében. Az ITIL-nek nem feladta minden informatikai terület lefedése, pl. a környezeti és fizikai biztonsággal nem foglalkozik.

A COBIT erőssége a felügyelet, ellenőrzés és mérőszámok, az ITIL kiváló gyakorlati példák és eljárások sokaságát tartalmazza, az ISO17799 pedig kiemelkedik a védelemben. [9]

Ide tartozik még a TCSEC, FC, CTCPEC és ITSEC létrehozói által 1996-ban létrehozott CC (Common Criteria) kritériumrendszer, mely általánosan elfogadott követelményrendszert tartalmaz az informatikai rendszerekkel szemben. [10] A CC hatóköre kiterjed az informatikai eszközökre, rendszerekre és termékekre. Az információbiztonságot fenyegető tényezőket megnevezi, ezek közül azokkal foglalkozik, melyeket az IT eszközöknek kell kivédeniük. Részletesen foglalkozik a környezeti biztonsággal, szervezetbiztonsággal, IT hozzáférés biztonsággal, szoftverfejlesztés minőségellenőrzésével, speciális biztonsági mechanizmusok értékelésével. A CC hatókörén kívül esik, pl. az adminisztratív biztonsági intézkedések, környezeti biztonság értékelése, a kriptográfiai algoritmusok és azok belső jellemzőinek értékelésére vonatkozó kritériumok. Ennek ellenére például a CC előírja, hogy az értékeléshez a kriptográfiai algoritmusokkal is kell foglalkozni.

A fentiekből látható, hogy mindegyik információvédelmi szabványnak vannak erősségei, kiemelten kezelt, de kevésbé tárgyalt részterületei is. A szervezet által megfogalmazott követelményektől függ, mely információvédelmi szabványt érdemes a leginkább felhasználni.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az informatikai rendszerekkel szemben támasztott információvédelmi követelményekben tükröződnek a rendszereket birtokló szervezetek elvárásai. Eme eltérések mellett tovább növeli a különbségeket az egyes szervezetre jellemző, a saját informatikai rendszeréhez való viszony. Az informatikai rendszerek fejlődésében megfigyelhető tendencia, hogy egyre több a rendszerek között megosztott információ, egyre fontosabbá válik a rendszer interoperabilitása. Az információcserében résztvevő egyes rendszerek felépítése, használt eszközeik és módszereik eltérhetnek egymástól, amit figyelembe kell venni az összekapcsolásuk során. Az eltéréseket a rendszerek biztonsági követelményeinek eltérése, rendelkezésre álló anyagi és humán erőforrások mennyisége, rendelkezésre álló idő, tradíciók okozzák. Az interoperabilitáshoz illeszteni egymáshoz kell az egyes rendszereken belül használt információvédelmi eszközöket és módszereket. Hogy az egyes módszerek és eszközök különbözőségével minél kevésbé keljen foglalkozni, törekedni kell közös információvédelmi szabványokat és ajánlásokat teljesítő eszközök és módszerek használatára. A rendszert birtokló szervezet igényei szabják meg a használt információvédelmi szabványt is. Az egyes szabványok eltérhetnek az általuk tárgyalt információvédelmi terület feldolgozási mélységében, a használt módszerekben. Ezeket a különbségeket figyelembe kell venni a más-más szabványt, ajánlást kielégítő rendszerek

interoperabilitása során. Az eltérő információbiztonsági szabványok által használt eljárások különbségei miatt az információbiztonságot az egyes rendszerekben másképp vizsgálják, így azok összehasonlítása, egységes értékelhetősége nehezkessé válik. Nehéz összehasonlítani két az információ cserében résztvevő informatikai rendszert, ez információvédelmi kockázatot jelent a megosztott információkra.

(Folytatása következik)

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Dr. Munk Sándor: Az informatikai interoperabilitást támogató megoldások a NATO-ban, Új honvédségi szemle, 2006/09*
- [2] *EU Selects COBIT as an Auditing Standard, Certification magazine, [http://www.certmag.com/articles/templates/cmag\_nl\_extra\_content.asp?articleid=1196&zoneid=37, 2006. 04. 20.]*
- [3] *Will O'Brien: IT Governance: Recovering from the Buzz Part 1, The Manta Group, [http://www.mantagroup.ca/html/documents/wp-buzz1.pdf, 2007. 01. 08.]*
- [4] *Rod Amis: Introduction COBIT, [http://management.itmanagersjournal.com/management/06/03/13/1845239.shtml?tid=88, 2006. 04. 22.]*
- [5] *COBIT 4.0: Major Update to International Standard Helps Businesses Increase IT Value, Decrease Risk, ArriveNet, [http://press.arrivenet.com/industry/article.php/731636.html, 2006. 04. 23.]*
- [6] *COBIT, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/COBIT, 2006. 04. 23.]*
- [7] *BS7799 How it Works, IWS-The Information Warfare Site, [http://www.iwar.org.uk/comsec/resources/bs7799/works.htm, 2006. 04. 23.]*
- [8] *How ITIL-based IT Help Desk can help Small and Medium Businesses, [http://manageengine.adventnet.com/products/service-desk/me-til-sdp-helpdesk-smb.pdf, 2006. 04. 23.]*
- [9] *BS 7799, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/BS\_7799, 2006. 04. 23.]*
- [10] *Common Criteria – Hunguard Kft., Budapest, 1997*

## AZ EGNOS RENDSZER ÉS ALKALMAZÁSA SORÁN SZERZETT TAPASZTALATOK

### *Absztrakt*

*Korunk társadalma egyre jobban technológiafüggővé válik, erre egyik jó példa a műholdas navigációs rendszerek területe. A földön mindenki számára elérhető és megfelelően kiépített modern navigációs szolgáltatást – az Egyesült Államok tulajdonában lévő – GPS rendszer testesíti meg. Az EGNOS rendszer az Európai Unió első lépése, hogy behozza lemaradását és csökkentse kiszolgáltatottságát az Egyesült Államokkal szemben a műholdas navigációs rendszerek terén. Ezért az olvasó a cikkben megismerkedhet a GPS rendszerrel kapcsolatos problémákkal, az ezekre a problémákra részleges megoldás nyújtó EGNOS rendszerrel, annak felépítésével, az alkalmazásából származó előnyökkel, a bevezetés során jelentkező hibákkal, különös tekintettel a pilóta nélküli repülőgépek fejlesztése során szerzett tapasztalatokra.*

*Contemporary society is becoming more and more technology dependant and it is especially true for satellite navigation systems. For the grassroots the satellite navigations system means the Global Positioning System operated by US Ministry of Defense. Counterbalancing the lag and dependency in this field the first step of European Union is the development of EGNOS augmentation system, which makes the GPS system more reliable. For that reason this article familiarise the reader with the problem related to the GPS, its application and the EGNOS which is partial solution for these problems.*

**Kulcsszavak:** GPS, GLONASS, GALILEO, SA, DGPS, SBAS, EGNOS, WAAS, navigációs pontosság, navigációs integritás, navigációs folyamatosság, navigációs elérhetőség, pilóta nélküli repülőgépek, PRN120, AOR-E Inmarsat.

### **Bevezetés**

Helymeghatározás, pontos idő és frekvenciaszolgáltatás napjainkban egyre fontosabb és egyre szélesebb körben alkalmazott. A katonai felhasználókon kívül, a bankszektortól, a földmérésen, a repülésen, anyagszállításon, vasúton keresztül a távközlésig, a magáncélú felhasználókig igen szerteágazó a felhasználók köre. A fenti szolgáltatások műholdas navigációs rendszereken alapulnak, alapulhatnak. Az alkalmazások nagy része igen nagy megbízhatóságot és/vagy pontosságot igényel a műholdas helymeghatározó rendszerektől. Ide tartozik a repülés, beleértve a pilótánélküli repülőgépeket. A 70-es évektől, katonai megbízásból, fejlesztik az

---

<sup>1</sup> ZMNE BJKMK KMDI doktorandusz hallgató

Egyesült Államok NAVSTAR GPS-ét (röviden GPS, Globális helymeghatározó rendszer, *Global Positioning System*) és a volt szovjet GLONASS-át (*Global Navigation Satellite System*) [33]. A GLONASS anyagi okok miatt sosem érte el az 50%-os készenléti fokot és felhasználóinak száma sem több néhány tízezernél. Ezért a kereskedelmi polgári célú vevőberendezések a NAVSTAR GPS rendszeren alapulnak és csak az L1 sáv vételére alkalmasak. Az így elérhető pontosság néhányszor 10m, ráadásul akár 30 (215) perc is eltelhet, mire a rendszer felismeri, és a felhasználóval tudatja, hogy egy műhold meghibásodott, és azt kizárja a navigációból. Mindemellett mindkét szolgáltatás csak 95%-os rendelkezésre állási idővel rendelkezik, ami azt jelenti, hogy napi 72 percre, a pontossága 100-150m-re csökkenhet [10, 13]. A GPS rendszer pontossága akaratlagosan lerontható néhány 100m-re és ezzel a lehetőséggel az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma élhet is, ha érdekei megkívánják. A civil felhasználók így ki vannak szolgáltatva a technikai és politikai korlátoknak, amely ellenlépések megtételét tette szükségessé az Európai Unió részéről. Emellett a gazdasági szempontok is segítik, a saját európai műholdas navigációs rendszer létrejöttét. Az igen gyorsan fejlődő iparág előreláthatóan sokkal többet hoz, mint amennyibe kerül annak teljes kiépítése. A fenti okok vezettek a GNSS1/EGNOS (Globális műholdas navigációs rendszer/Európai geostacionárius kiegészítő rendszer, *Global Navigation Satellite System/European Geostationary Navigation Overlay Service*) és a GNSS2/Galileo rendszer kifejlesztéséhez. Első lépésként a civil repülés kezdeményezésére a GNSS1 kiépítésébe kezdtek, amely magába foglalja a GPS, GLONASS-t és a földi/műholdas kiegészítő rendszert az EGNOS-t. A jövőben folyamatos áttérés várható az Európai Unió Galileo nevű saját műholdas rendszerét magába foglaló GNSS2-re. Az EGNOS az első eleme az európai műholdas navigációs rendszer stratégiájának, és első fő lépés a Galileo-hoz Európa jövőbeli saját műholdas rendszeréhez. Az EGNOS az *ESA (European Space Agency)*, az *EC (European Commission)* és az EUROCONTROL közös projektje, ami előreláthatólag 2005 végére lesz teljesen üzemképes és alkalmas biztonság szempontjából kritikus alkalmazások kiszolgálására (*Safety Critical Applications*).

## **Műholdas navigációs rendszereket kiegészítő szolgáltatások rövid osztályozása**

A műholdas navigációs rendszereket kiegészítő és pontosság növelő szolgáltatásainak alapvető módszere a differenciális pozíció meghatározás. A differenciális GPS (*DGPS*) egy olyan módszer, amelynek segítségével GPS pozíció hibái csökkenthetőek egy ismert pozíciójú referencia GPS állomás adatainak segítségével. Ezzel a technikával a következő hibák

1. Teljesen kiküszöbölhetőek:
  - Szelektív elérhetőség (*Selective Availability, SA*),
  - Műhold pályaadat és órajel hibák.
2. A következő hibaforrások pontosságot rontó tényezők mérséklése távolsággal csökken:
  - Ionoszférikus késleltetési hiba,
  - Troposzférikus késleltetési hiba.
3. De az itt felsorolt hibákat nem tudja csökkenteni:
  - Többutas terjedés,
  - Vevő hibák.

A differenciális GPS rendszerek a következő csoportba oszthatóak:

- Helyi rendszerek (*Local-Area Differential GPS, LADGPS*), ahol a referencia állomás látótávolságon belül van,
- Nagy kiterjedésű DGPS (*Wide-Area Differential GPS, WADGPS*), ahol a korrekciós jeleket általában geostacionárius műholdak vagy egyéb földfelszíni adók hálózata vagy adathálózat viszi át.
- Nagy kiterjedésű kiterjesztő-rendszerek, amelyek WADGPS jeleken kívül integritás adatokat is szolgáltatnak. Ezek lehetnek:
  - Földfelszíni kiterjesztő rendszerek (*Ground-Based Augmentation System, GBAS*).



1. Ábra  
SBAS rendszerek célterületei<sup>2</sup>

- Műholdas alapú kiterjesztő rendszerek (*Space-Based Augmentation Systems, SBAS*) közé tartozik az Egyesült Államok WAAS (*Wide-Area Augmentation System*), az európai EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay System*), a japán MSAS (*Multifunctional Transport Satellite Based Augmentation System*) és az indiaiak által tervezett GAGAN (*GPS and GEO (Geostationary Earth Orbit) Augmented Navigation*) regionális rendszer. Ezen rendszerek átjárhatóságát (*interoperability*) szabványok biztosítják (*RTCA Inc, Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for EGNOS and WAAS equipment, DO229 version C*). A SBAS rendszerek alkalmasak arra, hogy egy repülőgép az egész földet körülrepülve probléma nélkül navigáljon segítségükkel. A világ valamelyik táján vásárolt SBAS jelek vételére alkalmas készüléknek működőképesnek kell lennie a Föld bármely pontján.

Jelen cikk az egyik SBAS rendszer, az EGNOS sajátosságait mutatja be.

## Az EGNOS rendszer szükségessége

GPS és GLONASS rendszer jelenlegi kiépítettsége megfelel bizonyos felhasználói körnek, de akadnak hiányosságai. Európa számára elfogadhatatlan a polgári felügyelet hiánya. Másrésztől bizonyos alkalmazói kör, így például a repülés nagy pontosságot követel a leszállópálya megközelítésénél. Csak GPS vagy GLONASS alapján ez nem

<sup>2</sup> [http://www.essp.be/egnos\\_new.htm](http://www.essp.be/egnos_new.htm)

valósítható meg. Hasonló nagy precizitást igénylő alkalmazás a hajózásban, a kikötő megközelítése. Egyedül a GPS/GLONASS rendszer alkalmatlan a fenti probléma megoldására a nagy forgalmú kikötőkben.

Az EGNOS rendszer Európa szerte GPS szerű jeleket sugároz korrekciós jelekkel, így biztosítva a GPS/GLONASS rendszer minőségét. A fő előnye az SBAS szolgáltatásnak a javított pontosság, elérhetőség és folytonosság. A pontosság teljes kiépítettség esetén elérheti az 1m-t (csak nagy pontosságú vevők esetén) az integritás adatok alapján a hibás pozíció adatok detektálása 6 másodpercen belül megtörténik. Egyik fő előnyként hangsúlyozni kell, a szolgáltatás mindenki számára szabad foghatóságát és ingyenes elérhetőségét.

## **Az EGNOS rendszer GPS/GLONASS rendszert kiegészítő szolgáltatásai**

Az EGNOS rendszer négy paraméterben biztosít jobb teljesítményt, mint a GPS rendszer önmagában:

1. **Integritás (*Integrity*):** az a jellemző, amely megmutatja, hogy a pozíció adatok mennyire megbízhatóak és a hibás - navigációra alkalmatlan - adatokat a rendszer mennyire tudja kiszűrni [36].
2. **Folyamatosság (*Continuity*):** a navigációs szolgáltatás pontossága egy valószínűségi változóval definiált, ami megmutatja, hogy a navigációs rendszer által támogatott pontossági és integritási mutatók a teljes repülés vagy a repülési órák alatt milyen valószínűséggel felelnek meg az elvárásoknak. A 48 órával az esemény bekövetkezése előtt megjósolt műhold kimaradás, nem járul hozzá a folyamatossági mutató romlásához [36].
3. **Elérhetőség (*Availability*):** a navigációs szolgáltatás elérhetősége az a valószínűségi mutató, amely megmutatja, hogy milyen valószínűséggel érhető el a pozíciószolgáltatás és az integritás ellenőrzési funkció és az a megfelelő pontossági, integritási és folytonossági mutatókat teljesít. A valószínűség bármelyik időpillanatban számolható a rendszer egész élettartamára szolgáltatás elérhetőségének időszerűségében, a kimaradások figyelembevételével. A szolgáltatás elérhető, ha annak minőségi paraméterei megfelelnek a pontossági, integritási és folytonossági előírt elvárásoknak [36].
4. **Pontosság (*Accuracy*):** A megfigyelési idő 95%-ában ( $\pm 2\sigma$ ) a navigáció pontossága nagyobb, mint a megadott érték. Vonatkozhat függőleges és horizontális értékre.

A GPS rendszer pontossága SA (*Selective Availability*) bekapcsolva, standard pozíció szolgáltatás esetén – csak L1 sávot használó kommersz vevő esetén - (*Standard Positioning Service, SPS*):

- Pozíció: 100m 2D (95%)
- Sebesség: 0,1m/s (95%)
- Idő: 100ns (95%)
- Magasság: 100m (95%), 300m (99,99%,  $\pm 3\sigma$ ) [34, 37].

Az SA segítségével az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma globálisan le tudja rontani az SPS pontosságát, de ezt 2000. május 1-én kikapcsolták. Ezt a döntést azért hozhatták meg, mert az USA érdekei szerint továbbra is helyileg le tudja rontani a kommersz vevők pontosságát, és gazdaságilag többet nyerne a GPS szolgáltatáshoz kötődő üzletágakban (túl nagy volt a nyomás az adófizetők

részéről). Az SA nélkül a horizontális pontosság 10m-es nagyságrendben van (2dRMS, 95%,  $\pm 2\sigma$ ).

A fenti paramétereket az EGNOS három szolgáltatással biztosítja, javítja [35]:

1. Távolságmérési szolgáltatás (*Ranging Service*) lehetővé teszi az EGNOS holdaknak a GPS jelhez hasonló navigációs jelek sugárzását. Így a három EGNOS műholddal több sugározza az adatokat a felhasználóknak. Ez azért fontos, mert legalább folyamatosan hat műhold szükséges a biztonságos navigációt igénylő alkalmazásokhoz (repülőgép navigáció). Négy látható műhold szükséges a 3D-s pozíció meghatározáshoz, míg az integritással kapcsolatos funkciók (Vevő önálló integritás ellenőrzés, *Receiver Autonomous Integrity Monitoring, RAIM* valamint a Hibadetektálás és elkülönítési funkció, *Fault Detection and Isolation, FDI*) több műholdat igényelnek. Így az integritás ellenőrzéséhez legalább öt (RAIM), a hibás műhold kizárásához (FDI) legalább hat látható műhold szükséges. Minél több a látható műholdak száma, annál jobban működnek ezek a funkciók. Az EGNOS javítja a rendelkezésre álló műholdak számát. A távolságmérési szolgáltatás 1998. óta rendelkezésre áll, ez az első lépés az EGNOS többlépcsős bevezetésében [34].
2. Integritásslátogatás (*Integrity Service*) felügyeli a GPS/GLONASS/EGNOS holdak távolságmérési szolgáltatásának hibáját, és ha a meghatározott tűrésen kívül kerül, akkor azt hat másodpercen belül jelzi, anélkül hogy kritikus esemény bekövetkezhetne. Ez igen fontos repülőgépek landolásánál, ahol emberi életek foroghatnak veszélyben. Integritásslátogatás nélkül, 215 perc is eltelhet a hibás műholdak vagy a csökkent pontosságú navigációs szolgáltatásnak a bekövetkezéséig annak a felhasználók tudomására jutásáig.
3. Nagy kiterjedésű differenciális szolgáltatás a navigációs pontosság javításához.

Az EGNOS minőségi paraméterei az ICAO (*International Civil Aviation Organisation*) által definiáltak, a rendszert arra tervezték, hogy megfeleljen a nagy biztonságot igénylő repülési alkalmazásoknak. Ezek az alkalmazások a következő táblázatban láthatóak. Az EGNOS lehetővé teszi a navigációt a civil repülés összes fázisát, egészen a APV II-ig (Precíziós megközelítés függőleges vezetéssel, *Precision Approach with Vertical Guidance II*). Előreláthatólag a CAT-I-et önállóan az EGNOS nem lesz képes teljesíteni. A vertikális és horizontális pontosság eléri a 95% biztonságot, és nem lépi túl a horizontális (*Horizontal Alert Limit, HAL*) és vertikális határértéket (*Vertical Alert Limit, VAL*). Ha mégis ilyen esemény történne, akkor a felhasználót a megadott riasztási időn (*Time to Alert*) belül figyelmezteti a rendszer.

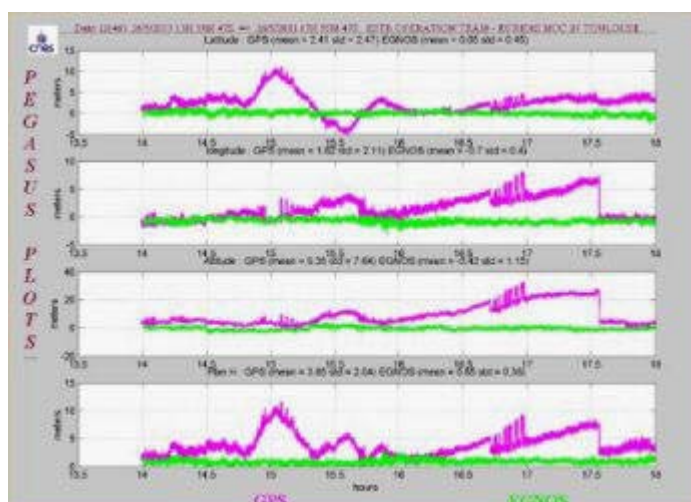
Működési típus	Horizontális pontosság (95%)	Horizontális riasztási érték	Vertikális pontosság (95%)	Vertikális riasztási érték	Integritás (megközelítésként)	Riasztási idő	Folyamatosság (bármelyik 15s-ban)	Elérhetőség
APV-I	220m	556m	20m	50m	$2 \times 10^{-7}$	10s	$1-8 \times 10^{-6}$	0,99-0,99999
APV-II	16m	40m	8m	20m	$2 \times 10^{-7}$	6s	$1-8 \times 10^{-6}$	0,99-0,99999
CAT-1	16m	40m	6m-4m	15m-10m	$2 \times 10^{-7}$	6s	$1-8 \times 10^{-6}$	0,99-0,99999

### 1. Táblázat A megközelítési eljárások számára előírt követelmények<sup>3</sup>

<sup>3</sup> [http://www.essp.be/egnos\\_benefits.htm](http://www.essp.be/egnos_benefits.htm)



A GPS rendszer pontossága 5-10m-es tartományban van, de ez az érték nem garantált. Az EGNOS teszt rendszer (*EGNOS Test Bed, ESTB*) eredményei szerint az EGNOS pontossága eléri a 2-3m-es tartományt, ami javulást jelent a felhasználók többségének.



## 2. Ábra

*GPS és EGNOS minőségének összehasonlítása  
GPS műhold hiba esetén<sup>4</sup>*

A fenti ábra 2003. május 26.-án történt GPS műhold hiba hatását mutatja a pontosság alakulására. A GPS pontossága romlott, mialatt az ESTB esetében változatlan maradt, szemléltetve az EGNOS előnyeit. A GPS horizontális hibája 10m-re és a vertikális hibája 25m-re nőtt, míg ugyanez nem jelentkezett az EGNOS esetén [36].

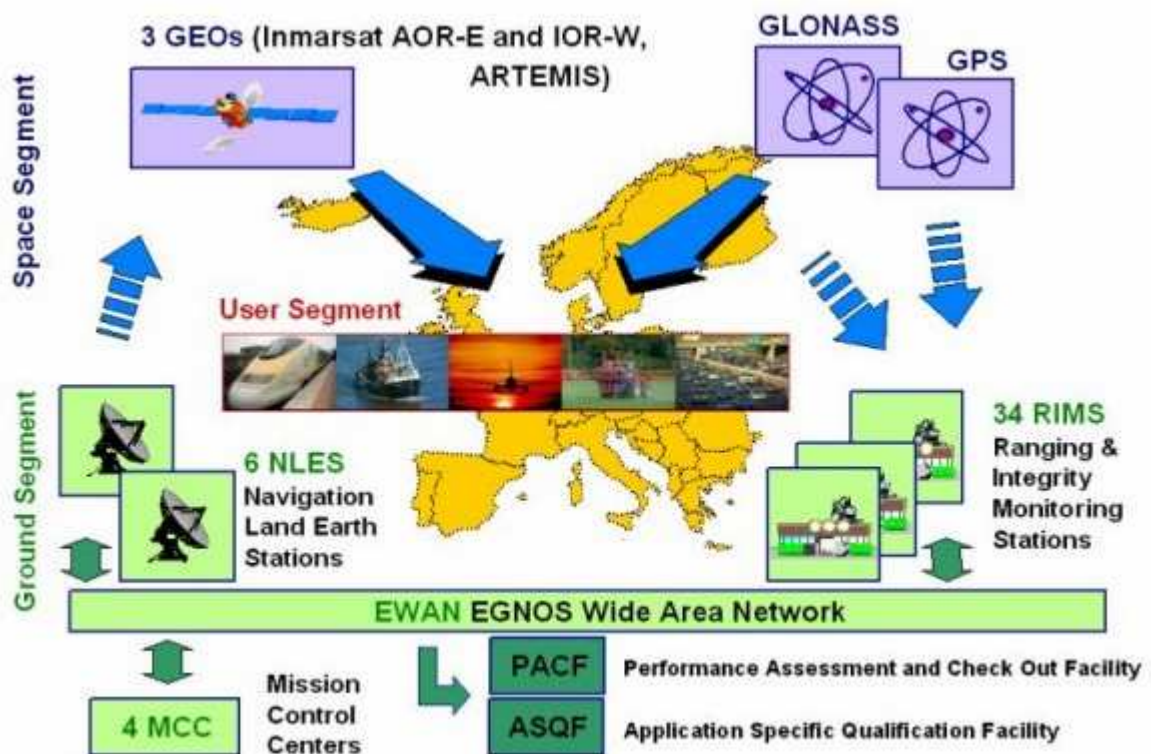
A pontosság növekedésén túl nagyon fontos és jelentős az integritás és folytonossági mutatók javulása.

## Az EGNOS rendszer felépítése

Az EGNOS rendszer négy fő szegmensre osztható, mint általában az űrtávközlési és navigációs rendszerek: űrszegmens (*Space Segment*), földi ellenőrző és irányító szegmens (*Ground Segment*), felhasználói szegmens (*User Segment*) és támogatás szegmens (*Support Segment*). Az EGNOS Európa szerte fizikailag is szétosztott, nagy megbízhatóságú redundáns felépítésű hálózat.

1. Az űrszegmens geostacionárius műholdakból áll, a fedélzetükön navigációs transzponderekkel. Jelenleg a következő, egyenlítő felett 36000km magasan keringő, műholdak alkotják: *Inmarsat III Atlantic Ocean Region-East* (AOR-E, 3F2) nyugat 15,4° pozíció, *Inmarsat Indian Ocean Region West* (IND-W, 3F5) kelet 25° pozíció, együtt az ESA Artemis telekommunikációs műholdjával kelet 21,5° pozíció. Az EGNOS műholdak a GPS-nek megfelelő L1 frekvenciás (1575,42MHz) jeleket sugároznak. A lesugárzott jel integritási és nagy kiterjedésű differenciális korrekciós, valamint navigációra (pseudo-ranges) is alkalmas jeleket tartalmaz. A műholdak átjátszó üzemmódban működnek, ezért a sugárzott üzeneteket mindenki foghatja a műhold ellátottsági területén belül [1].

<sup>4</sup> [http://www.essp.be/egnos\\_benefits.htm](http://www.essp.be/egnos_benefits.htm)



3. Ábra  
Az EGNOS rendszer szegmensei<sup>5</sup>

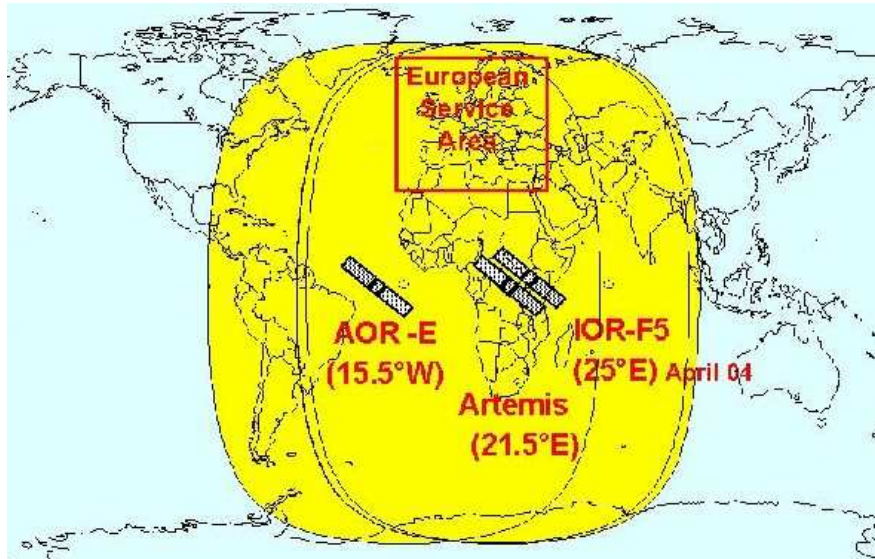
Az EGNOS ellátottsági területe Nyugat-Európa lesz, de ez a terület könnyedén kiterjeszthető - a műholdak besugárzott területén belüli - Kelet-Európára, Afrikára és Oroszországra (Fő problémát a földi RIMS állomások hiánya okozza.).

2. Az EGNOS földi szegmensét 4 irányító központ (*Mission Control Centres, MCC*), 34 referencia állomás (*Ranging and Integrity Monitoring Stations, RIMS*), 6 feladó állomás (*Navigation Land Earth Stations, NLES*), az állomásokat összekötő nagy kiterjedésű adathálózat (*EGNOS Wide Area Network, EWAN*) és 2 támogató létesítmény (*PACF, ASQF*) alkotja.

Az MCC-k a következőként épülnek fel:

- Központi irányító részleg (*Central Control Facility, CCF*), amely ellenőrzi és irányítja a földi szegmenset és rögzíti az EGNOS adatokat.
- Központi feldolgozó részleg (*Central Processing Facility, CPF*) biztosítja a valós idejű adatfeldolgozást a nagy kiterjedésű differenciális korrekcióhoz, távolságmérési adatokat a geostacionárius műholdaknak, valamint az integritás ellenőrzését.

<sup>5</sup> [http://www.essp.be/egnos\\_new.htm](http://www.essp.be/egnos_new.htm)



#### 4. Ábra

*Az EGNOS rendszer célterülete<sup>6</sup>*

Az EGNOS rendszer három független RIMS állomás hálózatából áll.

- A RIMS(A)-t az adatfeldolgozásra alkalmazzák.
- A RIMS(B)-t integritás ellenőrzésre.
- A RIMS(C)-t a GPS műholdak hiba detektálására.

33 RIMS állomás alkotja a A és B RIMS csatornát. Ezek közül 15 állomáson RIMS(C) csatorna is található. Egy a RIMS (A) állomások közül interfészként szolgál az UTC idő standardhoz, amit a Bureau International des Poids et Mesures laboratórium biztosít Párizsban.

A RIMS állomások fő feladatai a következők:

- A pseudó távolság kód/fázis mérések végrehajtása a látható navigációs holdakon (GPS L1 and L2 + GEO/GLO L1),
- Az EGNOS SIS (Űrjel, *Signal in Space*) üzenetek dekódolása,
- Csökkenteni a helyi többutas terjedés és az interferenciák hatását,
- Támogatni az űrből származó rendellenes jelek felismerést,
- Becsomagolni és elküldeni az adatokat az MCC-hez az EGNOS adathálózaton keresztül (EWAN),
- Ellenőrző és irányító képességet biztosítása,
- Idő eltolódás korrekció számítása az UTC és UTC RIMS (EGNOS hálózati idő) közt.

Az EGNOS 6 feladóállomása (*Navigation Land Earth Stations, NLES*) sugározza az EGNOS üzeneteket az Inmarsat III Atlanti-óceáni Régió keleti holdjára (*Atlantic Ocean Region – East, AOR-E*) és az Indiai-óceáni régió nyugati holdjára (*Indian Ocean Region – West, IND-W*) és az ESA Artemis holdjára. A NES-ek fő feladata a GPS szerű jelek generálása és feladni ezt a geostacionárius műhold transzponderre, szinkronizálni ezt a jelet az EGNOS hálózati időhöz (*EGNOS Network Time, ENT*) a transzponder L1 sávi antennájának kimenetén. Ezen kívül szabályozza a kód/vivő koherenciáját és felsugározza a geostacionárius integritás csatorna (*Geostationary*

<sup>6</sup> <http://www.hr-tews.de/GPS/gnss.htm>

*Integrity Channel, GIC*) és a nagy kiterjedésű differenciális korrekciós (*Wide Area Differential, WAD*) üzeneteket a geostacionárius pályás holdakra.

Az EGNOS állomásokat egy nagy kiterjedésű frame-relay hálózat köti össze (*EGNOS Wide Area Network, EWAN*).

3. Felhasználói szegmens: A felhasználói kör a repülési, hajózási, vasúti, szállítmányozási és magán célú felhasználókból áll. Az EGNOS szolgáltatás megbízhatóságát az ESSP (*European Satellite Service Provider*) - az ESSP üzemelteti az EGNOS rendszert - garantálja szolgáltatás szintű megegyezéssel (*Service Level Agreements, SLA*). A megegyezések a szolgáltatás pontosságára, folyamatosságára, elérhetőségére és integritására vonatkoznak a felhasználók igényeinek figyelembe vételével. Az EGNOS adatok nem csak a három geostacionárius műholdon keresztül érhetőek el, hanem egyéb adatátviteli csatornán keresztül is, beleértve Internet, GSM/GPRS, RDS, DAB, TETRA, stb. kommunikációs csatornákat. Az ilyen adatátvitel fontosságát mutatja be az ESA (*European Space Agency*) projectje a SISNeT<sup>7</sup> (*Signal In Space through the internet*).
4. Támogatás szegmens egy minőség ellenőrző egységből (*Performance Assessment Check out Facility, PACF*) és egy alkalmazói minőség ellenőrző szervezetből (*Application Specific Qualification Facility, ASQF*) áll. Az utóbbi felelős a technikai felhasználó támogatásért és a megegyezésekben elfogadott minőségi jellemzők ellenőrzésért.

## **EGNOS rendszer alkalmazásával kapcsolatos tapasztalatok**

A Mistral légvédelmi rakétakomplexum célpontjaként szolgáló modernizált Meteor-3 pilótánélküli repülőgép MAYFLY TWO robotpilóta rendszerének fejlesztésekor érdekes tapasztalatokra derült fény az EGNOS rendszerrel kapcsolatban. Az irányító rendszer egy az u-Blox cég által gyártott TIM-LC típusú GPS modult tartalmaz, melynek egyes paraméterei külső lábakkal, a többi szoftverből állítható és azok háttér elemmel védett RAM-ban tároltak. Az EGNOS használata gyárilag engedélyezett és első lépésben bekapcsolt állapotban is maradt. A modul firmware-je gyárilag beégetett, ami nem is változtatható meg, így tudta a gyártó csökkenteni annak árát.

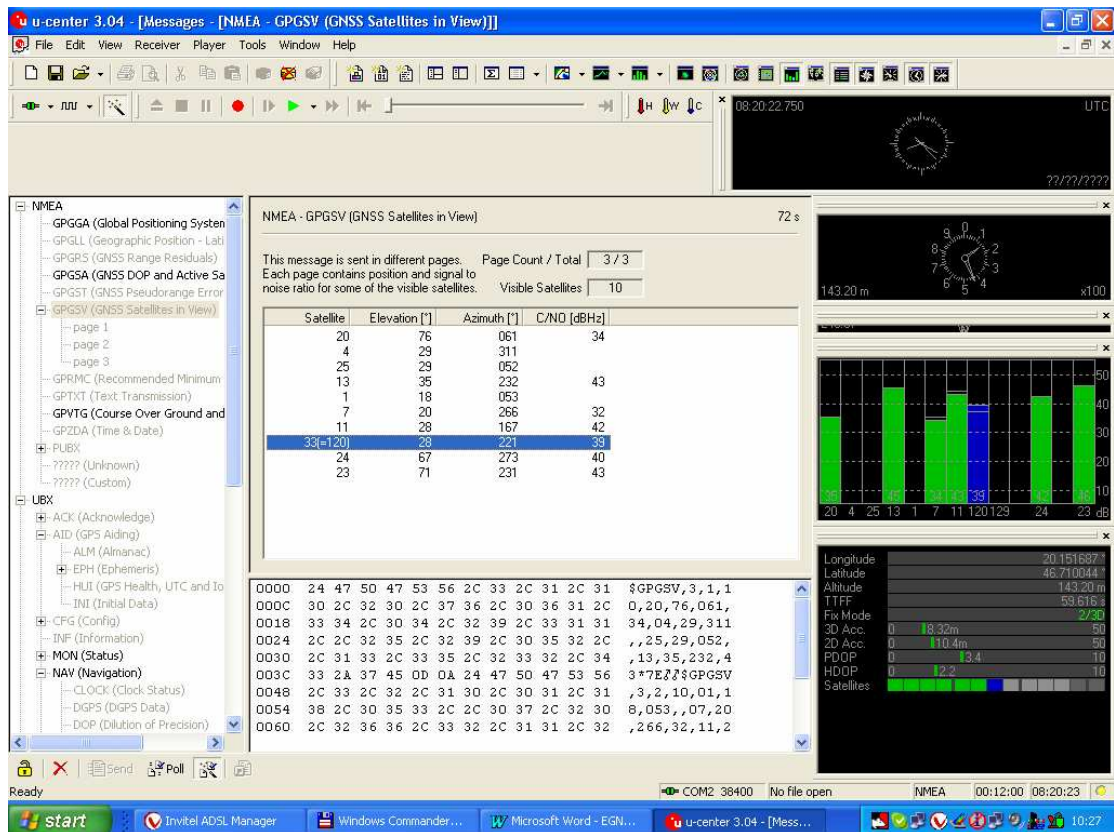
A Meteor-3R repülőgép teszt repülései tavasszal, általában felhős időben történtek. A teszt repülések során semmilyen GPS kimaradást nem volt tapasztalható. Későbbi éles lövészetre felkészítő gyakorlat alatt Győrben, ütemes GPS kimaradás tapasztaltak a pilóták. A jó terjedési viszonyok, 10-11 műhold vételét tették lehetővé. Mivel előtte hasonló hiba nem jelentkezett, ezért helyi zavartatással magyaráztuk a hibát, hazatérve a berendezés jól működött (de a vételi lehetőség rosszabb volt).

Az usztkai BALTI-2-2005 Légvédelmi rakéta éleslövészettel egybekötött hadgyakorlatra történő felkészülés során, a kiskunfélegyházi reptéren is bekövetkezett a fenti hibajelenség. Mődunkban állt egyszerre több elektronika tesztelése is. A jó vétel során mindegyiknél felváltva vagy egyszerre előjött a rendellenes viselkedés.

---

<sup>7</sup> <http://www.esa.int/sisnet>





#### 4. Ábra

*Az u-center software képernyő képe<sup>8</sup>*

A szindróma első látásra szintfüggőnek tűnt, csak jó vételnél jelentkezett, az patch antenna részleges kitakarásával megszüntethetőnek tűnt. Ez a megoldás igen képesnek tűnt. Laborkörülmények közt a hiba okát keresve a GPS modul üzeneteit a u-center software-el elemezve, kis szerencsével, a PRN120-as AOR-E Inmarsat EGNOS műhold tűnt a hiba kiváltójának. Jó vétel esetén, amikor a 120-as műholdat (lásd a 2. Táblázatot) a modul navigációra használta, akkor a GPS modul elvesztette a pozíció meghatározó képességét, nem adott ki értelmes koordináta adatokat. Rövid nyomozás után kiderült, hogy az EGNOS SBAS szolgáltatás felhasználása letiltható a modulon. Kitiltás után a GPS korrekten működött.

A gyártóval történő kapcsolatfelvétel után kiderült, hogy az ESA egyelőre nem javasolja az EGNOS rendszer alkalmazását, nagy biztonságot igénylő felhasználásokban és Európában célszerű azt kitiltani. Az EGNOS rendszert még nem deklarálták működőnek, alkalmazása csak - a többször is elhalasztott - hivatalos működőképesség felülvizsgálata után célszerű (*Operational Readiness Review, ORR*), annak ellenére, hogy bizonyos helyzetekben, például 2003. augusztusi napkitörés, már bizonyított. Az esetek zömében az EGNOS jelek jők, de máskor megbízhatatlanok, különösen, amikor a rendszert tesztelik. A cikk írásának időpontjában kellene az ORR-nek történnie.

Az u-Blox cég többször is tapasztalt rendellenes, több kilométeres hibát az EGNOS holdak távolságmérésében. Az ANTARIS<sup>®</sup> chip készletet (TIM-LC is ilyen) alkalmas a RAIM funkcióval az ilyen hibás EGNOS holdak navigációból való kizárására, de rossz vétel esetén, ha nincs elég műhold, nem képes ezt megtenni. A gyártó szerint ez

<sup>8</sup> [http://www.u-blox.com/products/u\\_center.html](http://www.u-blox.com/products/u_center.html)

az oka annak, hogy az EGNOS rendszert célszerű kitiltani. Normális esetben az ANTARIS képes lenne differenciális korrekcióra és integritás ellenőrzésre.

Név	PRN kód	Pozíció	Szolgáltató	SBAS felhasználás	Referencia
AOR-E	120	15,5°W	Inmarsat	EGNOS	3F2
IND-W (röviden IOR-W)	126	25°E	Inmarsat	EGNOS	3F5
IOR	131	64°E	Inmarsat	EGNOS (felhasználás 2004. év első negyedévéig)	3F1
ARTEMIS	124	21,5°E	ESA	EGNOS	nincs
AOR-W	122	54°W	Inmarsat	WAAS	3F4
POR	134	178°E	Inmarsat	WAAS	3F3

### 5. Táblázat EGNOS és WAAS műholdak<sup>9</sup>

Az u-Blox cég Egyesült Államok WAAS rendszerének 2003-as indítása óta nem tapasztalt vele kapcsolatos gondokat, e rendszert akár emberi élet szempontjából kritikus (*safety-of-life applications*) helyeken alkalmazhatónak deklarálták [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

A következő, javított robotpilóta rendszerben csak az “upgradelhető” GPS modult kerül majd alkalmazásra, az esetleges gyártói software javítások követhetősége miatt.

## Összegzés

Az EGNOS rendszer az Európai Unió első lépése, hogy behozza lemaradását és csökkentse kiszolgáltatottságát az Egyesült Államokkal szemben a műholdas navigációs rendszerek terén. AZ EGNOS rendszert egyelőre csak teszt állapotúnak minősítik, alkalmazása pilótánélküli repülőgépekben jelenleg tilos. Ha a rendszer átesik a hivatalos működést bizonyító teszteken, akkor elsősorban integritás ellenőrző szolgáltatásával sokat javít a repülés biztonságán. Sajnos Magyarországon egyelőre nem létesült RIMS állomás, ezért nem számíthatunk akkora pontosság javulásra, mint Nyugat-Európában. Ha fokozatosan a Galileo rendszer kiépül, akkor teljesül a legalább két navigációs forrás elve a csak műholdas navigációra támaszkodó pilótánélküli repülőgépekben is, így redundáns nagy biztonságot igénylő területeken is alkalmazhatóvá válnak. Az ehhez szükséges vevő modulok a jelenlegihez hasonló vagy kisebb méretben már fejlesztés alatt állnak (a rádiófrekvenciás részük közös és azonos lesz a GPS vevőkével).

<sup>9</sup> [http://www.essp.be/egnos\\_receivers.htm](http://www.essp.be/egnos_receivers.htm)

## Irodalomjegyzék:

1. European Satellite Service Provider, Space Segment, <http://www.essp.be/egnosp20space%20segment.htm>, 2005-07-12 19:58
2. European Satellite Service Provider, Ground Segment, <http://www.essp.be/EGNOS%20Ground%20Segment.htm>, 2005-07-12 20:02
3. European Satellite Service Provider, User Segment, <http://www.essp.be/EGNOS%20User%20Segment.htm>, 2005-07-12 20:04
4. European Satellite Service Provider, Support Segment, <http://www.essp.be/EGNOS%20support%20segment.htm>, 2005-07-12 20:06
5. Borza T., Frey S. Az "európai GPS" (1. rész) - Az EGNOS-program Élet és Tudomány, 2004/15, 460 (2004)
6. Borza T., Frey S. Az "európai GPS" (2. rész) - A Galileo-program Élet és Tudomány, 2004/17, 522 (2004)
7. Ádám J., Bányai L., Borza T., Busics Gy., Kenyeres A., Krauter A., Takács B. (szerk.) Műholdas helymeghatározás Műegyetemi Kiadó, Budapest, 458 pp. (2004)
8. Borza T., Gerő A., Mohos Z., Szentpéteri L. GPS mindenkinek Sztrato Kft., Budapest, pp. 256 (2005)
9. Mohinder S. Grewal, Lawrence R. Weill, Angus P. Andrews, Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration, Wiley, 416 pages, January 2001
10. Érdeemes várunk az EGNOS rendszerre, GPS Magazin 2004/1 (február-március), pp22-23
11. Dr. Moys P. Napjaink műholdas navigációja, GPS Magazin, 2004/6 (2003. december-2004. január), pp34-37
12. Galambos I. A GPS helymeghatározás korrekciós lehetőségei Magyarországon GPS Magazin 2004/3 (június-július), 8 (2004)
13. Szentpéteri L. Az EUPNOS kezdeményezés és hazai GNSS stratégia, GPS Magazin, 2004/3 (2004. június-július), pp10-13
14. Szentpéteri L. EGNOS státusz, GPS Magazin, 2004/2 (2004. április-május), pp14-17
15. u-Blox, TIM-LC GPS Receiver Module, Data Sheet, [http://www.u-blox.com/customersupport/Data\\_Sheets/TIM-LC\\_Data\\_Sheet\(GPS.G3-MS3-03019\).pdf](http://www.u-blox.com/customersupport/Data_Sheets/TIM-LC_Data_Sheet(GPS.G3-MS3-03019).pdf), 2005-07-03 20:31
16. u-Blox, GPS Basics Introduction to the system, Application overview, <http://www.u-blox.com/customersupport/docs/GPS-X-02007.pdf>, 2005-06-03 20:38
17. u-Blox, TIM-Lx System Integration Manual / Reference Design, [http://www.u-blox.com/customersupport/gps.g3/TIM-Lx\\_Sys\\_Int\\_Manual\(GPS.G3-MS3-01001\).pdf](http://www.u-blox.com/customersupport/gps.g3/TIM-Lx_Sys_Int_Manual(GPS.G3-MS3-01001).pdf), 2005-07-03 20:52
18. u-Blox, ANTARIS<sup>®</sup> Protocol Specification, [http://www.u-blox.com/customersupport/gps.g3/ANTARIS\\_Protocol\\_Specification\(GPS.G3-X-03002\).chm](http://www.u-blox.com/customersupport/gps.g3/ANTARIS_Protocol_Specification(GPS.G3-X-03002).chm), 2005-07-03 21:05
19. u-Blox, FAQ, How reliable is WAAS?, [http://www.u-blox.com/customersupport/faq\\_antaris/WAAS.html](http://www.u-blox.com/customersupport/faq_antaris/WAAS.html), 2005-07-03 21:06
20. u-Blox, FAQ, Do you see issues with EGNOS?, [http://www.u-blox.com/customersupport/faq\\_antaris/EGNOS.html](http://www.u-blox.com/customersupport/faq_antaris/EGNOS.html), 2005-07-03 21:08
21. u-Blox, [Recommendations for use of Satellite Based Augmentation System \(SBAS\)](#), Application Note, [http://www.u-blox.com/customersupport/docs/SBAS\\_Application\\_Note.pdf](http://www.u-blox.com/customersupport/docs/SBAS_Application_Note.pdf), 2005-07-03 21:08

- [blox.com/customersupport/gps.g3/ENGOS\\_Issues\(GPS.G3-CS-04009\).pdf](http://blox.com/customersupport/gps.g3/ENGOS_Issues(GPS.G3-CS-04009).pdf), 2005-07-03 21:09
22. Federal Aviation Administration, FAQ, Wide Area Augmentation System (WAAS), <http://gps.faa.gov/FAQ/faq-waas.htm> , 2005-07-03 20:44
  23. Federal Aviation Administration, FAQ, National Airspace System (NAS) Implementation, <http://gps.faa.gov/FAQ/faq-nas.htm>, 2005-07-03 20:46
  24. Federal Aviation Administration, FAQ, Global Positioning System (GPS), <http://gps.faa.gov/FAQ/faq-gps.htm>, 2005-07-03 20:48
  25. European Space Agency – What is EGNOS?, [www dokument] [http://www.esa.int/esaNA/GGG63950NDC\\_index\\_0.html](http://www.esa.int/esaNA/GGG63950NDC_index_0.html), 2005-07-03 20:50
  26. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, EGNOS monitorállomás a BME-n, <http://stargate.fgt.bme.hu/estb>, 2005-07-08 20:25
  27. Stanford GPS Lab, WAAS Precision Approach Metrics, Accuracy, Integrity, Continuity and Availability, <http://waas.stanford.edu/metrics.html>, 2005-07-08 20:35
  28. European Satellite Services Provider, EGNOS Receivers, [http://www.essp.be/egnos\\_receivers.htm](http://www.essp.be/egnos_receivers.htm), 2005-07-08 21:04
  29. European Space Agency – *Fact Sheet 1 - EGNOS explained* [http://esamultimedia.esa.int/docs/egnos/estb/Publications/EGNOS%20Fact%20Sheets/fact\\_sheet\\_1.pdf](http://esamultimedia.esa.int/docs/egnos/estb/Publications/EGNOS%20Fact%20Sheets/fact_sheet_1.pdf), 2005-07-11 17:59
  30. Roke Manor Research Limited, GNSS1 Architecture Definition, [ftp://ftp.cordis.lu/pub/telematics/docs/tap\\_transport/gnss\\_d3.0.pdf](ftp://ftp.cordis.lu/pub/telematics/docs/tap_transport/gnss_d3.0.pdf), 2005-07-13 20:46
  31. Alcatel, Navigation and satellite aeronautical communications, [www.alcatel.com/space/pdf/navigation/nav-gb.pdf](http://www.alcatel.com/space/pdf/navigation/nav-gb.pdf), 2005-07-13 21:08
  32. Wu Chen, Department of Land Surveying and Geoinformatics, Hong Kong Polytechnic University, Galileo - European Global Navigation Satellite System, [www.lsgi.polyu.edu.hk/sTAFF/zl.li/vol\\_2\\_2/02\\_chen.pdf](http://www.lsgi.polyu.edu.hk/sTAFF/zl.li/vol_2_2/02_chen.pdf), 2005-07-13 21:33
  33. [http://www.glonass-center.ru/frame\\_e.html](http://www.glonass-center.ru/frame_e.html), 2005-07-13 21:34
  34. EUROCONTROL, GNSS-1 OPERATIONAL VALIDATION PLAN 2000 – 2005 DRAFT, <http://www.eurocontrol.fr/projects/sbas/Library/gov10/GOVplan4B.pdf>, 2005-07-13 21:35
  35. INTERNATIONAL FEDERATION OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS' ASSOCIATIONS, A Beginner's Guide to GNSS in Europe, <http://www.ifatca.org/pdf/files/gnss.pdf>, 2005-07-16 06:56
  36. European Satellite Service Provider, Measuring EGNOS Benefits, [http://www.essp.be/egnos\\_benefits.htm](http://www.essp.be/egnos_benefits.htm), 2005-07-16 07:05
  37. THE WHITE HOUSE, Office of the Press Secretary, for Immediate Release May 1, 2000, STATEMENT BY THE PRESIDENT REGARDING THE UNITED STATES' DECISION TO STOP DEGRADING GLOBAL POSITIONING SYSTEM ACCURACY, [http://www.navcen.uscg.gov/gps/selective\\_availability.htm](http://www.navcen.uscg.gov/gps/selective_availability.htm), 2005-07-16 10:38



## AUTONÓM SZÁRAZFÖLDI MOBIL ROBOTJÁRMŰVEK TÉRHÓDÍTÁSA

### *Absztrakt*

*A ipari robotikai területeken a technológia rendkívül magas komplexitású eszközök előállítására képes. Bonyolult robotkarok jó eredménnyel alkalmazhatók az ipar több területén ismétlődő munkafolyamatok végzésére (festés, hegesztés). Azonban ezek az eszközök nem rendelkeznek a mobilitás adta előnyökkel. A technika fejlődésével, napjainkban már lehetőség nyílik viszonylag kis méretű bonyolult szenzorokkal felszerelt mobil robotok létrehozására, amelyek közlekedési, árutovábbítási, katonai vagy felderítési feladatokat látnak el. A mobil robotok fejlődése jól szemléltethető a 2004-ben és 2005-ben az USA-ban megrendezett „Grand Challenge” nevű verseny vizsgálatával. Cikkemben az autonóm szárazföldi robotok helyzetét, fejlődését, társadalmi elfogadottságát vizsgálom, elemzem az elért eredményeket és keresem az esetleges további fejlesztési lehetőségeket.*

*Robotics has achieved a great success in industrial manufacturing. Robot arms in assembly lines can move with great speed and accuracy to perform repetitive tasks, but those industrial robots suffer from a disadvantage, the lack of mobility. In our days the advanced technology makes it possible to develop relatively small mobile robots equipped with sophisticated sensors. These robots can be used in transportation, or they can accomplish military scout tasks. A good example for the development of the mobile robots is the result of the competition called "Grand Challenge" in 2004 and 2005. In my article I analyze the state and development of the mobile robots, examine the social acceptance, conclude the reached accomplishments and search the probable development possibilities.*

**Kulcsszavak:** robotok, DARPA, grand challenge

### BEVEZETŐ

A technika robbanásszerű fejlődése következtében napjainkban már olyan eszközök kerülnek alkalmazásra, amelyekről néhány évvel ezelőtt még álmodni sem mertünk. A telekommunikáció, a számítástechnika oly mértékben fejlődik, hogy ma már senki sem lepődik meg egy zsebben hordozható nagy teljesítményű processzorral rendelkező navigációs, kommunikációs rendszerrel felszerelt számítógépen, amely még mobiltelefonként és digitális fényképezőgépként is alkalmazható. A számítógép processzorok a mai szinten már képesek valós idejű képfeldolgozásra, bonyolult pályaszámítások elvégzésére. A következő terület, amelyet a robottechnika meghódítani készül, a közlekedés, árutovábbítás. A repülőgépek irányító és vezérszereiben már szép számmal megtalálhatók automata robotrendszerek. A repülő kapitánya sok esetben már csak felügyeli a berendezések működését és probléma esetén beavatkozik. A katonai alkalmazásban már megtalálhatók az ember nélküli repülő

---

<sup>1</sup> Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz hallgató

(UAV<sup>2</sup>) mind sugárhajtásos, mind belső égésű motoros kivitelben (Predator, Global Hawk). Ezek a berendezések autonóm módon navigálva hajtják végre küldetéseiket, akár több száz kilométeres körzetben. A sikeres bevetéseken felbuzdulva az UAV-k mai generációi már csapásmérő fegyverekkel is el vannak látva.

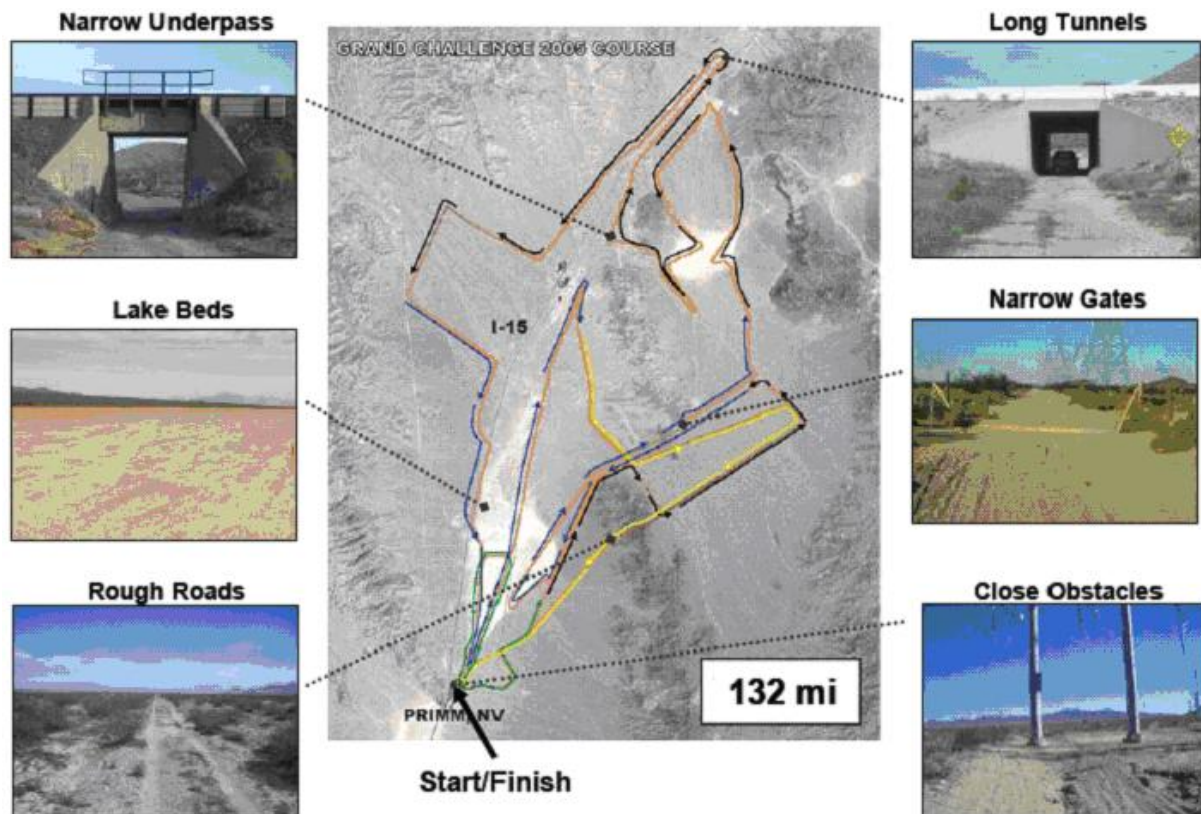
## **A GRAND CHALLENGE**

Autonóm földi járművek fejlesztése napjainkban már nem csupán katonai kutató laboratóriumokban történik, hanem a világ minden táján kutatók, egyetemi fejlesztések tucatjai foglalkoznak vele. A fejlődési folyamat legjobban szemléltethető a DARPA<sup>3</sup> „Grand Challenge” két egymás utáni évben (2004-2005) megrendezésre kerülő versenysorozatának vizsgálatával. A DARPA kutatóintézetet az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma hozta létre 1958-ban, a hidegháború időszakában a Szovjetunió sikeres űrkutatási programjának hatására. Nevéhez több ismemert alapkutatás kapcsolódik, úgy mint a mai Internet alapjául szolgáló hálózat, az ARPANet megalkotása, a GPS és a lopakodó repülőkkel kapcsolatos kutatások. A DARPA a „Grand Challenge” megrendezésével a civil kutatóintézeteket, egyetemeket kívánja bevonni az innovatív esetlegesen katonai és polgári célokra egyaránt alkalmazható fejlesztésekbe. A verseny fődíja 2005-ben 2 millió dollár volt, amely csak töredéke egy a versenyben résztvevő robot fejlesztési költségeinek, így a DARPA még jó üzletet is köt. A cél, olyan autonóm, emberi beavatkozás nélküli földi jármű fejlesztése, amely képes a megközelítőleg 130 mérföldes (210 km) távolságot 10 órán belül teljesíteni. A pálya koordinátáit közvetlenül a verseny előtt közlik a nevező csapatokkal, így nincs lehetőség a pálya előzetes bejárására, esetleges robotbetanításra. A pályán megtalálható az összes életben is előforduló tereptárgy: alagút, szűk átjáró, szerpentin, nehezen járható út, sivatagi környezet (1. ábra).

---

<sup>2</sup> Unmanned Air Vehicle – Pilóta nélküli légi jármű

<sup>3</sup> Defense Advance Research Project Agency



**1. ábra**

A Grand Challenge verseny útvonala [9]

A versenyt több fordulós előfutamok előzik meg. A nevező csapatnak a közvetlen beválogatásra akkor van esélye, ha már bizonyította robotja megfelelő, biztonságos működését, leadta a szükséges technikai dokumentumokat. Ezt követően kerül megrendezésre a csapatok beválogatása (National Qualification Event), melynek keretében egy 2 mérföldes akadályokkal és fordulókkal megtűzdelt pályát kell bejárnia a nevező robotoknak.

A fejlődést egyértelműen bizonyítja, hogy amíg a 2004-ben megrendezésre került versenyen a 142 mérföldes távból a legjobban teljesítő csapat is csupán 7,4 mérföldet tudott teljesíteni, addig a 2005-ben megrendezett versenyen már 5 csapat is sikerrel leküzdötte a bonyolult pályát. A Stanford Racing Team Stanley nevű Volkswagen Tourager R5 típusú módosított terepjárójának 6 óra 54 percre volt szüksége a táv megtételéhez, ami 30 km/h átlagsebességet jelent.



**2. ábra**  
Stanford Racing Team Stanley [10]

A DARPA által megkövetelt technikai dokumentációkba belepillantva érdemes összehasonlítani az egy év alatt véghezvitt konstrukciós változtatásokat, vizsgálni az alkalmazott fedélzeti szenzorokat. Ezen elemzésre a második helyezett Red Team robotját választottam, mivel ez a csapat mindkét évben részt vett a versenyen és a robotot csak 11 perc választotta el a győzelem megszerzésétől, így feltehetőleg technikai színvonala közel azonos a győztesével.

#### ***Red Team 2004:***

Alap hordozóként, egy M998 High Mobility Multi-Wheeled Vehicle szolgált, amely egy jól bevált terepjáró típus.

A fedélzeti számítógéprendszer három részre sorolható:

- *Fedélzeti aktuátorok<sup>4</sup> vezérlése, ellenőrzése:* Pentium III PC104 kis méretű ipari számítógép
- *Útvonal tervezés:* Itanium 2 alapú 4 processzoros szerver.
- *LIDAR<sup>5</sup> és RADAR jelfeldolgozás, környezet analízis, sztereó kamera jelfeldolgozás, térkép adatfeldolgozás:* Xeon alapú duálpocesszoros számítógép.

Az egységek közötti kommunikáció Ethernet hálózaton keresztül történik.

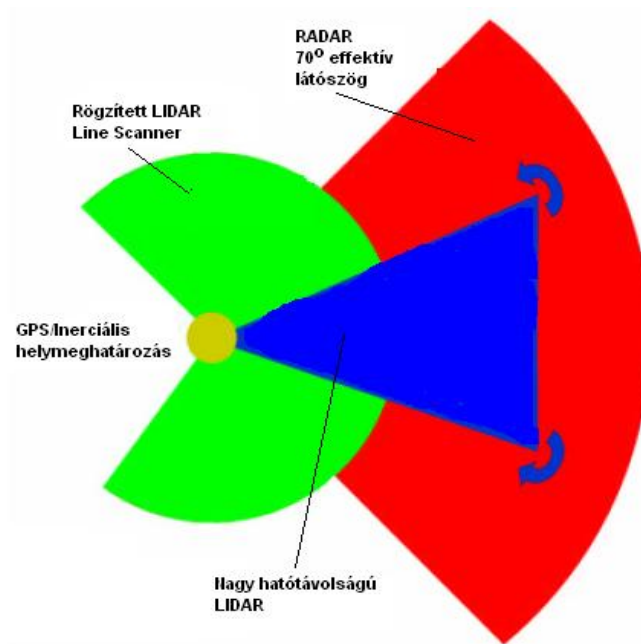
A környezeti változásokat a következő szenzorokkal érzékelik:

- *1 db Nagy hatótávolságú LIDAR<sup>4</sup> line scanner (150 m-es hatósugár)*
- *3 db Normál LIDAR line scanner (50 m-es hatósugár)*
- *1db FMCW RADAR<sup>6</sup> (200 m-es hatósugár)*
- *1db Sztereó kamera pár*

<sup>4</sup> Az aktuátor olyan beavatkozó szerv, amely az elektromos jelet mechanikai mozgássá alakítja. Ilyen eszköz lehet egy villanymotor vagy egy szervorendszer.

<sup>5</sup> A LIDAR egy lézernyaláb kibocsátásával, annak futási idő mérésével képes távolságot meghatározni. A lézernyaláb tükrörrendszerrel történő eltérítésével, vonalszkennelés valósítható meg.

<sup>6</sup> Frequency Modulated Continuous Wave radar



**3. ábra**

A mobil robot fedélzetén a navigációt segítő szenzorok érzékelési tartománya [11]

A szenzorok rögzítése 3 tengelyen stabilizált platformra történik. A pozíció meghatározása GPS<sup>7</sup>-el kombinált inerciális helymeghatározással<sup>8</sup> történik.

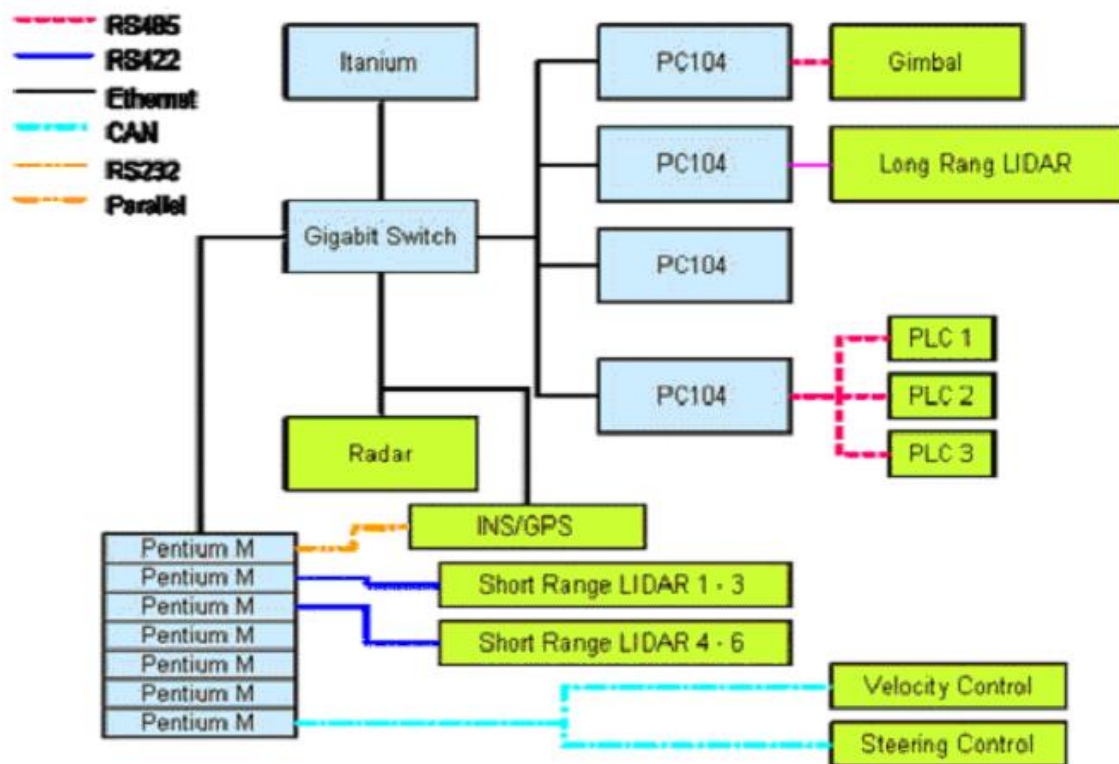
**Red Team 2005:**

A hordozó nem változott a 2004-ben használthoz képest, azonban a fedélzeti számítógépes struktúrában megfigyelhető a fejlődés. A fedélzeten megtalálhatóak az előző évben használt elemek, kiegészítve néhány új modullal.

<sup>7</sup> Global Positioning System – Globális helymeghatározó rendszer

<sup>8</sup> Az inerciális helymeghatározás a jármű kerekeire szerelt elfordulás érzékelők (Encoder), gyorsulásérezkelők (Accelerometer), elfordulás érzékelők (Gyroscope) segítségével számítja a pozíciót egy kezdeti ponthoz képest.





4. ábra

Red Team robotjának számítógépes hálózati felépítése [11]

A szenzorrendszert három további normál LIDAR line scanner-rel egészítették ki, valamint módosították a szenzorok rögzítési módját. A fedélzeti számítógép rendszer központját a nagy sebességű Intel Pentium-M processzorokból felépített modul-rack rendszerű eszköz alkotja. Ez a speciális számítógép nem tartalmaz mozgó alkatrészeket. A tápegység és a processzor hűtése passzív módon van megoldva (5. ábra), valamint a merevlemezeket is FLASH alapú memóriával váltották ki. A mozgó alkatrészek, úgymint ventilátorok passzív hűtéssel történő kiváltása robosztusabb kivitelhez vezet, kiküszöbölhető a ventilátorok megszorulásából, mechanikai meghibásodásából adódó túlmelegedések. A hagyományos merevlemezek adattárolási megbízhatósága szintén nagymértékben függ az alkalmazási környezettől. Felépítésükből adódóan nem tolerálják a rázkódást, hirtelen gyorsulást, nagy hőváltozást, ezért indokolt a költségesebb FLASH memóriával történő kiváltás.



5. ábra

Mozgó alkatrészeket nem tartalmazó Intel Pentium-M rack [6]

A 2004-ben felépített robot szenzor és irányító rendszerében nyilvánvalóan történtek változások, ám az igazi fejlődés az alkalmazott algoritmusokban tapasztalható. A robotot fel kell készíteni minden, a misszió teljesítése közben felmerülő helyzetre, problémára. Ez a folyamat már nem feltétlenül technikai fejlesztést, mint inkább algoritmusbeli, programozási tökéletesítést jelent. A csapatok a két verseny között eltelt évben nyilván sok időt áldoztak a robot különböző körülmények között történő tesztelésére, a tesztelés közben felmerülő problémák kiküszöbölésére, melynek eredménye az eltelt egy év alatt rendkívül szembetűnő.

## Hogyan tovább?

A 2005-ben megrendezett versenyen bebizonyosodott, hogy jelentős távolságok áthidalhatók autonóm robotokkal, de vajon mit jelent ez a jövő technikai fejlesztései szempontjából. Abban minden bizonnyal mindannyian kételkedünk, hogy a közeljövő személygépkocsait robotok vezetik majd. A technológiai feltételek ugyan már rendelkezésre állnak, tömegtermelés esetén robotvezérlésű járművek költségei jelentősen csökkenthetők lennének, de a társadalom azonban nincs felkészülve erre a hatalmas változásra. Az emberek szívesebben bíznak, például egy személyvonat esetében, az adott esetben kialvatlan, fáradt, alulmotivált embertársukban, mint egy teljesen robotizált vezérlésben. Ebben részben igazunk is van, mivel a robot azokat a funkciókat képes ellátni, amelyeket programjában előre meghatároztak. A ritkán előforduló szokatlan jelenségekre a robot nincs felkészítve, így a döntései kiszámíthatatlanok.

A fejlesztésre két párhuzamos irányvonalat lehet felfedezni:

1. A robotnak biztosítani kell a lehető legkiszámíthatóbb környezetet. Ez például ipari, telepített robotkaroknál könnyen megoldható. Ha a robotkar egy futószalag mellett áll, az érkező terméken egy munkafolyamatot lát el, a környezet teljesen ismert és kiszámítható. Az egész gyártórendszer el van látva a megfelelő biztonsági szenzorokkal, ha ember lép tiltott területre, vagy bármilyen szokatlan jelenség lép fel, a robot leáll. Ezt a kiszámíthatóságot kell átültetni mobil robotikai alkalmazásokba is. A mobil robot csak egy előre meghatározott útvonalon haladhat, a környezet összes változása számításba vehető, így a robot hatékonyan és biztonságosan képes üzemelni.

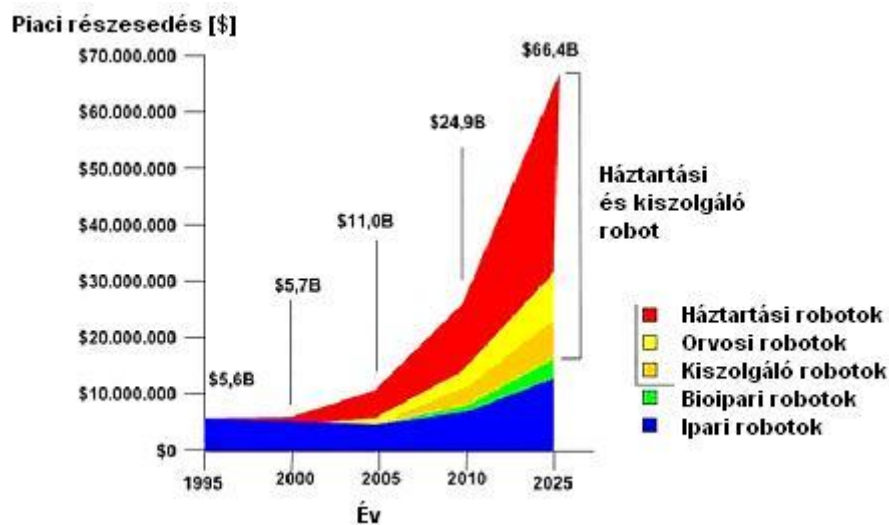
2. Törekedni kell a valós környezet minél pontosabb leírására. Ha a robot emberek közelében hajt végre feladatokat, olyan szenzorokkal, döntéshozó rendszerrel kell ellátni, hogy képes legyen érzékelni és leküzdeni a környezeti akadályokat, legyenek azok statikusan vagy dinamikusan. Mobil robotot egy teljesen hétköznapi emberi környezetben üzemeltetni rendkívül bonyolult feladat lenne, mivel az ember, mint egyén meglehetősen nehezen modellezhető. Ha csak az emberi kíváncsiságot és lázadó kedvet vesszük alapul, számolni kell olyan egyénekkal, akik tudatosan próbálják a robot tevékenységét hátráltatni, ezzel megzavarva annak működését. Egy ilyen sikeres szabotázsakció esetén bekövetkezett baleset sokat ronthat a társadalmi megítélésen, és ezzel évekre visszavetheti a fejlődést.

A két fejlesztési iránynak természetesen párhuzamos módon kell haladnia. Ha a „Grand Challenge” példáját tekintjük, a verseny alapvetően valós környezetben folyik, de az emberi tényező kivonásával mégis speciális izolált területen. A következő lépés lehetne egy olyan verseny meghirdetése, amelyben már dinamikus akadályok is megtalálhatók. Például adott útvonalon programozottan közlekedő járművek, melyekkel valós közlekedési helyzeteket modelleznek. Gondoljunk csak bele egy hétköznapi előzésre. Mérlegelni kell a megelőzendő jármű sebességét, figyelembe kell venni az útvonal beláthatóságát, ismerni kell gépjárművünk gyorsulási paramétereit és figyelembe kell vennünk az esetlegesen szembe jövő jármű

távolságát és sebességét. Ilyen eseteket modellezve és a mobil robotot képessé téve egy ilyen helyzet leküzdésére tovább növelhető a robot fejlettségi foka és ezzel használhatósága.

## Társadalmi elfogadottság

A mobil robotok társadalommal történő elfogadtatása nem történhet egyik napról a másikra, de már napjainkban is zajlik. Kis méretű mobil robotok már szép számmal megtalálhatók a háztartásokban, gondoljunk csak a porszívózó, fűnyíró robotokra. Kis méretük, tömegük folytán nem jelentenek veszélyt sem, az emberre sem az élővilágra. Anyagi károkozó képességük kicsi.



6. ábra

Mobil robotok alkalmazásának várható alakulása [5]

A mobil robotok várható értékesítéséről látható egy grafikon az 6. ábrán. Az ábrából látható, hogy a civil szférában, különösen a mindennapi életben használt robotok rohamos elterjedését jóslják a szakértők. A robotok elterjedésével, a bizalom is növekedhet, így olyan területeken is elfogadottá válhatnak mobil robotikai alkalmazások, ahol ma még nagy társadalmi ellenállás tapasztalható.

## ÖSSZEZGÉS

A robotika fontos és dinamikusan fejlődő területét képezik a mobil robotikai kutatások. A szárazföldi autonóm mobil robotok terén is rohamosan fejlődés tapasztalható. Ezt bizonyítja az USA-ban megrendezésre került 2004 és 2005-ös „Grand Challenge”. Míg 2004-ben a legjobban teljesítő csapat sem jutott 7,4 mérföldnél tovább és az egész társadalom azt vitatta, vajon lehetséges e teljesíteni a több mint 200 km-es távot tíz óra leforgása alatt. 2005-ben már öt csapat is sikerrel végigjárta a kitűzött távot, sőt a legjobb csapatnak 7 óránál kevesebb idő is elegendő volt a táv teljesítéséhez. Ez a siker maga után vonhatja a mobil robotika további rohamos fejlődését, új területek meghódítását. A technika jelen állása szerint, a mai berendezések jelentős része is robotizálható lenne (vasúti közlekedés, repülő közlekedés, gyáron belüli árutovábbítás), de a mobil robotok még szokatlanok, bizalmatlanságot keltenek a mindennapi emberben. A társadalmi elfogadottság megszerzése



hosszú, fokozatos folyamat, melynek első lépcsője a kis méretű háztartási robotok elterjedése, a mobil robotok megismertetése. A mobil autonóm működésű robotok elterjedésével a jövőben olyan feladatok is robotokra bízhatók, amelyek ma technikailag még nem megoldottak, és a társadalom sincs felkészülve alkalmazásukra.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Wühl Tibor, Robotkutatások - ismét „Grand Challenge”
- [2] Koncz Miklós Tamás, Ki és mikor fogja megnyerni a „Grand Challenge”-t, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2005. 9. évfolyam, 1.szám p.102-114
- [3] Gácsér Zoltán mk. őrnagy: Szárazföldi robotok. Robothadviselés 4. Nemzetközi tudományos konferencia kiadványa 61. oldal, Budapest, 2005
- [4] Dr. Ványa László: Excepts from the history of unmanned ground vheicles development in the USA. AARMS 2003/2. ZMNE, Budapest, 2003.
- [5] <http://www.robexus.com/roboticsmarket.htm> 2006.01.20
- [6] <http://www.robotictrends.com/sportsarticle728.html> 2006.01.20
- [7] <http://www.darpa.mil/grandchallenge/> 2006.01.20
- [8] <http://www.darpa.mil/grandchallenge04/index.htm> 2006.01.20
- [9] <http://www.darpa.grandchallenge.org> 2006.01.20
- [10] <http://www.darpa.mil/grandchallenge/techpapers.html> 2006.01.20
- [11] Stanford Raceing Team’s Entry In The 2005 Darpa Grand Challenge  
<http://www.darpa.mil/grandchallenge/techpapers.html> 2006.01.20
- [12] Red Team DARPA Grand Callenge 2005 Technica Paper  
<http://www.darpa.mil/grandchallenge/techpapers.html> 2006.01.20

## A BEÉPÍTETT TESZTELÉS ÉS ALKALMAZHATÓSÁGA ELEKTRONIKAI RENDSZEREKBE

### *Absztrakt*

*Az elektronikai rendszerek – és így a katonai elektronikai rendszerek – számának növekedése és összetettebbé válása, valamint a velük szemben támasztott megbízhatósági és üzembiztonsági követelmények teljesítése új hibadiagnosztikai módszerek alkalmazását teszi szükségessé. A rendszerek működőképességének folyamatos ellenőrzése elengedhetetlen. Az ellenőrzés nagymértékben egyszerűsödik, és hatásosabbá válik, ha a teszteléshez szükséges egységek jelentős részét az adott rendszer magában hordozza. Ebben az esetben lehetőség nyílik a beépített tesztelés (Built-In Test, BIT), illetve a beépített öntesztelés (Built-In Self Test) megvalósítására. Ez a cikk rövid áttekintést ad a beépített tesztelés módszeréről, tárgyalja az elektronikai rendszerekben való alkalmazhatóság egyes kérdéseit, végül következtetéseket tartalmaz a beépített tesztelés hasznosságával kapcsolatban.*

*The increase in the number of electronic systems – just like in electronic military systems –, the increase of complexity, and the high demands of reliability and operation safety requires new error diagnostic methods. It is essential to monitor the capability of operation of these systems. The monitoring becomes simpler and more effective, if the high percentage of elements needed for testing is integrated in the system by itself. In this case the Built-In Test (BIT), or the Built-In Self Test (BIST) is realizable. This paper gives a short overview about the method of Built-In Test, and discusses a few questions of its applicability in electronic systems. Finally contains deductions related to the advantages of using BIT.*

**Kulcsszavak:** *tesztelés, beépített tesztelés, peremfigyelés*

## BEVEZETÉS

Az elmúlt években a katonai célú rendszerek esetében tapasztalható nagyfokú digitalizáció, és a komplexitás növekedése új kihívásokat jelent a rendszeres, széles körű vizsgálatok terepi elvégzése területén. A digitális eszközökön alapuló harctéri információs rendszer (Battlefield Information System, BIS) képes fogadni az egyes elektronikai készülékek vagy rendszerek beépített tesztelése (Built-in Test, BIT) során keletkező állapotjelzéseket, illetve a működőképességet és a használatot jelző rendszer (Health and Usage Monitoring System, HUMS) jeleit. A beépített teszt az esetek egy részében képes arra, hogy a hibákat felfedje még azelőtt, hogy a készülék üzemképtelenné válna, így figyelmeztető jelzést adhat. A rendszerekbe épített tesztelés lefuttatása, és a tesztelési eredmények lekérdezése – előre meghatározott ütemben, vagy alkalmoszerűen – lehetőséget ad az eszközök aktuális üzemképességének megállapítására a helyi karbantartás, illetve az irányítás számára [1].

---

<sup>1</sup> Budapesti Műszaki Főiskola, KVK MAI, molnar.zsolt@kvk.bmf.hu

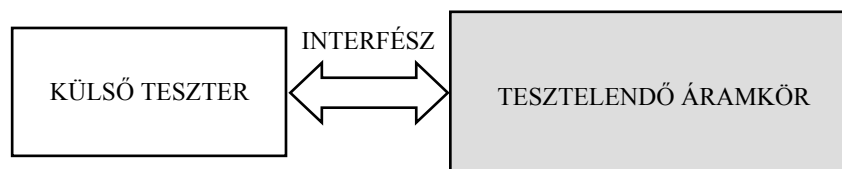
A beépített teszt a terepen történő, minél rövidebb időt, és minél kisebb költséget igénylő javítást is megkönnyíti. Az első szint a hiba észlelése után, hogy az üzemeltetés helyszínén a készülékhez csatlakoztatott egyszerű külső teszterrel (First Line Test Set, FLTS) megállapítják a hibát. Ennek a teszternek nem kell külön vizsgálatok elvégzésére képesnek lennie, elegendő, ha a beépített teszt eredményeit képes megjeleníteni, esetleg részletezett formában. (Esetenként ezek a teszterek tartalmaznak kiegészítő vizsgálatok elvégzésére alkalmas funkciókat.) Egyszerűbb javítások (például áramköri modul cseréje) a vizsgálati eredmények ismeretében a helyszínen elvégezhetőek.

Ha a javítás ezen a szinten nem kivitelezhető, vagy lehetőség van a készülék helyszínről való elszállítására, akkor következik a második szint. Itt még mindig a terepen (például mobil javítóműhelyben), de már egy emelt képességekkel rendelkező automatikus tesztelő berendezés (Automatic Test Equipment, ATE) segítségével történik a hiba megállapítása, majd a javítás. Amennyiben a hiba a terepen nem felderíthető, akkor magasabb szinten műszerezett javítóműhelyben hozható csak eredeti működési állapotba a készülék [1].

## A KÜLSŐ ÉS A BEÉPÍTETT TESZTELÉS

A beépített teszt megvalósítása esetén az adott áramkör (készülék, rendszer) a saját vizsgálatához szükséges funkciók lehető legnagyobb részét magában az áramkörben (készülékben, rendszerben) tartalmazza. Természetesen ez növeli a bonyolultságot, hiszen többletegységeket igényel. A beépített teszt – és minden tesztelési módszer – legfontosabb minőséget meghatározó jellemzői a hibafedettség<sup>2</sup> (fault coverage), a hiba-behatárolási (fault location) képesség<sup>3</sup>, a téves hiba-megállapítás (diagnostic error) gyakorisága<sup>4</sup>, valamint a hibalappangás (error latency) ideje<sup>5</sup> [2].

A hagyományos vizsgálati módszer külső tesztet (External Test Equipment, ETE) alkalmaz. Ebben az esetben a vizsgáló rendszer fizikailag elkülönül a vizsgált rendszertől, közöttük egy általában igen összetett interfész biztosítja a kapcsolatot (1. ábra). A felhasznált vizsgáló berendezés költséges, mivel minden tesztelendő készülékhez másik teszter szükséges. Ezzel a módszerrel – fizikai korlátok miatt – a vizsgált áramköröknek csak kevés pontján lehet beavatkozni (gerjesztést adni), illetve méréseket végezni. A rendszer moduljai csatlakozási pontjainak, illetve a modulokon belüli belső áramköri pontoknak korlátozott elérése miatt a tesztelés minőségi jellemzői nem érik el a kívánt mértéket, ugyanakkor megnövekszik a nemkívánatos zavarok rendszerbe jutásának esélye [3].



1. ábra  
Áramkörvizsgálat külső teszterrel

<sup>2</sup> A hibafedettség megadja, hogy a lehetséges hibákat milyen arányban képes a tesztelési eljárás felderíteni. Ideális esetben a hibafedettség 100%.

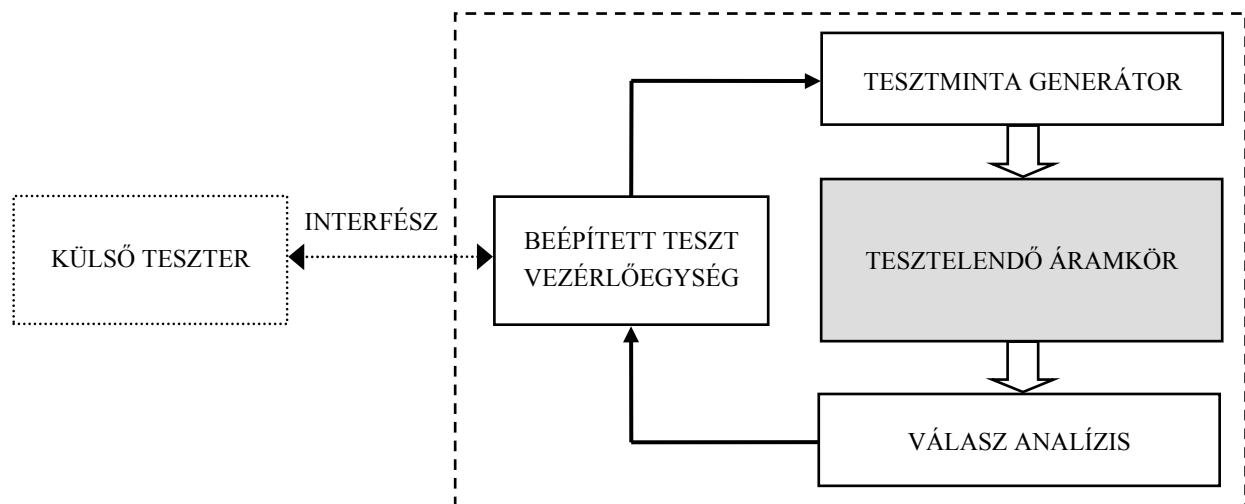
<sup>3</sup> A hibabehatárolási képesség a tesztelési eljárás azon képessége, hogy képes bizonyos pontossággal meghatározni a hiba fellépésének fizikai helyét.

<sup>4</sup> A téves hiba-megállapítás gyakorisága megadja, hogy az összes detektált hiba között milyen arányban fordul elő tévesen hibának vélt állapot. Ideális értéke 0.

<sup>5</sup> A hibalappangási idő megadja, hogy a hiba jelentkezésétől a hiba detektálásáig maximálisan mennyi idő telik el. Ideális értéke 0, illetve digitális rendszerekben 1 órajel-ciklus.

A beépített teszt az adott rendszer szerves részét képezi, gerjesztést állít elő, valamint a gerjesztésre adott választ analizálja, úgy hogy ehhez külső rendszertől nem, vagy csak kismértékben kap segítséget. Fontos megjegyezni, hogy a külső teszter nélkül végzett vizsgálatokhoz a rendszer néhány egységének (hardcore) hibátlanul kell működnie; ilyenek például a tápegység, az órajel-generátor vagy a tesztvezérlő. A beépített teszttel végzett vizsgálat esetén jelentősen egyszerűsödik a tesztelő interfész, javulnak a tesztelés minőségi mutatói, csökken a tesztelési idő, és a tesztelési költségek.

A 2. ábra egy beépített tesztfunkcióval rendelkező digitális áramköri egység felépítését mutatja (a tesztelendő áramkör normál üzemmódjában működő be- és kimenetek, valamint a járulékos egységek (például multiplexerek) nélkül). A vizsgálandó áramkör bemenetére a tesztminta generátor (Test Pattern Generator, TPG) egy alkalmasan megválasztott jelsorozatot ad, amelyre a tesztelendő áramkör funkciójától és működőképességi szintjétől függően válaszol. Az adott válasz összehasonlítása az elvárt válasszal, valamint az esetleges eltérések megállapítása és bizonyos szintű értelmezése a válasz analízis eredményeként jut vissza – a tesztminta generátort is vezérlő – beépített teszt vezérlőegységbe. Amennyiben a fellépő hibáról részletes információkra van szükség, vagy a beépített teszt képességein túlmutató vizsgálatokat kell elvégezni, akkor az interfészen keresztül külső teszter csatlakoztatására is van lehetőség.



2. ábra  
Áramkörvizsgálat beépített teszteléssel [4]

Az interfész az egyes áramköri modulok közötti kapcsolatok – és így az egész készülék – vizsgálatára is alkalmas lehet, az interfészre felfűzött modulok rendszerként is tesztelhetővé válnak. Az analóg áramköri egységek beépített teszteléssel való vizsgálata bonyolultabb, mint a digitális áramköröké. A tesztelés során analóg mennyiségeket (általában feszültséget) kell mérni, illetve előállítani, míg a vezérlés és kiértékelés digitális. Az analóg mennyiség előállításához digitális-analóg átalakító, a méréséhez analóg-digitális átalakító szükséges.

## A BEÉPÍTETT TESZTELÉS TÍPUSAI

A beépített teszteknek általában négy típusát különböztetjük meg: bekapcsolási (Startup Built-in Test, SBIT), folyamatos (Continuous Built-in Test, CBIT), indított (Initiated Built-in Test, IBIT) és karbantartó (Maintenance Built-in Test, MBIT) beépített teszt [5].

A bekapcsolási beépített teszt (SBIT) a készülék vagy rendszer elindulása előtt ellenőrzi az alapfunkciók működését. A vizsgálat eredménye lényegében egyetlen bit: ha az ellenőrzés nem talált hibát, a rendszer működőképes (GO), ha talált, akkor a rendszer részben vagy egészében működésképtelen (NOGO). A vizsgálat kimeneteléről általában a felhasználót is értesíti a beépített tesztvezérlő. Amennyiben a rendszer működőképes, a tesztvezérlő engedélyezi annak elindulását.

A folyamatos beépített tesztet (CBIT) olyan helyen használják, ahol nagyok a megbízhatósági követelmények, mint például a repülőgépeknél vagy a fegyvereknél. Ebben az esetben a rendszer létfontosságú elemeit és funkcióit az üzemszerű működés (mission) közben folyamatosan nyomon követik.<sup>6</sup> A vizsgálat egy része a háttérben, nem konkurens módon, másik része az előtérben, konkurens módon, a normál működéssel párhuzamosan történik. Az előtérben futó rövid, de időzítés- és időkritikus tesztelési részfolyamatok adatokat termelnek a háttérben futó hosszabb, elemző, nem időkritikus részfolyamatok számára. Az előtérben futó tesztelési folyamatok – a háttérben futókkal szemben – képesek felfedni a rövid ideig tartó, átmeneti hibaállapotokat is.

Az indított beépített teszt (IBIT) általában egy igen részletes vizsgálatot végez, ez kizárja, hogy vele párhuzamosan megtartsa a készülék a normál üzemi funkcióit. Segítségével állapítható meg legbiztosabban a rendszer működőképessége (például bekapcsoláskor, a rendszer normál üzeme előtt). Az indított beépített teszt képes a legpontosabban meghatározni a hiba helyét.

A karbantartó beépített teszt (MBIT) célja a karbantartás során szükséges ellenőrzések elvégzése. Karbantartáskor általában néhány memóriarekeszhez kell hozzáférni, ezeket kell olvasni és írni (például hibakód kiolvasás, törlés), vagy javított szoftververziót kell letölteni (upgrade). Ezeknek a tevékenységeknek a támogatása és ellenőrzése tartozik a karbantartó beépített teszt feladatai közé.

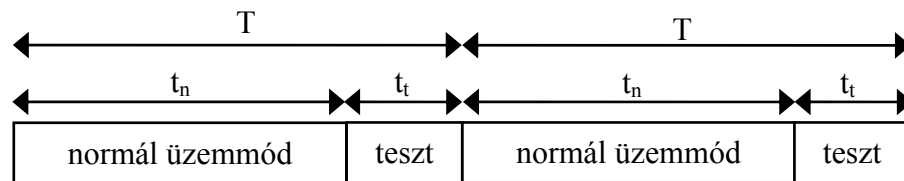
## A BEÉPÍTETT TESZTELÉS ALKALMAZHATÓSÁGA

A beépített tesztelés történhet felfüggesztett normál működés mellett (off-line) – például szervizelés esetén –, illetve normál üzem közben (on-line). Az üzem közbeni teszt-futtatás egyszerűbbik esetben a rendszer egy részének vagy egészének üresjárata alatt történik (a háttérben), nem-konkurens módon (3. ábra). Ekkor azonban a normál üzemmód alatt fellépő hibák a teszt üzemmódban nem biztos, hogy jelentkeznek, rejtve maradhatnak. Azoknál a

---

<sup>6</sup> A bekapcsolási és a folyamatos beépített teszt sikertelen lefutása – olyan rendszereknél, amelyek különféle okok miatt nem állhatnak le teljesen – eredményezheti a biztonsági üzemmódba (safe mode) való átkapcsolást. A biztonsági üzemmódban a rendszer – legfontosabb funkcióit megtartva – részlegesen működőképes marad. A legfontosabb funkciók működőképességének biztosítására redundáns egységek használata, vagy a működésképtelen egység más működőképes egységek adatainak felhasználásával való kiváltása lehet a megoldás.

rendszereknél, ahol nincs üresjárat, a vizsgálat csak konkurens módon történhet, azaz a rendszer normál funkcióit megtartó üzeme és a tesztelés párhuzamosan folyik.



3. ábra  
 Nem-konkurens üzem közbeni tesztelés idődiagramja [6]

A beépített teszt alkalmazhatóságát több tényező határozza meg, illetve korlátozza. Bizonyos rendszerek – fizikai felépítésük vagy funkciójuk miatt – nem alakíthatóak ki úgy, hogy hatásos öntesztet lehessen beépíteni. Ezek a rendszerek csak külső tesztelő készülék (External Test Equipment, ETE) segítségével vizsgálhatóak. Más esetben a beépített teszt által vizsgált paraméterek a készülék helyes működése közben, illetve meghibásodáskor olyan kis értékben térnek el egymástól, hogy a hiba detektálásához igen szűk tűrés paraméter-tartomány megállapítása szükséges. Ez viszont fokozza a téves hiba-megállapítás lehetőségét, ilyenkor a készüléket külső teszterrel vizsgálva a hiba természetesen nem jelentkezik.

A beépített teszt alapvetően egy belső működést vizsgáló eljárás, így nem biztosít külső gerjesztést (bemenő jelet) a rendszer bemeneti interfésze számára, és nem vizsgálja a gerjesztésre adott választ (kimenő jelet) sem a kimeneti interfészen, azaz nem képes külső, zárt hurkú vizsgálat elvégzésére. Ugyanez sok esetben igaz a készülék-modulok közötti kapcsolatok vizsgálatára is. A belső, intermoduláris kapcsolatok vizsgálata – az egyre nagyobb számban felmerülő igény miatt – egy igen dinamikusan fejlődő terület, amellyel a peremfigyelés (boundary scan) foglalkozik. A meglévő módszerek alapvetően a digitális áramköri egységek kapcsolatainak vizsgálatára terjednek ki, de folyamatos fejlesztések történnek az analóg áramköri kapcsolatok vizsgálatára is. Az analóg jelek vizsgálatához viszonylag bonyolult járulékos áramkör (egy- vagy több-bites analóg-digitális átalakító) szükséges, valamint a jel jellemzőinek pontos megállapításához megfelelő mintavétel-gyakoriság kell. A járulékos áramkörök analóg funkcióknál az eredeti villamos paraméterek romlását okozhatják, digitális funkcióknál pedig időzítési problémák merülhetnek fel.

A fentiek miatt az analóg kapcsolatok és a külső interfészek – amelyek elektromos szempontból a legsérülékenyebbek – gyakran nincsenek a beépített tesztbe bevonva, csökkentve ezzel a hibalefedettséget. A beépített teszt járulékos áramkörei – mint minden áramkör – meghibásodhatnak, csökkentve ezzel a rendszer megbízhatóságát. Azt, hogy a beépített teszt mely áramköri egységek vizsgálatát végezze el, illetve melyek ne rendelkezzenek ezzel a lehetőséggel, jelentősen befolyásolja a tervezési és a gyártási költség. Bár a minél nagyobb mértékű beépített teszt növeli a megbízhatóságot, és csökkenti a javítási költségeket, ugyanakkor a tervezés időszükséglete – és így a költség is – exponenciálisan nő, valamint a gyártásra fordítandó összeg is emelkedik [1].

## KÖVETKEZTETÉSEK

A fenti technológiák hozzájárulnak a megbízhatóság növekedéséhez, illetve az üzemeltetési költségek csökkenéséhez. Az üzemeltetés során begyűjtött információkból meghatározhatóak a hibák keletkezésének előzményei és a hibák időbeni eloszlása (hiba típusok és előfordulásuk gyakorisága). A javításra fordítandó idő (állási idő) lecsökken, mivel a beépített teszt képes a rendszerben jól behatárolni a hiba helyét. A hibakereséshez nem kell nagy beszerzési és fenntartási költségű eszközöket a terepen tartani, illetve ezek száma csökkenthető. A pontos hibahely-meghatározás eredményeit összevetve a hibák előfordulási gyakoriságával lehetőség nyílik arra, hogy meghatározható legyen, hogy a megbízhatóság növelése érdekében hol kell változtatni a rendszeren.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

*(Az internet címek az adott dokumentumok 2006. 12. 11-én érvényes elérhetőségét adják meg.)*

- [1] RACAL: Exploring the Boundaries Of Built in Test, EDN Asia, 2004/7 p. 42-44, ([http://www.racalinst.com/whitepapers/BIT\\_defence.pdf](http://www.racalinst.com/whitepapers/BIT_defence.pdf))
- [2] H. FUJIWARA: Logic testing and design for testability, MIT Press, Cambridge, 1996
- [3] Z. PENG: Built-in Self Test - TDTS 01 Lecture Notes ([www.ida.liu.se/~TDTS01/lectures/05/lec10.pdf](http://www.ida.liu.se/~TDTS01/lectures/05/lec10.pdf))
- [4] A. R. MOHAMED: BIST - Built-in Self Test ([www.ida.liu.se/~zebpe/teaching/test/lec12.pdf](http://www.ida.liu.se/~zebpe/teaching/test/lec12.pdf))
- [5] J. A. BUTLER: Application and Evaluation of Built-In-Test (BIT) Techniques in Building Safe Systems, CrossTalk, 2006/9, p. 15-20 (<http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk>)
- [6] H. AL-ASAAD, M. SHRINGI: On-line Built-in Self Test for Operational Faults ([www.ece.ucdavis.edu/~halasaad/Data/autotestcon00.pdf](http://www.ece.ucdavis.edu/~halasaad/Data/autotestcon00.pdf))

## REDUNDÁNS IRÁNYÍTÁSI STRUKTÚRÁK ÉS A BIZTONSÁG SÉRTHETETLENSÉG SZINT (SIL<sup>2</sup>) KAPCSOLATA

### *Absztrakt*

*A biztonság sérthetettségi szint meghatározásához szükséges fogalmak rövid áttekintése. Az alapfolyamat irányítás és a vész-, védelmi rendszer egybe integrálásának előnyei és problémáinak tárgyalása. A légvédelmi rakéták rátöltési technológiájának besorolása. A hiba típusok osztályozása, és a redundancia hatása a kezelhető és a veszélyes hibára. A Markov modell és a közelítő egyenletek kapcsolata. A üzembiztosra tervezett integrált rendszer biztonság sérthetettségi szint alapján történő redundáns struktúra választásának esettanulmánya.*

*The short overview the terms needed the determination of the safety integrity level. Discuss the advantages and the disadvantages of the integration of the basic process and the safety process. Classification of applying for blastoff technologies of air protection missile. Partition of type of the failure rate and how the redundancy work on the safe and the dangerous failures. Connection between the Markov model and the simplified equitation. Case study for choosing redundant structure of safety related system.*

**Kulcsszavak:** SIL, biztonság sérthetettségi szint, közelítő egyenletek, redundáns struktúra.

### *Bevezetés*

A vész-, védelmi rendszerek komplexitásának növekedése miatt vált szükségessé a biztonság sérthetettségi szintjeinek a kialakítása és a szintek meghatározási módszereinek szabványba foglalása. A 80-as évek közepéig a vész-, védelmi rendszerek jellemzően egyszerű vezérlési láncokból álltak, és a vezérlési láncok egymástól és az alapfolyamat irányítását végző rendszertől fizikailag is elkülönülten működtek. A mikroprocesszor alapú eszközök látványos terjedése az automatizálásban új helyzetet teremtett. Az alapfolyamatok automatizált berendezései, amelyek jellemzően a kezelőszemélyzet által voltak összehangolva integrált irányítási rendszerré váltak. Az integrált rendszerek – megfelelően megtervezve – növelik az élőkommunikációt, az anyag és energia hatékonyságot, valamint lehetővé teszik a folyamatos minőség ellenőrzését. A kedvező hatások éppen a teljes irányítási rendszer komplexitásának növekedéséből fakadnak. Mellékhatásként, már csak költségghatékony tervezési és telepítési megfontolásokból is, a vész-, védelmi rendszerekben is megjelentek a mikroprocesszor alapú eszközök, és ezáltal növekedett a komplexitásuk. A komplexitás növekedésnek pozitív vonzata, hogy megfelelő tervezéssel csökkenthető az irányított technológia teljes vagy részleges leállásának gyakorisága, azonban új hibaforrások (szoftver, nem várt kölcsönhatás, stb.) is keletkeznek.

---

<sup>1</sup> főiskolai docens, irányítástechnikai szakmérnök, BMF KVK Műszeripari és Automatizálási Intézet, Neszveda.jozsef@bmf.kvk.hu

<sup>2</sup> SIL: Safety Integrity Level



Az angol HSE<sup>3</sup>, amely több magyar főhatóság (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Országos Munkaügyi és Munkabiztonsági Főfelügyelőség, Állami népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat) jogosítványával rendelkezik, 34 súlyos, különböző iparágakban bekövetkezett baleset okait elemezve tette közé [1] az 1. táblázatot.

1. táblázat: *Az ipari balesetek okai*

Specifikáció (Mit és hogyan tegyen az irányítási rendszer)	44%
Üzembe-helyezés utáni változtatás	20%
Tervezés	15%
Működtetés és karbantartás	15%
Telepítés és üzembe-helyezés	6%

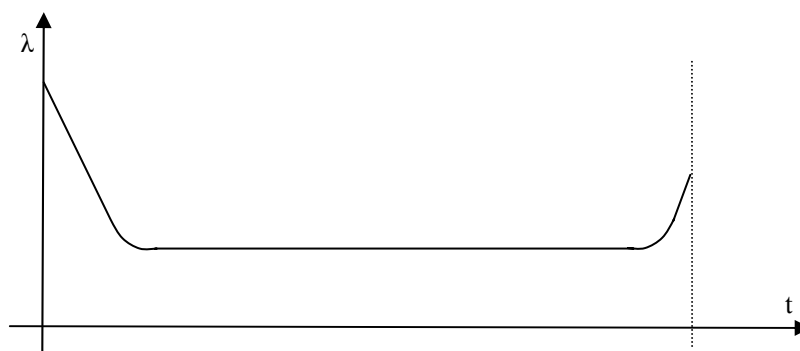
Az 1. táblázat jól szemlélteti, hogy a súlyos balesetek háromnegyede elkerülhető, ha a mérnökök rendelkezésére áll egy konzekvens a hibaforrásokat feltáró, kockázatot elemző és számszerűsítő eljárás. Elkerülendő az állami szabályozást, az angol mondás „Az előírás az ostobák, az ajánlás a bölcsék részére készül” tanácsát követve, a szabványosítással foglalkozó nemzetközi szervezet, az iparági és nemzeti szervezetekkel együttműködve a 90-es évek végétől folyamatosan teszi közé a mikroprocesszor alapú eszközök lehetőségeit figyelembe vevő a vész-, védelmi rendszerekre vonatkozó ajánlásait. A nemzetközi szabvány nem írja felül az iparági és a nemzeti szabványokat, de erős kölcsönhatás van közöttük. Minél kisebb egy ország, annál inkább csak a nemzetközi szabványokat honosítja.

### ***A biztonság sérthetlenség szint (SIL) meghatározásához szükséges fogalmak***

Az általános minden iparágra érvényes IEC 61508 szabványcsomag vezette be a megkülönböztetést az alacsony és a magas működtetés igényű<sup>4</sup> üzemmód között.

Alacsony működtetés igényű [2] üzemmód: „Ahol a működtetési igény gyakorisága nem nagyobb, mint évente 1, illetve nem nagyobb, mint az ellenőrző tesztek közötti idő kétszerese években mérve per év”

Magas vagy folyamatos működtetés igényű [2] üzemmód: „Ahol a működtetési igény gyakorisága nagyobb, mint évente 1, illetve nagyobb, mint az ellenőrző tesztek közötti idő kétszerese években mérve per év”



1. ábra

*A hibaarány változása (átlagos hibavalószínűség) az élekciklus alatt*

<sup>3</sup> HSE: Health and Safety Executive

<sup>4</sup> Low and High Demand Mode

Az üzembiztos működés szempontjából az a működtetési igény hibás végrehajtásának a valószínűsége a fontos. Ezt szokás hibaaránynak is nevezni, és általában a görög  $\lambda$  betűvel jelölik. Az 1. ábra mutatja a hibaarány változását az eszköz, a vezérlési lánc, vagy a vész-, védelmi rendszer életciklusa alatt.

Az 1. ábra baloldala a hibás alkatrészek és az első üzembe-helyezéskor előforduló túlterhelések, a jobb oldala az anyagfáradás miatt magasabb. Feltételezve a megfelelő próbaüzemet, illetve felújítást elegendő a közbenső értékkel számolni. A  $\lambda$  dimenziója hibavalószínűség per év, vagy per óra. A cikkben a továbbiakban csak az év dimenziót használjuk. A hétköznapi gondolkodásnak – különösen az alacsony működtetés igényű üzemmódú rendszerek esetén - jobban megfelel az  $1/\lambda$ . Ennek MTBF<sup>5</sup> (hibák közötti átlagos idő) az elnevezése.

Az alacsony és a magas működtetés igényű üzemmódhoz rendelt átlagos hibavalószínűség eltérő dimenziójú és értékű. A [2] megadja az alsó határértékeket.

„Az alacsony működtetés igényű üzemmódban a megtervezett működés hibás végrehajtásának átlagos valószínűsége nem lehet kisebb, mint  $10^{-5}$ .” Ez más szavakkal azt jelenti, hogy 100,000 működés közül legalább egy hibás. Figyelembe véve, hogy az alacsony működtetés igényű rendszerhez tartozik ez a limit, mondhatjuk azt is, hogy százezer évente legalább egy hiba előfordul.

„A magas vagy folyamatos működtetés igényű üzemmódban a veszélyes hiba átlagos valószínűsége nem lehet kisebb, mint  $10^{-9}$ /óra.” Ami azt jelenti, hogy 1000,000,000 óra, vagyis nagyjából százezer év alatt legalább egy hiba előfordul. (Egy év 8760 óra.)

Minél komplexebb egy rendszer, annál jobban képes elkerülni a teljes leállást. Ennek megfelelően hibák feloszthatók kezelhető és veszélyes hibákra. A [2] definíciója: „A kezelhető hiba<sup>6</sup> nem teszi szükségessé a vész-, védelmi rendszer azonnali működtetését.” A veszélyes hiba<sup>7</sup> szükségessé teszi a vész-, védelmi rendszer azonnali működtetését.” Természetesen, hogy egy hiba kezelhető-e, vagy veszélyes az függ a hardver kialakítástól. A hibák egy másik csoportosítás szerint - mivel a hibák egy része felszínre kerül az ellenőrző tesztekkor, programozható eszközök esetén a diagnosztizáláskor, vagy karbantartáskor - lehetnek detektáltak és nem detektáltak. Az ellenőrző teszt és a diagnosztizálás működésközben is végezhető.

A biztonság sérthetlenség (SIL) definíciója ugyancsak a [2] szerint: „Az E/E/PE<sup>8</sup> vész-, védelmi rendszerhez rendelt biztonsági műveletek sérthetlenség igényének 4 diszkrét szintje van (egyől négyig). A 4 a legmagasabb, az 1 a legalacsonyabb biztonság sérthetlenségi szint.” A [2] két táblázatban adja meg az üzemmódokhoz tartozó SIL értékeket, amit a 2. táblázat egyben tartalmaz.

2. táblázat: A biztonság sérthetlenségi szintekhez tartozó hibavalószínűségek

SIL	Alacsony működés igényű üzemmód Az átlagos hibavalószínűség tervezett működtetés végrehajtásakor.	Magas vagy folyamatos működés igényű üzemmód Az óránként veszélyes hibák valószínűsége.
4	$10^{-5} \geq \lambda \geq 10^{-4}$	$10^{-9} \geq \lambda \geq 10^{-8}$
3	$10^{-4} \geq \lambda \geq 10^{-3}$	$10^{-8} \geq \lambda \geq 10^{-7}$
2	$10^{-3} \geq \lambda \geq 10^{-2}$	$10^{-7} \geq \lambda \geq 10^{-6}$
1	$10^{-2} \geq \lambda \geq 10^{-1}$	$10^{-6} \geq \lambda \geq 10^{-5}$

<sup>5</sup> Mean Time Between Failure

<sup>6</sup> Safe failure

<sup>7</sup> Dangerous failure

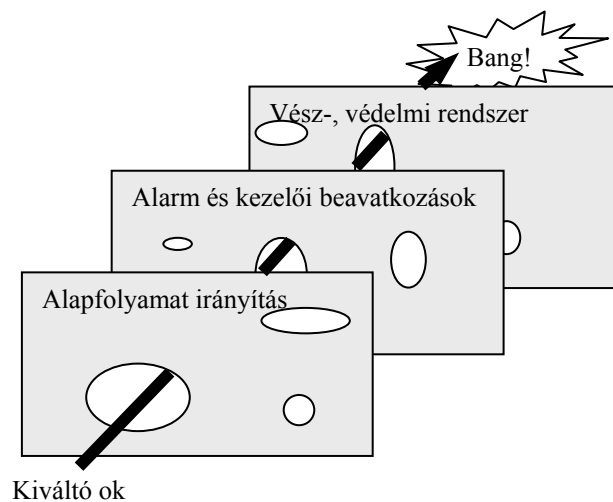
<sup>8</sup> Elektromos / Elektronikus / Programozható elektronikus

Vannak technológiák, amelyek évente csak egy-két napon át üzemelnek, ilyenkor azonban nagyon megbízhatóan kell működniük. A speciális katalizátor anyagot előállító vegyipari reaktort szokás példaképpen felhozni. Amikor egy ilyen rendszer működik, akkor az alapfolyamatainak az irányítása a folyamatos működtetés igényű üzemmódba tartoznak. Azonban egyrészt a 2. táblázat közvetve az 5. megjegyzésben feltételezi, hogy a magas vagy folyamatos működtetés igényű technológia berendezései szinte folyamatosan üzembeszállapotban vannak, és az ilyen technológiákban tipikusan nem ez a helyzet. Másrészt az 1. ábra mutatja, hogy üzembe-helyezéskor, és a hosszú üzemem kívüli állapot utáni újraindítás ennek felel meg, megnő a hibaarány. A 2. táblázat 5. megjegyzése [2]: „A magas vagy folyamatos működtetés igényű technológia hibavalószínűségét osztani kell az üzembeszállapot per év viszonyszámmal.” Ezekben a rendszerekben ez a viszonyszám jóval kisebb, mint 1, ami a  $\lambda$  értékét növeli és így a SIL besorolást csökkenti. Ezért számos szakértő azt javasolja, hogy az ilyen rendszerek alapfolyamatainak az irányítását is a költségesebb, de üzembiztos működést biztosító, a vész-, védelmi rendszerekre kidolgozott módszerekkel tervezzék meg.

*A szerző véleménye szerint ezen típusú technológiák közé tartozik számos katonai technológia, köztük a felkészített rakéták rátöltési folyamata is, és osztja azon szakértők álláspontját, akik az üzembiztos tervezési technikákat javasolják ezen esetekben.*

### ***Integrálva vagy elkülönítve***

A 90-es évek közepéig a szabványok kategorikusan az alapfolyamat irányítás, és a vész-, védelmi rendszer fizikai szétválasztását írták elő. Manapság, amikor az alapfolyamat irányítása, és a vész-, védelmi rendszer kialakítása jórészt programozható eszközökkel történik, és az eszközök egyre megbízhatóbbak, valamint képesek, akár többszörös redundáns működésre számos szakértő felveti a két rendszer integrálhatóságát. Az irányítási rendszerek független működésének hasznát a 2. ábra is jól szemlélteti.



2. ábra  
*A baleset kialakulása*

Ha a baleset kialakulásának megelőzésére szolgáló felületek tömörök, és egymástól függetlenek, akkor nem alakulna ki baleset. Sajnos a felületen lyukak vannak, mert az alapfolyamat technológiai, és/vagy gépészeti és/vagy irányítástechnikai tervezésekor elkerülte a figyelmet néhány kölcsönhatás és/vagy határérték, vagy mert a kezelő téveszt és/vagy ignorálja az alarmjelzést, vagy mert a vész-, védelmi rendszer valamely eleme meghibásodott

és/vagy karbantartás állapotban van. A lyukak dinamikusan vándorolnak, mert mindig keletkezik új.

Az IEC 61508 előírása: „Az EUC<sup>9</sup> (irányított berendezés) irányító rendszere el fog különülni és független az E/E/PE vész-, védelmi rendszertől, más technológiák vész-, védelmi rendszertől, és a külső kockázat csökkentő megoldásoktól.” Ez engedékenyebb, mert többféleképp értelmezhető az elkülönülés. A szabvány más pontjai azonban előírják, hogy a vész-, védelmi rendszer érzékelői és a programozható irányító berendezése legyen fizikailag is független. De például információ szolgáltatás, ha az nem befolyásolja a vész-, védelmi rendszer működését, történhet az alapfolyamat irányítással közös hálózaton.

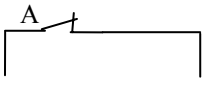
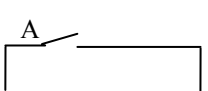
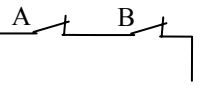
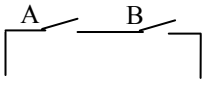
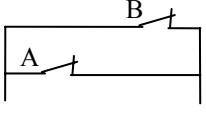
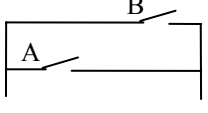
Az alapfolyamat irányítás aktív, ezért a rejtett hibák hamar kiderülnek. A kezelő személyzet hamar észleli, ha a berendezés nem megfelelően működik és gyorsan korrigál, elkerülve a nagyobb bajt. A vész-, védelmi rendszer passzív. Szerencsés esetben a kezelő személyzet sohasem látja működés közben, és így tapasztalatot sem szerez, nem veszi észre a bajjós előjeleket. Csak az intenzív teszt és karbantartás biztosítja, hogy az eszközök, ha szükséges, akkor működni fognak. Sajnos ezek a műveletek is lehetnek hibaforrások. A másik lehetőség, hogy tervezéssel üzembiztos<sup>10</sup> rendszert alakítanak ki. Az olyan technológiákban – a repülőgép a szokásos példa -, ahol az alapfolyamat legkisebb hibája is végzetes lehet, az előzőektől eltérően egybe integrálva, és az alapfolyamatokra is az üzembiztos tervezési eljárásokat alkalmazva kel az irányító rendszert kialakítani.

*Az cikk szerzője az előkészített légvédelmi rakéták rátöltés technológiáját az ilyen speciális üzembiztos tervezésen alapuló automatikus rendszerrel javasolja megvalósítani.*

### ***A redundancia és a hibavalószínűség kapcsolata.***

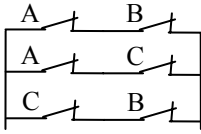
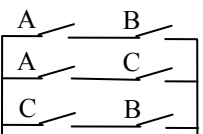
A [3] szerzőpárosa annak a tételnek a szemléltetésére, hogy „a kettő nem, mindig több, mint az egy, és a három nem mindig jobb, mint a kettő” azt javasolja, hogy reprezentálja a kezelhető hiba vezérlési láncát bontó és a hiba bekövetkezését az áramkör szakadása, a veszélyes hiba vezérlési láncát záró érintkező és hiba bekövetkezését az áramkör vezetése. Ha így vizsgáljuk a nem redundáns és a különböző redundáns rendszerekben hogyan változik a hibavalószínűség, hogy a különböző hibafajták eltérően viselkednek struktúraváltáskor.

**3. táblázat: A redundancia hatása a hiba gyakoriságra**

	Kezelhető hiba		Veszélyes hiba	
1001 egy láncból egy jelez		$\lambda_E = \lambda_A$ =0,02 MTTF=1/ $\lambda_E$ = 50 év		$\lambda_E = \lambda_A$ =0,02 MTTF=1/ $\lambda_E$ = 50 év
1002 kettő láncból egy jelez		$\lambda_E = \lambda_A + \lambda_B$ =0,04 MTTF=1/ $\lambda_E$ = 25 év		$\lambda_E = \lambda_A * \lambda_B$ =0,0004 MTTF=1/ $\lambda_E$ = 2500 év
2002 kettő láncból kettő jelez		$\lambda_E = \lambda_A * \lambda_B$ =0,0004 MTTF=1/ $\lambda_E$ = 2500 év		$\lambda_E = \lambda_A + \lambda_B$ =0,04 MTTF=1/ $\lambda_E$ = 25 év

<sup>9</sup> Equipment Under Control

<sup>10</sup> A szabvány által előírt eljárások végrehajtása összességében vezet ilyen rendszerhez.

3002 három láncból kettő jelez		$\lambda_E =$ $\lambda_A * \lambda_A + \lambda_A * \lambda_A + \lambda_A * \lambda_A$ $= 0,0012$ $MTTF = 1 / \lambda_E$ $= 833 \text{ év}$		$\lambda_E =$ $\lambda_A * \lambda_A + \lambda_A * \lambda_A + \lambda_A * \lambda_A$ $= 0,0012$ $MTTF = 1 / \lambda_E$ $= 833 \text{ év}$
--	---	--	--	--

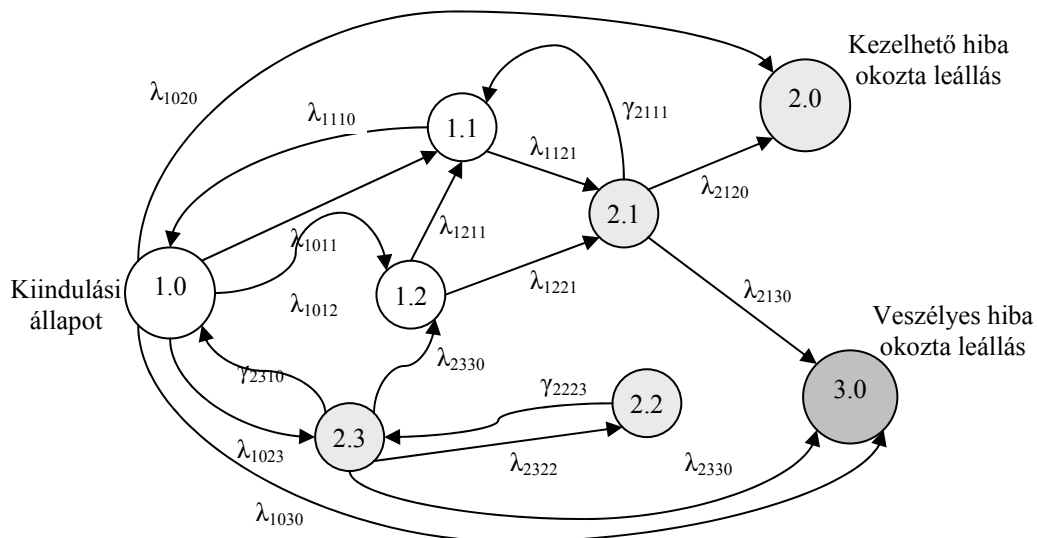
A cikk szerzője a 3. táblázatban, egy egyszerű számpélda segítségével, szemlélteti a fenti igazságot. A könnyű összehasonlíthatóság érdekében a kezelhető és a veszélyes hiba valószínűsége  $\lambda = 0,02$  legyen. Az  $MTTF = 1/\lambda = 50$  év.

A 80-as évek negatív tapasztalatai hatására indított, főleg a Markov modellel végzett és a 90-es évek elején publikált kutatások eredménye, hogy a hibafajták eltérően viselkednek a különböző redundáns struktúrákban, és hogy a háromszoros redundancia nem minden szempontból jobb, mint a kétszeres. A 3. táblázat ezen kutatási eredményeknek csak egy szellemes prezentációja. A 1002 struktúra a legkedvezőbb a veszélyes hibák szempontjából, viszont kényelmetlen, hogy a különben kezelhető hibák rendkívül gyakran okozzák a technológia teljes vagy részleges kiesését. Ez huzalozott rendszerekben megkerülhetetlenül így volt. A programozható eszközök azonban képesek üzem közben diagnosztikára. Ha tudom, hogy a redundáns vezérlési lánc egyik ága azért jelez, mert valamelyik eleme hibás, akkor mint 1001 struktúra tovább működtethető. Ha elegendően gyorsan elhárítják a hibát, vagyis csekély a valószínűsége, hogy azért jelezzen, mert mindkét láncban van hibás elem, akkor a kezelhető hiba szempontjából a 2002 struktúrához közelít. Ezért hitelesítő intézetek kiadnak SIL tanúsítványt az úgynevezett 1002D (egy a kettőből diagnosztizálással) rendszerekre. Egyedi rendszerekre elvégezhető a SIL analízis az 1002D rendszerek esetén, azonban az elméleti kutatások ez idáig nem tudtak megalapozni olyan általánosítható szabályrendszer, aminek könnyen ellenőrizhető mechanikus végrehajtása megadná a kezelhető hiba valószínűségét. Ez egy támadási felület az ilyen rendszerekkel szemben.

*Az cikk szerzője az előkészített légvédelmi rakéták rátöltés technológiájának irányító rendszerének egyedi SIL elemzésen alapuló redundáns 1002D struktúrát javasolja.*

### ***A Markov modell és az egyszerűsített egyenletek***

A Markov modell egy gráf, amellyel számszerűsítve elemezhető, hogy hogyan kerül egy rendszer hibás állapotba. A rendszer állapotai a gráf egy-egy csomópontja. A csomópontokat összekötő élek a hibagyakorisággal, vagy a karbantartás gyakoriságával vannak súlyozva. A gráf megkonstruálásához a rendszer állapotait, a hibagyakoriságot, a nem detektált hibák arányát ismerni kell. A gráf modell jól alkalmazható komplex több bemenetű, több kimenetű rendszerek esetén, és a gráf modell írja le a legjobban a redundáns rendszereket. A 3. ábra példaképp egy viszonylag egyszerű rendszer Markov modelljét ábrázolja.



3. ábra  
Minta Markov modell

A gráf alapján felírhatók mátrix egyenletek. Összetett esetekben a mátrix egyenletek felírása és megoldása komoly szaktudást igényel.

Az összetett esetek egyszerű megoldására számos egyszerűsítést dolgoztak ki az elmúlt évtizedben. Az egyik legnépszerűbb a [4] által publikált egyszerűsített egyenleteknek nevezett formulák.

Az egyszerűsített egyenletek a kezelhető hibákra az  $MTTF^{sp}$  (közelítő átlagos idő a hibáig) értéket adja meg. Ebben a képletben az  $1/\lambda_{kezelhető}$  értékkel kell számolni.

A veszélyes hibákra a  $PFD^{11}$  (hibavalószínűség működtetési igénykor) értéket adja meg, aminek két összetevője van  $PFD = PFD_{avg} + PFD_{test}$ . A nem detektált veszélyes hibák valószínűségét a  $PFD_{avg}$  adja meg, aminek a képletében a  $\lambda_{nem\_detektált\_veszelyes}$  értékkel kell számolni. Redundáns rendszerekben a javítás, vagy a kézi teszt alatt, a működő ágba a detektált hiba is veszélyes. Ezt az összetevő  $PFD_{test}$ , aminek a képletében a  $\lambda_{veszelyes}$  értékkel kell számolni. A közelítő egyenletek a detektált, veszélyes hiba összetevő  $PFD$  érték kiszámítási képletét is megadják, ez azonban több nagyságrenddel kisebb értéket ad, mint a nem detektált összetevő, ezért elhanyagolható.

A 4. táblázatban, a [4] egy vezérlési láncra érvényes alap formuláit és kiegészítő megjegyzéseit, a cikk szerzője, egybeszerkesztette és kiegészítette a kezelhető (s), és a veszélyes (d), valamint a nem detektált (u) hibaarány faktorokkal. Továbbá az eszközök számával (k).

4. táblázat: A kiegészített egyszerűsített egyenletek

	Kezelhető hiba	Nem detektált veszélyes hiba	Veszélyes hiba javítás/teszt közben
1001 egy láncból egy jelez	$MTTF^{sp} =$ $= \frac{1}{\lambda \cdot s \cdot k}$	$PFD_{avg} =$ $= \frac{\lambda \cdot d \cdot u \cdot k \cdot TI}{2}$	$PFD_{test} =$ $= \frac{TD}{TI}$
1002 kettő láncból egy jelez	$MTTF^{sp} =$ $= \frac{1}{2 \cdot \lambda \cdot s \cdot k}$	$PFD_{avg} =$ $= \frac{(\lambda d u k)^2 \cdot TI^2}{3}$	$PFD_{test} =$ $= \frac{2 \cdot TD \cdot \lambda \cdot d (TI + 2 \cdot MTTR)}{2 \cdot TI}$

<sup>11</sup> Probability of Failure on Demand

2002 kettő láncból kettő jelez	$MTTF^{sp} = \frac{1}{2 \cdot (\lambda sk)^2 \cdot MTTR}$	$PFD_{avg} = \lambda \cdot d \cdot u \cdot k \cdot TI$	$PFD_{test} = 2 \cdot \frac{TD}{TI}$
3002 három láncból kettő jelez	$MTTF^{sp} = \frac{1}{6 \cdot (\lambda sk)^2 \cdot MTTR}$	$PFD_{avg} = (\lambda duk)^2 \cdot TI^2$	$PFD_{test} = \frac{6 \cdot TD \cdot \lambda \cdot d (TI + 2 \cdot MTTR)}{2 \cdot TI}$
	Igaz, ha: $\frac{1}{MTTR} \gg \lambda$	Igaz, ha: $MTBR \gg TI$	Igaz, ha üzemel a rendszer az egyik redundánság tesztje, vagy javítása közben.

Az egyszerűsített egyenletekben szereplő további paraméterek:

Az MTTR<sup>12</sup> (a javítás átlagos ideje) egy évre vonatkoztatva. Ha az átlagos javítás 30 órányi időt igényel, akkor az MTTR = 30/8760 = 0,0034. A TI<sup>13</sup> (a manuális tesztek közötti idő) egy évre vonatkoztatva. Ha a tesztek között átlagosan hat hónap van, akkor TI = 6/12 = 0,5. A TD<sup>14</sup> (a teszt időtartama) egy évre vonatkoztatva. Ha a tesztek átlagosan 10 órát vesznek igénybe, akkor TD = 10/8760 = 0,0011.

A 4. táblázat eredményeinek értékelésekor, a hétköznapi gondolkodásmód számára jobban megfelel az RRF<sup>15</sup> (kockázat csökkentő tényező) használata, ami az 1/PDF és idő dimenziójú.

A 4. táblázat képleteinek használatakor a rendszer minden elemére (érzékelők, irányító berendezés, beavatkozók), és a rendszer kölcsönhatásaira el kell végezni a veszélyforrás és kockázat elemzést<sup>16</sup>, és ez alapján lehet meghatározni a rendszer hibaállapotait, a hibaarány faktorokat. Ez természetesen iteratív művelet. Először a vész-, védelmi funkciók védelmi felületekhez (2. ábra) rendelését kell megtenni, amelyet a vezérlő berendezés struktúrájának megválasztása követ, amihez elegendő nagyságrendileg ismerni a vezérlő berendezés be és kimeneteinek számát, és nagyságrendileg megbecsülni a kezelhető, a veszélyes, és a nem detektált hibaarányokat.

### *Esettanulmány*

Az előkészített légvédelmi rakéták rátöltés technológiájának irányító rendszer struktúra választáshoz feltételezzük, hogy 24 bemenete és 6 kimenete van a vezérlő berendezésnek, és 5 bemenet jele közvetlen veszélyt jelez. Az irányítási algoritmus 25 vezérlési láncal megvalósítható, amelyből 10 tartozik a veszélyes jelek kezeléséhez. A tápellátást, ami külön vizsgálatot igényel, az esttanulmány nem tárgyalja.

Huzalozott relés rendszer.

Feltételezzük, hogy a huzalozott rendszerben minden be-, és kimenet egy-egy ipari logikai relét igényel, és így k=30, a veszélyes jeleket kezelő bemenetek száma 5. Huzalozott rendszerben veszélyes a hiba, ha egy kimenet vagy egy közvetlen veszélyt jelző bemenet reléje nem húz meg, így mivel 6 kimenet és 5 közvetlen veszélyt jelző bemenet van így k<sub>d</sub>=11. Az ipari relék átlagos meghibásodási ideje 100 év, azaz MTBF=100 és λ=0,01. A veszélyes hibaarány becsülhető. A 30 reléből 11 veszélyes hibához tartozik. A kezelhető hibák vezérlési láncai általában több kontaktust tartalmaznak. Vagyis 2\*19+11=49 hibaforrást

<sup>12</sup> Mean Time To Repair

<sup>13</sup> Test Interval

<sup>14</sup> Test Duration

<sup>15</sup> Risk Reduction Factor

<sup>16</sup> Hazard and Risk analyses

feltételezve:  $d=11/49=0,22$  és  $s=0,78$ . A rendszer nem redundáns, így 1001 struktúrájú, nincs működés közbeni diagnosztikája, vagyis  $u=1$  (nem kell a képletben figyelembe venni) és  $PFD_{test}=0$ . Feltételezzük továbbá, hogy félévente ellenőrzik a rendszert manuális teszttel, és így  $TI=0,5$ .

A 4. táblázat alapján: (Az eredmény két értékes jegyre kerekítve.)

$$\begin{aligned}
 MTTF^{sp} &= \frac{1}{\lambda \cdot s \cdot k} = \frac{1}{0,01 \cdot 0,78 \cdot 30} = 4,3[\text{év}] \\
 PFD_{avg} &= \frac{\lambda \cdot d \cdot k_d \cdot TI}{2} = \frac{0,01 \cdot 0,22 \cdot 11 \cdot 0,5}{2} = 0,00605 \\
 RRF &= \frac{1}{PFD_{avg}} = \frac{1}{0,00605} = 166[\text{év}]
 \end{aligned} \tag{1}$$

Az (1) egyenlet azt mutatja, hogy a huzalozott rendszer veszélyes hibákra a 2. táblázat szerint SIL2. A kezelhető hibák bántóan gyakran okoznak felesleges, kellemetlen helyzetet, a 2. táblázat szerint SIL1.

Nem redundáns PLC.

Feltételezzük, hogy egy CPU, két bemeneti és egy kimeneti kártya szükséges, és így  $k_{IO}=3$ . A  $k_{CPU}=1$ , vagyis nem kell a képletben figyelembe venni. A CPU átlagos meghibásodási ideje 10 év, vagyis  $MTBF_{CPU}=10$  és  $\lambda_{CPU}=0,1$ . Az I/O kártyák átlagos meghibásodási ideje 50 év, vagyis  $MTBF_{IO}=50$  és  $\lambda_{IO}=0,02$ . Minthogy a logikát program valósítja meg a CPU veszélyes hibáinak aránya a veszélyes hibákat kezelő létraágak számából becsülhető (10/25), így  $d_{CPU}=0,4$  és  $s_{CPU}=0,6$ . Az I/O veszélyes hibáinak aránya a veszélyes hibákat kezelő bemenetek, és az összes kimenet összegéből (11/30) becsülhető, vagyis  $d_{IO}=0,37$  és  $s_{IO}=0,63$ . A rendszer nem redundáns, így 1001 struktúrájú, és így  $PFD_{test}=0$ . A PLC működés közbeni diagnosztikáját csak részben tudjuk kihasználni, vagyis  $u_{CPU}=0,1$  (a diagnosztikai lefedettség<sup>17</sup> 90%) és  $u_{IO}=0,5$ . A rendszert évente ellenőrzik manuális teszttel, és így  $TI=1$ .

$$\begin{aligned}
 MTTF^{sp} &= \frac{1}{\lambda_{CPU} \cdot s_{CPU} + \lambda_{IO} \cdot s_{IO} \cdot k_{IO}} = \frac{1}{0,1 \cdot 0,6 + 0,02 \cdot 0,63 \cdot 3} = 10[\text{év}] \\
 PFD_{avg} &= \frac{(\lambda_{CPU} \cdot d_{CPU} \cdot u_{CPU} + \lambda_{IO} \cdot d_{IO} \cdot u_{IO} \cdot k_{IO}) \cdot TI}{2} = \\
 &= \frac{0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,1 + 0,02 \cdot 0,37 \cdot 0,5 \cdot 3}{2} = 0,0151 \\
 RRF &= \frac{1}{PFD_{avg}} = \frac{1}{0,0151} = 66[\text{év}]
 \end{aligned} \tag{2}$$

Nem meglepő, hogy a kezelhető hibák okozta kellemetlenségek előfordulása csökken, azonban a veszélyes hibák előfordulása nő.

Redundáns PLC.

Minthogy a 2003 struktúra nagyon drága, próbálkozunk az 1002D struktúrával. A párhuzamos ágakban egy-egy CPU, két-két bemeneti és egy-egy kimeneti kártya szükséges. A 3. és a 4. táblázat képleteit összevetve, vegyük észre, hogy a negyedik táblázatban a  $\lambda$ ,  $s$ ,  $d$ ,  $u$ ,  $k$  tényezőket egy csatornára kell megadni, és így  $k_{IO}=3$  és  $k_{CPU}=1$ . A CPU átlagos meghibásodási ideje 10 év, vagyis  $MTBF_{CPU}=10$  és  $\lambda_{CPU}=0,1$ . Az I/O kártyák átlagos meghibásodási ideje 50 év, vagyis  $MTBF_{IO}=50$  és  $\lambda_{IO}=0,02$ . Minthogy a logikát program valósítja meg a CPU veszélyes hibáinak aránya a veszélyes hibákat kezelő létraágak számából becsülhető (10/25), így  $d_{CPU}=0,4$  és  $s_{CPU}=0,6$ . Az I/O veszélyes hibáinak aránya a veszélyes hibákat kezelő bemenetek, és az összes kimenet összegéből (11/30) becsülhető, vagyis  $d_{IO}=0,37$  és  $s_{IO}=0,63$ . A rendszer redundáns, vagyis  $PFD_{test}$  értékével is számolni kell.

<sup>17</sup> Diagnostic coverage



Tételezzük fel, hogy a hiba elhárításához 2 óra szükséges, az esetünkben azonban a tényleges működés 5 nap, így  $(2/120) TD=0,017$ . Manuális teszt évente van így  $TI=1$ . A PLC diagnosztikai lefedettsége 99,5%, az I/O kártyáké 90%, vagyis  $u_{CPU}=0,005$  és  $u_{IO}=0,1$ .

A 4. táblázat kezelhető hiba képlete nem tartalmazza a diagnosztikai lefedettséget, pedig nyilvánvaló: ha a csatorna azért jelez, mert valamelyik eleme hibás, attól még a rendszer működhet, mint 1001 struktúrájú. Ez nyilván alsó határ, hisz a rendszer nagyobb részt nem 1001 struktúrájú. Azt, hogy egyszerre detektálunk hibát mindkét ágba, annak a valószínűsége  $\lambda^2$ , ennek használata azonban nem veszi figyelembe, hogy 1001 struktúrájúként is működik, és a diagnosztikai lefedettséget nem 1.

*A cikk keretében nem indokolva, a szerző az alábbi hibagyakoriság érték használatát javasolja a becsléshez:*

$$\lambda_k = \frac{\lambda^2}{1-TD} + \lambda \cdot TD \quad (3)$$

A (3) képlettel  $\lambda_{kCPU}=0,01187$  és  $\lambda_{kIO}=0,00211$

$$MTTF^{sp} = \frac{1}{2 \cdot (\lambda_{kCPU} \cdot s_{CPU} + \lambda_{kIO} \cdot s_{IO} \cdot k_{IO})} = \frac{1}{2 \cdot (0,01187 \cdot 0,6 + 0,00211 \cdot 0,63 \cdot 3)} = 90[\text{év}] \quad (4)$$

$$PFD_{avg} = \frac{(\lambda_{CPU} d_{CPU} u_{CPU} k + \lambda_{IO} d_{IO} u_{IO} k_{IO})^2 \cdot TI^2}{3} = \quad (5)$$

$$= \frac{(0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,005 + 0,02 \cdot 0,37 \cdot 0,1 \cdot 3)^2 \cdot 1^2}{3} = 2 \cdot 10^{-6}$$

A karbantartó javítás legyen 2 nap, ebből  $MTTR = 2/365 = 0,00548$  következne. Estünkben a karbantartó javítást célszerű üzemem kívüli időpontban elvégezni, ezért  $MTTR=0$ .

$$PFD_{test} = \frac{2 \cdot TD \cdot \lambda \cdot d(TI + 2 \cdot MTTR)}{2 \cdot TI} = TD \cdot \lambda \cdot d = TD \cdot (\lambda_{CPU} \cdot d_{CPU} + \lambda_{IO} \cdot d_{IO}) = \quad (6)$$

$$= 0,017(0,1 \cdot 0,4 + 0,02 \cdot 0,37) = 0,00081$$

Az eredő  $PFD = PFD_{avg} + PFD_{test} = 0,000002 + 0,00081 = 0,000812$ .

A  $RRF = 1/PFD = 1200$  év.

Az eredmény kielégítő, a kezelhető hibára jó SIL2, a veszélyes hibára SIL3 értéket ad.

### *Irodalomjegyzék*

1. U.K. Health and Safety Executive. Out of Control: Why control systems go wrong and how prevent failure., 1995
2. IEC 61508. Functional safety of Electrical/Electronic/Programmable electronic Safety-Related Systems, 1998
3. Grun, Paul. Cheddie, Harry L. Safety Instrumented Systems: Design, Analysis and Justifications ISA, 2006
4. Smith, David J. Reliability, Maintainability, and Risk: Practical Methods for Engineers. 6<sup>th</sup> edition. Butterworth-Heinemann, 2001