

EVVR Kft.

1082 Budapest, Üllői út 52/B. 1em. 1/A
email:ugyvezeto.evvrkft@gmail.com

EVVR KFT.

GINOP-2.1.7-15-2016-02096

Tudományos eredménybemutató

Szerző: K. Szabó Imre

Kecskemét, 2021.01.25.

EVVR Kft.

1082 Budapest, Üllői út 52/B. 1e/1a.

Adószám: 23846092-2-42



Event Controlled Lighting Systems / Esemény Vezérelt Világítási Rendszerek

Műszaki szakmai eredmény:

Eredmény leírása:

A kifejlesztendő prototípus az ügyféligényeknek megfelelően testre szabható, egyedi kivitelezésű, indukciós fényforrásokat és lámpatesteket tartalmazó, a megvilágítottsági szintet befolyásoló és meghatározó környezeti állapotváltozásokat folyamatosan mérő és felügyelő érzékelőket, szenzorokat és a mozgások teljeskörű elemzésére is alkalmas videó és infra kamerákat, valamint a vezérléshez szükséges digitális és analóg I/O modulokat, jeltovábbításra alkalmas hálózati elemeket, jelfeldolgozókat, az irányítást végző központi számítógépet és az azon futó vezérlő szoftverprogramot tartalmazza.

Ezek együttese a környezeti állapotváltozók és viselkedésminták folyamatos elemzése alapján, dinamikusan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez és a megadott célfüggvénynek megfelelően, optimálisan állítja be a fényviszonyokat.

Kevésbé ismert tény, hogy a föld teljes energiafogyasztásának 15-20%-a világításra fordítódik. A felesleges vagy túlzott mértékű világítás megszüntetésével sokat tehetünk a fosszilis energiafelhasználás csökkentése érdekében.

A három műszakban dolgozó elsősorban élelmiszeripari feldolgozó üzemek (de más iparágakra is igaz) világítási célú energiafelhasználása igen jelentős, ami a felfutóban lévő indukciós világítás technológiának köszönhetően 50 %-al csökkenthető a jelenlegi megvilágítottsági szint 30 -100 %-os növelése mellett. Az indukciós technológia lehetővé teszi azt, hogy a fényforrások gyártása során az előállított fény hullámhosszát és teljes fényspektrumát pontosan a szkotopikus látásmódhoz hangoljuk, így az előállított fotonok nagyságrenddel nagyobb része kerülhet - az emberi szem éjszakai üzemmódjához igazodva - felhasználásra.

Az indukciós világítástechnológia alkalmazása szorosan kapcsolódik a projekt keretében kifejlesztett prototípushoz, mivel az eseményvezérelt megvilágítási rendszer energiahatékony működéséhez iparáganként, illetve konkrét megrendelői igényenként egyedileg, igény szerint kerül tervezésre, kifejlesztésre és legyártásra az alkalmazandó indukciós lámpa típus. (forma, fény színhőmérséklet, IP védettség, környezeti hatások szerinti állóképesség). (Pl.: élelmiszeriparban előfordul, hogy extrém hidegben – hűtőházban -, vagy melegben, nagy gőzben/páratartalomban

kell működnie, szempont lehet a kihelyezett lámpák gyakori tisztíthatósága).

Ezek a szempontok alapvetően befolyásolják a megtérülési időt és fényforrások és lámpatestek várható élettartama alatt realizálható megtakarítások nagyságát.

A projekt egyik célja a magyar élelmiszer feldolgozóipar versenyképességének javítása - a mesterséges megvilágítás költségcsökkentési lehetőségeinek vizsgálata - eseményvezérelt indukciós technológia alkalmazására épülő megvilágítási rendszer kialakítása.

A projekt eredménye egy olyan intelligens világításvezérlés létrehozása, mely alkalmas nagy kiterjedésű ipari csarnokok beltéri világítótestjeinek meghatározott szabályrendszer szerinti ki és bekapcsolására. A vezérlő rendszer rugalmasságát az adja, hogy a lámpákból mint fizikai kimenetekből, a mozgás, jelenlét és fényérzékelőkből, infra kapukból, kapcsolókból, nyomógombokból mint fizikai bemenetekből, illetve logikai és időzítő táblázatokból mint hozzárendelt virtuális bemenetekből álló rendszer be és kimenetei közötti összefüggéseket (az elvárt működés módját) egy számítógépen futó felhasználóbarát program segítségével lehet megadni. Az elvárt működés változása esetén az összefüggések az új elvárások alapján a számítógépes felület segítségével könnyen módosíthatók. A vezérlő rendszer a fizikailag nagy távolságra elhelyezkedő elemek összekapcsolásához kábeles vagy drót nélküli (rádiós), esetleg e kettő kombinációjából álló adatátviteli rendszert használ.

A hagyományos mozgás- és jelenlét érzékelő szenzorokkal az intelligens vezérlés gazdaságosan csak korlátozott peremfeltételek esetén valósítható meg.

A szenzorok - önálló számítógépes intelligencia hiányában - képtelenek a mozgásirány, az objektumok számosságának meghatározására, valamint a mozgás nélküli jelenlét érzékelésére, illetve ipari környezetben nem működnek megbízhatóan és kellő hatótávolsággal sem rendelkeznek. (IP-65, magas hő és páratartalom, fröccsenő víz, 20-50 m hatótávolság)

Olyan videó analitikai rendszert fejlesztettünk, amely nagy biztonsággal képes észlelni:

- Egy területre való belépést és elhagyást.

- Az adott területen való tartózkodást.
- Az objektum (ember, targonca) mozgásirányának meghatározását, amely kiválthatja a prediktív (előkapcsoló) eseményt.
- A világpiacon kapható termékszintű videó analitikai rendszerek nem képesek ezekre a feladatokra, mivel az események definíciójához nem rendelkeznek megfelelő eszköztárral, illetve a találati arány alacsony értéke miatt az adott célra való felhasználásra alkalmatlanok
- A megvilágítás gazdaságos megvalósítása érdekében olyan rendszer kialakítása szükséges, mely folyamatosan és zökkenőmentesen biztosítja a biztonságos munkavégzéshez szükséges fényerőt.
- A mozgásérzékelők használatával - az indukciós fényforrás azonnal gyújt, nincs bemelegedési idő, a gyakori bekapcsolások száma nem csökkenti a fényforrás várható élettartamát - elkerülhető a munkavégzésre éppen nem használt helyiségek és munkaterületek felesleges megvilágítása, így további 10-50 % fogyasztáscsökkenés érhető el.
- Elvárások a világítás szabályzó ellenőrző rendszerre vonatkozóan:
 - Egy helyről, egy számítógép monitorról irányítható legyen a teljes rendszer.
 - Egyedi helyekről kézi vezérlésre legyen lehetőség.
 - Az állványsorok közötti munkavégzéshez azonnali kapcsolással biztosítson megvilágítást –mozgásérzékelő.
 - Általános megvilágítást biztosítson a teljes területen.
 - A teljes megvilágítandó területet több részre lehessen osztani.
 - Érzékelje a külső megvilágítás mértékét és attól függően/azzal összhangban szabályozza a megvilágítás mértékét.
 - Olyan mértékű megvilágítást biztosítson, mely a munkavégzéshez szükséges és a szabványoknak megfelelő

A fenti szempontoknak megfelelő szoftver fejlesztése a pályázat keretében teljeskörűen megvalósult.

- A projekt során végzett főbb tevékenységek bemutatása:

- 1. Rendszertervek elkészítése
 - A prototípus fizikai megvalósításának lépéseit a rendszertervek elkészítésével kezdtük. Ebben kerültek meghatározásra a prototípus rendszer által lefedett funkciók, valamint ezek informatikai megvalósításának lépései és módja. Itt került meghatározásra a külső rendszerekkel és vásárolt technológiákkal való együttműködés feltételrendszere. A projektben részt vevő belső és külső munkatársak együttes tevékenységét igénylte a munkafolyamat, mivel a külső fejlesztésben készülő modulok rendszerbe történő illesztéséhez szükséges volt a tényleges implementációt végzők szaktudása, már a tervezési szakaszban.
- 2. Rendszerkomponensek kiválasztása
 - A prototípus rendszer modelljének megtervezése után a fizikai szintű komponensek kiválasztása következett. Ilyenek voltak a prototípus rendszer által kezelni kívánt szenzorok, kontrollerek valamint aktuátorok, a hálózati kommunikációt megvalósító eszközök, a vezérlést megvalósító számítógép.

Ezen munka során a tervezett környezetbe kiválasztottuk azokat az anyagokat és eszközöket, amelyek a piacon fellelhetőek és beszerezhetőek voltak.

Szenzorok tesztelése:

Az eseményvezérelt rendszer működésének feltétele, hogy a beavatkozást kiváltó eseményt valós időben és megbízhatóan, késedelem nélkül észleljük a szenzorokkal (mozgásérzékelő vagy videokamera), majd ezt az információt real-time eljuttatjuk a vezérlő rendszer feldolgozó központjába, ahol a tárolt szabályrendszer alapján meghatározásra kerül hogy mi lesz a kiváltott esemény. (A világítás bekapcsolása szükséges vagy nem)

Így például a több tucat, német, angol, amerikai és kínai mozgásérzékelők tesztje után kiderült, hogy az egyes típusok milyen környezetben és pontosan milyen feladatokra használhatóak.

Ezeket a kiválasztott típusokat építettük be a telephelyen kiépített prototípusba is, ahol a folyamatos tesztek már az éles üzemi körülményeknek megfelelően történnek.

A tapasztalatok alapján például a PIR típusú mozgásérzékelők csak kis távolságon (3-6 m), irodai környezetben alkalmazhatóak megbízhatóan, nem bírják a magas párat vagy a közvetlen sugárzásos hőterhelést. Élelmiszer feldolgozó és gyártó vállalatoknál üzemi felhasználásra csak korlátozottan vagy egyáltalán nem alkalmazhatóak.

Teszteltük a mikrohullámú érzékelők több típusát is. Ez a technológia megfelelő installációval magas iparcsarnokokban vagy párás - nedves környezetben is jól alkalmazhatóak, 10-15 m távolságból is megbízhatóan érzékelnek. Ezek alapján autonóm üzemmódban vagy az Esemény Vezérelt Világítási Rendszer részeként, mint szenzor használhatóak.

Természetesen a megbízhatósága nagyon függ a gyártótól.

Az élelmiszerfeldolgozó ipar sajátossága, hogy az üzemekben magas hő és páratartalom mellett történik a munkavégzés. A takarítás során magas nyomású gőzborotvát is használnak, illetve az alkalmazott fertőtlenítő szerek erősen korrodáló hatásúak. Ilyen környezetben csak speciális, IP65 vagy 67 minősítésű szenzorok használhatóak. Ilyen például az áltunk is kitesztelt és a prototípusban is felhasznált MC003V/R Mikrohullámú érzékelő, amely egyedi IP65 tokozással 15-20 m távolságban is jól alkalmazható.

Videokamera, mint szenzor alkalmazása:

A videokamera alapú rendszer újdonsága és előnye, hogy: - ipari és kültéri körülmények között (magas hő és páratartalom, nagynyomású víz, hűtőkamra, fagyasztó kamra stb.) is működőképes, - nagy távolságot és nagy területet képes lefedni (60-80 m, kültéren 50-200 m), hőkamera esetén 200-500 m) amire a hagyományos (PIR, radar, mikrohullám) érzékelők nem képesek, - tetszőleges mértékű intelligenciával ruházható fel, - testre szabott, egyedi megoldások készítésére is alkalmas.

A ma beszerezhető videokamerák a legmagasabb minőségi elvárásoknak is eleget tesznek. A tesztek eredményeként mi a HikVision gyár bizonyos típusaival építettük ki a prototípus rendszert az EVVR Kft. Kecskemét, Matkói út 101. szám alatt található telephelyén.

Ipari PC, mint folyamatvezérlő szerver:

A világítás vezérlése esetén a hardware meghibásodás miatti szolgáltatás kimaradás nem megengedett. Szerverként - amin a vezérlő szoftver fut - az iparágban jól ismert (Advantech) gyártó cég nagyteljesítményű

ipari pc és mini pc (Twitter, Tiger, Twister), valamint panel pc termékeit választottuk, amelyek passzív hűtésük miatt nagy üzembiztonsággal és jól működnek ipari körülmények között is.

Az választott és tesztelt operációs rendszer Microsoft Windows 10, valamint Windows Embedded 8.1 Industry.

A megvalósított prototípus rendszer, az

Esemény Vezérelt Világítási Rendszer koncepciójára épülő, alapjaiban új technológiai megoldást alkalmaz az eseményvezérelt világítás megvalósításában.

Az esemény, mint a vezérlést szabályozó elem, a jelenleg alkalmazott rendszerek esetében “van mozgás – nincs mozgás az adott területen” jelzésként jelenik meg.

Az alkalmazott rendszerkonceptióban az “esemény” fogalom többlet információval bír, amely lehetővé teszi a hatékonyabb világítási rendszer megvalósítását. Az észlelhető események körét intelligens videó analitikai rendszer alkalmazásával bővítettük ki. Az intelligens esemény meghatározás segítségével a munkaterületen zajló folyamatok elemezhetőkké és optimalizálhatókká váltak.

A megvalósításra került vezérlőrendszer újdonsága az univerzális vezérlési modell, amely tetszőleges vezérlő elemek integrációját biztosítja. Bármely típusú szenzor, kontroller és aktuátor (vezérelt) komponens, bármely kommunikációs protokollal beilleszthető a prototípus rendszerbe. Az univerzalitás garantálja a vezérlési rendszer nyitottságát, amely a jövőben megjelenő újabb eszközök rugalmas integrációját tesz lehetővé.

A tudományos, műszaki újdonságtartalom bemutatása

Olyan videó analitikai rendszert fejlesztettünk ki, amely nagy biztonsággal képes észlelni:

- Egy területre való belépést és elhagyást;
- Az adott területen való tartózkodást;
- Az objektum (ember, tárgyonca) mozgásirányának meghatározását, amely kiválthatja a prediktív (előkapcsoló) eseményt. Az intelligens videó analitikai megoldás – hasonlóan az emberi agyhoz – mintafelismerést alkalmaz az objektumok azonosításához. A rendszer kalibrációja

után alkalmas az eseményterekben zajló folyamatok elemzésére, és a megfelelő vezérlő jel átadására a világítást vezérlő komponensnek.

A videokamera alapú rendszer újdonsága és előnye, hogy:

- ipari és kültéri körülmények között is működőképes,
- nagy távolságot és nagy területet képes lefedni (60-80-200-300 m), amire a hagyományos (PIR, radar, mikrohullám) érzékelők nem képesek,
- tetszőleges mértékű intelligenciával ruházható fel,
- testre szabott, egyedi megoldások készítésére is alkalmas.

Eseményalapú, intelligens világítás vezérlő szoftver (Intelligent Lighting System, ILS, Event Based Lighting Control, EBLC, Event Based Lighting System, EBLIS, Event Controlled Lighting System, ECLS)

A modul két komponensből áll:

- Szerkesztő
- Futtató rendszer.

A szerkesztő felülettel meghatározzuk a kapcsolási szegmenseket, az egyes szegmensekbe telepítendő kamerák és mozgásérzékelők pozícióját, a felügyelt területeket, valamint az objektumok által generált vezérlő események alapján működő, vezérlési szabályrendszert.

A rendszer újdonsága, hogy tetszőleges számú és típusú szenzorral, analóg és digitális eszközökkel valamint illeszthető protokollal (digitális I/O modulok) és kommunikációs megoldással (WI-FI, GPRS, rádió, vezetékes Ethernet) képes együttműködni, így meglévő rendszerekhez is jól integrálható.

A megvalósított prototípusban a szerver Windows alapon működik, a kezelőfelület is Windows alapú, illetve WEB portál elérésű.

Az eseményvezérelt, intelligens megvilágítási rendszer a környezeti állapotváltozók és viselkedésminták folyamatos elemzése alapján, dinamikusan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez és a megadott cél-függvénynek megfelelően, optimálisan állítja be a fényviszonyokat, maximalizálva ezzel az élettartam alatt elérhető energiamegtakarítás mértékét, ugyanakkor minimumra csökkenti a CO₂ -kibocsátást és a várható élettartam alatti fajlagos károsanyag -felhasználást is.

A rendszer fontos újdonsága továbbá a kisebb tudású jelenleg a piacon kapható rendszerekhez képest, hogy a várható megtakarítás pontosan kiszámítható- a beruházás megindítása előtt, a videokamerás "pilot" rendszer telepítésével, így a beruházás pénzügyi kockázata minimálisra csökkenthető. Ezt jelenleg egyetlen konkurens termék sem tudja.

A létrejött új termék: A speciális ügyféligényeknek megfelelően testre szabható, egyedi kivitelezésű, indukciós fényforrásokot és lámpatesteket tartalmazó, a megvilágítottsági szintet befolyásoló és meghatározó környezeti állapotváltozásokat folyamatosan mérő és felügyelő érzékelőket, szenzorokat és a mozgások teljeskörű elemzésére is alkalmas video és infra kamerákat, valamint a vezérléshez szükséges digitális és analóg I/O modulokat, jeltovábbításra alkalmas hálózati elemeket, jelfeldolgozókat, az irányítást végző központi számítógépet és az azon futó vezérlő szoftverprogramot tartalmazza, amelyek együttese - mint eseményvezérelt, intelligens megvilágítási rendszer - a környezeti állapotváltozók és viselkedésminták folyamatos elemzése alapján, dinamikusan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez és a megadott célfüggvénynek megfelelően, optimálisan állítja be a fényviszonyokat, maximalizálva ezzel az élettartam alatt elérhető energiamegtakarítás mértékét, ugyanakkor minimumra csökkenti a CO₂ -kibocsátást és a várható élettartam alatti fajlagos károsanyag -felhasználást is.

Ez a termék már értékesíthető lesz IT szolgáltatásként is, hiszen valamennyi rendszerelem egyedileg beazonosítható, az interneten keresztül is bárholnan kontrollálható egység.

A piacon jelenleg kapható megoldások hagyományos mozgásérzékelőket (passzív infra, mikrohullámú vagy radaros érzékelő) használnak és a legjobb esetben PLC-eket használnak a vezérléshez, ami statikus megoldást jelent. A lámpatestek, szegmensek kiosztása fix, a fizikai megvalósításhoz új kábelezés szükséges, amit előre meg kell tervezni, a használati módtól függően- és ez a későbbiekben nem változhat. Ilyen megoldás pl. a jelenlegi piacvezető német Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH terméke, amely a DALI protokollra/szabványra épül. Jól használható pl. irodákban vagy közvilágításban, ahol a folyamat utak és a terek statikusak, csak arra kell figyelni, hogy van-e mozgás vagy fény (kettő állapot-jellemző plusz az idő). A mozgás iránya és a vezérelt területek formája, mérete egymáshoz való viszonya kötött, a vezérlés elsődleges szempontjai nem változtathatóak dinamikusan. Ez a rendszer nem tudja kiszámolni vagy előre jelezni a várható megtakarítást - a rendszer jól üze-

mel, de nem változtatható meg menet közben, más rendszerekkel nem tud integrálódni és kommunikálni, csak DALI vagy vezeték nélküli szabvánnyal működik, az alkalmazható elemek száma korlátos, maximum 300 m-ig kábelezhető stb.

A kifejlesztett Esemény Vezérelt Világítási rendszer használatának előnyei és újdonságtartalma:

Az új rendszer képes bármilyen protokollal együttműködni (nyílt szabványok), a meglévő rendszerekkel jól integrálható, gyakorlatilag korlátlanul bővíthető és megbízhatóan tud működni nagy kiterjedésű ipari területeken, elektromos zavarokkal terhelt iparcsarnokokban és IP65 védeettséget (magas hőmérséklet, fröccsenő víz és pára) igénylő feldolgozóüzemekben vagy veszélyes üzemekben is.

Mindezeken túlmenően a legnagyobb előnye a piacon levő versenytársakkal szemben az, hogy a vezérlés szempontjait, paramétereit, a célfüggvényt bármikor, a felhasználó is meg tudja változtatni és az új eredmény - a költség és energiamegtakarítás mértéke - azonnal és pontosan mérhető, így a rendszer folyamatosan finomhangolható vagy egyedileg testre szabható és bővíthető, gyakorlatilag képes a folyton változó vállalati termelési környezet igényeihez dinamikusan alkalmazkodni.

Az indukciós fényforrások használatán alapuló eseményvezérelt rendszer az 50 %-os kiinduló energiamegtakarítás mellett (mely az indukciós világítás alkalmazása miatt keletkezik) alkalmas további 10 - 50 % energiaköltség-megtakarításra a helyszínen alkalmazott egyedi gyártástechnológia mellett, folyamatos három műszakos üzem esetén is, ami a beruházás 3-5 éves megtérülését követően további 10-15 évig "termel" cash-flow-t.

Természetesen nem csak indukciós lámpákkal, hanem minden hagyományos, vezérlésre alkalmas fényforrással és lámpatestekkel -LED, plazma, fém halogén, kompakt fénycső) is képes együttműködni a rendszer.

A várható megtakarítás pontosan kiszámítható lesz - a beruházás megindítása előtt, a videokamerás "pilot" rendszer telepítésével, így a beruházás pénzügyi kockázata minimálisra csökkenthető.

Az eseményvezérelt, intelligens megvilágítási rendszer a környezeti állapotváltozók és viselkedésminták folyamatos elemzése alapján, dinamikusan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez és a megadott célfüggvénynek megfelelően, optimálisan állítja be a fényviszonyokat, maximalizálva ezzel az élettartam alatt elérhető energiamegtakarítás mértékét, ugyanakkor minimumra csökkenti a CO₂ -kibocsátást és a várható élettartam alatti fajlagos károsanyag -felhasználást is

Hozzáadott szellemi érték:

1. Az intelligens videó analitikai megoldás – hasonlóan az emberi agyhoz – mintafelismerést alkalmaz az objektumok azonosításához.
2. Eseményalapú, intelligens világítás vezérlő szoftver fejlesztése
3. Szenzorok, I/O modulok, kamerarendszer és szoftver integráció
4. Speciális, az európai és magyar élelmiszerbiztonsági előírásoknak megfelelő indukciós lámpatestek kifejlesztése és gyártatása, különös tekintettel a három műszakos, folyamatos üzemmódra vonatkozó ergonomiai követelményekre (IP-65, CRI, flickering, fényreflexió, fény hullámhossz, színhőmérséklet, S/P hányados, Visually Effective Lumen, VEL), rezgésszám)

A megvalósítási helyszín a Color Pasza által bérelt a cégbírószágon bejegyzett telephely (címe: 6000 Kecskemét, Matkói út. 101.) , mely a Mercedes gyárhoz közeli logisztikai központban helyezkedik el.

A bérelt terület 350 m², melyből 50 m² iroda helyiséggént és 300 m² raktárként üzemel.

Az irodában és a raktárban is kiépítettük a teljes prototípust.

A raktárban teljes mértékben lecseréltük a régi 2*58 Watt-os fénycsöveket korszerű, 120 W-os indukciós lámpákra. A vezérlést hagyományos szenzorok (PIR, microwave, alkonykapcsoló) illetve videokamerák párhuzamos felhasználásával, mint hibrid megoldást alkalmaztuk.

Az irodában a 4*18 W-os fénycsöveket cseréltük 40 W-os süllyesztett mennyezeti indukciós fényforrásokra. A vezérlést irodai PIR és videokamera, illetve alkonykapcsoló támogatja.

A telephely kültéri világításának részleges cseréjével - indukciós lámpák felszerelése a régi Na-lámpák helyett- kiépítettünk egy 4 szeg-

mentsből álló, kültéri világításvezérlést is, ahol a szenzorok szerepét mikrohullámú helyi érzékelők, videokamerák és hőkamerák együttese alkotja.

Az eredmény nem számszerűsíthető, egyéb tulajdonsága:

1. *Az indukciós fényforrások használatán alapuló eseményvezérelt rendszer az 50 %-os kiinduló energiamegtakarítás mellett alkalmas további 10 - 50 % energiaköltség-megtakarításra a helyszínen alkalmazott egyedi gyártástechnológia mellett, folyamatos három műszakos üzem esetén is, ami a beruházás 3-5 éves megtérülését követően további 10-15 évig "termel" cash-flow-t.*

Az elmúlt évtizedekben az ipari gyártó- és feldolgozóüzemekben a mesterséges világítási rendszerek kialakítását a menedzsment járulékos beruházásként, fenntartását és üzemeltetését, valamint a fényforrások rendszeres csere költségeit a termelési költséget növelő rezsiköltségként kezelte.

Az előregedett, korszerűtlenné váló világítási rendszerek cseréje mint szükséges, de a termelést közvetlenül nem befolyásoló, ám annak költségeit szükségtelenül emelő "járulékos kényszer-beruházás" nem tartozott a népszerű vezetői döntések közé.

Az elmúlt évek technológia fejlesztései, illetve különböző területek kutatási eredményeinek felhasználása azonban ma már lehetővé teszi azt a korábban elképzelhetetlen **paradigmaváltást**, hogy **egy nem termelő, a dolgozók munkahelyi közérzetét és a biztonságos munkavégzés feltételeit is lényegesen javító járulékos beruházás** a jövőben az energiafelhasználás és a karbantartás költségeinek drasztikus csökkentésével, a 3-5 éves megtérülést követően legalább 10 éven keresztül **folyamatosan -Cash-flow-t termeljen a tulajdonos számára**, javítva ezzel az ágazati versenyképességet is.

2. *A várható megtakarítás pontosan kiszámítható - a beruházás megindítása előtt, a videokamerás "pilot" rendszer telepítésével, így a beruházás pénzügyi kockázata minimálisra csökken.*

Praktikusan **minden helyiségben a funkciónak megfelelően kellene fényt mérni és mozgást elemezni**, azaz a viselkedésminta alapján meghatározni, hogy milyen mozgásérzékelőket, videokamerákat vagy

jelenlétérzékelőket alkalmazunk és szereljük fel, szem előtt tartva az **üzembiztonságot** és az elérhető **energiamegtakarítás maximalizálását**.

Az így kialakított rendszer azonban - az intelligens vezérlés nélkül - statikus lesz, nem képes alkalmazkodni a dinamikus rendszerállapot vagy folyamatút-változásokhoz.

Az ügyfél telephelyén, az üzemcsarnok vagy a telephely világítás korszerűsítésre kijelölt helyszínén a tényleges beruházás megindítása előtt kihelyezünk videokamerákat, amelyek az adott eseményterekben elemzik az emberi munkavégzéssel töltött időszakot. Másodpercre pontosan kiszámítja a rendszer egy adott időszakra, hogy mennyi idő az, amikor itt nem tartózkodik ember és a világítás teljeskörűen lekapcsolható vagy a megvilágítottság szintje csökkenthető. Ezzel tehát a viselkedésminta alapján, tényleges adatok felhasználásával tudjuk megállapítani és prognosztizálni az eseményvezérléstől várható energia megtakarítást, így el tudjuk dönteni azt, hogy a világításvezérlés többletköltsége mennyi idő alatt térül meg, illetve tényszámok alapján tudjuk beállítani a lekapcsolási késleltetések időtartamát valamint a vezérelt szegmensek méretét és fizikai kiosztását illetve tagolását, valamint ennek a várható megtakarításra gyakorolt hatását.

Tapasztalatunk alapján 10-15 %-os megtakarítás ott is elérhető, ahol folyamatos üzemben termelnek,

Pl. Magasraktárakban a targoncák előtt kapcsolható a polcok között a világítás, soronként...

Ezzel szemben egy telephely kültéri világításának vezérlése esetén akár 40-80 %-os energiafelhasználási költségmegtakarítás is elérhető, hiszen egy vagy kettő műszak esetén a telephelyeken az éjszakai mozgás minimális, a világításra azért van szükség, hogy a portaszolgálat vizuálisan megfigyelhesse, hogy mi történik a telephelyen.

Az **Esemény Vezérelt Világítási Rendszer** esetében ha mozgás történik a szenzorok és videokamerák által felügyelt területen, akkor a világítás automatikusan bekapcsolódik és a biztonsági szolgálat követheti az eseményeket.

Ha pedig nincs mozgás a telephelyen, akkor nincs mit megfigyelni és így világítani is felesleges, illetve szükségtelen energiapazarlás...

3. Az eseményvezérelt, intelligens megvilágítási rendszer a környezeti állapotváltozók és viselkedésminták folyamatos elemzése alapján, dinamikusan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez és a megadott célfüggvénynek megfelelően, optimálisan állítja be a fényviszonyokat, maximalizálva ezzel az élettartam alatt elérhető energiamegtakarítás mértékét, ugyanakkor minimumra csökkenti a CO₂ - kibocsátást és a várható élettartam alatti fajlagos károsanyag -felhasználást is.

Eseményvezérelt világítási rendszer - prototípus fejlesztése az EVVR Kft. Kecskeméti telephelyén

A dokumentum célja a prototípus rendszer megvalósításával elérendő célok, a létrehozandó komponensek és szolgáltatások ismertetése.

Feladat meghatározás:

Olyan többkomponensű, modul felépítésű szoftver keretrendszer fejlesztése, amely képes együttműködni modul szinten - a későbbiekben meghatározott interfész specifikációk szerint – az eseményvezérelt világítási rendszer által elvárt események valósidejű észlelésében, a szükséges világításkapcsoló eljárások specifikálásában és szabályalapú működésében.

A megvalósítandó szoftver modulok:

- videó kamera kép alapú valósidejű esemény meghatározó modul (VA),
- vezérlést megvalósító komponens és szabályszerkesztő modul (ECF),
- vezérlési komponensek közötti adatcsere interfész modul (MQTT),
- vezérlő motor modul (CTRLSYS).

1. Videó alapú kamerakép alapú esemény detektáló modul

Események és detektálásuk

A hagyományos mozgás- és jelenlét érzékelő szenzorokkal az intelligens vezérlés gazdaságosan nem valósítható meg. A szenzorok képtelenek a mozgásirány, az objektumok számosságának meghatározására, valamint a mozgás nélküli jelenlét érzékelésére.

Olyan videó analitikai rendszert kell kifejleszteni, amely nagy biztonsággal képes észlelni:

- egy területre való belépést és elhagyást,
- adott területen való tartózkodást,
- objektum (ember, tárgyonca, jármű) mozgásirányának meghatározását, amely kiválthatja a prediktív (előkapcsoló) eseményt.

Esemény definíciók

Az esemény statikus és/vagy dinamikus objektumok egymásra hatása.

Statikus objektumok:

- közlekedő útvonalak,
- rakodó területek,
- polcrendszerek,
- be és kilépő kapuk,
- parkoló tárgoncák, járművek.

Dinamikus objektumok:

- ember
- ember „békával”

- ember targoncával
- áruszállító járművek.

Eseménytér definiálása az rendszerben:

Az eseménytérben egymásra ható objektumok generálják a vezérlő eseményt, adott esetben a szomszédos szegmensek világításának prediktív felkapcsolását.

Az intelligens videó analitikai megoldás – hasonlóan az emberi agyhoz – mintafelismerést alkalmaz az objektumok azonosításához. A rendszer számára mintákat kell biztosítani, amely alapján megtanulja az objektumra jellemző jegyeket, és nagy biztonsággal képes felismerni azokat.

Minták megadása a tanulási folyamathoz:

Az objektumok felismeréséhez mintákat kell biztosítani, amely alapján a mesterséges intelligencia alapú objektum felismerő rendszer képes generikus objektum mintákat generálni, és az alapján elvégezni a felismerést.

A rendszer kalibrációja után a rendszer alkalmas kell hogy legyen az eseményterekben zajló folyamatok elemzésére, és a megfelelő vezérlő jel átadására a világítást vezérlő komponensnek.

2. Vezérlést megvalósító komponens és szabályszerkesztő modul

A szerkesztő felülettel meghatározhatók legyenek a kapcsolási szegmensek, az egyes szegmensekbe telepítendő kamerák és mozgásérzékelők pozíciója, a felügyelt területek, valamint az objektumok által

generált vezérlő események alapján működő, vezérlési szabályrendszer.

Az egyes vezérlést alkotó komponensek által küldött vezérlő jelek alapján a vezérlő egység a megadott szabályrendszer alapján kapcsolja le vagy fel az adott szegmens világítását.

3. Vezérlési komponensek közötti adatcsere interfész modul

A komponensek között adatcserét JSON interfész alkalmazásával és MQTT protokollal kívánjuk megvalósítani. A meghatározott interfész és MQTT üzenet specifikációval kell adatcsere hibamentességét és a skálázhatóságot biztosítani, a tehelési peremfeltételek teljesítése mellett.

4. Vezérlő motor modul

A futtató rendszer a szerkesztő felületen megadott komponenseket kell, hogy felügyelje, esemény üzeneteket kell küldenie és fogadnia a meghatározott interfész specifikáció szerint. A vezérlés eredménye valószínűben nyomon követhető kell legyen egy operátori konzol felületen, és például rendszerkarbantartás idejére, a vezérlés manuálisan felülbírálnakóvá kell tenni.

5. Modulokkal szemben támasztott technológiai követelmények

5.1 Videó kamera kép alapú valósidejű esemény meghatározó modul (VA)

A modullal szemben támasztott követelmények:

- legyen alkalmas IP vagy Analóg kamerák felől érkező videó kép-
folyamok feldolgozására,
- legyen képes MJPEG, H.26X kodekek és RTSP protokoll szerint
képfolyamok valós idejű 32 bites RGB képekre bontására, vala-
mint az így kapott képek (frame-ek) átadására a videó analitikai
modul esemény elemző részének,
- az elemző modul a valós idejű képekből legyen alkalmas elemi
események észlelésére, amelyek alapján a világítás vezérlés
megvalósítható.

A technológiai vizsgálatok alapján a megvalósítást a következő, har-
madik fél által fejlesztetett, nyílt forráskódú szoftverek felhasználásá-
val lehet megvalósítani:

- OpenCV (opencv.org),
- FFmpeg (ffmpeg.org).

A feldolgozás folyamata:



A komponensekkel szemben támasztott feltételek:

- minimum 10 FPS (kép/másodperc) képátvitel hibamentes bizto-
sítása,

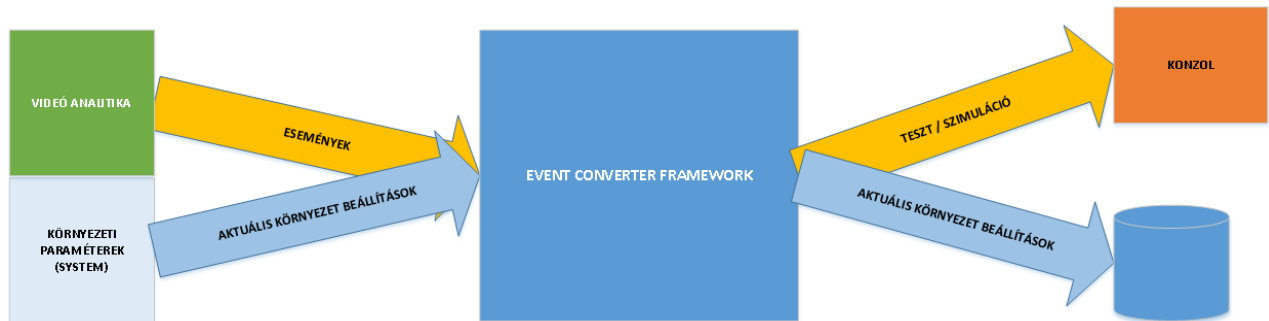
- maximum 1920x1080 pixel méretű képek támogatása,
- 32 bites színmélység,
- RGB vagy BGR, illetve szürekárnyalatos képek kezelése,
- elemi képtranszformációk biztosítása,
- átviteli hiba észlelése.

5.2 Vezérlést megvalósító komponens és szabályszerkesztő modul (ECF)

A modullal szemben támasztott követelmények:

- biztosítsa a világításvezérlés megvalósításához szükséges hardver eszközök (szenzorok, kontrollerek és aktuátorok) integrálhatóságát,
- tegye lehetővé a videó analitikai modul felől érkező események fogadását és továbbfeldolgozását,
- az integrációhoz szükséges illesztő adat felületek implementálhatóságát,
- az eszköz specifikus események vezérlő rendszer eseménnyé való átalakíthatóságát,
- vezérlés szimulációt és tesztelést,
- állítsa elő a vezérlés végrehajtásához szükséges szabályrendszereket.

A feldolgozás folyamata:



A komponensekkel szemben támasztott feltételek:

- legyen alkalmas vezérlési sémák létrehozására és szerkesztésére,
- sémánként minimum 25 világítási szegmens vezérlésére,
- világítási szegmensenként minimum 50 szenzor, controller és aktuátor kezelésére,
- a vezérlési ciklus maximális ideje 100 milliszekundum legyen,
- az egyes komponensek meghibásodásának észlelése maximum 1 másodperc alatt észlelhető legyen.

5.3 Vezérlési komponensek közötti adatcsere interfész modul (MQTT+EVVRIF)

A modullal szemben támasztott követelmények:

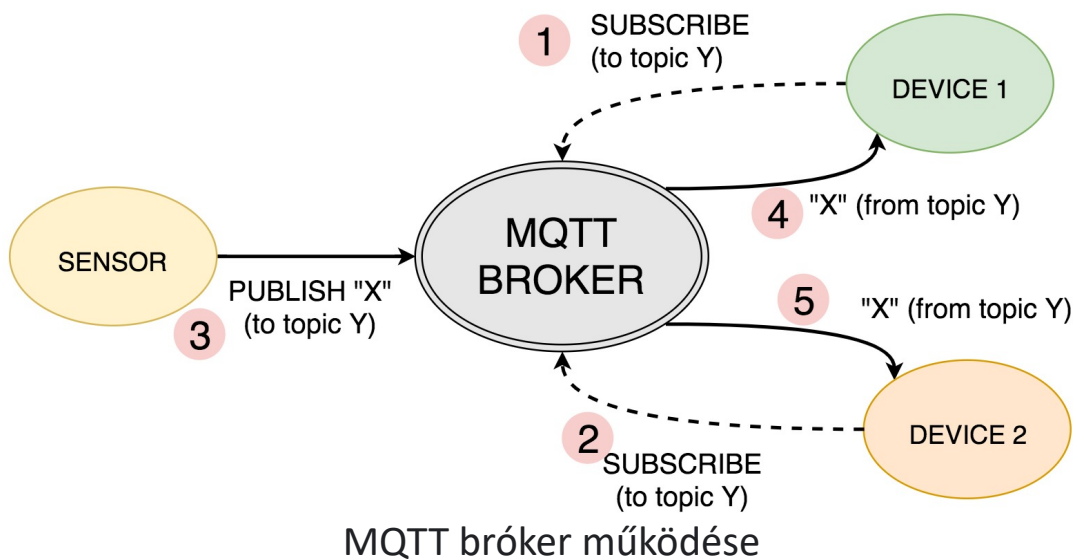
- legyen alkalmas egységes interfész leírásra minden vezérlési komponens (hardver elem) esetében,

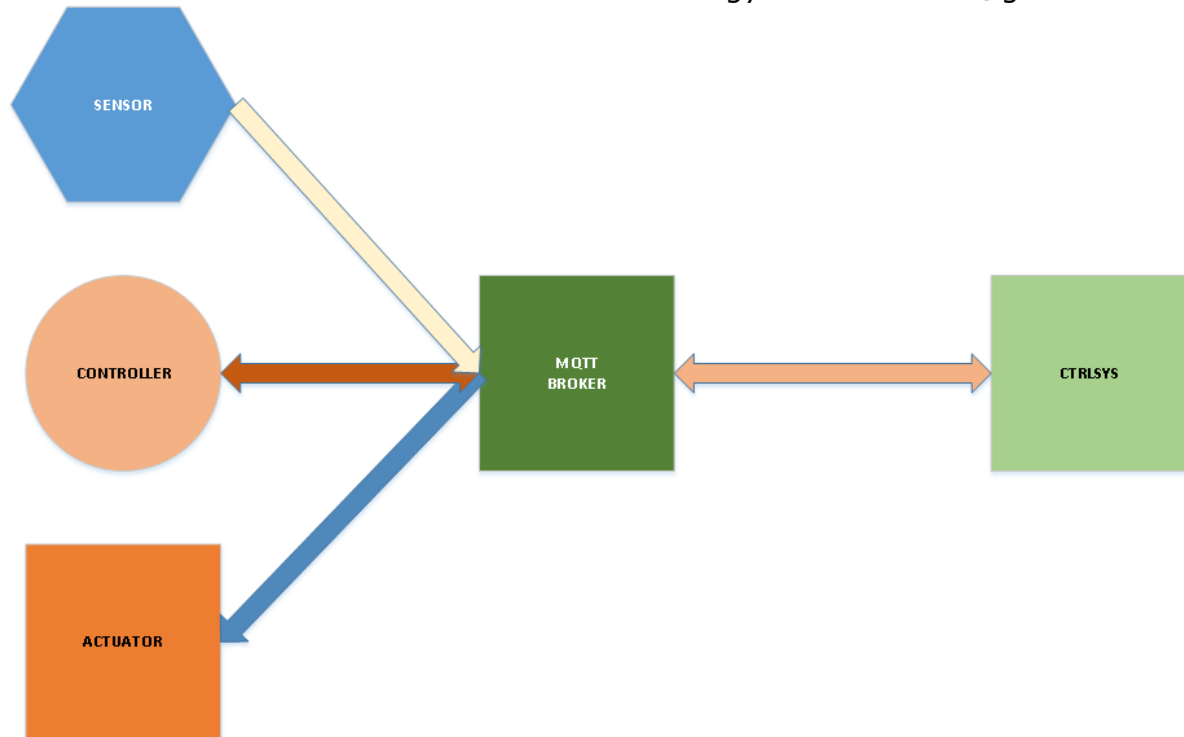
- biztosítsa az események populálását tetszőleges számú fogadó állomáson,
- TCP/IP alapú kommunikációt valósítson meg,
- az eseményes eljuttatása a forrástól a célállomásig rövidebb legyen, mint 100 ms időtartam,
- biztosítson hibakezelési lehetőséget.

A technológiai vizsgálatok alapján a megvalósítást a következő, harmadik fél által fejlesztetett, nyílt forráskódú szoftverek felhasználásával lehet megvalósítani:

- Mosquitto (mosquitto.org).

A feldolgozás folyamata:





A komponensekkel szemben támasztott feltételek:

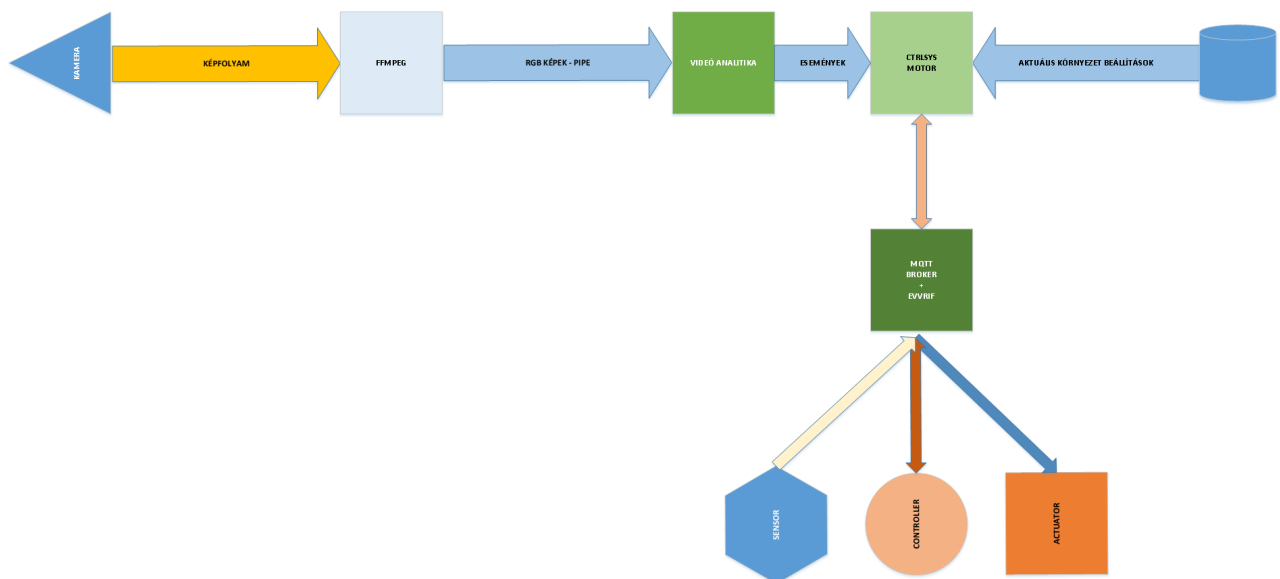
- a komponensek egységes interfésszel kommunikáljanak,
- a komponens szintű hibafelismerés valós időben megtörténjen,
- a komponensek által generált esemény a történéssel közel egy időben, 100 ms alatt jusson el a célállomásokig,
- legyen lehetőség a komponens hibakezelésére (újraindítás, reset).

5.4 Vezérlő motor modul (CTRLSYS)

A modullal szemben támasztott követelmények:

- az intelligens világítási rendszer kapcsoló eseményei három szintű szabályrendszerben leírhatók legyenek,
- a szabályok végrehajtásának sikerességéről vagy sikertelenségéről a vezérlő motor modul visszaigazolást kapjon, amelyre reagálni képes legyen maximum 1 másodpercen belül,
- a vezérlési séma változása esetén a működési környezet rugalmasan változtatható legyen, és a módosult vezérlési szabályok szerinti működés maximum 1 percen belül biztosítható legyen,
- a vezérlés működése vizuális felületen maximum 1 másodperces késleltetéssel követhető legyen,
- a kapcsolódó modulok adatcsere interfészén való kommunikáció 100 msec-en belül történjen meg,
- biztosítsa a lokális fájlrendszerbe és SQL adatbázisba való esemény naplózást,
- gyűjtse ki és jelenítse meg az aktuális világítási idő mennyiséget, és a világítási szegmensenkénti energia fogyasztást.

A feldolgozás folyamata:



A komponensekkel szemben támasztott feltételek:

- a vezérlőmotor monitor szolgáltatása legyen alkalmas az összes vezérlési komponens felügyeletére,
- eszköz/komponens hiba esetén a másod, illetve a harmadlagos vezérlési szabályrendszer lépjen életbe,
- a hiba minden esetben maximum 1 másodpercen belül kerüljön lekezelésre,
- a világításvezérléshez tartozó statisztikai komponens legyen alkalmas lokális fájlrendszerben tárolni a fogyasztási adatokat az összes világítási szegmensre vonatkozóan, 5 perces idő intervallumra összegezve.

6. Az eseményvezérelt megvilágítási rendszer használatának előnyei

1. Az indukciós fényforrások használatán alapuló **eseményvezérelt rendszer az 50 %-os kiinduló energiamegtakarítás mellett alkalmas további 10-50 % energiaköltség-megtakarításra** a helyszínen alkalmazott egyedi gyártástechnológia mellett, folyamatos három műszakos üzem esetén is, ami a **beruházás 3-5 éves megtérülését követően további 10-15 évig “termel” cash-flow -t.**

2. A rendszer segítségével **a várható megtakarítás pontosan kiszámítható- a beruházás megindítása előtt**, a videokamerás “pilot” rendszer telepítésével, így a beruházás várható pénzügyi kockázata minimálisra csökken.

Praktikusan **minden helyiségben a funkciónak megfelelően kellene fényt mérni és mozgást elemezni**, azaz a viselkedésminta alapján meghatározni, hogy milyen mozgásérzékelőket, videokamerákat vagy

jelenlét érzékelőket alkalmazzunk és szereljük fel, szem előtt tartva az **üzembiztonságot** és az elérhető **energiamegtakarítás maximalizálását**.

Az így kialakított rendszer azonban - az intelligens vezérlés nélkül - statikus lesz, nem képes alkalmazkodni a dinamikus rendszerállapot vagy folyamatút-változásokhoz.

3. Az eseményvezérelt, intelligens megvilágítási rendszer a környezeti állapotváltozók és viselkedésminták folyamatos elemzése alapján, dinamikusan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez és a megadott célfüggvénynek megfelelően, optimálisan állítja be a fényviszonyokat, maximalizálva ezzel az élettartam alatt elérhető energiamegtakarítás mértékét, ugyanakkor **minimumra csökkenti a CO₂ -kibocsátást** és a várható élettartam alatti **fajlagos károsanyag -felhasználást** is.

4. Az élettartam alatti karbantartási költség 80%-al csökkenthető. **Csak akkor, ott és annyit világítunk, amennyi a munkavégzéshez optimálisan szükséges** - és mivel a fényforrások gyakori ki-és bekapcsolásának száma azok várható élettartamát nem csökkenti, a várható 100 000 óra élettartam alatti alacsony fényáram csökkenésnek köszönhetően **a karbantartási költség 80 %-al csökken**, mivel elmarad a fénycsövek 1-3 éves rendszeres cseréje, jelentősen lecsökkentve ezzel a fajlagos higanyszármazék-felhasználást is.

4. Az élettartam alatti karbantartási költség 80%-al csökkenthető. Csak akkor, ott és annyit világítunk, amennyi a munkavégzéshez optimálisan szükséges - és mivel a fényforrások gyakori ki-és bekapcsolásának száma azok várható élettartamát nem csökkenti, a várható 100 000 óra élettartam alatti alacsony fényáram csökkenésnek köszönhetően a karbantartási költség 80 %-al csökken, mivel elmarad a fénycsövek 1-3 éves rendszeres cseréje, jelentősen lecsökkentve ezzel a fajlagos higanyszármazék-felhasználást is.

Az indukciós technológia egyik előnye, hogy a gázkisülési folyamat kiváltásához nem hagyományos fém elektródákat, hanem nagyfrekvenciás

elektromágneses teret alkalmaz, így az elektródák anyagának eldiffundálása miatt gyorsan csökkenő fényáram - amely nagyteljesítményű ipari fémhalogén (Metal Halide) csarnoklámpák esetében 5 - 10 000 üzemóra után meghaladja a 40 %-ot - közel állandó marad, mivel 100 000 óra alatt kevesebb, mint 10 %-ot csökken. Ennek következtében elmarad a 4-5 évente esedékes csere költsége, illetve az éves meghibásodások 1 % alatti aránya miatt elhanyagolható az éves karbantartási költség is.

A várható 100 000 óra élettartam 13-14 éves üzemidőt jelent, 7 nap 24 óra 350 napos folyamatos műszak mellett, ami jellemző például a hazai élelmiszer feldolgozó üzemekre vagy az autóiipari beszállítókra is. Ez tehát a 3-4 éves megtérülést követően további tíz éven keresztül folyamatosan termeli a 40-70 %-os energia - és 80 - %-os karbantartási költség megtakarítást.

Fentiek alapján a fajlagos higanyfelhasználás 20 000 óra üzemidő alatt 1/30 -ad részére csökken indukciós technológia esetén.

