

## **Sugárvédelmi monitoring rendszerek adatcsere protokolljainak vizsgálata**

A sugárásmérés biztonságunk egyik fontos eleme. A sugárásmérő detektorokból felépített hálózat révén teljes képet lehet kapni egy terület sugárási helyzetéről, úgy, hogy a mérő rendszerekből származó adatokat összegyűjtik, feldolgozzák és megjelenítik. Szerzőnk a detektorok és megjelenítő egységek közti és a nemzetközi egyezmények alapján megvalósuló monitoring rendszerek adatcserejét is bemutatja.

## **Sugárvédelmi monitoring rendszerek adatcsere protokolljainak vizsgálata**

### **Absztrakt**

Az iparbiztonság területén használt sugárásmérő korai jelző és riasztó rendszerek a legtöbb esetben önálló, más alkalmazásoktól független rendszerként kerülnek kiépítésre. A sugárásmérő detektorokból egy hálózatot lehet felépíteni, amely lényeges információt biztosíthat egy adott területről a döntéshozók számára. Ahhoz, hogy teljes képet lehessen kapni egy ország, vagy akár egy kontinens sugárási helyzetéről, a különböző mérő rendszerekből származó adatokat össze kell gyűjteni, fel kell dolgozni és meg kell jeleníteni. A detektorok és megjelenítő egységek közti adatcsere többféle módon meg lehet valósítani. Jelen közlemény ezen protokollok vizsgálatán túl, az országok közti bilaterális és multilaterális egyezmények alapján megvalósuló monitoring rendszerek adatcserejével is foglalkozik.

**Kulcsszavak:** sugárforrás, korai riasztó rendszerek, adatcsere, IRIX, EURDEP, MODBUS, protokoll

Radiation monitoring early warning and alarm systems used in the field of industry safety are usually built as a stand-alone system, independent of other applications. The detectors used here create a network from which data is used for decision support. Information needs to be collected from different local radiation level monitoring stations to get a complete picture of the situation about radiation levels in a country or even a continent. At the international level, the collection process is regulated by bilateral and multilateral agreements between countries. This article examines the data exchange protocols that allow the flow of information between systems.

**Keywords:** radiation monitoring, early warning systems, data exchange, IRIX, EURDEP, protocol

## **BEVEZETÉS**

Az iparbiztonság területén használt korai jelző és riasztó rendszerek a legtöbb esetben önálló, más alkalmazásoktól független rendszerként kerülnek kiépítésre.

A sugárzásmérő detektorokból egy hálózatot lehet felépíteni, amely lényeges információt biztosíthat egy adott területről a döntéshozók számára. Ahhoz, hogy teljes képet lehessen kapni egy ország, vagy akár egy kontinens sugárzási helyzetéről, a különböző mérő rendszerekből származó adatokat össze kell gyűjteni, fel kell dolgozni és meg kell jeleníteni.

A legegyszerűbb monitoring rendszerhez szükség van egy sugárzásmérő detektorra és egy megjelenítő egységre. Ha a megjelenítő és a detektor egy hordozható műszerdobozba kerül beépítésre, akkor máris a legtöbb ember számára is ismert, kézi sugárzásmérő műszer jön létre. Amennyiben a sugárzásmérő monitoring rendszernek az a feladata, hogy egy helyszínt folyamatosan felügyeljen, valamint a sugárzás mérést és a megjelenítést két egymástól távol eső ponton kell megvalósítani, akkor a detektor és megjelenítő egység között ki kell építeni egy adatátviteli útvonalat.

Az adatátvitel módja többféle lehet. A múltban a sugárzásmérő detektorról érkező analóg jelet vezették el egy kábelen keresztül a megjelenítő egységhez. Az analóg jel nagyobb távolság esetén zavar érzékeny. Ezért, ma már az analóg jelek helyett, digitális adatátvitellel valósul meg az információ továbbítása. A megjelenítő egység és a detektor között az adatkapcsolat módját előre lefektetett szabályok (továbbiakban: protokollok) határozzák meg.

A detektorok és megjelenítő egységek közti adatcserét többféle módon meg lehet valósítani. Jelen közlemény ezen protokollok vizsgálatán túl, az országok közti bilaterális és multilaterális egyezmények alapján megvalósuló monitoring rendszerek adatcseréjével is foglalkozik.

### **Fizikai adatátviteli réteg**

Az adatátvitel legalsó rétegét fizikai rétegnek nevezik, amely meghatározza miképp kell az elektromos jeleket (bináris nullák és egyeseknek megfelelő impulzusok) a hálózat kábeleire, vagy rádiós átvitel esetén az éterbe ültetni, annak érdekében, hogy irányított adatáramlás jöjjön létre.

Az utóbbi időben a vezetékes átvitel mellett a vezeték nélküli, rádiós átvitel is jelentős térhódításon ment keresztül. A meglátásom szerint egyszerű néhány sugárzásmérő detektorból álló rendszer esetében az RS-485 fizikai réteg a legjobb választás, mivel kellően érzéketlen a zajokra, akár 1200 méter távolságra is elvezethető, valamint egy vonalra több detektor is felfűzhető [1]

Az RS-485 fizikai réteg lehetővé teszi, hogy egyszerre két detektor adatát is egy időben meg lehessen jeleníteni, ezzel növelhető a rendszer megbízhatósága, mivel egy detektor meghibásodása esetén a másik detektor továbbra is képes adatot szolgáltatni. Kritikus rendszerek (pl.: reaktorok) esetében három vagy akár öt detektort is szoktak telepíteni egyetlen mérési pontra. A két detektoros rendszerek hátránya, hogy egy detektor riasztása esetén nem lehet eldönteni, hogy éles riasztásról, vagy egy detektor meghibásodás miatti téves riasztásról van-e szó. A három detektoros rendszerekben a riasztáshoz legalább két detektor együttes jelzése szükséges. Ezzel kizárhatók a detektor hibára visszavezethető téves riasztás jelzések, mivel annak az esélye nagyon kicsi, hogy egyszerre több detektor is meghibásodik. Amennyiben a mérés fontossága indokolja, akár öt detektoros rendszerek is kiépíthetők.

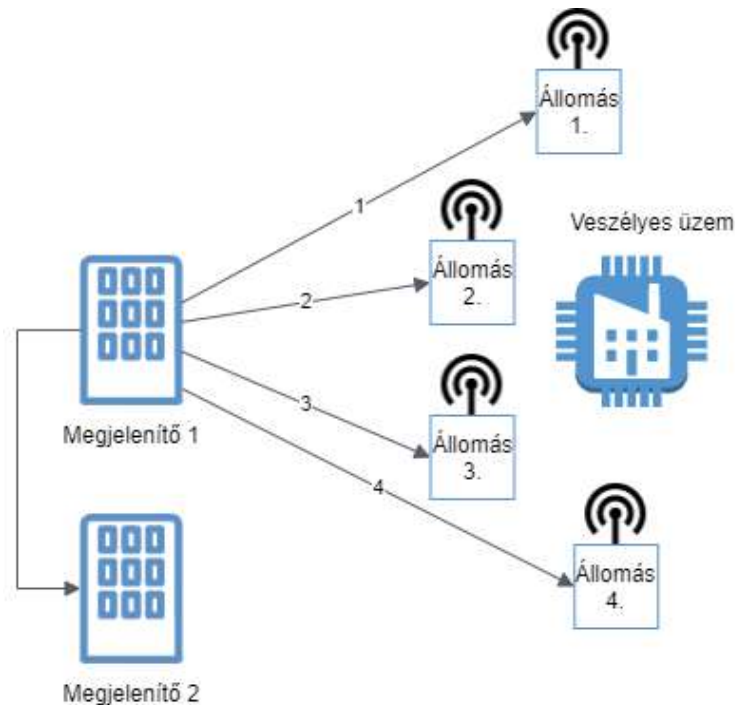
Ilyen rendszereknél két meghibásodott detektor esetén sem lesz téves riasztás jelzés. Egy helyre telepített detektorok mérési eredményeit érdemes összefogni egy helyi adatgyűjtő egységgel, amely lehetővé teszi az adatok tárolását, arra az esetre, ha a megjelenítő egység elérhetlenné válna, valamint adatok konvertálását, továbbítását felsőbb informatikai rendszerek irányába. A megjelenítő egység elérhetetlen a detektor számára, ha a köztük lévő adatátviteli út megszakad, vagy a megjelenítő egység meghibásodik, leáll. Az egy helyre telepített detektorból és helyi adatgyűjtőből álló egységet monitoring állomásnak nevezzük.

Amennyiben sok monitoring állomást kell összekötni, célszerű olyan kommunikációs adatátvitelt választani, amelyre korlátozás nélkül lehet állomásokat csatlakoztatni és az adatokat nagy távolságra lehet továbbítani. Véleményem szerint erre a feladatra az Ethernet alapú hálózat a legmegfelelőbb [2]. Az Internet alapját is adó szabvány rugalmassága kielégíti a fent megfogalmazott igényeket. Az Ethernet alapú kommunikáció, a meglévő irodai, számítógépes adatátviteli infrastruktúrák használatát is lehetővé teszi, sugárzási adatok továbbítására. A közös infrastruktúra használata során biztosítani kell az adatok biztonságát, ehhez rendelkezésre állnak különböző virtuális hálózatot támogató megoldások.

## **Adatátviteli protokollok**

A fizikai réteg fölött zajló, adatátvitelt biztosító számtalan protokoll közül a monitoring rendszert tervező mérnök válassza ki, hogy melyik a legmegfelelőbb az adott alkalmazásra. Az ipar által használt egyik legkedveltebb protokoll, amely a korábban említett minkét szabvány (RS-485 és Ethernet) szerinti fizikai rétegeken is képes adatátvitelt lebonyolítani, a MODBUS protokoll. [3]

A MODBUS protokoll népszerűsége és egyszerűsége miatt használata felvet adatbiztonsági kérdéseket. Ha az adatátviteli csatornához illetéktelenek fizikai hozzáférést szereznek, könnyen képesek lehetnek adatokhoz jutni, vagy adatokat módosítani, ezért a detektorok mérési eredményeinek továbbítására egyedi titkosított protokoll használata célszerű. Az általam javasolt protokoll lehetővé teszi a biztonságos adatcserét, mivel az adatcsomagok titkosítva kerülnek elküldésre és a csomagok felépítése egyetlen szervezet által sem publikált. A protokoll egyik eleme, hogy a megjelenítő mielőtt adatokat kérdezne le, először lekérdezi a detektor mérési adataira vonatkozó jellemző adat és eszköz leírókat. A leírók segítségével eltérő típusú detektort képes automatikusan kezelni a megjelenítő egység. A rendszerben minden eszköznek egyedi azonosítója van, ami a rendszerbe kerülő idegen eszközöket észleli, így adat hamisításra nincs lehetőség.

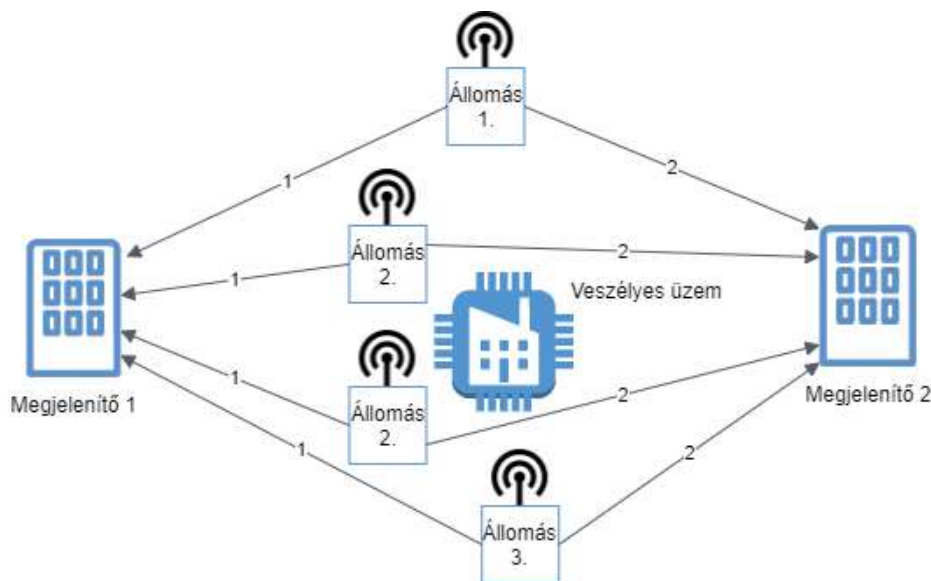


1. Ábra Lekérdezéses „pull” protokollok működése. Forrás: Szerző saját műve.

Az adatküldés kezdeményezés iránya szerint a protokollokat két csoportba lehet sorolni. Az első, úgynevezett „push” csoportba tartozó protokolloknál az állomás (adat küldő) kezdeményezi a kommunikációt és a megjelenítő (adat fogadó) egység csak várakozik, amíg meg nem érkezik az adatcsomag.

Sikeres fogadás esetén a megjelenítő nyugtázó üzenetet küld az állomás számára. Az állomás csak akkor küldi a következő adatcsomagot, ha a megjelenítőtől visszakapta a nyugtát az előző kiküldött adatcsomag sikeres fogadásáról.

A másik csoport a „pull” protokollok, amelyekben az állomások várakoznak, amíg a központ le nem kérdezi őket. A „push” protokolloknak az előnye, hogy riasztás esetén az adat azonnal elküldésre kerül, míg a „pull” protokollok esetén a riasztásról csak akkor értesül a megjelenítő, ha a legközelebbi lekérdezési ciklusban a megjelenítő eljut az éppen riasztásban lévő állomás lekérdezéséig. Ez a késleltetési idő egy nagyobb rendszer esetében, akár órák is lehetnek. Az 1. Ábra a „pull” protokollok által használt lekérdezés folyamatát mutatja be, ahogy egy megjelenítő lekérdező egymás után négy állomást, majd az adatokat elküldi egy másik megjelenítőnek. A „push” protokollok hátránya, hogy előfordulhat, hogy több állomás egyszerre szeretne adatot küldeni, és az adatküldés, vagy adatfeldolgozás során adatsomagok ütközhetnek, adatok csak részben, vagy csak lassan juthatnak el a megjelenítő egységhez. Léteznek „pull” és „push” protokollt egyszerre alkalmazó hibrid rendszerek. Egy hibrid rendszerben például a normál lekérdezések az állomáson kiépített egyik adatcsatornán „push” protokollon, míg a riasztások egy másik adatcsatornán „pull” protokoll szerint jutnak el a megjelenítőhöz.



2. Ábra Az azonnali felküldésen alapuló „push” protokollok működése. forrás: Szerző saját műve.

## Több megjelenítő egység

Alacsony rendelkezésre állású rendszereknél az állomások egyszerre csak egy megjelenítővel kommunikálnak. Ahol előírás a magas rendelkezésre állás, ott szükséges, hogy a rendszer rendelkezzen több megjelenítő egységgel is, ezzel a redundáns kialakítással leállás mentes működést lehet biztosítani.

Több megjelenítő egységgel rendelkező rendszereknél az adatok szinkronizálása, az események nyugtázása felvet több műszaki problémát.

Az állomások általában rendelkeznek helyi adattárolási kapacitással. Ez a képesség lehetővé teszi a mért adatok tárolását a kommunikációs csatorna, vagy a felsőbb informatika rendszer meghibásodása esetén. Az állomásnál tárolt adatok elküldésre kerülnek, miután a kommunikációs csatorna újra kiépült a megjelenítő egység és az állomás között. A fejlettebb rendszerekben a riasztási adatsomagok megelőzik a normál mérési adatsomagokat. Ha egy rendszer nem támogatja az üzenetek fontosság szerinti elküldését, a riasztási üzenet, egy hosszabb adatátviteli hibát követően, akár több órán keresztül sem jut el a megjelenítő egységhez, amely késés súlyos károkat okozhat.

Egy másik módszer a riasztási üzenetek időben történő kezelésére az, hogy a riasztási üzenetet az állomás nem az elsődleges adatátviteli csatornán küldi a megjelenítő felé, hanem egy független másodlagos útvonalat használ.

Ehhez a megoldáshoz mindkét adatsatornának rendelkezésre kell állnia az állomás és a megjelenítő között. Az elsődleges útvonalon csak a normál üzemállapot adatai közlekednek, míg a másodlagos csatornát kizárólag rendkívüli eseményhez tartozó jelzések forgalmazására használják. Mivel riasztási esemény csak ritkán történik egy ilyen rendszerben, az adatátviteli csatorna meglétét időnként teszt csomagokkal ellenőrizni kell.

## **Adatküldési folyamatok**

Egy hagyományos monitoring rendszeren belül az adatcsere több féle folyamat szerint valósulhat meg. Egy „push” protokollal működtetett hálózatban minden állomásnak jogában áll az adatokat a megjelenítőnek bármely időpontban elküldeni. Erre a célra tervezték az MQTT protokollt, amely lehetővé teszi sok érzékelő lekezelését az interneten keresztül [4]. A detektor feliratkozik a megjelenítőnél egy csatornára, amelyre ezután bármikor üzenetet küldhet. Ennek a technológiának az előnye a könnyű megvalósítás, valamint, hogy sok szolgáltató kínál felhő alapú megjelenítési és adatgyűjtési szolgáltatást, ezért nincs szükség saját megjelenítő egységre. Hátránya viszont, hogy az egyszerűségének köszönhetően kevésbé biztonságos, valamint integrációja más rendszerekkel nehezen megoldható, elsődlegesen riasztási eseménykezelést nem igénylő, pl.: meteorológiai paraméterek megfigyelésére használható.

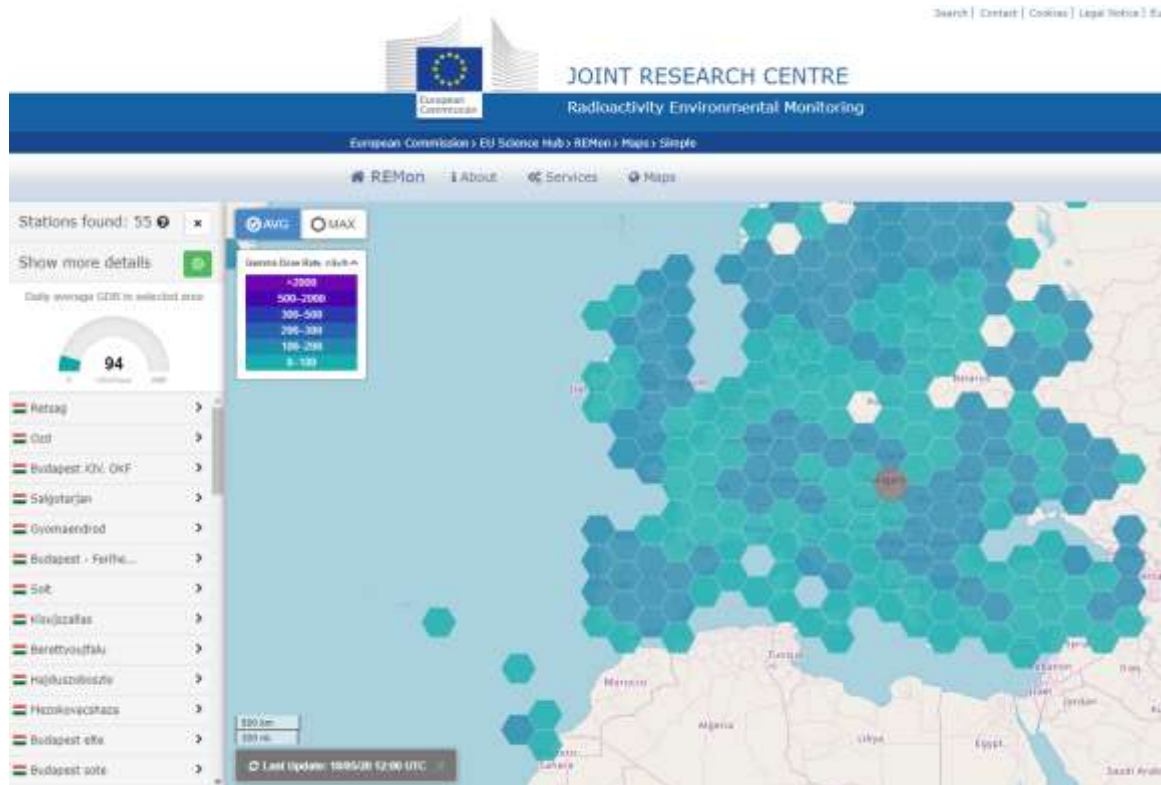
A „push” működés a napenergiával működő, energiahatékony működést is lehetővé teszi. Az érzékelők az idő legnagyobb részében ki vannak kapcsolva. Minden mérési ciklusnál felébred, végrehajt egy mérési feladatot, majd bekapcsolja az adatátviteli egységet és elküldi az adatokat a megjelenítőnek. Ez a technológia gazdaságos telepítést tesz lehetővé, mivel a telepítés során nincs szükség áramellátásra vagy adatátviteli kábelezésre.

Sajnos ez a megoldás nem alkalmazható a korai jelző és riasztó rendszereknél, mivel az érzékelőknek folyamatosan bekapcsolt állapotban kell lenniük, és riasztást kell küldeniük, amint a mért érték a riasztási szintet túllépi.

## Nemzetközi adatsere

Egyes országok az általuk mért sugárzási adatokat megosztják egymással. Az Európai Unión belül a háttérsugárzás mérő hálózatok adatszeréjét a legtöbb esetben az IRIX protokoll alapján valósítják meg [5]. A protokoll azt definiálja, hogy az adatokat egy fájlban milyen formátumban kell lementeni, és átküldeni a másik országnak, vagy egy központi szervezetnek. A fájl formátuma XML [6] alapú, ami annyit jelent, hogy az adatok úgynevezett „tag”-ek közé kerülnek.

A „tag” címe egyértelműen azonosítja a benne foglalt adatot, így amikor a fájlt valaki megnyitja, pontosan tudja értelmezni. Az XML fájl az ember számára olvasható, egy egyszerű szöveges editorral szerkeszthető, ezért az adatbiztonságról nem fájl szinten kell gondoskodni. Lehet védeni az adatátviteli csatornát, vagy a teljes fájlt lehet titkosítani. Az így megosztott adatok egy része publikus a 3. ábrán az európai háttérsugárzás mérő hálózat adatait lehet látni, amihez bárki hozzáférhet.



3. Ábra Európai háttérsugárzás mérő hálózat megjelenítő egység képernyő képe. Forrás: [7]

A háttérsugárzási adatokon kívül más információkat is megosztanak egymással a különböző országok társszervezetei. Az amerikai hatóságoktól indult adatcsere szabvány a világ több pontján is igen népszerű. Az N42 adatformátum célja, hogy megkönnyítse a sugázmérő műszerekből származó adatok megosztását rendvédelmi szervek között [8]. Ebben a formátumban, a dózis-teljesítményen túl más mérési eredmények is, mint például a mért spektrum, vagy a mérés beállításai is átadhatóak. Ennek a szabványnak is XML az alap struktúrája.

Az amerikai adatcserékre vonatkozó szabvány mellett megjelent az Európai Unió saját szabványai is [9], [10]. Az IEC 63047 szabvány főbb tulajdonságai, hogy bináris, azaz ember számára nem olvasható, elsődlegesen gépek számára optimalizált, így jó hatékonysággal használható gépek közti adatcserére. Magába foglal titkosítási és hitelesítési funkciókat is. Alkalmazható adatfájlokhoz és adatfolyamokhoz egyaránt [11].

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

Az iparbiztonság területén használt korai jelző és riasztó rendszerek a legtöbb esetben önálló, más alkalmazásoktól független rendszerként kerülnek kiépítésre. Egy esetleges veszélyes anyag jelenlétében bekövetkező baleset elhárításakor a lakosságvédelmi intézkedések bevezetéséhez szükséges a döntéstámogató mérőállomási adatok feldolgozása [12]. A telepített iparbiztonsági monitoring rendszerek lehetnek veszélyes üzemek környezetében kiépített veszélyes anyag azonosítására szolgáló [13], vagy a nukleáris létesítmények közelében telepített sugázmérő korai jelző és riasztó rendszerek [14]. Jelen cikkben a sugázmérő detektorokkal kapcsolatos ismereteket foglalom össze.

Jelen tanulmányban megvizsgáltam a különböző adatátviteli protokollokat. A detektorok szintjén egyedi, biztonságos protokollok alkalmazása tűnik a legjobb választásnak. A fizikai adatátviteli réteghez RS-485-ös vagy Ethernet szabványszerinti megoldásokat érdemes választani. A magasabb szinteken redundáns megjelenítő egységekkel lehet növelni a teljes rendszer rendelkezésre állását. Bemutattam, több lehetséges adatküldési folyamatot. Ismertettem, hogy nemzetközi szinten milyen eszközöket használnak az adatcserére. Magyarországon több monitoring eszközben is megjelennek ezek a megoldások [15]



## **Idézett forrásmunkák**

- [1] ISO/IEC JTC 1/SC 6, „ISO/IEC 8482:1993 standard RS-485 Twisted pair multipoint interconnections,” 22 05 2020. [Online]. URL.: <https://www.iso.org/standard/20954.html>.
- [2] IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee, „IEEE 802 standard Ethernet,” 22 05 2020. [Online]. URL.: <http://www.ieee802.org/>.
- [3] Modbus Organization, „Modbus Protocol,” 22 05 2020. [Online]. URL.: <http://www.modbus.org/specs.php>.
- [4] A. Stanford-Clark és A. Nipper, „MQTT MQ Telemetry Transport protocol,” 1999. [Online]. URL.: <http://mqtt.org/documentation> (A letöltés dátuma: 2020.01.26).
- [5] International Atomic Energy Agency, „International Radiological Information Exchange (IRIX) Format Reference Description IRIX Version 1.0,” 19 05 2020. [Online]. URL.: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR\\_IRIX\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR_IRIX_web.pdf).
- [6] World Wide Web Consortium (W3C), „Extensible Markup Language (XML) 1.1 (Second Edition) [29 September 2006],” 19 05 2020. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/>.
- [7] European Commission Joint Research Centre, „Radiological Maps,” 19 05 2020. [Online]. URL.: <https://remap.jrc.ec.europa.eu/Simple.aspx>.
- [8] United States Government, „ANSI/IEEE N42.42 Standard,” 19 05 2020. [Online]. URL.: <https://www.nist.gov/programs-projects/ansiieee-n4242-standard>.
- [9] International Electrotechnical Commission, „IEC 63047:2018 Nuclear instrumentation - Data format for list mode digital data acquisition used in radiation detection and measurement [Publication date: 2018-10-11; Edition:1.0],” 19 05 2020. [Online]. URL.: <https://www.sis.se/api/document/preview/80009626/>.
- [10] International Electrotechnical Commission, „IEC 62755:2012 Radiation protection instrumentation - Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials [Publication date: 2012-10-25; Edition:1.0],” 19 05 2020. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/7417>.
- [11] European Commission Joint Research Centre, „The European Commission’s science and knowledge service presentation,” 19 05 2020. [Online]. URL.:

[https://www.stuk.fi/documents/12547/7936129/Paepen\\_CORES\\_JRC.pdf/da97260c-70f4-7f7a-40d7-2d53c38fb85a](https://www.stuk.fi/documents/12547/7936129/Paepen_CORES_JRC.pdf/da97260c-70f4-7f7a-40d7-2d53c38fb85a).[

- [12] Szakál Béla et. al.: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek elleni védekezés I.: módszertani szakkönyv veszélyes anyagok és súlyos baleseteik az iparban és a közlekedésben. (2015) ISBN:9789631235
- [13] Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula. Kézikönyv a veszélyes üzemek biztonságsszervezésével kapcsolatos alapfeladatok teljesítéséhez. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014. ISBN:9786155491726
- [14] Kátai-Urbán Lajos. Hungarian regulation on the protection of major accidents hazards. (2016) JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, SAFETY, EDUCATION AND MANAGEMENT 1339-5270 2453-9813 4 8 83-86
- [15] Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula és Zellei Gábor: „25 éve működik hazánkban a radiológiai távmérő hálózat,” *Hadtudomány*, %1. kötet28. évf. 2. sz., p. 145, 2018.

Petrányi János

PhD hallgató

Nemzeti Közszolgálati Egyetem

János Petrányi

PhD student

National University Of Public Service

ORCID azonosító: 0000-0001-5417-2690

osc2@freemail.hu