

INTELIGENTNI SUSTAV AERODROMSKOG ODRŽAVANJA ZA PROJEKT REKONSTRUKCIJE RASVJETE PLATFORME

AIRPORT MAINTENANCE INTELLIGENT SYSTEM FOR APRON LIGHTING RECONSTRUCTION

Zdenko Balaz¹, Ivo Puhalić²

¹Tehničko veleučilište Zagreb, Hrvatska

²Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Inteligentni sustav koji se koristi u okviru stručnog specijalističkog studija Elektrotehničkog odjela na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, svojim nadogradnjama za potrebe „rada u oblacima“ osim što služi za edukaciju, koristi paralelnu agentsku platformu kao projektantski alat za potrebe zračnih luka. U radu je prikazan koncept projektantskog alata inteligentnog sustava koji obradom raspoloživih baza podataka s rezultatima provedenih ispitivanja na aerodromima nudi optimalna tehnička rješenja generirana kao baze znanja. Primjer provjere stanja rasvjete aerodromske platforme inteligentnim sustavom, ponudio je projekt rekonstrukcije prema zadanim parametrima i ograničenjima. Iz baze podataka o redovnom održavanju, provjerama, mjerenjima i inspekcijskim nadzorima utvrđeno je stvarno stanje svih vitalnih komponenti sustava rasvjete platforme. Odluka o projektiranju, nadzoru i daljnjem održavanju povjerena je inteligentnom sustavu. Generirana rješenja dobivena iz inteligentnog sustava ukazala su na potrebu novog pristupa u projektiranju s unaprijeđenim održavanjem. Nabava dobavljivih usluga na tržištu koje se nude krajnjim korisnicima, osim opreme mora uključiti ispitivanje, odnosno mjerenje rasvijetljenosti aerodromske platforme kao dijela sustava svjetlosne signalizacije. Zaključak je da je taj posao nužno povjeriti specijalistima jer je potrebna sveobuhvatnost ispitivanja, prikupljanja, obrade i tumačenja relevantnih podataka. Provedenim istraživanjima dopunjene su baze znanja koje služe kao nova podloga za projektiranje.

Ključne riječi: *rasvjete platforme, projektantski alat, mjerenje rasvijetljenosti, baze znanja i baze podataka*

Abstract

The paper presents the concept of the intelligent system design tools that processing of available databases with the results of tests carried out at the airport offers optimal technical solutions created as a knowledge base. Example checking state apron lighting with intelligent system, offered the reconstruction project to set parameters and constraints. From a database of regular maintenance checks, measurements and inspections showed the actual state of all vital components of the apron lighting systems. The decision on the design, supervision and further maintenance is entrusted to an intelligent system. Generated solutions derived from an intelligent system indicated the need for a new approach to design with improved maintenance with include testing or measuring illumination, the airport apron as part of the airports lighting system. The conclusion is that it is necessary to entrust the job to specialists because the necessary comprehensiveness of testing, data collection, processing and interpretation of relevant data.

Keywords: *apron lighting, design tool, measuring brightness, knowledge base, database,*

1. Uvod

1. Introduction

Rasvjeta platforme (stajanke), engl. Apron, dio je sustava svjetlosne signalizacije zračne luke. Stajanka služi i u uvjetima ograničene vidljivosti za ukrcaj i iskrcaj putnika, utovar i istovar tereta ili pošte, opskrbu zrakoplova gorivom, parkiranje ili održavanje zrakoplova. Površina platforme mora biti dovoljno velika za siguran promet, prihvat, otpremu i opsluživanje zrakoplova, planirano u prometno

najopterećenijem satu reda letenja kojeg je odobrio operator zračne luke. Parkirališna mjesta zrakoplova moraju biti razdvojena na način da udaljenost između najisturenijih dijelova parkiranog zrakoplova i svih drugih zrakoplova odnosno svih drugih objekata, bude u skladu sa strogo definiranim vrijednostima.

Iz tih razloga, parkirne pozicije na platformi



Slika 1 Rasvjeta platforme međunarodnog aerodroma "Sarajevo"

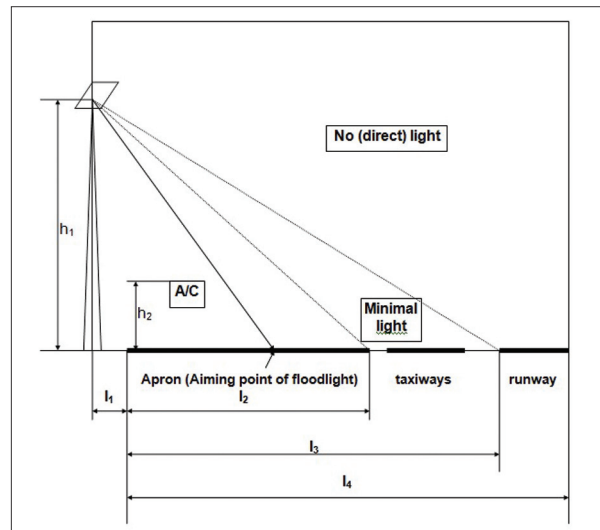
Figure 1 Apron lighting International Airport "Sarajevo"

koje su namijenjene za uporabu noću moraju biti opremljene rasvjetom, Slika 1.

Stvarne potrebe rasvjete platforme planiraju se organizacijom prometa koju definira shema parkirnih pozicija i tipovi karakterističnih zrakoplova. To su najvažniji parametri u projektu rasvjete platforme. Obradjeni sustavi rasvjete platformi, kao podsustavi rasvjete operativnih površina zračne luke, koncipirani su za transverzalne parkirne pozicije, osvjetljenjem s rasvjetnih stupova, koji su raspoređenih s međusobno podjednakom udaljenošću u ravnini uz rub pristanišne zgrade, (terminala). Zahtjevi na rasvijetljenost, osim rasvjete platforme za osvjetljavanje parkirnih pozicija postavljaju se i na servisne površine platforme tako da i one moraju biti na odgovarajući način osvjetljene. Rasvjeta mora uzrokovati minimalno zasljepljivanje:

- pilota zrakoplova u letu ili na zemlji u blizini,
- kontrolora aerodromske kontrole zračnog prometa,
- kontrolora i koordinatora platforme, te
- putnika i ostalog osoblja na stajanci.

Raspored i usmjerenost reflektora moraju biti takvi da pozicija zrakoplova bude osvjetljena iz dva ili više smjerova, kako bi sjene bile minimalne. Distribucija spektra boja reflektora platforme mora biti takva da se boje mogu što bolje razaznati, kako za identifikaciju samog zrakoplova, tako i za horizontalne i vertikalne oznake i oznake prepreka.



Slika 2 Legislativni zahtjevi rasvjete platforme

Figure 2 Apron lighting Legislative requirements

2. Aerodromski zahtjevi na rasvjetu platforme

2. Airport requirements on apron lighting

2.1 Horizontalna i vertikalna rasvijetljenost

2.1 Horizontal and vertical illumination

Najmanja prosječna rasvijetljenost platforme reflektorima je strogo propisana i to za:

- parkirališno mjesto zrakoplova:
 - horizontalna rasvijetljenost od 20 luxa s najvećom neravnomjernošću rasvijetljenosti (prosječna u odnosu na najmanju) u odnosu 4:1, i
 - vertikalna rasvijetljenost od 20 luxa na visini 2 m iznad površine platforme u bitnim pravcima,
- ostale površine platforme:
 - horizontalna rasvijetljenost od 50% prosječne rasvijetljenosti na parkirališnim mjestima

zrakoplova s najvećom neravnomjernošću rasvijetljenosti (prosječna u odnosu na najmanju) u odnosu 4:1.

Za utvrđivanja stanja rasvijetljenosti platforme potrebno je redovno održavanje i periodičko ispitivanje. Rezultati kontrolnih mjerenja rasvjete platforme na aerodromima moraju biti u skladu s aktualnom legislativom [1-3], Slika 2.

- a. ICAO – Annex 14
- b. Pravilnik o održavanju i pregledanju aerodroma i
- c. Pravilnik o aerodromima

Legislativa propisuje rasvjetu platforme za parkirnu poziciju zrakoplova, (oznaka A/C) i ograničenja izvan nje.

2.2 Karakteristike rasvjetne opreme

2.2 Lighting equipment characteristics

Oprema rasvjete platforme postavlja se na stupove. Visina stupova ovisi o širini platforme i zato se stupovi najčešće tretiraju kao prepreke na zračnoj luci. U prvoj aproksimaciji njihova se visina računa prema visini karakterističnog zrakoplova koji slijeće na zračnu luku, izraz (1).

$$h_1 > 2h_2 \quad (1)$$

gdje su oznake sa Slike 2:

h_1 – visina stupa (m)

h_2 – visina oka pilota u kabini zrakoplova (m)

l_1 – udaljenost stupa od ruba platforme (m)

l_2 – udaljenost od ruba do kraja platforme (m)

l_3 – udaljenost od ruba platforme do kraja rulnih staza

l_4 – udaljenost stupa od ruba platforme do kraja ruba USS

Horizontalna i vertikalna komponenta rasvijetljenosti računa se pomoću izraza (2 -5), Slika 3:

$$E_H = I\alpha/r^2 \times \cos\alpha \quad (2)$$

$$E_V = I\alpha/r^2 \times \cos\alpha \times \text{tg}\alpha = E_H \times \text{tg}\alpha \quad (3)$$

$$I = \Phi/\omega \quad (4)$$

$$E = \Phi/A = I/r^2 \quad (5)$$

gdje je:

E – rasvijetljenost (lx)

E_H – horizontalna rasvijetljenost (lx)

E_V – vertikalna rasvijetljenost (lx)

I – svjetlosna jakost (cd)

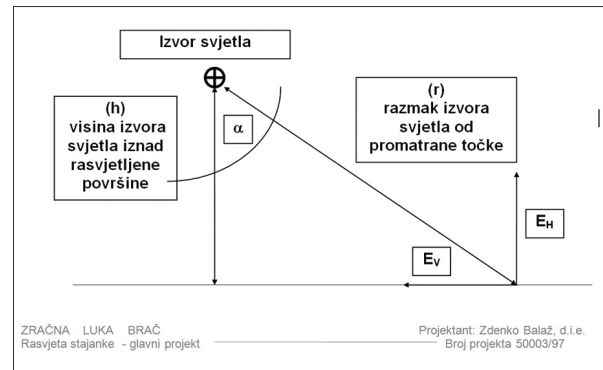
Φ – svjetlosni tok (lm)

ω – prostorni kut (sr)

h – visina izvora svjetla iznad rasvijetljene

površine (m)

r – razmak izvora svjetla do točke na površini (m)

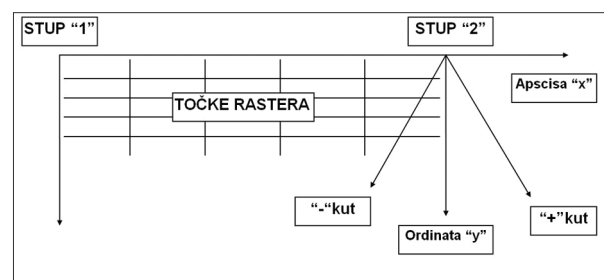


Slika 3 Horizontalna i vertikalna komponenta rasvjete platforme

Figure 3 Apron lighting Horizontal and vertical component

Ukoliko su karakteristike rasvjetnih tijela i opreme za rasvjetu platforme dobro projektirani, u algoritmu provjere kroz inteligentni sustav, ona mora odgovoriti pozitivno na sljedeća pitanja:

- Neometano **ruvanje** zrakoplova na parkirnu poziciju na platformi nakon slijetanja ili odlazak s platforme na polijetanje?
- Pouzdano **opsluživanje** zrakoplova na platformi (prihvat i otprema)?
- **Sigurnost** zrakoplova, putnika i osoblja na platformi?



Slika 4 Odabir rastera mjernih točaka

Figure 4 Selection grid measuring points

Kvaliteta instalirane rasvjete na platformi provjerava se mjerenjem. Mjerenje rasvijetljenosti svodi se na odabir rastera mjernih točaka, Slika 4. Veličina oka mreže mjernih točaka računa se prema izrazu (6), uz koji se navodi da ta veličina ne smije biti veća od 10 m, [1].

$$p = 0,2^{\log d} \quad (6)$$

gdje je:

- p - maksimalna veličina oka mreže, (m)
 d - dulja stranica površine platforme ukoliko je omjer duže i kraće stranice manji od 2, inače je to duljina kraće stranice površine platforme, (m).

Istraživanjem su dobiveni razni podaci za veličinu "oka" mreže mjernih točaka. U svim slučajevima navodi se preporučena maksimalna veličina koja iznosi 2m i 3,6m, prema [5], odnosno 5m prema [6]. Na temelju tih preporuka i prema izračunatoj veličini pomoću izraza (9) provedeni su proračuni a po tom i mjerenja horizontalne i vertikalne komponente rasvjetljenosti za raspoložive projekte iz prakse, [7] i [8].

2.3 Inteligentni sustav za provjeru projekta

2.3 *Intelligent checking system to control project*

Procesuiranje ulaznih parametara iz raspoloživih baza podataka i baza znanja kao modeliranje problema, kroz IS obuhvatile su uz obradu parametara rasvjetljenosti i problematiku parkiranja zrakoplova.

Parkiranje zrakoplovi na platformi definira prometni elaborat prema kojem su za karakteristične zrakoplove koji slijeću na određenu zračnu luku, moguće: osnovne, dodatne i parkirne pozicije u iznimnim situacijama. U elaboratu obrađivani karakteristični zrakoplovi na parkirnim pozicijama mogu biti parkirani na slijedeće načine:

1. "NOSE IN" – podrazumijeva parkiranje zrakoplova nosom prema terminalu, (aerodromskoj putničkoj zgradi).
2. "NOSE OUT" – podrazumijeva parkiranje zrakoplova nosom od zgrade.
3. "PARALLEL" – podrazumijeva parkiranje zrakoplova paralelno s terminalom.
4. "45°-NOSE IN" pod kutom 45° nosom prema zgradi.
5. "45°-NOSE OUT" pod kutom 45° nosom od zgrade.

Obrada problematike rasvjete parkiranih zrakoplova u ovom radu je obuhvatila tri primjera, (P1, P2 i P3): Hong Kong International Airport,

[1], Međunarodni aerodrom "Sarajevo", [4] i Aerodrom Brač, [5].

Obrada primjera P1 - Hong Kong International Airport, poslužila je za sintetiziranje raspoloživih spoznaja i podataka, ekspertizu i hermeneutičko zaključivanje. Primjer se koristi kao referentni, (R), iz kojeg su preuzeti definirani parametri bitnog pravca za komponentu vertikalne rasvjetljenosti i heuristički parametri definiranja kvalitete samih rasvjetnih tijela, (IP-klasa) u odnosu na parametre kvalitete održavanja i utjecaje zagađenja.

Obrada primjera P2 - Međunarodni aerodrom Sarajevo, poslužila je za analizu: a) Sedam osnovnih parkirnih pozicija od kojih je šest pozicija s linijama vodiljama za parkiranje zrakoplova nosom prema zgradi i jedna kombinirana parking pozicija s linijama vodiljama za parkiranje zrakoplova nosom prema zgradi i pod kutom od 45° prema zgradi, [6]. b) Petnaest dodatnih parkirnih pozicije koje omogućavaju racionalnije i jednostavnije planiranje parkiranja zrakoplova različitih tipova i raspona krila. c) Pet parkirnih pozicija koje se mogu koristiti u posebnim, (izvanrednim) slučajevima ovisno o opsegu prometa i tipovima zrakoplova. Primjeri parkiranja zrakoplova obuhvatili su posebnu obradu problematike sjenovitosti avio mostova, Slika 5.



Slika 5 *Rasvjeta platforme sa sjenama na pozicijama s aviomostovima Međunarodnog aerodroma "Sarajevo"*

Figure 5 *Apron lighting with shadows on airport bridges positions International Airport "Sarajevo"*

Obrada primjera P3 - Aerodrom Brač, poslužila je za analizu rezultata proračuna i provedbu dodatnih mjerenja rasvjetljenosti osnovnih i

alternativnih parkirnih pozicija na platformi sa starom i rekonstruiranom rasvjetom. Platforma Aerodroma Brač, ima oblik pravokutnika dimenzija 200 m x 100 m, (ukupne površine 20.000 m²). Rađena je prije nove pristanišne zgrade za potrebe privremene putničke zgrade, (hangar udaljen 5,5 m od lijevog ruba stajanke, veličine 16 x 20 m). Rasvjeta je projektirana na razini idejnog projekta za realizaciju u fazama, i to: - **prva faza** za rasvjetu polovine stajanke s jednim stupom za površinu 100 x 100 m i s akcentom na privremenu putničku zgradu, privremeni kontrolni toranj, (TWR) i postojeću spojnicu, - **druga faza** za rasvjetu kompletne stajanke s akcentom na novi putnički terminali i novi TWR s najmanje tri rasvjetna stupa i - **treća faza** za rasvjetu kompletne stajanke s dopunom nove brzo izlazne spojnice na desnom rubnom kraju stajanke. Svaku od faza trebale su pratiti određena tehnička rješenja instaliranja, napajanja i upravljanja rasvjetom stajanke, ali se ostalo na tehničkom rješenju prve faze. Projektom rekonstrukcije postavljena su nova rasvjetna tijela u LED tehnologiji s konfiguracijom rasvjete samo na jednom stupu.

3. Rezultati obrade inteligentnim sustavom

3. The results of the processing with intelligent system

Za sva tri primjera obrađivani su raspoloživi rezultati za komponente horizontalne i vertikalne rasvijetljenosti u ovisnosti o polju mjernih točaka. Primjer P1, prikazuje izračunate rezultate srednjih vrijednosti vertikalne i horizontalne rasvijetljenosti za četiri različita mjerna polja, (oko mreže mjernih točaka je 2 x 2m, 3,6 x 3,6m, 5 x 5m i 10 x 10 m, Tablica I. Primjer P2, prikazuje rezultate srednjih vrijednosti vertikalne rasvijetljenosti i faktor neravnomjernosti za tri različita mjerna polja, (oko mreže mjernih točaka je 3,6 x 3,6m, 5 x 5m i 10 x 10m, (dva mjerenja), Tablica II. Primjer P3, prikazuje rezultate srednjih vrijednosti horizontalne rasvijetljenosti i faktor neravnomjernosti za mjerna polja. Oko mreže polja mjernih točaka je za svih pet mjerenja odabrano kao 5 x 5m, Tablica III.

Tablica 1 Komponente rasvijetljenosti - p1

Table 1 Components of illumination - p1

Red.br.	Referentni dokument: HONG KONG INTERNATIONAL AIRPORTa		
	Polje mjernih točaka(m)	EsrVer (lx)	EsrHor (lx)
1	2x2	40,93	22,47
2	3,6 x 3,6	41,12	22,32
3	5 x 5	40,67	22,00
4	10 x 10	39,47	21,43

a IESALC, : "Apron Lighting Evaluation", 24. October 2013

Tablica 2 Komponente rasvijetljenosti - p2

Table 2 Components of illumination - p2

Red.br.	Referentni dokument: SARAJEVO INTERNATIONAL AIRPORTb		
	Polje mjernih točaka(m)	EsrVer/ EminVer (broj)	EsrVer (lx)
1	10 x 10	1,254	74,000
2	10 x 10	1,231	72,666
3	5 x 5	1,42	76,182
4	3,6 x 3,6	1,311	77,324

b AEROING, : "Apron Lighting Evaluation", 14. October 2015

Tablica 3 Komponente rasvijetljenost - p3

Table 3 Components of illumination - p3

Red.br.	Referentni dokument: BRAČ INTERNATIONAL AIRPORTc		
	Broj mjernih točaka(m)	EsrVer/ EminVer (broj)	EsrHor (lx)
1	29	2,935	32,807
2	22	3,81	38,14
3	22	3,22	41,821
4	22	3,98	43,86
5	22	1,85	46,36

c AEROING, : "Apron Lighting Evaluation", 16. November 2014

3.1 Komponente obrade projekta rasvjete platforme

3.1 *Components of processing apron lighting project*

U pristupu odabira rasvjete platforme kao dijela sustava svjetlosne signalizacije IS, proračunom su selektirani osnovni i specifični parametri a zahtjevi i situacije su provjereni naknadno mjerenjem, Slika 7.

Primjer specifičnih parametara koji su vezani uz eliminaciju sjena imaju svoju poveznicu s izborom broja stupova rasvjete i fiksnim parkirnim pozicijama s avio mostovima. Da bi se izbjegle sjene na parkirnoj poziciji nužno je potrebno rasvjetljavanje bar s dvije strane, (potrebna su dva stupa). Ukoliko se radi o rasvjeti s jednim stupom onda su parkirne pozicije za korištenje noću uvjetovane parkiranjem zrakoplova s pozicijom "PARALEL/45°-NOSE IN", i to s vratima za izlazak putnika isključivo usmjereno prema stupu. To je rješenje koje je ponudio IS i koje dovodi u pitanje definirane parkirne pozicije zrakoplova prema prometnom elaboratu koji najčešće prethodi projektima rasvjete platforme. Za situaciju s avio mostovima čak se kod rasvjete i s dvije strane pojavljuju sjene i to fiksne i promjenjive, (dijelovi avio mosta). Njih je moguće jedino umanjiti ali nikako eliminirati dodatnom rasvjetom na avio mostovima.

3.2 Mjerenje komponenti rasvijetljenosti platforme

3.2 *Measuring apron illumination component*

Kako proračunske, tako i mjerene vrijednosti rasvijetljenosti, bilo vertikalne ili horizontalne komponente povezuju se s brojem mjernih točaka koji je definiran s "okom" mreže mjernog polja, Tablice I. -III. Provjeravani protokoli mjerenja simulacijom računalnim programima pokazali su da taj broj mjernih točaka nema značajnijeg utjecaja na točnost rezultata koji se u konačnici vežu uz srednju vrijednost. Važniji su rezultati, generirani obradom u IS, pokazali

da je definicija "bitnog pravca" najznačajniji pokazatelj stanja vertikalne rasvijetljenosti koje se može stvarno potvrditi jedino mjerenjem. Vertikalna rasvijetljenost je na tako utvrđen način, (preciznim aplikativnim mjerenjem na primjerima P2 i P3), podložna oscilacijama vezanim uz dimenzije karakterističnih zrakoplova na konkretnim parkirnim pozicijama. Isto se odnosi i na ostale površine na platformi kao i na pristupne prometnice, [7] i [8].

Za primjere aerodroma Brač i Sarajevo mjerenje je provedeno s dvije opreme koje osiguravaju usporedbu rezultata mjerenja. Rezultati su dobiveni s dva različita mjerna instrumenta, (različitih klasa točnosti) od kojih je mjerna sonda jednog instrumenta, bila fiksirana na držač visine 2m iznad tla, za mjerenje vertikalne komponente rasvijetljenosti, dok je drugi instrument s ugrađenom sondom služio za mjerenje horizontalne komponente rasvijetljenosti na razini tla. Provedena je usporedba svih mjerenja, ali i vertikalna komponenta rasvijetljenosti na karakterističnim mjestima parkirne pozicije zrakoplova i to na visinama 0,5m, 1,0m, 1,5m i 2,0m. Podudarnost izmjerenih vrijednosti odabranih mjernih točaka i na karakterističnim visinama za parkirne pozicije zrakoplova bila je u granici mjerne klase, manja od 2%.

3.3 Održavanje rasvjete platforme

3.3 *Apron lighting maintenance*

Način održavanja sustava rasvjete platforme utječe na parametar slabljenja intenziteta rasvijetljenosti, što je utvrđeno mjerenjem i obradom dobivenih i raspoloživih rezultata. Način održavanja iz podloga IS sveden je na heuristički algoritam za utvrđene procedure održavanja. Iako je za specijalistička aerodromska održavanja IS uključeno više pristupa, kod projektiranih rasvjeta platforme je svedeno na preporuku referentnog primjera P1. Prema IP klasi samog rasvjetnog tijela uz zadane intervale, (vremenske rokove) održavanja mogu se dobiti prilično vjerodostojni faktori održavanja koji su u stvari gubitak nazivne vrijednosti svjetlosne jakosti pa samim tim i rasvijetljenosti. Kvaliteta luminiscencije definirana faktorom održavanja ovisna je o lokalnom zagađenju koje može biti visoko,

srednje i nisko, (navedene tri vrijednosti za svaku IP klasu), Tablica IV.

Tablica 4. Faktor održavanja rasvjete
Table 4 Maintenance factor for lighting

Interval održavanja (mjeseci)	Referentni dokument: HONG KONG INTERNATIONAL AIRPORTd		
	IP2X	IP5X	IP6X
12	0,53/0,62/0,82	0,89/0,90/0,92	0,91/0,92/0,93
18	0,48/0,58/0,80	0,87/0,88/0,91	0,90/0,91/0,92
24	0,45/0,56/0,79	0,84/0,86/0,90	0,88/0,89/0,91
36	0,42/0,53/0,78	0,76/0,82/0,88	0,83/0,87/0,90

a IESALC, "Apron Lighting Evaluation", 24. October 2013

Promjena kvalitete rasvjete utvrđena je na temelju provedenih mjerenja na aerodromima Sarajevo i Brač. Provedenim periodičkim mjerenjima iako za analizirane primjere nisu postojali podaci o intenzitetu zagađenja, za slične tipove reflektora rasvjete stajanke (IP54) faktor održavanja je iznosio <0,6. Obrada u IS rezultirala je nalazom da je za aerodrom u Sarajevu uz primjereni interval održavanja faktor zagađenja iz zraka bio vrlo visok i da je potrebno uvesti češće intervale održavanja ako bi se željelo ostati na razinama graničnih vrijednosti rasvijetljenosti. Za aerodrom Brač je mjerenje na staroj rasvjeti pokazalo da je na granici svog eksploatacijskog vijeka, a na novoj LED rasvjeti potvrdilo da unutar najkraćeg intervala održavanja nije došlo do značajnijeg odstupanja u intenzitetu rasvijetljenosti.

6. Reference

6. References

- [1] M. Yeung, L. Edward, "Apron Lighting Evaluation - Interpretation of measurements - Challenges of measuring apron lighting", Hong Kong International Airport, IESALC, 24 October 2013.

4. Zaključak

4. Conclusion

Raspoloživim inteligentnim sustavom, (IS), koji se koristi u programima edukacije na Elektrotehničkom odjelu TVZ, kako u izbornom kolegiju "Inteligentni sustavi", tako i za stjecanje licence aerodromskih specijalista na održavanju specijalističkih aerodromskih sustava, potvrđena je potreba drugačijeg pristupa u projektiranju na konkretnim primjerima rasvjete aerodromske platforme. Formiranim bazama znanja i podataka o statusu parkirnih pozicija na aerodromskoj platformi utvrđene su specifičnosti prema kojima se zaključuje da je projekt rasvjete platforme nadređen prometnom elaboratu jer samo on može definirati parkirne pozicije zrakoplova za noćne uvjete. Dobiveni rezultati proračunima i potvrđeni mjerenjima za komponentu vertikalne rasvijetljenosti ukazuju na prioritet definiranja bitnih pravca karakterističnog zrakoplova na parkirnim pozicijama nad odabirom polja mjernih točaka. Iz tih se razloga mjerenje rasvijetljenosti platforme mora povjeriti ekspertima jer samo oni mogu iz izmjerenih rezultata meritorno izdati Protokol o stanju rasvjete, koji će garantirati sigurnost operacija na platformi. Stvorene nove baze znanja u istom inteligentnom sustavu koji je u osnovi oslonjen na održavanje ukazuju i na novi pristup u projektiranju koji uzima u obzir i specifične parametre koji nisu obuhvaćeni legislativom.

5. Zahvala

5. Acknowledgments

Za suradnju i provjere u proračunima razvojnih projekata usporednim programskim alatima, koji su korišteni u ovom radu, zahvaljujemo se svojem sponzoru¹, ELOS d.o.o., Split, HR, www.elos-split.hr

- [2] M. Yeung, L. Edward, "Apron Lighting Evaluation - Relevant Standards": AS 1680.5 – Outdoor Workplace Lighting; European Standard EN 12464 -2 – Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places; AS 2560.1 – Sports Lighting General Principles; CIE 67- Guide for the Photometric Specification and Measurement of

- Sports Lighting Installations; CIBSE SLL Code of Lighting 2012.
- [3] M. Yeung, L. Edward, "Apron Lighting Evaluation - Governing Standards": MOS 139 Chapter 9 (derived from ICAO); AS/NZS 3827.1 – Lighting System performance – Accuracies and tolerances Part 1: Overview and general recommendations; AS/NZS 3000 – Wiring Rules.
- [4] Balaž, "Rekonstrukcija rasvjete platforme Međunarodnog aerodroma Sarajevo", Elektrotehnički projekt br. 0036/3-15, Aeroing d.o.o., Zagreb, 14. studeni 2015.
- [5] Z. Balaž, "Projekt rasvjete stajanke Zračne luke Brač", Elektrotehnički projekt br. 5003/97, Aeroing d.o.o., Zagreb, studeni 1997.
- [6] Međunarodni aerodrom Sarajevo, "Prometni elaborat", Dokument: UP, Izdavač: 05-1, RB: 7, Rev: 0, Broj protokola: 05-1-01-5-3504).
- [7] Z. Balaž, "Mjerenja rasvijetljenosti stajanke Aerodroma Brač", Aeroing d.o.o., Zagreb, listopad 2014.
- [8] Z. Balaž, "Kontrolna mjerenja rasvijetljenosti platforme Međunarodnog aerodroma Sarajevo", Aeroing d.o.o., Zagreb, studeni 2015.
- [10] Z. Balaž, "Mjerenja rasvijetljenosti stajanke Aerodroma Brač", Aeroing d.o.o., Zagreb, listopad 2014.
- [11] Z. Balaž, "Kontrolna mjerenja rasvijetljenosti platforme Međunarodnog aerodroma Sarajevo", Aeroing d.o.o., Zagreb, studeni 2015.

AUTOR · AUTHOR



Zdenko Balaž

dr.sc. Zdenko Balaž, dipl.ing. el., rođen je 1957. godine. Diplomirao je i doktorirao na FESB-u u Splitu. Od 1983. do 87. radio je u Končarevom elektrotehničkom institutu, od

1987. do 97. radio je na Aerodromu Zagreb, a 1997. osniva privatnu tvrtku AEROING d.o.o., za projektiranje, izvedbu i puštanje u pogon specijalističkih aerodromskih sustava. Od 2001. do danas radi u HAC-u, Sektor za projektiranje i razvoj. Na Elektrotehničkom odjelu, TVZ-a, od 2012. godine, predavač je izbornog kolegija, Inteligentni sustavi.



Ivo Puhaločić

Ivo Puhaločić, dipl.ing.el. rođen je 19.01.1980. u Zadru. Diplomirao na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu. Nakon godina rada u projektiranju sada radi

u Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo na mjestu zrakoplovnog inspektora u području aerodroma (sustavi aerodromske svjetlosne signalizacije, elektroenergetsko napajanje aerodromskih sustava i sustava navigacije, školski centri i obuka aerodromskog osoblja,...)