

## INTELLIGENS MÉRŐESZKÖZÖK ÉS RENDSZEREK KUTATÁSA- FEJLESZTÉSE RADIOAKTÍV, NUKLEÁRIS, VEGYI ÉS BIOLÓGIAI ANYAGOK KIMUTATÁSÁRA IRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ

### DEVELOPMENT OF INTELLIGENT DETECTORS AND SYSTEMS FOR CBRN MEASUREMENTS LITERATURE SUMMERY

PETRÁNYI János

(ORCID: 0000-0001-5417-2690)

[rundhall@gmail.com](mailto:rundhall@gmail.com)

#### Absztrakt

ABV mérő rendszerek az első világháború óta léteznek. Azóta gyökeres változáson mentek keresztül. A kutatás a ma elérhető legkorszerűbb technológia adta új képességek felhasználhatóságát vizsgálja, új mérési metodikák hatékonyságát ismerteti. Bemutatásra kerül a mérőeszközök használhatósága döntéstámogató rendszerekbe integrálva. A szükséges információknak a megfelelő helyen, időben és formában való elérhetősége katasztrófák esetében döntő jelentőségű lehet.

A mérő eszköz szerepe korábban arra korlátozódott, hogy mérjenek, a mért értéket megmutassák. A ma használt eszközöktől már elvárt, hogy bizonyos riasztási szint esetén riasztanak is. A jövő eszközei már arra is választ adnak, hogy mit csináljon a felhasználó az adott helyzetben.

**Kulcsszavak:** intelligens detektor, ABV monitoring

#### Abstract

CBRN measurement systems have existed since the First World War. Since then undergone radical changes. This paper will show the latest technology available today in this field and gave new ideas how to make use of the opportunity given by this technology. It will be presented, the usability of measuring instruments integrated into decision support systems. In case of a disaster the availability of the necessary information on time, on the right place.

The role of traditional measuring instruments was only to show the measured values. The devices used today have been improved that it should do alert as well. The future units can provide answers to the user most relevant question "What to do in a real CBRN situation?".

**Keywords:** intelligent detector, CBRN monitoring

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.05.24.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.06.27.

## BEVEZETÉS

A katasztrófavédelem azon belül is az iparbiztonság szakemberinek szüksége van olyan technikai eszközökre, amelyek lehetővé teszik ABV veszélyforrások felderítését, monitorozását. Ilyen technikai eszközök közé soroltók azon korai riasztó rendszerek, amelyek lehetővé teszik adott veszélyforrás folyamatos mérését, illetve a gyors beavatkozású felderítő egységek, mobil és fix laborok, amik kialakult vészhelyzetek esetén kerülnek bevetésre. Ezen technikai eszközök feladata lehet az ionizációs sugárzás mérése, a mérgező ipari anyag koncentrációjának meghatározása, biológiai harcanyagok jelenlétének detektálása, valamint a szélirány, szélesség és hőmérséklet mérése a terjedés számítás meghatározásának céljából.

A katasztrófavédelmi célra alkalmazott érzékelők eltérnek a hagyományos, kiskereskedelmi forgalomba kapható polgári célokra használatos érzékelőktől (pl.: hőmérők, páramérők, gáz érzékelők). A katasztrófavédelmi célra alkalmazott érzékelőkre jellemző a környezetállóság, széles mérési tartomány, mechanikai behatások elleni védettség, robbanásbiztos kivitel, sugárzásálló kialakítás.

A ma alkalmazott detektorok az analóg jelet a lehető leghamarabb digitalizálják, feldolgozzák, majd digitális úton továbbítják. Az érzékelőt és az elektromos jelfeldolgozót magába foglaló egységet távadónak vagy detektornak hívják. Amennyiben a detektorban belső beágyazott mikrokontroller is működik, a detektor megkaphatja az intelligens megkülönböztetést. A mikrokontrollerekbe egyedi szoftvereket lehet implementálni, lehetővé téve számtalan algoritmus detektorba történő futtatását.

Jelen közlemény a ma elérhető legkorszerűbb technológia adta új képességekkel rendelkező mérőeszközök katasztrófavédelmi célokra történő optimális felhasználhatóságát vizsgálja, és olyan új metodikákat alkot meg, amelyek oda vezethetnek, hogy egy adott szinten a megfelelő döntések, időben születhessenek meg, ezáltal segítve, felgyorsítva a baleset elhárítás folyamatát, jelentős emberi és tárgyi erőforrásokat megkímélve. A szükséges információk a megfelelő helyen, időben és formában való elérhetősége katasztrófák esetében döntő jelentőségű lehet.

A vegyvédelem területén használt mérő eszköz szerepe korábban arra korlátozódott, hogy mérjenek, a mért értéket megmutassák. A ma használt eszközöktől már elvárt, hogy bizonyos veszélyességi szint esetén riaszjanak is. Ezen képességek nem adnak elegendő információt a megfelelő döntés meghozatalához. A mérő eszközt kezelő személynek döntéseket kell meghoznia. Mit csináljon az adott helyzetben, amikor az eszköz mutat egy értéket, vagy éppen elkezd hangosan riasztani? Mivel az ilyen jellegű riasztások nem túl gyakoriak, ezért a kezelő személyzet egy ilyen helyzetben gyakran nem képes megfelelően eljárni, könnyen pánikba eshet, elfelejtheti a szükséges lépéseket, rutintalanság vagy alulképzettség miatt hibás döntéseket hozhat.

A kutatás eredményeként a detektoroktól olyan többlet információk lesznek kinyerhetőek, amelyek megkönnyítik a döntést, bizonyos tekintetben átveszik a felelősséget a kezelő személytől. A végső döntést így is a kezelő személy fogja meghozni, de lényegesen könnyebb dolga lesz. A mérőeszköz feladata azzal nem ér véget, hogy a riasztással figyelmeztesse a felhasználót, át kell segítenie a riasztás kezelésének és lezárásának a folyamán is. A riasztás kezdetétől az esemény lezárásáig az adott helyzettől függően eltérő cselekvéseket kell végrehajtani.

Mérőrendszerek nem csak riasztások kezelésére használhatóak, hanem adott létesítmény éves kibocsátási kvótájának vagy a technológiájában végbemenő változásoknak a meghatározására is képesek lehetnek. A hatósági munkát olyan eszközök is szolgálhatják, amelyek ellenőrzik a sugárvédelmi rendszabályok betartását, védik a munkavállalókat, lakosokat az üzemszerűen vagy baleseti helyzetben kibocsátott szennyeződéstől. Intelligens mérőeszközök gondoskodhatnak arról is, hogy veszélyforrások a tárolási helyükön

maradjanak. Egy intelligens mérő rendszer képes nyomon követni a felügyelt veszélyforrások helyét, használatát, e tevékenységeket képes naplózni, engedély nélküli használatára, eltulajdonítására biztonságtechnikai riasztást hozhat létre.

Ez a kutatási terület viszonylag újnak mondható, mivel az ehhez szükséges intelligens detektorok csak pár éve kaptak olyan erőforrásokat, amelyekkel már képesek lehetnek további funkciók ellátására is a mérés végrehajtása mellett.

Az intelligens mérőeszközök és rendszerek nem csak katasztrófavédelmi célokra használhatóak, hanem nukleáris létesítmények üzemszerű működésének felügyeletére, katonai missziók támogatására. Illetve a biztonságtechnikai felhasználás és terror elhárítási feladatok is felmerülhetnek, amikor harcanyagok vagy nukleáris anyagok kimutatásáról van szó.

## **Kutatási módszerek**

A kutatás során megvizsgálom más hasonló rendszerek felépítését, működését. Számos a világban fellelhető monitoring rendszer áttekintésével a fejlődés tendenciáját megfigyelem az előnyöket, hátrányokat ismertetem.

A bemutatott példák alapján következtetéseket vonok le, hogy melyek azok a tendenciák, amik a jövő monitoring rendszereit jellemezni fogják. A kutatási módszer elsődlegesen a már korábban megszerzett szakmai tapasztalataimra épül, amelyek rendszerezése, kiértékelése vezet a legvalószínűbb jövőkép megalkotáshoz.

## **Hipotézis**

Feltételezésem szerint a fenyegetettség valós és a problémával foglalkozni kell. Az ABV monitoring rendszerek szükségesek ahhoz, hogy kellő időben lehessen egy vészhelyzetre reagálni.

Az ABV felderítő rendszerek szerves részét képezik, és igen hatékony elemei a döntéstámogatásnak. A felderítés, megelőzés és az elhárítás során is mérő eszközöket használnak, ezek szerepe jelentős.

A világban ma használt ABV felderítő rendszerek képesek ellátni a feladatukat, de korántsem használják ki azokat a technikai lehetőséget, amikkel a kor kihívásainak maradéktalanul megfelelnek.

A fejlesztéseknek sok formája lehetséges, én a sugárfelderítésben elérhető izotóp azonosítási, sugárforrás keresési funkciókat fogom részletesen megvizsgálni.

## **IRODALOMI ÁTTEKINTÉS**

A fenyegetettség kérdéskörével foglalkozik Kátai-Urbán Lajos és Kiss Béla

Nukleáris erőművek, mint veszélyes technológia és az országos nukleáris balesetelhárítási rendszer című publikáció. A szerzők bizonyítják a nukleáris erőművek veszélyességét és bemutatják a kockázat csökkentésére alkalmazott megoldásokat. Az ABV monitoring eszközök mint alkalmazott megoldások már régen megjelentek Magyarországon, beépültek az elhárítás rendszerébe. A szerzők elsődlegesen a korai riasztó rendszereket és a gyors-beavatkozó egységeknél használt felderítő eszközöket említik meg. Ezen eszközkészletek elsődlegesen a katasztrófavédelmi és a katonai alkalmazásában vannak. [1]

A fenyegetettség nem csak természeti katasztrófa következtében alakulhat ki, hanem terror cselekmény következtében is. Rónaky J., Macsuga G., Volent G., Csurgai J., Cziva O., Horváth K., Petőfi G., Vincze Á., Zelenák J., Solymosi J. A nukleáris létesítmények katonai terror-fenyegetettségének értékelése publikációja ezzel a témakörrel foglalkozik.

Közleményükben rámutatnak, hogy egy atomreaktor ellen terrorcselekmény elkövetése valós veszélyt jelent, amivel számolni kell. Ilyen esetekben a hagyományos pusztító fegyverek hatékonyságát és a lakosság megfélemlítését extrém módon lehet fokozni, ezáltal mind a

megelőzés, mind kockázatkezelés területén ezzel a lehetőséggel számolni kell. Mérő rendszerek szerepe ilyen esetekben is igen magas, egyrészt korai riasztó rendszerek észlelik az eseményt, másrészt a kárkező mobil egységek járműfedélzeti vagy kézi sugárfelderítő eszközöket vethetnek be, az elhárítás során mérő eszközökkel lehet ellenőrizni például a mentesítés hatékonyságát. [2]

1. A nukleárisbaleset-elhárítás technikai eszközeinek fejlődése csak abban az esetben lehetséges, ha a törvényi szabályozás is követi az egyre szigorúbb nemzetközi elvárásokat. A törvényi szabályozás változásairól Petőfi G., Rónaky J., Solymosi J.: „A nukleárisbaleset-elhárítási követelmények fejlődése” közleménye ad ismertetést. A szabályozások és nemzetközi ajánlások szövevényes hálózatában a szerzők meghatározták a releváns pontokat. A nukleárisbaleset-elhárítás elsődleges feladata az ionizáló sugárzások okozta determinisztikus hatások megakadályozása és a sztochasztikus hatások csökkentése. A határszintek nemzetközi ajánlások mintájára szabályozva vannak Magyarországon. Ezen szintek csak akkor érnek is valamit, ha az aktuális mérési eredmények elérhetőek és ezekhez a határszintekhez hasonlíthatóak. A törvényben meghatározott, vagy a munkahelyen felvett határszinteknek való megfelelést igazolni kell tudni. Ennek egyik legpontosabb módja mérések végrehajtása. Nukleáris létesítmények baleset-elhárítási tervének részét képezi a mérések végzése és a mérési adatok begyűjtése, kiértékelése, annak érdekében, hogy az egyes személyeket (lakosságot vagy az ott dolgozókat) érintő többlet sugárterhelés meghatározható legyen. [3]

2. A szabályozás részét képezi, hogy a mérési adatok közvetlenül táv-elérés segítségével elérhetőeknek kell lennie a hatóság szakemberei számára. Az erről készült összefoglaló a Rónaky J., Solymosi J.: Elemzés a hazai sugárvédelmi, biztosítéki, nukleáris biztonsági, és nukleáris veszélyhelyzeti felkészülési jogkörök egyesítéséről műben olvasható. A szerzők célul tűzték ki az átfogó tájékoztatást a jogkörök, a hatósági munka változásairól. A hatóságok, ha nem képesek maguk mérő rendszert kiépíteni az üzemeltetőt kötelezik a kiépítésre és elvárják a mérési adatok megosztását. A környezeti méréseken túl a technológiai adatokat is elkérlik, annak érdekében, hogy a lehető legkorábban észlelhessék a problémákat. Mindazonáltal felvet néhány kérdést, hogy a veszélyes tevékenységet végző ipari szereplő által kiépített és üzemeltetett rendszer adatait mennyire tekintheti a hatóság hitelesnek. [4] Léteznek nemzetközi szabályok, ajánlások, mint a Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring és a Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring. Ezen ajánlások törekszenek azon alapvető követelmények specifikálására, amelyek minimálisan elvárhatóak ezen rendszerektől. Sajnos ezen törekvésükben sokszor piaci szereplők lobbizási tevékenységének köszönhetően olyan követelmények is bele kerülnek, amelyek indokolatlan versenyelőnyhöz juttatnak bizonyos gyártókat. A mérő eszközökre vonatkozó alapvető előírások országonként eltérően kerülnek szabályozásra, ezért a gyakorlatban a nemzetközi szervezetek csak ajánlásokat tesznek, amelyek átvétele az adott ország döntése. [6]

A következő kérdéskör a meglévő rendszerek alkalmasságának vizsgálata. Az Al-Qaradawi I., Al-Nemri E., El-Khoukhi T.: Report on Collaborative Research and Development of Environmental Radiation Detection Stations (ERDS) cikk egy mérő rendszer kiépítésének folyamatát és magát a mérő rendszert ismerteti. A rendszerrel kapcsolatos alapvető elvárás volt többek között a megadott időn belül történő riasztás, alacsony ár, minimális oktatás szükségessége az üzemeltetés, alacsony téves riasztási arány, robusztus, folyamatos működés távoli eléréssel, izotóp azonosítási képesség. [5]

Egy másik hasonló rendszer esetében a terjedés-számító szimulációra helyezték a hangsúlyt. A VOGT, P. J., POBANZ, B. M., ALUZZI, F. J., BASKETT, R. L., SULLIVAN, T. J.: ARAC: Simulation of the Algeciras, Spain Steel Mill CS-137 Release közlemény egy

valóságban lezajlott katasztrófát követő mérések eredményeit és tanulságait elemezte. A szerzők a nukleáris mérések mellett a meteorológiai mérések fontosságára mutattak rá.

A harmadik vizsgált publikáció esetében a rendszer képességein túl az eseményt követő reakció idők és beavatkozási tevékenységek is bemutatásra kerültek. Az *Expansion and Upgrade of the RadNet Air Monitoring Network, Volume 1 of 2. Concept and Plan* közlemény ismerteti, egy meglévő mérőrendszer fejlesztését a kor technikai színvonalának megfelelően. A legújabb tendencia, hogy egy technikai eszköz nem csak a környezet monitorozására, hanem vészhelyzetek kezelése is alkalmas lehet. Ebben a műben három kategóriába sorolták az eseményt követő tevékenységeket. Az első kategória az eseményt követő 4 órában zajló cselekmények. Ebben az időkeretben keletkező információk a gyors-beavatkozó egységek számára szükségesek, hogy lokalizálni lehessen a problémás területeket, prioritásokat lehessen felállítani az elvégzendő feladatokhoz, erőforrásokat a leghatékonyabban lehessen felhasználni. Ez a 4 órás időtartam csak arra elég, hogy online, folyamatos mérőrendszerekből kinyert adatok alapján szülessenek döntések. Az eseményt követő 1 év eseményei a második kategória, ebbe már minták vétele is belefér, amelyek laborban történő mérése hosszabb időt vesz igénybe. A harmadik kategória az 1 évet meghaladó cselekményeket tartalmazza, ahol már sorozat méréseket, tendenciákat lehet vizsgálni, illetve a helyreállítás során keletkező szennyeződések lehet megmérni, illetve az esemény teljes környezetre gyakorolt hatását lehet meghatározni. [9]

## TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS

ABV monitoring rendszerek történelme szinte egyidős az ember kialakulásával. Amikor kellemetlen szagot érzékelünk, az orrunk riasztja az agyunkat, hogy ott valamilyen légnemű feltehetően veszélyes vegyi anyag van. Az könnyen belátható, hogy ez a módszer messze nem a legpontosabb és leggazdaságosabb érzékelési módszer, egyrészt, mert sok veszélyforrás pl.: sugárzás, szénmonoxid az ember által nem érzékelhető, másrészt ezekre a monitoring rendszereket pont azért van szükség, hogy ne kelljen senkit veszélynek kitenni. Egy fontos evolúciós lépcsőfok volt a monitoring rendszerek fejlődésében, amikor az ember elkezdte megfigyelni a környezetét. Egyszerű megfigyelésekből is lehet következtetni veszélyes anyag jelenlétére a térségben. Pl.: betegségtől elhullott állatok lehetséges monitoring jelei egy esetleges biológiai fenyegetettségnek. Bányákban, pincékben előszeretettel használtak madarakat, annak megfigyelésére, hogy a levegő minősége alkalmas-e belélegzésre, hasonló megfontolásokból telepítettek halakat veszélyes technológiák melletti vizekbe.

Az első kimondottan katonai alkalmazásra használt ABV monitoring tevékenységet az első világháborúban hajtották végre. Vegyi harcanyagot első alkalommal vetettek be a szemben álló felek. Az első próbálkozás során a német hadsereg klórgázt engedett ki és szél segítségével jutatta el a francia állásokhoz (1915 Ypern). Ezt követően a felderítés egyik jelentős része a meteorológiai adatok begyűjtése lett. A meteorológiai mérések az első időkben még teljesen manuális eszközökkel zajlottak. A katonák felengedtek léggömböket, zászlókat és figyelték merre fújja a szél. Ez jó módszer volt a szélirány meghatározására, de a szélesebségről kevés információt tudott szolgáltatni. A fejlődés következő lépcsőfoka az volt, amikor egy szélkanalat és egy számlálót ötvözve már a szél sebességét is tudták rögzíteni. A ma elérhető technikák pl.: műholdak segítségével lehetséges kontinenseken átívelő szennyeződések terjedésének monitorozása. [5]

A vegyi harcanyagok detektálására kimutató csöveket használnak még mind a mai napig, hiszen egy egyszerű és olcsó módszerről van szó. Ennek a módszernek a lényege, hogy a feltehetően szennyezett levegőt átszívják egy szűrőn, amely olyan anyaggal volt kezelve, ami reakcióba lépett a gázzal. Amennyiben volt veszélyes anyag a levegőben a reakció lezajlott és a csőben színváltozás zajlott le. Ennek a technológiának is megvannak a hátrányai, pl.: egy kimutató cső csak egyszer használható, automatizálása nehezen valósítható meg.

Az ionizáló sugárzás mérése egyidős magának a sugárzásnak felfedezésével, mivel a sugárzás szüntelen, szagtalan, kis mennyiségben a biológiai hatása azonnal nem észlelhető, ezért mérő eszköz nélkül a jelenlétét sem lehet kimutatni. Több technológiát is kidolgoztak az ionizációs sugárzás mérésére. A különböző technológiák, mint a Geiger-Müller cső, Proporciónális számláló, ion kamra, szcintillációs, félvezető detektor mind, különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. A technológiák közül mindig az adott feladatra legalkalmasabbat érdemes választani, figyelembe véve az adott technológia korlátait. Az adott technológia megválasztásánál elsődleges szempont, hogy az adott személyre ható terhelésre, vagy egy létesítmény által a környezetre gyakorolt hatásra vagyunk kíváncsiak. [6] A mérésnél használt detektor típusát az is befolyásolja, hogy milyen közegben szeretnénk mérni, azaz levegőben, esetleg vízben, vagy a táplálék lánc valamely eleméből vett mintában. [7] Automata mérőrendszerek többsége levegőben történő mérést tesz lehetővé. [8]

Egy félvezető detektor nagyon jó felbontással rendelkezik, de le kell hűteni, és a beszerzési költsége is magasabb más technológiákhoz képest, míg a Geiger-Müller csövek ára sokkal alacsonyabb, de spektrometriai feladatokra egyáltalán nem használható. [9]

Különböző mérőállomások hálózatba kapcsolása az 1980-as évektől kezdett teret hódítani, amikor is az ehhez szükséges kommunikációs eszközök, mint pl.: az RS-485 szabvány kialakult. [10] Magyarországon az igény egy rendszer felállítására a Csernobili atom katasztrófát (1986) követően merült fel. Szükségessé vált egy eszköz, ami kellő gyorsasággal, pontossággal képes volt sugárzás monitorozására emberi beavatkozás nélkül. A honvédség ma is működő, több megújuláson átesett rendszere az AMAR-rendszer lehetővé tette aktuális mérési adatok és riasztások központi gyűjtését, megjelenítését. A rendszer elsődlegesen a Magyarországot érintő külső behatásokból származó szennyező anyagok detektálásra lett kifejlesztve. A nukleárisbaleseteken túl az atomfegyverek használatának hatásainak időben történő észlelése is a feladati közé tartozott.

A katasztrófavédelem RTH rendszere az ipari tevékenységekből származó többlet sugárzások felügyeltére illetve a MoLaRi rendszere a vegyi üzemek által kibocsátott vegyi szennyeződések szintjének meghatározására szolgált. [11] [12]

## KÉPESSÉG

Monitoring állomások esetében egyértelmű fejlődés figyelhető meg a képességek bővülése tekintetében. Az első monitoring állomások mindössze néhány paraméter mérésére voltak alkalmasak, ma már a mérhető paraméterek tárháza rendkívül széles. Az alap paraméterek, mint hőmérséklet, szélirány szélesség, gáz koncentráció, sugárszint kibővültek, olyan paraméterekkel, mint páratartalom, légnyomás, aktivitás koncentráció. Az állomások képességei között a jövőben meg fog jelenni sugárzás mérő állomásoknál a nuklid azonosítás vagy gázérzékelők esetében a vegyi anyagok összetételének meghatározásának képessége. A közvetlen mért adatokon túl, számított értékek meghatározása is felkerült a monitoring rendszerek képesség listájára. Számított értékeknek számítanak például a komfort hőmérséklet, harmatpont, felhő alap. Ezen értékek meghatározása korábban a szükséges környezeti paraméter adott képletbe történő manuális behelyettesítésével kerültek meghatározásra, mára már automatikusan létrejövő adatokról beszélhetünk. A keletkező különböző elsődleges mérési adatokon végzett utólagos feldolgozási folyamatok a legtöbb monitoring rendszerekben beállítható, néhány esetben a felhasználó által még konfigurálható is.



1. ábra TVS-3 MLR meteorológiai és vegyi monitoring állomás a MoLaRi rendszer része. [16]

Az első világháborút követően a terjedés meghatározásra a szélesség és szélirány paramétereket használták. Azonban ez a két paraméter még önmagában kevés a terjedés pontos meghatározásához, kizárólag egy adott magasságban horizontális síkban a levegővel azonos tulajdonságú légtömeg terjedésére lehet következtetni akadály mentes sík terület felett. A pontosabb meghatározáshoz ismerni kell a forrás adatokat (milyen anyag, levegőnél nehezebb vagy könnyebb, mekkora mennyiség szabadult el... stb.), és a függőleges irányú légmozgásokat. A terjedés pontos meghatározása felhasználhatja a lokális mikro meteorológia adatokat, de jelentősen befolyásolja, hogy az adott veszélyes anyagnak milyen a fizikai, kémiai formája, mennyisége. Mind vegyi, mind sugárzó anyagok terjedésére különböző terjedésszámítási modellek léteznek, amelyek fejlődése a számítástechnika fejlődésével válnak egyre inkább használhatóvá. A modellek eredményei térképes rendszerekkel összeintegrálva, pontos képet adhatnak, hogy egy adott vészhelyzet, mely területeket érinthet, figyelembe véve az időjárási előrejelzéseket a modellek a jövőre nézve is képesek becsléseket tenni. Amennyiben a modell lakossági adatokkal (lakhely, létesítményi információk) is össze van kötve, az érintett területekből leszűrhető, hogy hány embert érint a vészhelyzet. A MoLaRi rendszerben megvalósított integráltság szintje igen magas, mivel ott korosztályok szerint is megadja a rendszer az érintettek számát, ami tovább könnyíti egy esetleges kiürítés megszervezését. [8] Meglátásom szerint a jövő monitoring rendszere képes lesz a mért értékek alapján online kiszámolni, hogy az adott riasztást kiváltó kibocsátás hol található, mekkora mértékű lehetett és előre vetítheti, hogy mekkora területeket milyen mértékben fog veszélyeztetni.

A képességek terén meg kell említeni, hogy új detektálási technológiák is elterjedtek, amelyek korábban nem mérhető paraméterek online mérését tették lehetővé. Ilyen képesség a levegőben szálló, vagy a levegőben található aeroszolok felületén megtapadt alfa, béta, gamma sugárzást kibocsátó izotópok aktivitás koncentrációjának meghatározása, vagy biológiai harcanyagok levegőből történő kimutatása. Jelenleg a gyakorlatban elterjedten használt módszer az offline módon történő mérés, azaz mintavételt követően, laboratóriumi eszközök segítségével kell a mintákat megmérni, [13] és az így született eredményeket, kiértékelni, a rendszerbe betáplálni. Ennek a módszernek az időbeli lefutása sok esetben

heteket vett igénybe, a rendszer reakció idejét jelentősen lelassította. A mérés monitoring állomáson való végrehajtását sokszor gátolta, hogy a szükséges mérés végrehajtása terepen nem volt lehetséges. Ennek több oka is lehetett: a szükséges mérő eszköz nem tudta elviselni a monitoring állomást érő extrém környezeti körülményeket. Európára jellemzően a -30 C foktól +50 C fok hőmérséklet tartomány problémát okoz egy állandó +20 °C-os labor klimatikai viszonyok mellett dolgozni képes analízátor számára. Azon törekvések, amelyek a labor műszerek köré egy külön konténer építését szorgalmazták, amely konténernek a feladata a műszerek számára az állandó klimatikai állapot fenntartása volt, jelentősen megdrágították a monitoring állomások árát, nem beszélve az önmagában is jelentősen drága mérő berendezésekről.

A mérési képességek bővülése mellett a fizikai biztonság kérdése is előtérbe került, hiszen nagy értékű mérőberendezések kerültek közvetlen emberi felügyelet nélkül külső helyszínekre. A legtöbb jelenleg használt monitoring állomás rendelkezik fizikai védelemmel, például: nyitás, szabotázs érzékelőket szerelnek az állomásokra. A jövőben a nagysebességű adatátvitelnek köszönhetően videó megfigyelés és többszintű hozzáférés funkciók is megvalósíthatóvá válnak.

A képességek további bővülését hozta a helyzet meghatározó rendszerek (GPS) egyre nagyobb térnyerése. Ez a technológia lehetővé teszi, hogy az adott mérőállomás helyzetét nyomon lehessen követni és a mérési adatokhoz egy pontos időbélyeget és koordinátákat is lehessen társítani. A koordinátás folyamatos rögzítése egy fixen telepített állomás esetében fölösleges, de egy mobil állomás esetében nélkülözhetetlen képesség.



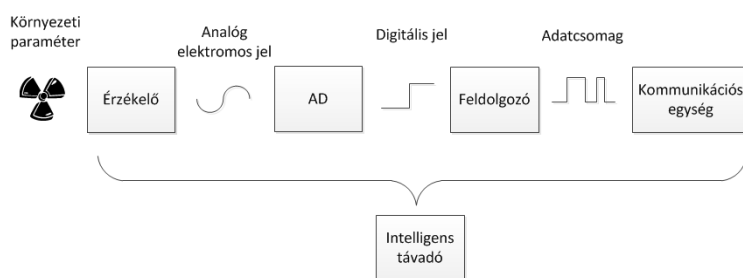
**2. ábra** TVS-3 MLU mobil meteorológiai, sugár és vegyi monitoring állomás a KML rendszer része. [16]

Mobil állványra szerelt monitoring állomások már korábban is léteztek, viszont a ma elérhető vezeték nélküli kommunikációs csatornáknak köszönhetően mobil állomások is részei lehetnek egy országos online rendszernek. Az, hogy fixen telepített és mobil mérési pontok egy felületen jelennek meg nagy segítséget nyújthat egy vészhelyzet kezelése szempontjából, hiszen a vészhelyzet közelébe lehet mérési pontokat helyezni.



## PONTOSSÁG

Visszatérve a mérő állomás detektoraihoz, azokról is megállítható, hogy jelentős fejlődésen mentek keresztül. Az első generációs mérő eszközök a környezeti paramétert valamilyen ember által leolvasható változássá alakították át. Erre a legjobb példa a higanyos hőmérő. A hőmérséklet változásával a higany szint változik, amit egy skála segítségével lehet leolvasni. Ez a technológia csak igen nehezen adaptálható egy automata mérő-adatgyűjtő rendszerhez, ezért a második generációnak én azokat az analóg szondákat tekintem, amelyek a környezet paramétereit már mérhető elektromos jellé alakítják át, amely analóg jelek befutnak egy többcsatornás mérőegységbe, ami digitalizálja a jeleket és meghatározza a mért értékeket. Ennek a technológiának a hátránya, hogy analóg jelek közlekednek a vezetékben, jelentős környezeti zajnak kitéve a mért értéket. Ma az elfogadott megoldás, hogy az érzékelő analóg kimenete a lehető leghamarabb digitalizálásra kerül, és dedikált mikroszámítógép van közvetlenül az érzékelőre kapcsolva. Akinek csak az a feladata, hogy megfelelően megmérje az érzékelő által előállított analóg jelet és szabványos kommunikációs felületen tőle lekérdezhetővé tegye a mértérték. Ennek a technológiának az előnye, hogy egy kis fogyasztású eszköz is képes ellátni az érzékelő minden igényét (pl.: előfeszítés, hőmérsékletkompenzálás, fűtés, stb.), csökken a központi egységek szerepe, egy érzékelő meghibásodása, nem rántja magával a teljes rendszert, hisz a többi intelligens detektor képes tovább működni.



3. ábra Intelligens detektor felépítése. [16]

Az intelligens detektorok lehetővé teszik a környezeti paraméterek pontosabb mérését. A legtöbb érzékelőnek (annak az egységnek, ami környezeti paramétert alakít át más mérhető nyers analóg elektromos jellé) van hőmérséklet, páratartalom függés, sok esetben nem linearitása a teljes mérési tartományban. Ezek a pontosságot befolyásoló tényezők kompenzálhatóak. Az érzékelővel együtt a mikrokontroller elektronikája egy hőmérővel együtt bekerül egy klíma kamrába. A kamrába etalonok segítségével kalibrálást hajtanak végre, aminek köszönhetően a különböző hőmérsékleten is pontosan lesz képes mérni a detektor. Hasonló módon a páratartalom, vagy a nem linearitás is kompenzálható.

A másik pontosságot befolyásoló tényező az intelligens detektor által végrehajtható ön kalibráció (háttérmérés). A detektor a valódi, éles mérés előtt, vagy közben végezhet automatikusan ön kalibrációt. Ehhez egy adott pillanatban a mikro-vezérlőnek meg kell szakítania a mérést, az érzékelő elé egy etalont (a műszer számára is ismert) helyezve, a műszer képes magát beszabályozni.

## MÉRÉS TARTOMÁNY

A mérési tartomány paramétere egy monitoring állomásnak elsődleges fontosságú. A technológia fejlődésével minél szélesebb méréstartományok voltak elérhetőek, de gyakran előfordult, hogy maga a tartomány nem változott, de a mérés hibája csökkent, esetleg a stabilitás változott előnyösen.

Környezeti gamma-dózisteljesítmény mérés esetén fontos, hogy a háttérhez képest a legapróbb változásokat is regisztrálni kell, ezért az alsó mérés-határ a háttér közelében kell, hogy legyen (pl: 50 nSv/h). Ez csak akkor lehetséges, ha az érzékelő mérete elég nagy ahhoz, hogy rövid idő alatt a háttér közeli sugárzás elégséges reakciót indukáljon az érzékelőben. Ez a nagy méret, jel bőség (túl sok impulzus) hamar hátránnyá válik, ha a dózis-teljesítmény el kezd növekedni. Magas dózis-teljesítmény esetén a szcintillációs technológia esetén már néhány mSv/h-nál, Geiger-Müller csöves technológia esetén 100 mSv/h körül már olyan sok impulzus érkezik a detektorból, hogy az elektronikával nem dolgozható fel. A megoldás két detektor használata, az egyik nagy méretű kimondottan a háttér közeli mérésekre, a másik kisebb a nagyobb dózisteljesítmények mérésre lehet használni. A legújabb fejlesztések lehetővé teszik, hogy egyetlen távadó több Geiger-Müller csövet is le tudjon kezelni. A két csöves megoldással, akár Sv/h-ás felső mérési tartomány is elérhető. A magas felső mérési tartomány különösen hasznos, mivel egy monitoring rendszernek baleseti helyzetben éppen úgy helyt kell állnia, mint normál üzem során. A jövőben a környezeti mérések még inkább összeolvadnak a baleseti mérő rendszerekkel. Ezek korábban teljesen független mérő rendszerek voltak, de a széles mérési tartománynak köszönhetően fölöslegessé vált egy költséges duplikált rendszer kiépítése, ez a fejlesztés elsődlegesen gazdasági szempontból hasznos.

A méréstartomány tekintetében megkülönböztethetünk indikálási és effektív mérési tartományt. Az előbbi jelöli azt a tartományt, amelyen belül a műszer még képes mérni, de a pontossága, vagy linearitása nem garantálható adott szinten. Az effektív méréstartományon belül a hiba nem lehet nagyobb a megadott értéknél. Ma már elvárás, hogy a detektorok túlterhelhetőek is legyenek, hogy egy nagyobb sugárterhelés után a műszer képes legyen visszaállni normál állapotba. Emelkedő sorban a következő határok jellemeznék egy adott műszert: effektív felső mérés határ, indikálási felső mérés határ, túlterhelhetőség felső határa. A gamma-dózisteljesítmény mérőket jellemzi az energia tartományuk is, ez is befolyásolja az alkalmazhatóságot. Pl.: egy vastagabb detektor burkolat elnyeli az alacsony energiatartományba eső sugárzásokat, azok mérhetetlenné válnak a detektor számára. Ellenben egy vastag burkolat rendkívül jó fizikai védelmet képes biztosítani, ami nem elhanyagolható paraméter egy terepi műszer esetében.

Az energiatartományon túl az irányfüggés is meghatározza, hogy hol lehet felhasználni a detektort. A környezeti gamma dózisteljesítmény méréseknél elvárt, hogy lehetőleg minden irányból azonos mértékben legyen érzékeny. A sugárkapu működés pont ettől eltérően csak a vizsgált tárgy irányában lehet érzékeny, hogy egyértelműen be lehessen azonosítani mely tárgyból is származik a sugárzás.

A széles méréstartomány és a pontosság mit sem ér egy automata monitoring állomáson alkalmazott detektor esetében, ha a detektor stabilitása rossz. Elektrokémiai típusú gáz érzékelőben használt reagens anyag elektromos válasza adott gázkoncentrációra az idő múlásával változni fog. Ezeknél az eszközöknél a gyakori kalibrálás és az érzékelők cseréje jelenthet megoldást. Ezen a területen a fejlődést az önkalibráló és öntesztelő rendszerek jelenthetik, amelyek képesek a saját hibás működésüket észlelni, akár korrigálni is. A kalibráció során nem csak az etalonra, hanem a tiszta levegőre adott válasz is hasznos információ, és a detektor még pontosabb működését teszi lehetővé.

## **SEBESSÉG**

Az ABV monitoring állomásokat, mint döntéstámogató rendszer jellemzi, hogy a mérési adatoknak pár másodpercen belül az adatközpontban kell lennie. Azonban a mérési idők gyakorisága nem indokolja, hogy 10 percenként sűrűbben kellene adatokat generálni. Az intelligens adatgyűjtőnek köszönhetően riasztás esetén a rendszer sűrűbb adatmentésre kapcsolhat pl.: 1 perc. Ez segít abban, hogy a legkritikusabb időpontokban a lehető legtöbb

információ álljon rendelkezésre. [14] [15] A teljes monitoring rendszer reakcióidejét úgy lehet meghatározni, hogy az adott veszélyes anyag az állomás érzékelője előtt történő megjelentétől számítva, mennyi idő telik el addig, amíg az adatközponton keresztül a felhasználói kijelzőn, riasztó egységen megérkezik a jelzés. Egy hagyományos rendszer architektúra, amelyben az adatközpont úgynevezett pollingolással egyesével kérdezi le a rá kapcsolat állomások mérési adatait, nem képes kellő gyorsasággal riasztani. Ez annyit jelent, hogy legrosszabb esetben a riasztás adott állomáson egészen addig nem kerül lekezelésre, amíg az összes a rendszerben lévő többi állomást végig nem kérdezi az adatközpont szoftvere. Új fejlődési iránynak tekinthető az állomásról kezdeményezett adatkapcsolat, vagy a pollingolás megtartásával és egy másik független kommunikációs csatornán keresztül a riasztások felküldése.

A nagyobb sebességnek és bonyolultabb működésnek megvannak az árny oldalai is. Minél nagyobb integráltság jellemző egy elektronikát, annál érzékenyebb az ionizáló sugárzás roncsoló hatására, valamint a komplex függvények alkalmazása miatt a fejlesztési idő jelentősen megnövekszik, beleértve a tesztelés időszakát is.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A közleményben megvizsgáltam az eddig alkalmazott monitoring rendszerek képességét, megbízhatóságát, speciális képességeit. Javaslatokat tettem a meglévő rendszerek továbbfejlesztésére. Megemlítettem különböző ABV monitoring rendszereket, elsődlegesen monitoring állomások és azok mérés technikájára helyezve a hangsúlyt. Megállapítottam, hogy az ezen a területen megvalósított műszaki megoldások jelentősen, pozitív irányban változtatták a környezet vizsgálatának folyamatait. Igazoltam a monitoring rendszerekbe bevezetett új technológiák, intelligens detektorok létjogosultságát. A közlemény alátámasztja, hogy az ABV monitoring rendszerek fejlesztése elengedhetetlen, a bennük rejlő potenciál nagyban elősegítheti katasztrófa-helyzetek hatékony kezelését.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KÁTAI-URBÁN L., KISS B.: *Nukleáris erőművek, mint veszélyes technológia és az országos nukleáris balesetelhárítási rendszer*. Hadmérnök, IX 3 (2014), 80–97.  
[http://hadmernok.hu/143\\_07\\_kataiul.pdf](http://hadmernok.hu/143_07_kataiul.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [2] RÓNAKY J., MACSUGA G., VOLENT G., CSURGAI J., CZIVA O., HORVÁTH K., PETŐFI G., VINCZE Á., ZELENÁK J., SOLYMOSI J.: *A nukleáris létesítmények katonai terror-fenyegetettségének értékelése – I.* Hadmérnök, II 1 (2007), 77–85.  
[http://hadmernok.hu/archivum/2007/1/2007\\_1\\_ronaky.pdf](http://hadmernok.hu/archivum/2007/1/2007_1_ronaky.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [3] PETŐFI G., RÓNAKY J., SOLYMOSI J.: *A nukleáris baleset-elhárítási követelmények fejlődése*, Hadmérnök, II 1 (2007), 58–64.  
[http://hadmernok.hu/archivum/2007/1/2007\\_1\\_petofi.pdf](http://hadmernok.hu/archivum/2007/1/2007_1_petofi.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [4] RÓNAKY J., SOLYMOSI J.: *Elemzés a hazai sugárvédelmi, biztosítéki, nukleáris biztonsági, és nukleáris veszélyhelyzeti felkészülési jogkörök egyesítéséről*. Hadmérnök II. Évfolyam 1. szám (2007) 86-123.  
[http://hadmernok.hu/archivum/2007/1/2007\\_1\\_ronaky2.pdf](http://hadmernok.hu/archivum/2007/1/2007_1_ronaky2.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)

- [5] AI-QARADAWI I., AI-NEMRI E., EI-KHOUKHI T.: *Report on Collaborative Research and Development of Environmental Radiation Detection Stations (ERDS). Radiation Measurement Cross Calibration*, 04 (2012). [http://rmcc.foresite-jo.com/sites/default/files/Environmental%20Radiation%20Detection%20Stations%20%28ERDS%29\\_0.pdf](http://rmcc.foresite-jo.com/sites/default/files/Environmental%20Radiation%20Detection%20Stations%20%28ERDS%29_0.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [6] *Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring*. In. IAEA Safety Reports Series no. 64. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010. [www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1427\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/pub1427_web.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [7] *Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection*. In. IAEA Safety Standards Series. Safety Guide no. RS G-1.8. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. [www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1216\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1216_web.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10.15. )
- [8] VOGT, P. J., POBANZ, B. M., ALUZZI, F. J., BASKETT, R. L., SULLIVAN, T. J.: ARAC: Simulation of the Algeciras, Spain Steel Mill CS-137 Release. *American Nuclear Society*, 07 (1999), 14–17. <https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/235247.pdf> (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [9] *Expansion and Upgrade of the RadNet Air Monitoring Network, Volume 1 of 2. Concept and Plan*. U.S. EPA, Office of Radiation and Indoor Air, 2005. [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_file\\_download.cfm?p\\_download\\_id=508548](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_file_download.cfm?p_download_id=508548) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [10] BEREK T.: *ABV (CBRN) analitikai laboratórium beléptető rendszere a biztonságos üzemeltetés szolgálatában*. *Hadmérnök*, VI 2 (2011), 21–36. [www.hadmernok.hu/2011\\_2\\_berek.pdf](http://www.hadmernok.hu/2011_2_berek.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [11] NAGY R., HALÁSZ L.: *Monitoring és lakossági riasztó rendszer és a kritikus infrastruktúra-védelem összefüggései*. *Hadmérnök*, III 2 (2008), 67–77. [http://hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008\\_2\\_nagy.pdf](http://hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008_2_nagy.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [12] VASS GY.: *Molari rendszer meteorológiai és vegyi monitoring eleme*. *Katasztrófavédelem*, XLVIII 4 (2006), 2–3. [www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/magazin/k200604.pdf?rand=547](http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/magazin/k200604.pdf?rand=547) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [13] CSURGAI J., SOLYMOSI M.: *Levegőszűrők hatékonyságának mérése 1. rész. Az aeroszol szűrés alapjai, a por- és részecskeszűrők minősítésének rendszere*. *Hadmérnök*, X 1 (2015), 62–78. [http://hadmernok.hu/151\\_06\\_csurgaij\\_sm.pdf](http://hadmernok.hu/151_06_csurgaij_sm.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [14] NOSKÓ ZS.: *Döntéstámogató rendszerek fejlesztési lehetőségei a tűzoltóságoknál*. [www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/345-dontestamogato-rendszerek-fejlesztesi-lehetosegei-a-tuzoltosagoknal.pdf](http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/345-dontestamogato-rendszerek-fejlesztesi-lehetosegei-a-tuzoltosagoknal.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)

- [15] KURIS Z., PÁNDI E.: *Az egységes segélyhívó rendszer hazai megvalósításának helyzete*. Hadmérnök, IV 1 (2009), 208–213. [http://hadmernok.hu/2009\\_1\\_kuris.pdf](http://hadmernok.hu/2009_1_kuris.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [16] PETRÁNYI J.: *OKF Katasztrófavédelmi ABV rendszerek* előadás NKE (2016)