

Bozsik Nándor<sup>1</sup>

## Elektronikus behatolásjelző rendszerek helye a naperőművek objektumvédelmében

### The Place of Electronic Intrusion Detection Systems in the Facility Protection of Solar Power Plants

A naperőművek technológiájukból fakadóan olyan területeken helyezkednek el, amelyek biztonsági szempontból fokozott figyelmet igényelnek. Ezeknek a területeknek a nagy része belterületek határán levő úgynevezett barna övezetekben található. A belterületek szélén elhelyezkedő napelemtáblák környezete jellemzően forgalmas, ahol a gyalogos- és a gépjármű-közlekedés nem kelt feltűnést. A külterületen lévő napelemez mezők pedig olyan kieső területeken vannak, amelyeknél a kietlen környezet jelent biztonsági kockázatot. A tanulmány célja bemutatni az elektronikus behatolásjelzők alkalmazását a naperőművekben, kiemelve azokat az alkalmazási pontokat, amelyek az ilyen objektumok sajátosságai.

**Kulcsszavak:** naperőmű, napenergia, elektronikus behatolásjelző

Due to technology, solar power plants are located in areas that require increased safety attention. Most of these areas are located in the so-called brown zones. The surroundings of solar panels located at the edge of inner areas are typically busy, where pedestrians and car traffic is not conspicuous. And outdoor solar arrays are located in outlying areas where the barren environment poses a safety risk. The aim of this article is to present the application of electronic intrusion detectors in solar power plants, highlighting the application points that are specific to such objects.

**Keywords:** solar power plant, solar energy, electronic intrusion detector

<sup>1</sup> Doktori hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, e-mail: [bozsik.nandor@phd.uni-obuda.hu](mailto:bozsik.nandor@phd.uni-obuda.hu)

## 1. Bevezetés

A magyarországi áramtermelés egyre nagyobb részét adják a napelemes erőművek és egyúttal egyre nagyobb hányadot képviselnek a magyar megújulóenergia-termelésben. A napelemes villamosenergia-termelés 2015-ben a megújuló energiák közel fél százalékát (0,4%) adták, ez az arány 2020-ra több mint hét százalékra (7,13%) nőtt. Ezt a növekvő tendenciát elősegíti, hogy 2015-től a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) mellett megjelentek a főtevékenységű villamosenergia-termelő közepes méretű napelemes rendszerek és naperőművek (1. táblázat).<sup>2</sup>

1. táblázat: A magyar napelemes villamosenergia-termelés 2015–2020-ig

Forrás: <http://mekh.hu/eves-adatok> alapján a szerző számítása

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fotovoltaikus termelők	507,6 TJ	878,4 TJ	1256,4 TJ	2264,4 TJ	5389,2 TJ	8852,4 TJ
- főtevékenységű termelő	3,6 TJ	118,8 TJ	133,2 TJ	622,8 TJ	2469,6 TJ	4561,2 TJ
- saját célra termelő	504,0 TJ	759,6 TJ	1123,2 TJ	1641,6 TJ	2919,6 TJ	4291,2 TJ
Megújulók összesen	126,4 PJ	125,8 PJ	124,5 PJ	117,2 PJ	118,5 PJ	124,1 PJ
Fotovoltaikus termelés részaránya a megújulókból (%)	0,40	0,70	1,01	1,93	4,55	7,13

Az átlagos naperőművek esetén egy megawatt teljesítményre kettő hektár elfoglalt földterület esik. Egy 20 MW-os naperőmű körülbelül 40 ha földterületet foglal el, ez négyzetes kialakítás esetén nagyjából 2,5 km-es telekhatárhosszt jelent. Az ilyen méretű objektumok védelme összetett rendszert kíván, tehát kevés csak a fizikai akadály kialakítása (kerítés, fal stb.). Szükség van más típusú védelmekre is, mint a következőkben bemutatandó elektronikus behatolásjelző rendszerek.

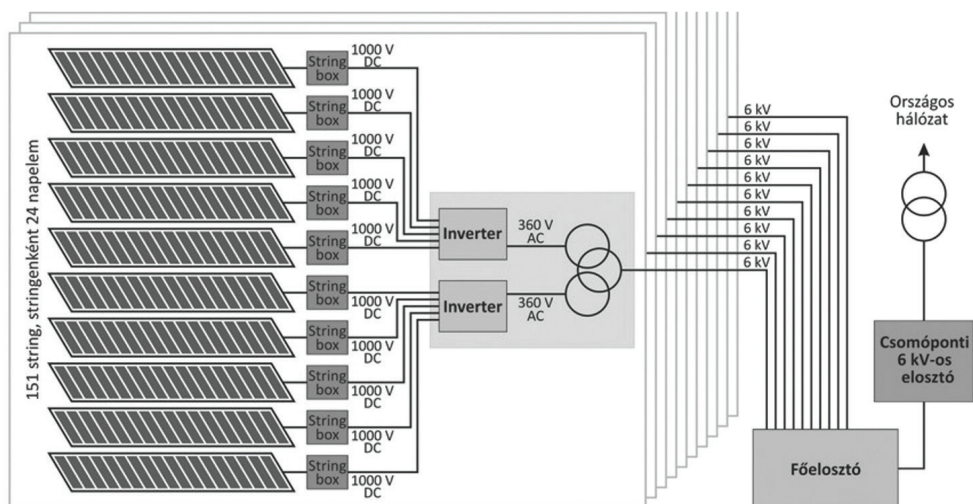
## 2. A naperőművek működése és főbb elemei

A naperőműveket a laikusok is messziről felismerik a sűrűn, tartószervezetekre telepített napelemtábláikról. Ezek legtöbbször fixen telepítettek, de akadnak napkövetők is, amelyek a napraforgók tányérjaihoz hasonlóan követik a Nap égi járását.

<sup>2</sup> MEKH: Országos Eurostat típusú részletes energiamérleg, 2021. Lásd: <http://mekh.hu/eves-adatok>

## 2.1. Működési elv

Az 500 kW feletti villamos teljesítményű napelemes rendszereket soroljuk a naperőművek kategóriájába. A napelemtáblák a napfény hatására egyenáramot állítanak elő, amelyet először a sztringek<sup>3</sup> inverterei váltakozó árammá alakítanak. Ezek után a sztringgyűjtő állomások és a csomópont transzformátorai a villamos hálózat feszültség szintjére „emelik” és „betáplálják” a váltakozó feszültségű áramot a hálózatba (1. ábra).



1. ábra: Naperőmű-blokséma (Mátrai Erőmű Zrt.)

Forrás: Kertész Bernadett: Üzemel az ország legnagyobb naperőműve. *Innotéka*, 2015. november. 4. alapján saját szerkesztés

A legnagyobb különbség a kisebb teljesítményű napelemes rendszerekhez képest – ami a védelem szempontjából is fontos – a területigényben és a villamos paraméterekben van.

## 2.2. A napelemes erőmű terület szerinti felosztása

A naperőművek funkcióik alapján négy fő területre bonthatók fel (2. táblázat).

<sup>3</sup> Villamos szempontból sorosan kapcsolt (azonos teljesítményű) napelemtáblák együttese.

2. táblázat: A naperőmű területi bontása

Forrás: a szerző szerkesztése

Környezet	Határvonal	Épületek	Eszközök
ipari és földutak	kerítés	inverter + transzformátor-épületek fő/csomóponti elosztó épületek	áramátalakítók napelemtáblák tartószerkezet
gyalog- és turistaútak	kapuk	vezérlő	számítástechnika
ösvények		fő transzformátorház	kábelezés

Sok napelemes erőmű környezetében gyalogos- és turistaút is elhalad. Ezért a napelemes erőműveket nemcsak a szándékos behatolástól kell védeni, hanem meg kell akadályozni a véletlen bejutást, illetve a megközelítést is. Tudni kell, hogy az ilyen erőművek nemcsak működési elvük miatt jelentenek veszélyt (~1000 V DC, illetve nagyfeszültség > 1000 V AC),<sup>4</sup> hanem viharos időben fokozott a villámcsapás veszélye. Fontos, hogy a villámcsapás nemcsak közvetlenül okoz veszélyt, hanem a földben terjedve – jóval távolabb is, az erőművön kívül – lépésfeszültség hatására súlyos áramütés érheti az arra járó gyalogosokat, turistákat. Ezért fontos, hogy – a törvényi kereteken belül – az erőmű környezete is megfigyelés alatt legyen, és hogy ha kell, az élőerős szolgálat figyelmeztetni tudja a közelben lévőket a fennálló veszélyre.

A legalapvetőbb védelmet nyújtó eszközök a mechanikai egységek: a kapuk, a kerítések, a falak és az egyéb akadályok, amelyeknek elsősorban az a fő feladatuk, hogy jól láthatóan kijelöljék az objektum határait, illetve megakadályozzák, vagy legalábbis lassítsák a behatolást. A kapuk ezeken kívüli funkciója a ki- és beléptetés kontrollálása.<sup>5</sup>

A napelemes erőművek épületei egyrészt „téglaépítmények”, másrészt konténer-egységek (2. ábra). A konténer használatának oka, hogy a berendezéseik előre tipizált elemekből állnak, és azokat előre szerelten telepítik, helyezik ki. Az építmények, konténerek falazata erős, szélsőséges időjárásnak is jól ellenállnak, így ezeknél a nyílászárók jelentik a gyenge láncszemet.



2. ábra: Napelemes mező technológiai épületekkel (Mátrai Erőmű Zrt.)

Forrás: a szerző felvétele

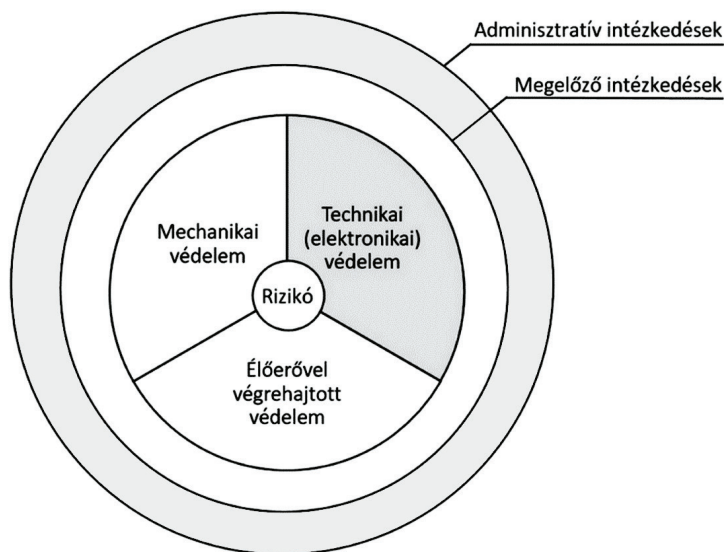
<sup>4</sup> DC: egyenáram, AC: váltakozóáram.

<sup>5</sup> Koller Attila: Kultéri védelem: nélkülözhetetlen a komplex megközelítés. *Securinfo*, 2016. július 14.

### 3. Elektronikus behatolásjelző rendszerek

Az elektronikus behatolásjelzők az élőerővel végrehajtott védelem és a mechanikai védelem mellett, a technikai védelem részeként helyezkednek el (3. ábra).

Az „[e]lektronikai jelzőrendszer célja adott állapottól való eltérés (esemény) figyelése, rögzítése, továbbítása. Önmagában nem véd, csak jelez. Mind a mechanikai, mind az élőerős védelem támogatója lehet”.<sup>6</sup>



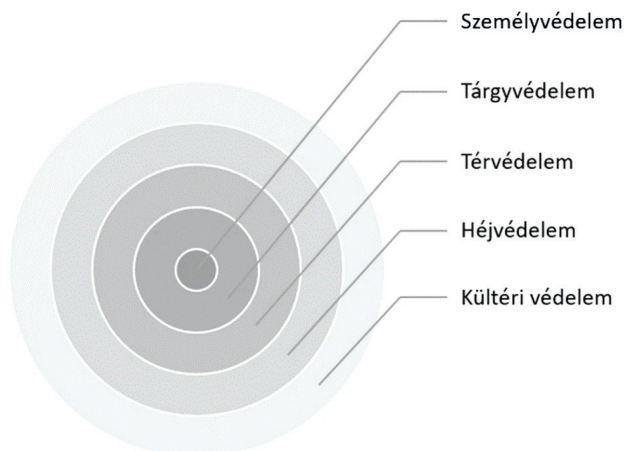
3. ábra: Az intézkedés és védelem viszonya

Forrás: Király László – Pataki János: Egy multinacionális nagyvállalat kritikus infrastruktúrájának illeszkedése a hazai (vertikális és horizontális) kritikus infrastruktúrákhoz. *Hadtudomány*, 23. (2013), 1. 177. és Zólyomi Zsolt: *Komplex biztonságmenedzsment. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Óbudai Egyetem BDI, 2019. 12. alapján a szerző szerkesztése*

Az elektronikus behatolásjelző rendszerek felépítését a hagymahéj szerkezetéhez szokták hasonlítani: ezek a rétegek a kültéri védelem, a felület- vagy héjvédelem, a térvédelem és a tárgyvédelem (4. ábra). Ide sorolandó még a személyvédelem is, de ez egy napelemes erőmű esetén nem releváns. A behatolásjelző rendszerekhez szervesen hozzátartozik a riasztásjelzés, illetve a távfelügyeleti kommunikáció is.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Bunyitai Ákos: A beléptető rendszerek helye és szerepe a vagyónvédelemben. *Hadmérnök*, 6. (2011), 4. 19.

<sup>7</sup> Utassy Sándor: *Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései*. Doktori értekezés. Budapest, ZMNE, 2009.



4. ábra: A védelemi körök felépítése

Forrás: Takács Zoltán: *Vagyonvédelmi eszközök és módszerek az ipari nagyberuházások területén. Hadmérnök, 9. (2014), 4. 42. alapján a szerző szerkesztése*

### 3.1. A kültéri védelem elemei

A kültéri védelem eszközeinél fontos szempont, hogy az eszközök a környezeti hatásoknak jól ellenálljanak. Ezek az UV, a szél, a csapadék, a por és a hőmérséklet-ingadozás. A naperőműveket jobbra a természetben vagy települések határán telepítik. Ezért figyelembe kell venni a téves riasztásokat is, amelyeket leginkább a növényzet, illetve az állatok okoznak, de gondolni kell a már fent említett gyalogosokra, turistákra is. A kültéri elektronikus védelem a mozgás, rezgés, nyomásváltozás vagy valamilyen más fizikai jellemző megváltozásán alapszik.<sup>8</sup>

#### 3.1.1. Mozgásérzékelés (kültéri)

A mozgásérzékelő működésének alapja az emberi test hőmérsékleti sugárzása. Az infravörös spektrumba eső hullámhossz, illetve intenzitás változását érzékeli, és egy bizonyos különbségérték felett jelez. A kültéren való alkalmazásának hátránya a kis hatótávolság, illetve a hirtelen hőmérséklet-változásból adódó téves riasztás, ezért kültéren különleges érzékelőket alkalmaznak.<sup>9</sup>

A kamera négy infravörös csatornával figyeli a lencséjének eltakarására tett kísérleteket, és riaszt, amennyiben ilyet észlel. A szennyeződés elleni védelemben is szerepet kap az előbb említett négy csatorna, ezek folyamatosan figyelik a lencse tisztaságát, és ha szükséges, akkor jelzik a központnak, hogy tisztítani kell. A szennyeződések

<sup>8</sup> Tóth Attila – Tóth Levente: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 3. fejezet.

<sup>9</sup> OKTEL Elektronikai Kft., 2021. Lásd: <https://oktel.hu/szolgalatas/kulteri-vedelem/kulteri-mozgaserzekelo>

és a környezeti viszontagságok ellen az esővédő lemez és a megerősített tokozású és fokozott tömítettségű készülékház védi.<sup>10</sup>

### 3.1.2. Kerítésvédelem

A rezgésérzékelők a határoló elemekre vannak (kerítés, fal, korlát stb.) erősítve, és annak deformációját, rezgését érzékelik. Jellemzően időjárás-érzékenyek, főleg a szélre tévesen jeleznek, illetve az állatok is hamis riasztást okozhatnak. A szenzorkábeles érzékelőknél a kellően szilárd kerítésre kábelt erősítenek. Ezek különféle technológiák (piezoelektromos, lineáris mágneses, optikai stb.) lehetnek, egyidejűleg akár többféle is, ezzel csökkentve a hamis riasztást. Működésükből fakadóan nem pontérzékenyek, hanem longitudinálisak. A lépésérzékelőknél a földre fektetett csőben levegő vagy folyadék nyomásváltozása okoz jelzést, illetve a kapacitív jelzőknél a kondenzátor elektromos mezőjében történt változás okoz riasztást. Az infrahálóknál az infrafény megszakadása jelzi a behatolást.<sup>11</sup>

A kerítések mellett a kapuknál, illetve átjáróknál is gyakran alkalmazott érzékelő az infrasorompó. Előnye, hogy aránylag érzéketlen a külső zavaró hatásokra. Adó- és vevőegységekből állnak. Addig, amíg a vevők változatlanul veszik az adók jeleit, a rendszer nyugalomban van. Amikor a jel megszűnik, vagy zavar keletkezik, akkor a rendszer riaszt. Azért, hogy a sugárzott jelet ne lehessen másolni, hamisítva sugározni, a jelet kódolják.<sup>12</sup>

Az infrasorompóknak sok fajtája létezik. Hatótávuk a pár métertől akár 300-400 m-ig is terjedhet. A földtől függőlegesen körülbelül 20 cm magasságtól kezdve 50 cm távolságra helyezik el az adókat és vevőket az oszlopokon. Gyakran használják az infrasorompókat nyílászárók védelmére is.<sup>13</sup>

A rendszámfelismerés a beléptető rendszereknél fontos, hiszen így a területre csak az adatbázisban szereplő gépjárművek hajthatnak be. A rendszámok egy központi adatbázisban vannak tárolva, amelyekhez ideiglenesen is hozzá lehet adni rendszámokat, például javításokat végző külső cég járműinek rendszámát.<sup>14</sup>

## 3.2. Felületvédelem

A felületvédelemnél a nyitásérzékelők jelzik a nyílászárókon keresztüli behatolás kísérletét. Ezért minden nyílászárót fel kell szerelni ilyen érzékelőkkel. Ezenkívül az üvegfelületeket is el kell látni üvegtörés-érzékelőkkel, illetve ha a falszerkezet nem kellő szilárdságú, akkor falbontás-érzékelővel is.<sup>15</sup>

<sup>10</sup> OKTEL (2021): i. m.

<sup>11</sup> Tóth-Tóth (2014): i. m.

<sup>12</sup> Szandtber Károly – Márkus István (szerk.): *Épületinformatika*. Oktatási segédlet. (é. n.).

<sup>13</sup> Szandtber-Márkus (é. n.): i. m.

<sup>14</sup> Fogarasi Attila – Kovács Tibor: A fotovoltaiukus erőművek általános biztonsági és védelmi helyzete. *Biztonságtudományi Szemle*, 2. (2020), 1. 21–28; Bunyitai (2011): i. m.

<sup>15</sup> Tóth-Tóth (2014): i. m.



### 3.2.1. Nyitásérzékelők

A nyitásérzékelők legtöbbje kontakt elven működik, ezek mechanikus, illetve mágneses érzékelők. Az utóbbit hívják reed-relés érzékelőnek is. A mikrokapcsolók alkalmazása főleg olyan területen történik, ahol a működéséhez nincs szükség nagy nyomóerőre. Napelemes erőműnél ezek legtöbbször a kapcsolószekrényeket, szerelvénydobozokat érintik. Ezek az érzékelők az érintésvédelmi berendezéseknek is szolgálhatnak jelzéssel, például nyitva felejtett kapcsolószekrény stb. esetén. A mikrokapcsolók kivezetése nyitott és zárt állapotú, bekötésük az alkalmazott áramkör függvényében történik. A legelterjedtebb mágneskapcsoló a reed-relés kapcsoló.

Ezek a kapcsolók alapvetően két fő részből állnak: az egyik egy légritkított vagy semleges védőgázzal töltött üvegcsőben elhelyezett érintkező pár, a másik pedig egy állandó mágnes. Állapothelyzetben a vízszintesen egymáshoz képest eltolt érintkezők nem érnek egymáshoz. Az állandó mágnes közelében a fémlapok felmágnesesződnek, és az ellentétesen polarizálódott végek összeérnek, majd villamosan záródnak. Amint az állandó mágnes eltávolodik, az érintkezők elvesztik mágnesességüket, és eltávolodnak egymástól. Felépítésüknek köszönhetően kicsi a tehetetlenségük, ezért a reed-reléknek rendkívül jók a kapcsolási tulajdonságai. A fokozott biztonságú helyeken több és egymáshoz képest elforgatott jelzőt, illetve ellendarabot alkalmaznak szabotázs ellen.<sup>16</sup>

### 3.2.2. Üvegtörés-érzékelők

A napelemes erőművekben nem jellemző az üvegtörés-érzékelők alkalmazása. Viszont vannak egyes napelemes erőművek, ahol látogató-, oktatóközpontok is vannak az erőmű területén, itt alkalmazásukra szükség lehet. Két fő változatuk van a rezgés-, illetve kontaktérzékelő. Az üvegtörés-rezgésérzékelők piezoelektromos elven működnek. Az érzékelőt a védendő üvegfelületre ragasztják, amely a betörés, illetve a vágás során keletkező nagyfrekvenciás rezgést érzékelve riaszt. Egyik hátránya, hogy az érintkező felületeken alkalmazott ragasztó UV-fény hatására „elenged”, és az érzékelő elválik az üvegfelülettől. A kontakt üvegtörés-érzékelőnél egy vezetőfémréteg fut végig az ablak felületén; amikor az üveg betörik, ez a vezető megszakad.

Az akusztikus üvegtörés-érzékelők esetén szintén rezgést, hangrezgést detektálnak egy kondenzátormikrofonnal. Nagy előnyük, hogy nem kell az üvegfelületre rögzíteni őket. A téves riasztásokat szűrőáramkörök használatával csökkentik. Hatékonyságukat különböző árnyékolók (függöny, relaxa stb.) csökkentik.<sup>17</sup>

## 3.3. Tervvédelem

A tervvédelemmel ellenőrizzük a védendő területen való mozgásokat. Elhelyezésüknél vagy konkrétan a védendő területet figyeljük, vagy pedig az odavezető utat, folyosót.

<sup>16</sup> Szandtber-Márkus (é. n.): i. m.; Tóth-Tóth (2014): i. m.

<sup>17</sup> Szandtber-Márkus (é. n.): i. m.



Mivel a napelemes erőművek helységei tulajdonképpen csak keskeny és rövid szervizfolyosók, így alkalmazásuk beltéren nem jellemző, kivéve a már fent említett bemutató-, oktatóhelyiségeket.

A leggyakoribb és a legtöbb embernek ismerős mozgásérzékelő a passzív infravörös mozgásérzékelő. Ezek működése megegyezik a kültéri mozgásérzékelőkkel, de csak beltérben vagy esetleg fal mellett, bejáratnál alkalmazzák. Működési elve, hogy a rá eső infravörös sugárzást érzékeli. A fény különböző szűrőkön, tükrökön jut el az érzékelőhöz, az alkalmazás jellegétől függően. Az érzékelő pyroelemnél – ami félvezető – a beeső infrafény hatására a kapcsain feszültség keletkezik, és a feldolgozó áramkör ezt érzékeli.

Használatosak még a néhányszor 10 kHz-es tartományban üzemelő ultrahangos, illetve a GHz-es frekvenciákon használt mikrohullámú mozgásérzékelők. Mind a kettő működése azonos elven, a Doppler-effektuson alapul.<sup>18</sup>

### 3.4. Tárgyvédelem

A napelemeknél használt inverterek egy jelentős része tartószerkezetre szerelt bokszokba van rögzítve. A karbantartást megkönnyítendő, mint egy akatáskát, fogójánál fogva le lehet emelni és a szervizbe szállítani. Az inverterek esetenként több millió forint értékűek is lehetnek, ezért ezeket érdemes külön védelemmel is ellátni. Az egyik ilyen tárgyvédelmi eszköz a súlyérzékelő.

## 4. Egyéb behatolásjelzést támogató rendszerek

Számos más védelmi technológia is adaptálható, mivel a naperőműveknél is lehetnek speciális igények. Vannak például olyan napelemes mezők, ahol állattartás folyik, vagy fokozottan tevékeny a „vadvilág”. Az ilyen területeken ügyelni kell, hogy az állatok ne okozzanak hamis riasztást. Ezek más típusú érzékelőket igényelnek, amelyek felismerik az állatok okozta téves jelzést, ilyenek például a következőkben említett képanalizáló kamerák és szoftverek.

### 4.1. Kamerák

A kamerák önmagukban nem kifejezetten behatolásjelző eszközök, de az általuk továbbított jel képfeldolgozó szoftverrel alkalmas lehet riasztásra.<sup>19</sup>

„Ezek az elemző szoftverek ma már nagyon sok mindent képesek érzékelni, és olyan adatokat szolgáltatnak a kezelő és az üzemeltető számára, amiket nem csak biztonságtechnikai viszonylatban lehet felhasználni.”<sup>20</sup>

<sup>18</sup> Tóth-Tóth (2014): i. m.

<sup>19</sup> Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszoigalati Egyetem, 2014.

<sup>20</sup> Berek (2014): i. m. 35.

Az ilyen szoftverek nagy mennyiségű adatbázissal (mintákkal), illetve „mesterséges intelligencia” alkalmazásával dolgozzák fel a képi információkat. Nagy előnyük, hogy szűrők, lencsék segítségével nagy távoból és akár éjszaka is meg tudják figyelni a kívánt területet, illetve a védendő objektum környezetét – persze a törvényi előírások betartása mellett. Az intelligens kamerák használatával csökkenthetjük a személyzet terhelést, és kevesebb alkalmazottra van szükség a megfigyeléshez.<sup>21</sup>

#### 4.2. Drónok

A drónok (UAV-k) ma már igen elterjedt eszközök a napelemes erőművek üzemeltetésében. Fő feladatuk a karbantartás támogatása és az üzembiztonság növelése. A napelemes mezők karbantartásánál egyik fontos feladat a napelemtáblák tisztaságának ellenőrzése. Ennek felmérését légi úton, drónokkal a legegyszerűbb végezni. A karbantartásban pedig a hotspot-ok – rendellenes napelemtábla, cellamelegedések – felderítésére használják. Az ilyen repülések lehetőséget adnak arra, hogy felmérjék a védelmi eszközök (például kerítés) sérüléseit. Megmutatják a szokatlan mozgásokat vagy a behatolás előkészületeinek nyomait (például csapáskészítés).<sup>22</sup>

### 5. Összegzés

A napelemes erőművek napelemtábláinak, illetve a tartószerkezeteinek elektronikus védelméről nem esett szó. Ennek oka, hogy a napelemes táblák rögzítése csak roncsolással oldható, ki kell fúrni a rögzítő csapokat. A tartószerkezetek pedig be vannak betonozva. Így az ellopásuk „fajlagos haszna” – ezalatt az eltulajdonított érték és a vele járó kockázat hányadosát kell érteni – túl kicsi, nem éri meg. A fő védendő eszközök az aránylag könnyen kiszerezhető berendezések és kábelek, amelyek elektronikájukban és anyagukban képviselnek nagy értéket. Egyes naperőműveknél, amelyek bemutató, illetve oktatási célokat is szolgálnak, a számítástechnikai vagy prezentációs eszközöket is védeni kell.

A naperőművek nagy része nem alkalmaz élőerős védelmet, ezért az elektronikus behatolásjelző rendszereknek különösen nagy a jelentőségük a védelemben, természetesen az erős mechanikai védelem mellett. Elvárt tőlük a magas rendelkezésre állás és az ezzel együtt járó redundancia mind az érzékelők, mind a jelzés továbbítása terén. Fontos feladatuk még ezeknek a rendszereknek a veszély elhárítása is, mivel nem szándékos megközelítése is történhet. Az ilyen erőműveknél fokozott az áramütés veszélye, illetve a kialakításuk miatt vihar esetén a villámcsapás is veszélyeztetheti az arra járókat. Ez a kettő, a mechanikai védelem és az elektronikus behatolásjelző rendszerek már elegendő időt tudnak nyújtani a biztonsági szolgáltatnak az eredményes beavatkozáshoz, illetve a veszély elhárításához.

<sup>21</sup> Berek (2014): i. m.

<sup>22</sup> Szalkai István: Drónok alkalmazásának lehetőségei a napelem erőművek ellenőrzésében. *Védelem Tudomány*, 6. (2021), 1. 122–136.

## Felhasznált irodalom

- Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. Online: <http://real.mtak.hu/19709/1/biztonsagtechnika.original.pdf>
- Bunyitai Ákos: A beléptető rendszerek helye és szerepe a vagyonvédelemben. *Hadmérnök*, 6. (2011), 4. 17–25. Online: [http://hadmernok.hu/2011\\_4\\_bunyitai.pdf](http://hadmernok.hu/2011_4_bunyitai.pdf)
- Fogarasi Attila – Kovács Tibor: A fotovoltaiikus erőművek általános biztonsági és védelmi helyzete. *Biztonságtudományi Szemle*, 2. (2020), 1. 21–28. Online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/33/39>
- Kertész Bernadett: Üzemel az ország legnagyobb naperőműve. *Innotéka*, 2015. november. 4. Online: [www.innoteka.hu/cikk/uzemel\\_az\\_orzag\\_legnagyobb\\_naperomuve.1248.html](http://www.innoteka.hu/cikk/uzemel_az_orzag_legnagyobb_naperomuve.1248.html)
- Király László – Pataki János: Egy multinacionális nagyvállalat kritikus infrastruktúrájának illeszkedése a hazai (vertikális és horizontális) kritikus infrastruktúrákhoz. *Hadtudomány*, 23. (2013), 1. 173–187. Online: [www.mhht.eu/hadtudomany/2013/2013\\_elektronikus/2013\\_e\\_Kiraly\\_Laszlo\\_Pataki\\_Janos.pdf](http://www.mhht.eu/hadtudomany/2013/2013_elektronikus/2013_e_Kiraly_Laszlo_Pataki_Janos.pdf)
- Koller Attila: Kültéri védelem: nélkülözhetetlen a komplex megközelítés. *Securinfor*, 2016. július 14. Online: [www.securinfo.hu/termekek/kulteri-vedelem/4591-kulteri-vedelem-nelkulozhetetlen-komplex-megkozelites.html](http://www.securinfo.hu/termekek/kulteri-vedelem/4591-kulteri-vedelem-nelkulozhetetlen-komplex-megkozelites.html)
- Szalkai István: Drónok alkalmazásának lehetőségei a napelem erőművek ellenőrzésében. *Védelem Tudomány*, 6. (2021), 1. 122–136. Online: [www.vedelemtudomany.hu/articles/VI/1/2021-06-01-06-szalkai.pdf](http://www.vedelemtudomany.hu/articles/VI/1/2021-06-01-06-szalkai.pdf)
- Szandtber Károly – Márkus István (szerk.): *Épületinformatika*. Oktatási segédlet. (é. n.) Online: <https://docplayer.hu/4781570-5-vagyonvedelmi-berendezesek-es-rendszerek-tzjelz-berendezesek.html>
- Takács Zoltán: Vagyonvédelmi eszközök és módszerek az ipari nagyberuházások területén. *Hadmérnök*, 9. (2014), 4. 39–47. Online: [http://hadmernok.hu/144\\_05\\_takacsz\\_2.pdf](http://hadmernok.hu/144_05_takacsz_2.pdf)
- Tóth Attila – Tóth Levente: *Biztonságtechnika*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. Online: [https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Toth-Toth\\_bizt-techn.pdf](https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Toth-Toth_bizt-techn.pdf)
- Utassy Sándor: *Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, ZMNE, 2009. Online: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9723/Teljes%20sz%c3%b6veg%21?sequence=1&isAllowed=y>
- Zólyomi Zsolt: *Komplex biztonságmenedzsment*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, 2019. Online: [http://lib.uni-obuda.hu/sites/lib.uni-obuda.hu/files/Zolyomi\\_Zsolt\\_ertekezes.pdf](http://lib.uni-obuda.hu/sites/lib.uni-obuda.hu/files/Zolyomi_Zsolt_ertekezes.pdf)