

Borsos Döníz¹

A LoRaWAN-technológia szerepe az elektronikai védelem területén, az építőipari beruházások vonatkozásában

The Role of LoRaWAN Technology in Electronic Protection Concerning Construction Investments

Az ipari nagyberuházásokban, az építőiparban folyamatosan változó környezettel, feladatokkal és kihívásokkal kell szembenézni a vagyonvédelem területén. Ezért megfelelő, komplex vagyonvédelmi rendszer kialakítása elengedhetetlen, amelynek folyamatosan igazodnia kell az adott építkezés sajátosságaihoz. Mivel a munkaszakaszok során különböző értékű és mennyiségű anyagok, eszközök és gépek védelméről is beszélünk, ezért kiemelten fontos funkciót tölt be az elektronikai védelem egy komplex rendszer részeként. A tanulmány azt vizsgálja, hogy milyen szerepe van az építőipari beruházások során az elektronikai jelzőrendszernek, az alkalmazott technológiáknak, különös tekintettel a LoRaWAN-technológiára.

Kulcsszavak: építőipari beruházás, komplex védelem, elektronikai védelem, LoRaWAN-technológia

With large-scale industrial investments, we have to face continually changing environments, tasks and challenges in property protection in the construction industry. Therefore, an appropriate, complex property protection system, which must be continuously adapted to the given construction's specifics, is essential. In terms of protecting materials, devices and machines of different values and quantities during the work phases, electronic protection plays a significant role in a complex system. The study examines the role of electronic signalling systems and applied technologies, especially LoRaWAN technology, in construction investments.

¹ Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, doktori hallgató, e-mail: borsos.doniz@uni-obuda.hu

Keywords: construction investment, complex protection, electronic protection, LoRaWAN technology

1. Bevezetés

Egy építőipari kivitelezés során akár óránként változó környezettel, lehetőségekkel és értékekkel kell számolni. Vagyonvédelmi szempontból ez jelentős kihívást jelent a szakemberek számára. A komplex vagyonvédelem alappillérei a megelőző intézkedések, a mechanikai védelem, az elektronikai védelem, az élőrös védelem, a biztosítás és a fennmaradó saját kockázat.² Egy építőipari kivitelezés során a megelőző intézkedéseknek nemcsak vagyonvédelem szempontból van jelentősége, hanem életvédelmi szerepük is van. A megfelelő mechanikai védelem kialakításával megakadályozhatók vagy késleltethetők az illetéktelen behatolások, időt biztosítva az élőrös személyzet részére. Az élőrös feladatok ellátása nagy szervezettséget, felügyeletet kíván, és folyamatos, magas költségekkel jár. Ennek kiküszöbölésére egyre jelentősebb szerepet kap az elektronikai jelzőrendszer, eszközök felhasználása az élőrös védelem kiváltására, kiegészítésére, de akár ellenőrzésére is.³ Ismert, hogy tökéletes biztonság nem alakítható ki, erre nyújt megoldást a biztosítás. Amire pedig az sem, azt saját kockázatként kell elkönyvelni.

A tanulmány elektronikai jelzőrendszerekkel, azon belül is olyan megoldásokkal foglalkozik, amelyek építőipari kivitelezések során alkalmazhatók és LoRaWAN-technológiát használnak a kommunikációra, a jelzések küldésére. A technológiát és az építőipari beruházások sajátosságait, szakaszait a későbbiekben ismertetem. Általánosságban elmondható, hogy az ilyen jellegű kivitelezések során a következő kihívásokkal kell szembenézni. Olyan környezetről beszélhetünk, ahol az elektronikai jelzőrendszer eszközeinek hálózati tápellátása nem minden esetben biztosítható. Az eszközök vezetékezése fizikai akadályba, esztétikai problémába ütközhet, vagy anyagi megfontolások nem teszik lehetővé. Megállapítható, hogy nagy mennyiségű, változó jellegű és értékű eszközök, anyagok védelméről kell gondoskodni. Továbbá a környezeti feltételek sajátosságai technológiai korlátokat is szabhatnak bizonyos megoldások alkalmazhatóságának.

Mind ezek figyelembevételével, szükséges ismerni a kivitelezések egyes szakaszait, folyamatait és azok vagyonvédelmi kockázatait. Továbbá, az említett LoRaWAN-technológia paramétereinek tisztázása elengedhetetlen az alkalmazási területek behatárolásához. Megfelelő mérések elvégzésével pedig igazolhatók a felvetett alkalmazási lehetőségek.

Tehát olyan, komplex védelmet kell kialakítani, amely folyamatosan igazodik az építőipari beruházások sajátosságaihoz, rugalmas és moduláris.

² Utassy Sándor: *Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései*. Doktori (PhD) értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2009. 13.

³ Bodrácska Gyula – Berek Tamás: *Megelőző intézkedések szerepe a komplex vagyonvédelem területén, építőipari beruházások biztosítása során*. *Hadmérnök*, 5. (2010), 1. 17–23.

2. Építőipari beruházások jellegzetességei

Az építési kivitelezési munkálatok főbb szakaszai a munka jellege szerint a következőképpen alakulnak:

- bontási munkák;
- terep- és környezetrendezési munkák, alapozás;
- szerkezetépítési munkák;
- befejező kiviteli munkák;
- ideiglenes közműellátási, -létesítési munkák.⁴

Számos esetben az építési feladatok bontási munkálatokkal kezdődnek. Bontás során az emberi, fizikai munkavégzés mellett legtöbbször földmunkagépekkel, emelőgépekkel, rakodógépekkel dolgoznak. Az ilyen munkagépek ára elérheti a százmillió forintos nagyságrendet, de használt állapotukban is tízmillió forintos árat képviselhetnek. Ezeknek a gépeknek a bérlési költsége is igen magas, néhány tízezer forinttól akár a több százezer forintig is terjedhet naponta. Nem is a bérlési költségen van a hangsúly egy nem saját gép esetében, hanem a kaució mértékén. Építési munkagépek esetében a letét mértéke több százezer, akár milliós nagyságrend is lehet. Ezért kiemelten fontos a gépek illetéktelenektől való védelme.

A következő lépés a tereprendezés, ahol főleg földmunkával kapcsolatos feladatokat kell elvégezni, előkészíteni az alapozást. Ebben az esetben is, hasonlóan a bontási feladatokhoz, igen nagy értékű munkagépekkel végzik a folyamatokat. A munkagéplopások és -rongálások mellett kritikus probléma az üzemanyaglopás⁵ is. Emellett olyan munkagépekről beszélünk, amelyek használata csak szigorú munkavédelmi szabályok betartása mellett megengedett és akár külön engedélyhez is kötött. Ezért az illetéktelenek által való hozzáférés az anyagi károk mellett emberi életet is veszélyeztethet.

Az építés során a legnagyobb volumenű szakasz a szerkezetépítés. Idetartoznak a betonozási munkák, a zsaluzási munkák, a falazatok kivitelezésével kapcsolatos munkák, az ács munkák, a tetőfedéssel kapcsolatos munkálatok és egyéb szerkezetépítési munkák.⁶ Minden felsorolt munkafolyamat sajátossága, hogy jelentős mennyiségű és értékű anyagot építenek be. Ezen anyagok felügyelete és védelme komoly feladat, sokszor teljes mértékben nem megoldott. Természetesen ebben a szakaszban is használatosak munkagépek, értékes szerszámok, segédeszközök, de jellemzően kisebb értéket képviselnek a nagy munkagépekhez viszonyítva.

A szerkezetépítés után a befejező kiviteli munkák következnek. Itt szintén olyan alfolyamatokról beszélünk, ahol a felhasznált anyagok és berendezések jelentős értéket képviselnek. Ilyen munkák a következők lehetnek: a nyílászárók beépítése, a festéssel, burkolással, vakolással kapcsolatos munkálatok.⁷ Ezekon kívül gépészetrel és elektromossággal kapcsolatos szerelési feladatok. Előfordulhat olyan helyzet

⁴ Lámer Géza – Szűcs Edit: *Építési folyamatok szervezése*. Budapest, TERC Kft., 2013; *Épülettervezés és építés: Az építésről, kivitelezésről – az építés folyamata*. (é. n.)

⁵ Bodrácska–Berek (2010): i. m. 19.

⁶ Lámer–Szűcs (2013): i. m.; *Épülettervezés és építés* (é. n.): i. m.

⁷ Lámer–Szűcs (2013): i. m.; *Épülettervezés és építés* (é. n.): i. m.

is, hogy még a nyílászárókat nem szerelik be, de az épületgépészeti berendezések már megérkeztek. Ekkor azok felügyeletéről szintén gondoskodni kell, hiszen szintén jelentős értéket képviselnek és gyakori célpontnak tekinthetők.

Mindezek mellett előfordulnak ideiglenes jellegű feladatok is, amelyek főleg a létesítés és a közműellátás köré csoportosulnak. Ezek olyan feladatok, amelyek az építés egyes folyamatait és az ott dolgozókat segítik, lehet szó egy ideiglenes tárolóról, pihenőhelyről vagy az ahhoz kapcsolódó víz- és energiaellátásról. Itt többnyire az objektumok védelmét kell figyelembe venni, és a (közmű)fogyasztási értékek monitorozását.

Az imént ismertetettekből látszik, hogy egy építkezés során folyamatosan változó környezetről, jelentős értékekről és számos felügyelendő anyagról, eszközről, gépről beszélhetünk. A folyamatos változás magával hozza azt, hogy nem alkalmazhatók azonos védelmi eszközök és módszerek egy építkezés minden szakaszában. Elegendhetetlen a komplex védelem kialakítása, amelynek folyamatosan igazodnia kell az aktuális körülményekhez.

A komplex vagyonsvédelem egyik összetevője az elektronikai védelem, amelynek területén számos megoldással találkozhatunk. Elektronikai berendezésekről, eszközökről beszélve, a közös pont az elektromos tápellátás. Egy építési kivitelezés folyamán nem ritka, hogy a védendő tárgy vagy objektum környezetében nem áll rendelkezésre elektromos áram. Ebből következik, hogy szükségessé válik olyan eszközök használata, amelyek támogatják a telepes tápellátást. Emellett kiemelhető, hogy a vezetékes összeköttetés számos esetben nem megoldható vagy költséges. Erre megoldás lehet olyan elektronikai jelzőrendszer telepítése, amely vezeték nélküli kommunikációt használ. Egy másik kritikus pont a kivitelezési munkák során az épületek jellegéből adódik. Az épületek különböző anyagokból és kiterjedésben készülhetnek, amelyek nagyban befolyásolhatják a vezeték nélküli kommunikációt. A legtöbb vezeték nélküli kommunikáció nem alkalmazható föld alatti építményekben, vasbetonszerkezetű épületekben vagy nagy adatátviteli távolság esetén. A vasbeton épületek és az épületek alatti mélygarázsok egyre népszerűbbek az ipari nagyberuházások folyamán. Ezekre a problémákra nyújthat megoldást a LoRaWAN-technológia, amelynek összefoglaló technológiai ismertetését a következő fejezet tartalmazza.

3. Technológiai háttér

A LoRaWAN-technológia alapja a LoRa-technológia, amely az angol long-range (nagy hatótávolság) szavak rövidítése.⁸ A LoRa egy vezeték nélküli kommunikációs technológia, amelynek alapvető jellemzője a kis energiafogyasztás, a nagy adatátviteli távolság és a jelentős zavarimmunitás. A LoRa önmagában egy pont-pont kommunikáció, amely alapjául szolgált a LoRaWAN hálózati kommunikációnak.

A LoRaWAN lehetővé teszi az eszközök nagy területet lefedő összekapcsolását és az általuk szolgáltatott adatok gyűjtését. A LoRaWAN-specifikációk kidolgozásával

⁸ Semtech: [What is LoRa®?](#) (é. n.).

a LoRa Alliance (LoRa Szövetség) foglalkozik, amely az eszközök tanúsításáért is felel.⁹ A specifikációknak megfelelően egy LoRaWAN-hálózat a következő elemekből tevődik össze: végberendezések, átjáró(k), hálózati szerver és alkalmazásszerver(ek).¹⁰ A végberendezések az átjárók vagy más néven gateway-ek felé továbbítják az üzeneteket. Az átjárók a hálózati szerverekkel állnak összeköttetésben, amelyek az alkalmazásszerveren keresztül tartják a kapcsolatot a felhasználókkal. Az alkalmazásszervereken különböző megjelenítési és feldolgozási feladatok történhetnek. A hálózati topológia tehát összetett csillag elrendezésben alakul. A végberendezések közvetlenül nem állnak kapcsolatban egymással. A technológia lehetővé teszi a privát hálózatok kialakítását is, nem szükséges szolgáltatói közreműködés a használatához.

LoRaWAN esetében a kommunikáció kétirányú, azaz a végberendezések tudnak üzeneteket küldeni és fogadni is, bár többnyire a küldés a hangsúlyos. Ennek az oka az, hogy főleg olyan készülékekről beszélünk, amelyek a környezetükből gyűjtenek adatokat, mérnek meghatározott paramétereket. Ezenfelül két típusú üzenetet különböztethetünk meg, a nyugtázást váró üzenetet és a nyugtázást nem váró üzenetet.¹¹ Ennek a tartalom fontosságának megkülönböztetésénél van jelentősége. Vannak olyan tartalmak, amikor nem szükséges nyugtázás. Ilyen lehet egy folyamatosan küldött hőmérsékletadat, hiszen nincs kritikus jelentősége, ha egy üzenet kimarad. Ellenpélda erre az „életjel” üzenet küldése, hiszen ott kiemelt fontosságú annak megérkezése.

1. táblázat

A LoRaWAN technológiai paramétereit

Forrás: a szerző szerkesztése Semtech (é. n.): i. m.; LoRa Alliance (2018): i. m. alapján

Moduláció	Chirp Spread Spectrum (CSS) – Frekvenciasöpréses szórt spektrumú frekvenciamoduláció
Frekvencia	433 MHz, 868 MHz (Európában)
Sáv	ISM, szabad felhasználású
Sávszélesség	250 kHz, 125 kHz
Csatorszám	3 (minimum 3, tipikusan 8 + 1)
Adatátviteli sebesség	50 Kbit/s (maximum)
Hasznos adat mérete	243 byte (maximum)
Duplexitás	Half-duplex
Titkosítás	AES128
Adatátviteli távolság	15 km (maximum)
Interferenciaimmunitás	Nagyon magas

Egy technológia alkalmazásakor nemcsak a tulajdonságainak ismerete a lényeges, hanem a korlátok tisztázása is. A LoRaWAN-technológia jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze. Látható, hogy a kommunikáció Európában a 433 MHz-es és a 868 MHz-es ISM-sávot használja, ebből következik, hogy (bár a küldés-fogadás technológiailag

⁹ LoRa Alliance: *About LoRa Alliance*: <https://loro-alliance.org/about-lora-alliance>

¹⁰ LoRa Alliance: *LoRaWAN Specification V1.0.3*. 2018.

¹¹ LoRa Alliance: *LoRaWAN Specification V1.0.3*. 2018.

nem korlátozott) egy végberendezés az idő 1%-át használhatja kommunikációra. Továbbá az üzenetek mérete is korlátozott, ami befolyásolja az alkalmazhatóság területét, maximálisan 243 byte hasznos adat küldhető egy üzenetben. Ez azt jelenti, hogy a technológia nem alkalmas olyan esetekben, amikor nagy adatok folyamatos továbbítására van szükség. Ilyen lehet élőkép vagy hang átvitele.

A végberendezéseknek három működési osztálya ismert A, B és C jelöléssel.¹² Az A osztályú végberendezések alkalmazása a legáltalánosabb, mivel energiafogyasztás tekintetében ez a működés a legkedvezőbb. Hátránya, hogy a végberendezés az üzenetküldést követően képes csak a fogadásra, ekkor nyit két vételi ablakot. Ez azt eredményezi, hogy a végberendezéseknek küldött üzenetek megérkezése nem azonnal történik.

Mindezek mellett meg kell említeni, hogy melyek azok a tulajdonságok, amelyek miatt a technológiának jelentősége van az elektronikai védelem területén, az építőipari beruházások vonatkozásában. Kiemelhető a nagy adatátviteli távolság, amely városias területen néhány km körül alakul, beépítettség függvényében; vidéki, kevésbé beépített, lakott területen akár 10 km is lehet. Ezenfelül az alkalmazott speciális modulációnak köszönhetően kevésbé érzékeny a környezeti tényezőkre, legyen az időjárás, domborzat vagy épített környezet. A végberendezések A osztályú működés mellett, telepes tápellátással akár 10 évig is működőképesek lehetnek. Másik nagy előnye a technológiának a privát hálózat kialakításának lehetősége és a távoli felügyelhetőség. Egy gateway telepítése akár több négyzetkilométernyi területet is lefedhet. Több építési terület esetén pedig ezek az átjárók összekapcsolhatók, így egy hálózatban kezelhető minden érintett helyszín. Természetesen szolgáltatói hálózatot is igénybe lehet venni, amely Magyarország területén 70-80%-os lefedettséget¹³ jelent jelenleg. A technológia további előnye, hogy a kommunikáció AES128 titkosítást használ.¹⁴

A felsorolt tulajdonságokból látszik, hogy a LoRaWAN-technológia számos olyan problémára megoldást nyújthat, amely az építőipari beruházások sajátosságaiból adódik. A következő fejezet tárgyalja azokat az alkalmazási területeket és környezeteket, ahol a LoRaWAN-technológia használata előnyös az elektronikai védelem aspektusában.

4. Alkalmazhatóság területei

A LoRaWAN-technológia kifejezetten alkalmas olyan eszközök esetén, ahol ideiglenes telepítés történik, így egy folyamatosan változó építési területen, vagyonvédelmi feladatok ellátására mint az elektronikai védelem része. Az eszközök alacsony fogyasztásuknak és a vezeték nélküli kommunikációnak köszönhetően könnyen és rugalmasan telepíthetők. A LoRaWAN-eszközök képesek stabil kommunikációt biztosítani épületen kívül és belül is, amelynek helyszíne lehet föld alatti vagy földfelszín feletti egyaránt. A korábban említettek tükrében kiemelve, a technológia nem alkalmas folyamatos

¹² LoRa Alliance (2018): i. m.

¹³ Az Antenna Hungária Zrt., a hazai LoRaWAN-szolgáltató, 2019. évben megrendezett LoRaWAN fejlesztői napján tartott beszámoló adatai alapján.

¹⁴ LoRa Alliance (2018): i. m.

hang- és videóanyag átvitelére, így olyan megoldásokat ismertetek, amelyekben többnyire kis méretű szenzoradatok átvitele valósul meg.

Az építési kivitelezés ismertett sajátosságai alapján a következő alkalmazhatósági területek határozhatók meg:

- *munkagépek védelmével kapcsolatos alkalmazások*: munkagépek nyomkövetése, üzemanyaglopás figyelése;
- *építési, szerelési anyagok védelmével kapcsolatos alkalmazások*: raklapkövetés, elmozdítás érzékelése;
- *ideiglenes objektumok védelmével kapcsolatos alkalmazások*: nyitás érzékelése, mozgás detektálása;
- *közműellátások monitorozásával kapcsolatos alkalmazások*: fogyasztásmérés, szivárgásdetektálás;
- *további, általános behatolásjelzéshez kapcsolódó alkalmazások*.

A munkagépek nyomkövetése tipikusan GPS-helymeghatározáson alapul, esetlegesen gyorsulásérzékelővel vagy egyéb szenzoros megoldással kiegészítve.¹⁵ A nyomkövető eszköz szerelése egy jármű esetén lehet rejtett a szenzoregységek kis méretének és a technológia interferenciaimmunitásának köszönhetően. A rejtett szerelés megakadályozza, hogy illetéktelenek eltávolíthassák a nyomkövető egységet. A helyadatok küldése lehet periodikus vagy eseményvezérelt.¹⁶ A periodikus küldés esetén a helyadatokat előre meghatározott időközönként küldi el. Eseményvezérelt működés esetén különböző külső hatások bekövetkezésekor vagy megváltozásakor történik az adatküldés. Ilyen esemény lehet akár egy elmozdulás. A kettő kombinációja, amikor csak mozgás során történnek periodikusan az adatok küldései. Felmerül a kérdés, hogy mi van abban az esetben, ha a GPS-koordináták nem állnak rendelkezésre, ilyen eset lehet a gép épületen belülré kerülése. Ebben az esetben a kiegészítő szenzorokon van a fő hangsúly. Az előbb említett gyorsulásérzékelő használatával detektálható a munkagép beindítása, elmozdítása. Meg kell jegyezni, hogy épületen belül a GPS-koordináták ismerete irrelevánssá is válik. Nyomkövetés alkalmazásával a gépek telephelyek közötti mozgása is monitorozható.

Nagyon gyakori probléma az üzemanyaglopás egy építési kivitelezés során. Ez történhet közvetlenül a járműből vagy a tárolóedényekből. Az üzemanyaglopási kísérlet detektálható a tárolóegység sapkája, kupakja, fedele elmozdításának érzékelésével, ezenkívül folyadékszint érzékelésével. A folyadékszint érzékelése¹⁷ jobb megoldásnak tekinthető, mivel elképzelhető olyan helyzet, ahol az üzemanyagtároló falazatát bontják meg, ekkor a fedelelmozdulás érzékelése nem bizonyul jó megoldásnak. A folyadékszint-érzékelő egységet lehetőség van rejtve is szerelni, ez tovább növeli a felügyelhetőség hatékonyságát.

Említettem, hogy az építési, szerelési anyagok védelme szintén kiemelt feladat, hiszen nagy értéket képviselnek. Ezek az anyagok lehetnek csomagolt vagy ömlesztett formában. Az ömlesztett anyagok felügyelete többnyire csak közvetve valósítható

¹⁵ LoRa Alliance: [Oyster Battery Powered GPS Asset Tracker](#). (é. n.); LoRa Alliance: [FLYTRACK MyriaPlus](#). (é. n.).

¹⁶ Pajzs gépjárművédelem: [Pajzs- radar Kommunikátor LoRaWAN technológiával](#). (é. n.).

¹⁷ IoT Factory: [Fuel-Water Level lorawan Sensor \(ultrasonic\)](#). (é. n.); smart parks: [Tank Level Probe – Petrol](#). (é. n.).

meg. A csomagolt anyagok tárolása a legtöbb esetben raklapon történik. Egy „raklapnyi” anyag képviselhet már akkora értéket, hogy kifizetődő legyen a felügyelet. Itt szintén megvalósítható nyomkövetés, ha kültéren helyezik el, illetve elmozdítás érzékelése beltéri tárolás esetén.¹⁸ Természetesen a kettő kombinációja tekinthető a legjobb megoldásnak, mivel az elmozdulás érzékelésével a cselekmény a korai szakaszban érzékelhető és beltéren tárolt anyagok később kültérre kerülnek. Elmozdulás érzékelésével egy raklap tartalmának megbontása is detektálható, ez a szenzor érzékenységbeállításának kérdése csupán.

Ideiglenesen létesített épületek esetén az általános behatolásjelzésen van a hangsúly. Ezek az épületek szolgálhatnak ideiglenes raktárként, ekkor a tárolt anyagok, eszközök, gépek védelme a fontos. Természetesen itt is alkalmazható az előzőekben ismertetett nyomkövetés és elmozdulásérzékelés, de az elődleges cél a behatolás érzékelése. Nem szabad megfeledkezni arról, hogy a fő cél az építési területre való bejutás megakadályozása, hiszen komplex védelemről beszélünk, de ez a tanulmány az elektronikus jelzőrendszer vonatkozásait vizsgálja. A behatolásjelzés eszközkészlete számos megoldást foglal magában védelmi körök alapján csoportosítva. Egy olyan helyszínen, ahol folyamatos a változás és főként ideiglenes eszközökre van szükség, a legegyszerűbb megoldásra szokott esni a választás a költséghatékonyság fényében. A legegyszerűbb ilyen érzékelők a nyitásérzékelők és a mozgásérzékelők. Ideiglenes tárolóként általában konténereket alkalmaznak, amelyek többnyire egy, esetleg kettő nyílászáróval vannak ellátva. A konténerek tipikus mérete 6096 mm × 2438 mm × 2590 mm – 13 716 mm × 2438 mm × 2895 mm között alakul.¹⁹ Mindez azt feltételezi, hogy akár egy mozgásérzékelővel²⁰ és egy nyitásérzékelővel²¹ lefedhető egy konténer. Az acélváz és falazat a LoRaWAN-kommunikációt jelentős mértékben nem befolyásolja.

A közműellátások monitorozása az esetleges meghibásodások vagy rongálások végett fontos. Számos olyan eszköz elérhető a piacon, amelyek komplett fogyasztásmérő órák vagy LoRaWAN-kommunikációjú kiegészítők fogyasztásmérő órákhoz.²² Ezenkívül vannak speciálisan szivárgásdetektálásra alkalmas eszközök is.²³ A kiépített villamos hálózatra való illetéktelen rácsatlakozás anyagi károkat okoz. A víz- vagy gázhálózat szivárgása az anyagi károk mellett emberéleteteket is veszélyeztethet.

Mindezek mellett ki kell emelni általánosságban a behatolásjelzést. Természetesen ez nem egy mellékes opció, fontos feladat megakadályozni az illetéktelenek belépését az építési területre, vagy ha az nem lehetséges, akkor jelzést küldeni az eseményről. A behatolásjelzés vonatkozhat a teljes építési területre, az épületre, vagy az épület egyes helyiségeire is. A vezeték nélküli, telepés tápellátással rendelkező érzékelők az építési kivitelezés bármelyik szakaszában alkalmazhatók.

Az ismertetett megoldások, a komplex vagyonvédelem részeként, szerves részét képezhetik az építőipari beruházások vagyonvédelmi koncepciójának. Több szó esett a technológia zavar iránti erős érzéketlenségéről, de tudjuk, hogy az elmélet

¹⁸ Government Technology: Wichita, Kan., Deploys IoT Sensors to Prevent Copper Theft. 2019.

¹⁹ Konténer Hungária Kft.: Konténer méretek és adatok. (é. n.).

²⁰ IoT Factory: LoRaWAN Presence/Motion Detection Sensor. (é. n.).

²¹ IoT Factory: LoRaWAN Door – Window opening and closing Detection Sensor. (é. n.).

²² LoRa Alliance: Meters (LoRaWAN) certified devices search. (é. n.).

²³ LoRa Alliance: Noah Multifunction Leak Sensor. (é. n.); LoRa Alliance: ArrowWan. (é. n.).

és a gyakorlat nem minden esetben találkozik. A következő fejezet az ezzel kapcsolatos mérések eredményét vizsgálja.

5. Mérések és eredmények

Az ismertetendő mérés elsődleges célja az volt, hogy olyan környezeti tényezők mellett vizsgálja a LoRaWAN-kommunikációt adatátviteli szempontból, amelyek egy építési kivitelezés során előfordulnak. Ennek legtipikusabb példája a többszintes vasbeton épületekből történő kommunikáció. Ebből is a legkritikusabb rész a vasbeton mélygarázs vagy pincerendszer. A mérés során azt vizsgáltam, hogy egy vasbeton szerkezetű mélygarázból az elküldött és fogadott üzenetek aránya hogyan alakul különböző adatátviteli sebességek és hasznos adathosszúságok mellett.

A mérés során felhasznált eszközök: Kerlink Wirnet iFemtoCell IoT beltéri LoRaWAN gateway,²⁴ Micromite GPS LoRa MOTE,²⁵ Lorient hálózati szolgáltatás.²⁶ *A mérés helyszíne, körülményei:* belváros, vasbeton szerkezetű épület: mélygarázs, végberendezés és átjáró közötti távolság 300 m.

A mérés során a végberendezés szerepét egy Micromite GPS LoRa MOTE készülék töltötte be, amelyet elhelyeztem egy vasbeton szerkezetű mélygarázsban, a belépési ponttól legtávolabb eső helyre. A készülékre periodikus adatküldést állítottam be, amely nagyban megkönnyíti a mérés folyamatát. A mérés során minden tesztetben 100 darab üzenetet küldtem el 30 másodperces időközönként. Az átjáró szerepét egy Kerlink Wirnet iFemtoCell IoT beltéri LoRaWAN gateway töltötte be, amelyet a végberendezéshez képest 300 m távolságban, egy téglalapítvány épület első emeletén telepítettem. Az adatok monitorozása a lorient LoRaWAN hálózati szolgáltatás felhasználásával valósult meg. A kiértékelés az ott beérkezett és az elküldött üzenetek alapján zajlott. Az előzőekben ismertetett mérési elrendezés az 1. ábrán látható.



1. ábra

Méréshez használt hálózati összeállítás

Forrás: a szerző szerkesztése

²⁴ kerlink: [Wirnet iFemtoCell](#). (é. n.)

²⁵ chipCAD: [Micromite GPS LoRa MOTE](#). (é. n.).

²⁶ lorient: *Connecting the Internet of Things*: www.lorient.io

A 2. táblázatban, amely a mérés eredményeit foglalja össze, látszik, hogy a mérés során a legnagyobb adatátviteli sebesség megengedése mellett is 6 byte-os hasznos adattal, az elküldött és megérkezett üzenetek aránya 80% körül alakul, azaz az üzenetek 80%-a érkezik meg sikeresen. Ez az adatátviteli sebesség csökkentésével tovább növelhető. Hozzá kell tenni, hogy a helyszínen mobiltelefonos szolgáltatás használhatatlan, nem elérhető. A mérés során alkalmazott gateway egy beltéri kivitelű, kis teljesítményű eszköz, ennek a kültéri, nagy teljesítményű változatával sokkal jobb eredmények célozhatók meg.

2. táblázat
Mérési eredmények
Forrás: a szerző szerkesztése

Adat megnevezése	teszteset	teszteset	teszteset	teszteset
Adatátviteli korlát	290–5470 bit/s Nincs limit	290–5470 bit/s Nincs limit	290–440 bit/s	290–440 bit/s
Hasznos adat hossza	16 byte	6 byte	16 byte	6 byte
Az elküldött és megérkezett üzenetek aránya	56%	80%	82%	90%

A mérési eredmények bizonyítják, hogy valóban nagy a technológia interferencia-immunitása, és alkalmazható építési területeken, akár vasbeton épületek pince- vagy mélygarázs részében is.

6. Konklúzió

A tanulmány a LoRaWAN-technológia szerepével foglalkozik az elektronikai védelem részeként az építőipari beruházások folyamán. Az elektronikai jelzőrendszerek alrendszerei a következők:²⁷ kültéri védelmi rendszer, behatolásjelző rendszer, beléptető rendszer, videofelügyeleti (CCTV-) rendszer, áruvédelmi rendszer, járőrkövető rendszer, távfelügyeleti rendszer, tűzjelző rendszer.²⁸ A lehetséges alkalmazások megállapításánál a következő területek köré csoportosulnak a megoldások: nyomkövetés, behatolásjelzés. Külön területként lehetne említeni a fogyasztásmérés–szivárgásdetektálást, az elmozdítás érzékelését és az üzemanyaglopás jelzését. Ha figyelembe vesszük a behatolásjelzés eszközkészletét, akkor megállapítható, hogy az elmozdításérzékelők a tárgyvédelem érzékelői közé sorolhatók, ez igaz lehet a fogyasztásmérés–szivárgásdetektálásra és az üzemanyaglopás jelzésére alkalmas eszközökre is. A munkagépek védelmével kapcsolatos közvetlen megoldások, a nyomkövetés és az elmozdításérzékelés, szintén beletartozhatnak ebbe a kategóriába. Tehát összességében megállapítható, hogy a LoRaWAN-technológia alkalmazása a behatolásjelzés területén ideális

²⁷ Többféle csoportosítás is lehetséges.

²⁸ Utassy (2009) i. m. 14.; Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 15.

megoldást jelenthet építőipari kivitelezések folyamán. Felmerül a kérdés, hogy a többi alrendszer esetében alkalmazható-e a technológia.

A kültéri védelem megoldásai és érzékelői hasonlatosak a behatolás jelzéséhez, így természetesen alkalmazható a LoRaWAN-technológia. Kifejezetten olyan eseteket kell itt érteni, ahol kis fogyasztású szenzorokkal kell dolgozni és az elküldendő adat mennyisége nem haladja meg a technológia korlátját.

CCTV-rendszerek szinte teljesen kizárják a technológia alkalmazását. A tanulmány elején tisztáztam, hogy a LoRaWAN-technológia nem alkalmas folyamatos kép- és hanganyag továbbítására. Olyan megoldás lehetséges, amikor a kamerarendszer intelligens funkciókkal rendelkezik (például objektumeltűnés detektálása, vonalátlépés érzékelése), akkor a riasztási események elküldésére alkalmas lehet. Ez viszont egy egészen speciális kiegészítő megoldás lenne.

Online járőrkövető rendszerek esetében használható a LoRaWAN-technológia, kiegészítve valamilyen nyomkövetésre alkalmas megoldással. Ilyen kiegészítés lehet a GPS vagy kihelyezett olvasó terminálok.

A távfelügyeleti rendszerek esetén sajnos még mindig a GSM-technológia használata a leggyakoribb. Számos hátránya emelhető ki, a legkritikusabb ezek közül a zavarhatóságuk. LoRaWAN-technológiával ez a probléma kiküszöbölhető, de fő átjelzésre nem javasolt, viszont másodlagos rendszernek ajánlatos.

A beléptetőrendszerek esetében már más a helyzet, ezekre a feladatokra nem, vagy nagy kompromisszumokkal, megkötésekkel alkalmazható csak a technológia. Az árvédelmi rendszerek nem tartoznak a tématerülethez, így ilyen szempontból nincs jelentősége az ott alkalmazható eszközöknek. A tűzjelző rendszerek területe az előzőkhöz képest egy sokkal speciálisabb, érzékenyebb terület, így azt nem tárgyaltuk.

Megállapítható, hogy a LoRaWAN-technológia számos területen alkalmazható az építőipari beruházások során, a vagyonvédelem területén, az elektronikai védelem aspektusában, de a behatolásjelzésben kifejezetten. Az elvégzett mérések igazolják, hogy a kommunikáció olyan speciális körülmények között is működőképes, mint az ismertetett építőipari kivitelezési munkálatok. A LoRaWAN-technológia alkalmazása a kialakított komplex vagyonvédelem részeként megoldást nyújthat azokra a sajátosságokra, amelyek kritikusak egy építőipari kivitelezés folyamán.

Felhasznált irodalom

Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2014. Online: <http://real.mtak.hu/19709/1/biztonsagtechnika.original.pdf>

Bodrácska Gyula – Berek Tamás: Megelőző intézkedések szerepe a komplex vagyonvédelem területén, építőipari beruházások biztosítása során. *Hadmérnök*, 5. (2010), 1. 17–23. Online: http://hadmernok.hu/2010_1_bodracska_berekt.pdf

chipCAD: *Micromite GPS LoRa MOTE*. (é. n.). Online: www.chipcad.hu/hu/product/development-tools-atmel-microchip-micromite/micromite-gps-lora-mote-LOR055

Épülettervezés és építés: *Az építésről, kivitelezésről – az építés folyamata*. (é. n.). Online: <http://tervezes-epites.hu/epitesrol-kivitelezesrol-epites-folyamata/>

- Government Technology: *Wichita, Kan., Deploys IoT Sensors to Prevent Copper Theft*. 2019. Online: www.govtech.com/biz/wichita-kansas-deploys-iot-sensors-to-prevent-copper-theft.html
- IoT Factory: *LoRaWAN Door – Window opening and closing Detection Sensor*. (é. n.). Online: <https://iotfactory.eu/products/iot-sensors/lora-door-window-opening-and-closing-detection-sensor/>
- IoT Factory: *LoRaWAN Presence/Motion Detection Sensor*. (é. n.). Online: <https://iotfactory.eu/products/iot-sensors/lorawan-presence-motion-detection-sensor/>
- IoT Factory: *Fuel-Water Level lorawan Sensor (ultrasonic)*. (é. n.). Online: <http://iotfactory.eu/products/iot-sensors/fuel-level-measurement-lora-sensor/>
- kerlink: *Wirnet iFemtoCell*. (é. n.). Online: www.kerlink.com/product/wirnet-ifemtocell/
- Konténer Hungária Kft.: *Konténer méretek és adatok*. (é. n.). Online: www.kontener.hu/kontener-kisokos/kontener-meretek
- Lámer Géza – Szűcs Edit: *Építési folyamatok szervezése*. Budapest, TERC Kft., 2013.
- LoRa Alliance: *ArrowWan*. (é. n.). Online: https://lora-alliance.org/lora_products/arrowwan/
- LoRa Alliance: *About LoRa Alliance*. (é. n.). Online: <https://lora-alliance.org/about-lora-alliance>
- LoRa Alliance: *FFLYTRACK MyriaPlus*. Online: https://lora-alliance.org/lora_products/fflytrack-myriaplus/
- LoRa Alliance: *LoRaWAN Specification V1.0.3*. 2018.
- LoRa Alliance: *Meters (LoRaWAN) certified devices search*. (é. n.). Online: https://lora-alliance.org/showcase/search/?_sf_s=meter&_sfm_lorawan_certified_device=certified
- LoRa Alliance: *Noah Multifunction Leak Sensor*. Online: https://lora-alliance.org/lora_products/noah-multifunction-leak-sensor/
- LoRa Alliance: *Oyster Battery Powered GPS Asset Tracker*. Online: https://lora-alliance.org/lora_products/oyster-battery-powered-gps-asset-tracker/
- Pajzs gépjárművédelem: *Pajzs- radar Kommunikátor LoRaWAN technológiával*. Online: www.pajzs.hu/pajzs-radar-termek
- Semtech: *What is LoRa®?* (é. n.). Online: www.semtech.com/lora/what-is-lora
- smart parks: *Tank Level Probe – Petrol*. Online: www.smartparks.org/product/tank-level-probe-petrol/
- Utassy Sándor: *Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2009. Online: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9723/Teljes%20sz%c3%b6veg%21?sequence=1&isAllowed=y>