

Üzemeltetés és hatékonyság a komplex vagyonvédelem területén

Facility management and efficiency of the complex security systems

G. Liebmann

Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, Budapest, Hungary

Absztrakt. A fenyegetettség növekedése és a biztonságérzet csökkenése egyre inkább a többszintű vagyonvédelmi megoldások felé fordítja a figyelmet. Az elkülönült rendszerstruktúra integrált egységben történő kezelése jelentős többlétszolgáltatást nyújt a felhasználóknak és üzemeltetőknek. Ez a többlétszolgáltatás csak akkor használható, ha azt szakképzett operátorok kezelik, illetve a rendszer minden összetevőjét ismerő munkavállalók üzemeltetik. A többszintű összekapcsolódásból adódó rendszerbonyolultság hatványozott növekedése szakképzettség hiányában nem javítja, hanem inkább rontja a komplex rendszer hatékonyságát, tehát összességében alacsonyabb védelmi szintet alkot, mintha a rendszerek nem lennének ilyen szinten és mértékben összeintegrálva.

Ez a tanulmány a létesítmény üzemeltetőknek szeretne támpontot adni azzal, hogy a rendszerekben meglévő paraméterek útvesztőjében megtalálják a valóban fontos információkat.

Abstract. The increase in threats and decrease in the sense of security generates a high needs for designing multi-level integrated security systems. The integration of the conventional systems gives more possibility and reliability of the facility management and the end-users, too. The power of the complex system can be usable if there are qualified well trained operators. The difficulty of the multi-level integrated security systems without suitable users and operators decreases the efficiency of the security. Furthermore, the efficiency of the complex system can be lower than the unintegrated conventional realizations.

This paper likes to give a useful guideline for the facility management to find the key elements and parameters, what give enough information about theirs complex security system.

Kulcsszavak: üzemeltetés, karbantartás, felügyelet, javítás, komplex rendszerek, integrált rendszerek, kamera, beléptető, video megfigyelő – facility management, supervising, replacement, complex systems, video surveillance, access control

1. Bevezetés

A többszinten integrált vagyonvédelmi rendszerek egyre jobban előtérbe kerülnek a növekvő fenyegetettség és az általános biztonságérzet csökkenése miatt. A komplex vagyonvédelmi rendszerek iránti növekvő érdeklődés egyre nagyobb terhet ró azokra a tervezőkre és kivitelezőkre, akiknek ezeket a rendszereket biztosítaniuk kell. A megnövekedett rendszerintegráltság jelentős többlétszolgáltatást nyújt mind a felhasználóknak, mind az

üzemeltetőknek egyaránt, jelentősen növeli a biztonságérzetet. A rendszerek azonban csak akkor működhetnek hatékonyan, ha azokat megfelelően képzett szakszemélyzet kezeli. Ennek oka, hogy a komplex rendszerek nem megfelelő működtetése összességében alacsonyabb védelmi szintet biztosít, mint ha az hagyományos, alacsonyabb integráltsági fokú, rendszerekből került volna kialakításra. Mindemellett megnövekszik a hamis biztonságérzet kialakulásának veszélye, mely jelentős biztonsági kockázatot rejt magában.

Az üzemeltetők felelőssége ezen összetett rendszerek esetében kiemelten nagy, mivel a feladatuk a telepítést és felállítást követően a rendszerek hatékony működtetése mellett, azok tervszerű karbantartása, javíttatása és a további fejlesztési irányok meghatározása.

1.1. Üzemeltetői feladatok és elvárások

A rendszereket üzemeltetni kell, nem csak működtetni: A rendszer telepítése után, egy olyan fázis kezdődik, mely az életciklus 90%-át teszi ki. Az üzemeltetés során azonban ez az életszakasz, ennél jóval kisebb súllyal szerepel, pedig a rendszert ez idő alatt is folyamatosan tesztelni, ellenőrizni és karbantartani kell. A rendszerek idővel elavulnak, ezért nem elegendő azokat csak felügyelni és karbantartani, hanem időről időre fel is kell újítani és a rendszerstruktúrát a megváltozott igényekhez igazítani. E cél érdekében a rendszerüzemeltetőknek a megfelelő rendszer választása, tervezetése és telepítettése, majd üzemben tartása során az alábbi hibákat kell elkerülniük:

Hibásan felmért jelen- és jövőbeli igények, műszaki képességek. Amikor egy régebbi rendszer cseréje történik, egyszerűen csak a régebbi eszközök kerülnek újabb eszközre kicserélésre, anélkül, hogy a rendszerstruktúra megváltozna. Ezáltal a rendszerek védelmi képessége nem növekszik, mert az új eszközök új funkcióinak kihasználásához más rendszerfelépítés szükséges. Ilyen lehet például, amikor az épület biztonsági szolgálatának egy veszélyes személy mozgását kell követni az épületben úgy, hogy a video megfigyelő rendszer nem került összekapcsolásra a beléptető rendszerrel.

Tűzvédelmi megfelelésség: A komplex rendszerek legnagyobb kihívása az életvédelmi és a vagyonvédelmi feladatok összehangolása, mert ezek a komplex védelmi alrendszerek rendkívüli esemény esetén egymás ellen hatnak. Ez egy olyan problémakör, melyet folyamatosan felügyelni kell és eltérés esetén azonnal beavatkozni. Nem engedhető meg, hogy havaria esetén egy hibás alkatrész miatt bárki életveszélybe kerüljön.

A vagyonvédelmi rendszerek üzemeltetője a kakukktójás. A rendszer üzemeltetéséért felelős szervezet mindenki és valójában senki alá sem tartozik. A rendszerek egyre nagyobb fokú integráltsága a szervezet egyre több részlegével kapcsolja össze az üzemeltetőt, kezdve a HR-től (kártýakiadás), az IT-n keresztül (infrastruktúra, interfészek), a marketingig (design, reklám). Ennek következtében a rendszerekkel kapcsolatos elvárások exponenciálisan növekednek, mely változás folyamatos döntéskényszerben tartja az üzemeltetőt. Akkor is

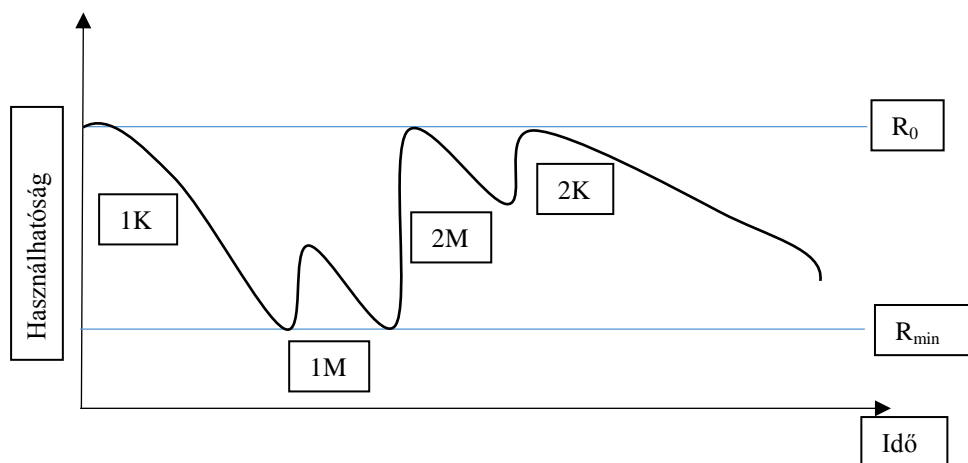
fokozott nehézségekbe ütközik, amikor a felújítási költségeket kell meghatározni, mert a növekvő elvárásoknak való megfeleltetés finanszírozását egyik társrészleg sem szeretné vállalni.

Különböző rendszerekhez különféle törvények, szabályozások tartoznak (vagyonvédelem, tűzvédelem, mozgólépcső- liftüzemeltetés, épületfelügyelet), melyeknek meg kell jelennie a képzésben is.

Humán erőforrás: A legnagyobb kihívást minden esetben az ember-gép kapcsolata jelenti. Ez a rendszerek hatékonyságának kulcsfontosságú tényezője. A komplex rendszer célja az esemény minél korábbi és hibamentes észlelése, valamint az arra történő hatékony és gyors reagálás, beavatkozás. A hatékonyság azonban nem alakítható ki egyik pillanatról a másikra, azt folyamatosan fejleszteni, rendszeres időközönként ellenőrizni kell. Rendkívüli esemény során a megfelelő információk birtokában azonnali beavatkozás szükséges.

Hibás és inkompatibilis rendszerelemek választása. A rendszer üzemben tartói az esetek döntő többségében nem rendelkeznek azzal a szaktudással, amellyel a rendszer műszaki paramétereit teljes egészében megismerhetnék (nem is ez a feladatuk). Ennek ellenére a javításról, fejlesztésről dönteniük kell. Ennek során olyan részegységek kerülhetnek a rendszerekbe beépítésre, amelyek működnek, de az elvárt paramétereket nem mindig teljesítik a kompatibilitási problémák miatt.

A fenti problémák megoldására egy célszerű, összetett, üzemeltetői indikátor kidolgozása nyújthat segítséget. Ezen indikátor a rendszer komponenseiben keletkező információk folyamatos felhasználásával, a releváns adatok eltárolásával, majd feldolgozásával, indikátor mérőszámokat állít elő. Az indikátor mérőszámokból az üzemeltető azonnal látja a rendszerbe történő beavatkozás szükségességét és annak módjára is következtethet, például: karbantartás, javítás, felújítás, rendszercsere.



1. ábra - A rendszer használhatóságának változása az idő függvényében [1]

1.2. Üzemeltetés folytonossági stratégiák

Az ipari rendszereknél, mint az 1. ábrán látszik, kétfajta karbantartási folyamat használatos. Az egyik a *korrekciós, vagy helyreállítási javítás* (KJ), mely esetén a beavatkozás csak akkor történik meg, amikor a rendszerben már bekövetkezett legalább egy rendellenes működés, vagy hiba (1K és 2K). Mivel az integrált, illetve a komplex vagyónvédelmi rendszerek esetében egy rendszerelem rendellenes viselkedése, a rendszer teljes működőképességének leállításához vezethet, így ennek a stratégiának önmagában történő alkalmazása itt egyáltalán nem javasolt.

A másik alkalmazható stratégia a *megelőző karbantartási folyamat*¹ (MK), mely esetén a rendszer üzemszerű működése közben történik meg a karbantartás, a várható meghibásodások előtt, azok megelőzése érdekében. A komplex rendszerek esetében ez az elvárható és fenntartható stratégia, azonban csak önmagában alkalmazva ez sem biztosítja a tökéletes rendszerfenntartást. Alapvetően az üzemeltetési folyamat során kétfajta meghibásodással lehet találkozni. Az egyik az apró meghibásodások, melyek orvoslására kisebb korrekciók, javítások, illetve rendszerelem cserék kerülnek végrehajtásra. A másik a kritikus rendszerelem, vagy rendszer meghibásodások helyreállításához viszont a rendszerelem, vagy a teljes rendszer cseréje szükséges. A kritikus hibák előfordulását csökkenti a megelőző folyamat, mely – mivel tervezetten történik - tartalmazza a kisebb javításokon túl (1M) a funkcionális helyreállítási szakaszokat is (2M). A megelőző karbantartási folyamat optimalizálására két klasszikus metódus használható, az egyik az eltelt használati idő alapján történő megelőző csere (HCS), a másik a blokkonkénti csere eljárás (BCS). [2]

Ez kétségtelenül a legbiztonságosabb, azonban a legköltségesebb eljárás, amely a csere és a rendszer újra konfigurálás időtartamát figyelembe véve, igen magas kockázatot is rejt magában. Az üzemeltetés érdekében ezért célszerű egyéb külső elemek bevonása is. Ennek egyik legegyszerűbb és leghatékonyabb módja, ha az eszközökre és rendszerre vonatkozó garancia kiegészül a megújuló garanciával is. A vagyónvédelmi rendszerrel kapcsolatos üzembentartási költségek rugalmatlannak tekinthetők, mind alulról, mind felülről értelmezve. Erre jó példa a létfontosságú létesítmények védelmi szintjének fenntartási-, illetve hiba esetén, annak helyreállítási költségét irracionális mértéknél is meg kell finanszírozni, hiszen már egy nem detektált külső behatolás ezen helyekre, ennél jóval nagyobb károkat okoz.

A HCS esetén a rendszer üzemszerű működése közben T-idő eltelte után megelőző karbantartást (2M), vagy helyreállítási karbantartást (2K) kell elvégezni, attól függően, hogy melyik következett be előbb.

A BCS esetén előre meghatározott időintervallumonként ($K \cdot T$, ahol $K=1, 2, 3, \dots /2K/$) teljes rendszercsere történik, hiba esetén pedig 2K, azaz helyreállítás. [3]

¹ Magyarországon a megelőző karbantartási folyamat régebbi ismert neve a TMK, azaz a tervszerű megelőző karbantartás.

Az optimális időpontok meghatározása a fenti esetben a költségek figyelembevételén alapul. Teljes költség működtetés, mint egy egységnyi időre vonatkoztatott átlagos költség modell esetén:

$$C(T) = \frac{C_t F(T) + C_p R(T)}{\int_0^T R(t) dt} \quad 1$$

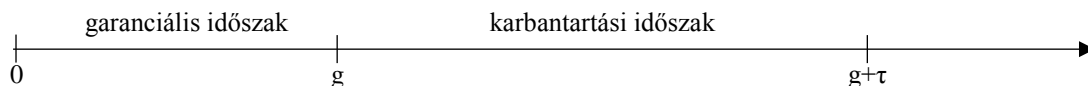
Ahol a T jelenti a megelőző csere idejét; C_p a megelőző csere költségét; C_t pedig a hiba esetén bekövetkező teljes költséget - a hiba beálltától kezdve a teljes hiba elhárításáig - beleértve a csereeszköz költségét is. Fentiek figyelembevételével adódik hogy $C_t > C_p$. Az R jelöli a gazdaságosságot és az F ($F=1-P$) pedig az előfordulási valószínűséget.

Az optimális csere idő a $\frac{dC(T)}{dT} = 0$ képlet alapján adódik.

A vagyonsvédelmi rendszerek esetében egy teljes rendszerleállítás nem a szokásos helyreállítási, vagy javítási költségeket okozza, a járulékos károk mértéke hihetetlenül magas is lehet. Az üzembentartó éppen ezért a rendszer gyártójának, illetve telepítőjének kockázatvállalását is igénybe tudja venni azáltal, hogy a maximális garanciális időtartamot biztosítja a rendszerhez, illetve a rendszer telepítője által végeztetett karbantartással meghosszabbítja azt. Ebben az esetben a rendszerelemek cseréjének, esetlegesen a teljes rendszer cseréjének a költsége nem az üzemeltetőt fogja terhelni.

A rendszer üzemszerű működésének a kezdete (0), amikor a telepítő befejezte a rendszer kiépítését. Az üzembhelyezést követően egy garanciális időszak következik, mely idő alatt bekövetkező hibákat ($T < g$ – garanciális idő), a beszállító költségmentesen cserél és az új eszköz garanciális ideje meghosszabbításra kerül. Amennyiben a rendszer eléri a garanciális időt, utána az életciklus egy új szakasza kezdődik ($T > g$), amikor karbantartással a garanciális idő meghatározott τ időtartammal tovább hosszabbítható.

Fentiek figyelembevételével a meghibásodások folyamata egy intenzitást is tartalmazó, inhomogén Poisson eloszlási függvény szerint alakul $\mu(t)$, ahol a t -a rendszer egységeinek életkorát jelenti a legutolsó cserét követően. Ezen kívül a rendszer egységein belül történő első meghibásodási ráta T ideje, amit $h(t)$ -vel jellemezhető és számszerűen megegyezik az intenzitással $\mu(t)$. [4] és [5]



2. ábra – Karbantartás meghosszabbított garanciával modell [6]

Ekkor azonban már jelentkezik egy további költség a karbantartások díja is. Ebben az esetben a rendszer üzemszerű működési időtartama a költségek figyelembe vétele nélkül az alábbi egyenletekkel jellemezhető:

$$L = E(T|T < g)F(g) + E(G + \tau|T > g)\bar{F}(g) = I(g) + (g + \tau)\bar{F}(g) \quad [6]$$

$$\bar{F}(t) = 1 - F(t) \text{ és } I(s) = \int_0^s t f(t) dt \quad 2$$

L: a tervezett élekciklus hossza, T: az első meghibásodás időpontja, F(t)-f(t): az üzemszerű működés eloszlása és valószínűsége az idő függvényében, g: garanciális időtartam, τ : karbantartási időtartam a garancia letelte után. I: meghibásodás intenzitása (meghibásodási ráta)

Az üzemeltetőnek azonban - az előzőekben nevesített esetek kivételével - az üzemszerű működés költségekkel összerendelt mérőszámai indikátorként szolgálhatnak a rendszer üzembiztonságáról és fenntarthatóságáról. A rendszer üzemeltetésére ekkor az alábbi költségek jellemzőek kiterjesztett garancia idő (KGI) esetén:

$$\begin{aligned} C_{KGI} &= E(C_g) + E(C_{kj}) + E(C_{mk}) + E(C_{hg}) + E(C_{hk}) = \\ &= \frac{c_{mk}}{g} I(g) + c_{hg} \bar{F}(g) (c_{kj} + c_{hk}) \int_g^{g+\tau} p(t) dt + \bar{F}(g) c_{mk} \end{aligned} \quad 3$$

Ahol a C_g : a garanciális fenntartás költsége, a C_{kj} : korrekciós és helyreállítási költség, a C_{mk} : megelőző karbantartás költség, a C_{hg} : garancia alatti hiba költsége, a C_{hk} : kiterjesztett garancia alatti hiba költsége.

A $p(t)$ a hiba előfordulási rátát ábrázolja, amely számszerűleg megegyezik az intenzitás függvényével az inhomogén Poisson eloszlás esetén $\mu(t)$.

A 2 és 3-as egyenletek összevonásával lehet kifejezni az egy egységre vonatkozó üzemeltetési költséget, mely szerint:

$$C_{KGI}(\tau) = \frac{\left(\frac{c_{mk}}{g} I(g) + c_{hg} \bar{F}(g) + \bar{F}(g) c_{mk}\right) + (c_{kj} + c_{hk}) \bar{F}(g) \int_g^{g+\tau} p(t) dt}{I(g) + \bar{F}(g)(g+\tau)} \quad 4$$

Összehasonlításként a KGI-nélkül, eseti javítással megoldott üzemeltetés esetén a költségek várható alakulása a következő:

$$C_{KGIN}(\tau) = \frac{1}{g+\tau} \left\{ c_{mk} \frac{(g-y)}{g} + l c_{hg} + c_{mk} + (c_{kj} + c_{hk} + c_{kk}) \int_y^{y+\tau} p(t) dt \right\} \quad 5$$

Ahol a c_{kk} : a javításokhoz kapcsolódó kiegészítő költségek (mint kiszállási költség, telephelyen kívüli költség, melyeket a KGI szerződés szerint tartalmaz). Az összehasonlításhoz a garancia idő végéig felmerülő költségeket hagyjuk el a 4 és 5-ös képletből, valamint az $y = g$ feltételt alkalmazva, az alábbi költségek származnak:

$$C_{KGI} = \frac{c_{mk} + (c_{kj} + c_{hk}) \int_g^{g+\tau} p(t) dt}{g+\tau} \quad 6$$

$$C_{KGIN} = \frac{c_{mk} + (c_{kj} + c_{hk} + c_{kk}) \int_g^{g+\tau} p(t) dt}{g+\tau} \quad 7$$

A 6 és 7-es költségekből kiolvasható, hogy a C_{KGIN} esetén magasabb, vagy alacsony meghibásodási ráta (intenzitás) esetén ugyanazon költségszint várható. Azonban nem szabad azt elfelejteni, hogy kiterjesztett garanciális szolgáltatás nélkül a rendszer rövidebb-hosszabb idejű leállása elkerülhetetlen, az azonnal rendelkezésre álló tartalékeszközök hiánya miatt.

2. Összegzés

Az összekapcsolt vagyonvédelmi rendszerek bonyolultsága, valamint a hibamentes működési állapot fenntartása miatt, az üzemeltetési költségek nagy szórást mutatnak. Ez azonban az előre tervezést jelentősen megnehezíti, esetlegesen lehetetlenné teszi. Ezek csökkentésének egyik lehetősége az, hogy csak olyan beszállító termékei kerülnek beépítésre, mely a leghosszabb garanciális időt biztosítja a rendszer elemeire. A bizonytalanság tovább csökkenthető akkor, ha a rendszerek telepítését olyan szakkég végzi, mely a kivitelezésre teljeskörű garanciát vállal, valamint átalánydíjas karbantartással ez az idő kiterjeszhető. A kiterjesztett rendszerre vonatkozó garancia esetében figyelembe kell azt venni, hogy a karbantartást végző cég munkadíjat nem, de a lejárt garanciájú eszközöket kiterheli az üzemeltetőnek. Egy jól megválasztott konstrukcióval akár 5-8 évre tervezhetővé válnak az üzemeltetési költségek.

3. Irodalomjegyzék

- [1] M. Mahdavi and M. Mahdavi, "Optimization of age replacement policy using reliability based heuristic model," *Journal of Scientific & Industrial Research*, vol. 68, no. 1, pp. 668-673, 2009.
- [2] L. H. Richard Barlow, "Optimum Preventive Maintenance Policies," *Operations Research*, vol. 8, no. 1, pp. 90-100, 1960.
- [3] S.-H. Sheu, "A generalized age and block replacement of a system subject to shocks," *European Journal of Operational Research*, vol. 108, no. 1, pp. 345-362, 1998.
- [4] H. Ascher and H. Feingold, "Repairable systems reliability: Modeling, inference, misconceptions and their causes," *European Journal of Operational Research*, vol. 23, no. 2, pp. 270-271, 1986.
- [5] S. E. Rigdon és A. P. Basu, *Statistical Methods for the Reliability of Repairable Systems*, New York: Wiley, 2000.
- [6] K. M. Jung, S. S. Han and D. H. Park, "Optimization of cost and downtime for replacement model following the expiration of warranty," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 93, no. 7, pp. 995-1003, 2008.
- [7] T. N. Hisashi Mine, "A Summary of Optimum Preventive Maintenance Policies Maximizing Interval reliability," *Journal of the Operations Research Society of Japan*, vol. 21, no. 2, pp. 205 - 216, 1978.
- [8] S.-H. Sheu and Y.-H. Chien, "Optimal age-replacement policy of a system subject to shocks with random lead-time," *European Journal of Operational Research*, vol. 159, no. 1, pp. 132-144, 2004.