

# ALGORITMI PROVJERE SUSTAVA U FUNKCIJI SIGURNOSTI ZRAČNOG PROMETA NA AERODROMU BRAČ

## AIR TRAFFIC SAFETY CHECK ALGORITHMS AT BRAČ AIRPORT

Zdenko Balaž<sup>1</sup>, Petra Bonačić-Sargo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tehničko veleučilište u Zagrebu, Vrbik 8, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>Aerodrom Brač d.o.o., Hrvatska

### SAŽETAK

Dinamičan razvoj Aerodroma Brač rezultirao je brojnim rekonstrukcijama, obnovama i inovacijama u cilju podizanja opsega prometa i unapređenja operabilnosti. Uspješnost pojedinih zahvata kao riješenih zadataka je ocjenjivana na temelju: 1) brzine provedbe od projektiranja do realizacije, 2) očuvanja razine sigurnosti prometa i neometene funkcionalnosti, 3) optimizacije troškova, 4) primjene inovativnih i učinkovitih rješenja. Originalna rješenja su algoritmi tabličnih kalkulatora za provjere specifičnih zrakoplovnih rješenja. Kroz istraživačke projekte kolegija Inteligentni sustavi na Elektrotehničkom odjelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu promovirane su konkretne potvrde primjene u praksi na aerodromima i zračnim lukama.

U radu su prezentirane dvije paradigme s Aerodroma Brač primijenjene i u projektima drugih zračnih luka.

**Ključne riječi:** sigurnost zračnog prometa, algoritmi, metode provjere, aerodrom, zračna luka

### ABSTRACT

The dynamic development of Brač Airport resulted in numerous reconstructions, renovations and innovations aimed at increasing the volume of traffic and improving operability. The success of individual interventions as solved tasks was evaluated on the basis of: 1) speed of implementation from design to realization, 2) preservation of traffic safety and uninterrupted functionality, 3) optimization of costs, 4)

application of innovative and rational solutions. Effective innovative solutions are the algorithms of check table calculators, which through the research projects of the Intelligent Systems course at the Electrical Engineering Department of TVZ found their application in exercises and concrete confirmation in practice at airports. The paper presents application paradigms at Brač Airport, but also in projects of other airports.

**Keywords:** air traffic safety, algorithms, verification methods, airport,

### 1. UVOD

#### 1. INTRODUCTION

Aerodrom Brač u 30 godina svog postojanja realizirao je brojne investicijske projekte i brojne zahvate investicijskog održavanja unapređenja i racionalizacije. Uspješnost pojedinih zahvata je ocjenjivana na temelju: 1) brzine provedbe od projektiranja do realizacije, 2) očuvanja visoke razine sigurnosti zračnog prometa i neometene funkcionalnosti, 3) optimizacije troškova, 4) primjene univerzalnih inovativnih i učinkovitih rješenja.

### 2. INSTITUCIONALNA PRISUTNOST I STUDIJE SLUČAJA

#### 2. INSTITUTIONAL PRESENCE AND CASE STUDY

Kad je riječ o zračnom prometu i funkcioniranju aerodroma, odnosno zračne luke, (engl. Airport -AP) na prvom je mjestu sigurnost koju proklamira na razini Europe Agencija za

zrakoplovnu sigurnost, (engl. *The European Union Aviation Safety Agency - EASA*). Na nacionalnoj je razini te Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo, (engl. *Croatian Agency for Civil Aviation - CCAA*) a na svjetskoj razini Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva, (engl. *International Civil Aviation Organization – ICAO*). Na velikom broju realiziranih specijalističkih zrakoplovnih projekata i studija, ali i u suradnji s aerodromskim specijalistima na održavanju tijekom njihovih cjeloživotnih usavršavanja koja su provedena na (Elektrotehničkom odjelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu) - ELO TVZ), [1-12] potvrdila se nužnost neke od proračuna, koji su u zrakoplovnim projektima nešto složeniji, pokušati usavršiti primjenom novih računalnih metoda, [13-14]. U tu su svrhu analizirane brojne studije slučaja, (engl. *Case Study – CS*) koje je provela Američka savezna uprava za civilno zrakoplovstvo, (engl. *Federal Aviation Administration – FAA*), [15]. Kroz kolegij Inteligentni sustavi na ELO-TVZ-u, objavljeni su brojni stručni i znanstveni radovi i nastavni materijali, [16-17] koji su poslužili kao podloga za objavu ovoga rada. Za primjere su odabrani proračuni iz aplikativnih projekata i provedenih specijalističkih edukacija na području sustava aerodromske svjetlosne signalizacije, (engl. *Airport Lighting System – ALS*), [18-20].

### 3. ALGORITAMSKE PROVJERE AERODROMSKIH SPECIJALISTIČKIH SUSTAVA

#### 3. ALGORITHMIC CHECKS OF AERODROME SPECIALISTS SYSTEMS

Aerodrom Brač d.o.o. je tijekom 30 godina postojanja samo na sustavu svjetlosne signalizacije - ALS, proveo dvadeset i pet, (25) zahvata, obnove, proširenja, unapređenja i rekonstrukcija. Dijelovi tih sustava sa svojom opremom i infrastrukturom nalaze se instalirani na aerodromskom tornju, (engl. *Tower - TWR*), u putničkoj zgradi, transformatorskoj stanici, u rovovima kabelaške kanalizacije, operativnim površinama, uzletno sletnoj stazi - USS, (engl. *Runway - RWY*), i prilazima za oba sletna pravca. (slike 1-3).



Slika 1 Nova putnička zgrada Aerodroma Brač [12]

Figure 1 New passenger building of Brač Airport



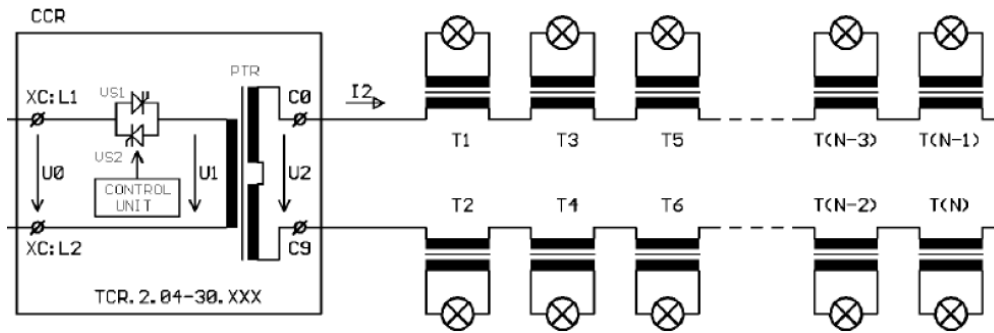
Slika 2 Prilaz LD 21 s novim RESA područjem [12]

Figure 2 Approach LD with new RESA area



Slika 3 Prilaz LD 03 nakon produženja USS [12]

Figure 3 Approach LD 03 after the extension of RWY



Slika 4 Aerodromski serijski strujni krug, [12]

Figure 4 Airport series circuit

**3.1. PRIMJER 1. - AERODROMSKI SERIJSKI STRUJNI KRUGOVI**

**3.1. EXAMPLE NO.1 - AIRFIELD SERIES CIRCUITS**

ALS koncipiran je serijskim strujnim krugovima, koji su napajani iz regulatora kao izvora konstantne struje, (engl. *Constant Current Regulator - CCR*). Svako rasvjetno tijelo kao svjetlosna oznaka u serijskom strujnom krugu je priključeno preko izolacijskog transformatora, (slika 4). Ti složeni sustavi s množinom opreme koja osim svjetlosne signalizacije, obuhvaća sustave sigurne opskrbe električnom energijom s osnovnim i pričuvnim izvorom te sustave upravljanja i nadzora za utvrđivanje stanja njihovih pojedinih parametara, (mjerenje otpora izolacije, zaštite, nadzora broja neispravnih rasvjetnih tijela i dr).

Ukupna razina tehničke i tehnološke opremljenosti što uz stroge procedure i osposobljene, (licencirane) djelatnike, garantira pružanje kvalitetne usluga prihvata i otpreme zrakoplova – sigurnosti zračne luke, naziva se kategorija zračne luke, (CAT). Zahtjevna održavanja za potpunu funkcionalnost u rukama je aerodromske služba elektrodržavanja, (engl. *Airport Electrical Maintenance - AEM*).

**3.1.1. MATEMATIČKI PRORAČUN SERIJSKOG STRUJNOG KRUGA**

**3.1.1. MATHEMATICAL CALCULATION OF THE SERIES CIRCUIT**

Izračunom parametara serijskog strujnog kruga, (slika 4) odabire se za izvor napajanja. Tipska prividna snaga regulatora konstantne struje pomoću izraza:

$$S = N \frac{(P_L + P_S)}{\cos\theta} + L \times P_P \tag{1}$$

gdje je:

- S – instalirana snaga SSK [VA]
- N – broj svjetiljki/transformatora) [br.]
- $P_L$  – snaga trošila rasvjetnog tijela [W]
- $P_S$  – gubici u sekundarnom kabelu [W/m]
- $P_P$  – gubici prim. kabelu za 1 km [VA]
- L – ukupna dužina primarnog kabla [km]
- $\cos \theta$  – faktor efikasnosti izolacijskih strujnih transformatora [0,85]

Provjera proračunate snage serijskog strujnog kruga priključene na CCR počiva na snazi pojedinačnih rasvjetnih tijela s pripadajućim izolacijskim strujnim transformatorima i iznosi:

$$P_S = \frac{(P_L + P_V)}{\cos\varphi \times \eta} \tag{2}$$

gdje je:

- $P_L$  snaga rasvjetnog tijela.....(W)
- $P_V$  gubici u sekundarnim kabelima.....(W)
- $\cos\varphi \times \eta$  .....= 085

Stoga je snaga izlaznog učinskog transformatora u serijskom strujnom krugu:

$$P_{SSKr} = n(P_S + P_k) \times \Sigma(\Delta P_L + \Delta P_{SKr}) \tag{3}$$

gdje je:

- $P_k$  gubici u primarnom kabelu.....(W)
- $P_S$  snaga pojedinog transformatora...(kVA)
- n broj lampi/transformatora .....(kVA)
- $\Delta P_L$  dodatak naponske rezerve .....15%
- $\Delta P_{SKr}$  rezervu za proširenje .....5%

Snaga regulatora odabrana prema ukupnom broju svjetlosnih jedinica, ( $\Sigma$  od «n» jedinica) iznosi:

$$P' = \Sigma n \times \frac{P_S}{\eta \cos \varphi} \quad (4)$$

Toj se snazi dodaju gubici primarnih kabela ukupne dužine L u kilometrima za koje jedinične gubitke daje proizvođač u kataloškim podacima i iznose:

$$P_k = L \times P_{/m} \quad (5)$$

Ukupna snaga izlaznog transformatora CCR na koji je priključen serijski strujni krug tada je:

$$P = P' + P_k \quad (6)$$

Na ovu se snagu uvijek dodaje još 15% rezerve za očekivana proširenja pa je provjeru izlaznog napona transformatora potrebno provesti prema snazi i struji u serijskom strujnom krugu:

$$U_{SKr} = \frac{P_{SKr}}{I_{SKr}} \quad (7)$$

Struja regulatora se provjerava prema izraz:

$$I_L = \frac{P_{SSKr}}{\cos \varphi \times \eta \times U_N \times 0,85} \quad (8)$$

gdje je:  $\cos \varphi \times \eta \approx 0,9$

Iako naizgled jednostavan matematički proračun, može itekako odnijeti puno vremena kada se radi neka intervencija na serijskom strujnom krugu koja zadire uvijek u više parametara te je potrebno takav proračun iterativno provoditi kako bi se optimirali njegovi parametri.

### 3.1.2. ALGORITAMSKA PROVJERA PRORAČUNA SERIJSKOG STRUJNOG KRUGA

#### 3.1.2. ALGORITHMIC VERIFICATION OF SERIES CIRCUIT CALCULATIONS

Matematički izračun parametara regulatora i serijskog strujnog kruga prethodno proveden pomoću formula od (1) – (8) brzinski se provjerava pomoću originalnog matematičkog algoritma koji je kreiran kao projektantski alata u formi Excel - Tabličnog kalkulatora, (tablica 1).

**Tablica 1** Primjer obrade serijskih strujnih krugova EXCEL tabličnim kalkulatorom, [11]

**Table 1** Example of series circuits processed by EXCEL table calculator

|    | A                          | B   | C    | D   | E    |
|----|----------------------------|-----|------|-----|------|
| 3  | Naziv strujnog kruga       |     | REH1 |     | REH2 |
| 4  | Broj strujnog kruga        |     | XY   |     | YX   |
| 6  | Broj žarulja               | REH | 44   | REH | 43   |
| 7  | Struja žarulje (A)         |     | 6,60 |     | 6,60 |
| 8  | Snaga žarulje (W)          |     | 100  |     | 100  |
| 9  | Broj žarulja               | THR | 12   | THR | 12   |
| 10 | Snaga žarulje (W)          |     | 200  |     | 200  |
| 12 | Dužina sek. kab. (km)      |     | 0,47 |     | 0,47 |
| 13 | Presjek (mm <sup>2</sup> ) |     | 4,00 |     | 4,00 |
| 14 | Gubici u sek. Kabelima (W) |     | 95   |     | 95   |
| 16 | Dužina prim. kab. (km)     |     | 6,20 |     | 6,20 |
| 17 | Presiek (mm <sup>2</sup> ) |     | 6,00 |     | 6,00 |

Matematičkim algoritmom, tablični EXCEL kalkulator kao alat kreiran za jedan serijski strujni krug može se univerzalno uporabiti za sve konfiguracije bilo kojih serijskih strujnih krugova za bilo koji aerodrom. Dugotrajni opetovani projektantski matematički proračuni nisu više potrebni, već postupak provjere mogu provoditi specijalisti na elektroodržavanju koji su prošli specijalističke edukacije na kojima se te vještine stječu. Na taj način kreirane baze podataka se mogu koristiti osim za projektiranje i praćenje stanja i za arhive za dokaznice u inspekcijским nadzorima, planiranje rezervnih dijelova i održavanja. Potvrde razvijenog algoritma su raspoložive baze podataka za 175 serijskih strujnih krugova aerodroma u HR, BiH i Libiji koji se koriste za specijalističke edukacije, [11]. Razrada tih baza podataka koristi se za kreiranje optimizacijskim algoritmima investicijskih planova održavanja, [12].

### 3.2. PRIMJER 2. - AERODROMSKI SUSTAV PAPI

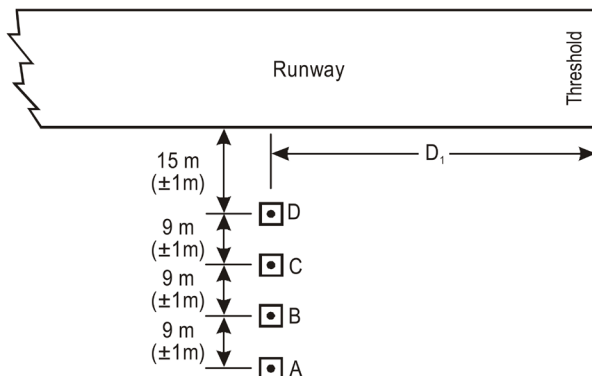
#### 3.2. EXAMPLE NO. 2 - AIRPORT PAPI SYSTEM

##### 3.2.1. OPĆENITO O PAPI SUSTAVU

##### 3.2.1. GENERAL INFORMATION ABOUT THE PAPI SYSTEM

Sustav PAPI, (engl. *Precision Approach Path Indicator* - PAPI) predstavlja četiri jedinice

pokazivača letne putanje preciznog prilaznja koje se ugrađuju s lijeve strane USS i služe pilotima za sigurno slijetanje, (slika 5).

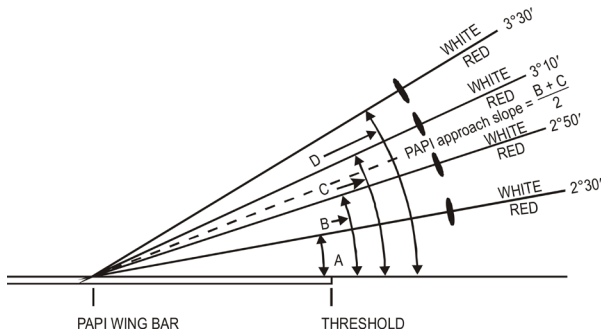


Slika 5 Pozicija postavljanja PAPI sustava, [27]  
Figure 5 PAPI system installation position

Prema legislativi nominalni kutovi poniranja zračne luke, ( $\theta_n$ ) su razvrstani u tri kategorije:

od 2° do 4°; od 4° do 7° i iznad 7°. Za svaku kategoriju razlikuju se veličine namještanja svake jedinice. Za najčešći kut poniranja  $\theta_n = 3^\circ$ , (slika 6), kada je pilot na pravom kutu slijetanja vidi dvije bijele dvije crvene svjetlosne jedinice, (slika 8), a PAPI kut poniranja je:

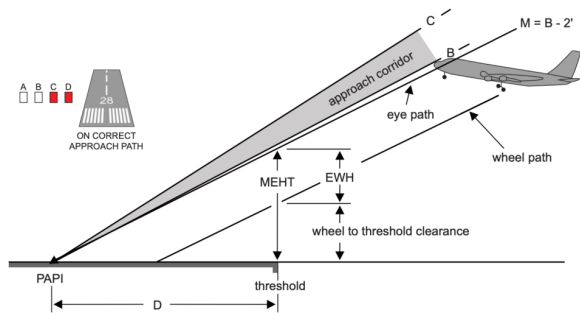
$$\theta_n = (\theta_n B^\circ + \theta_n C^\circ) / 2 \quad (9)$$



Slika 6 Kutovi namještanja PAPI jedinica za  $\theta_n = 3^\circ$ , [27]  
Figure 6 Adjustment angles of PAPI units for  $\theta_n = 3^\circ$

U postupku definiranja mjesta ugradnje PAPI jedinica uzimaju se u obzir parametri zračne luke:

kut prilaza (poniranja) zrakoplova, uzdužni i poprečni nagib USS-e, te parametri zrakoplova, (slika 7), a to su: minimalna visina oka pilota iznad praga (engl. *Minimum Eye Height over the Threshold* - MEHT), visina oka pilota od kotača u položaju prilaza (engl. - *Eyes to Wheel Height* - EWH) i visina kotača iznad praga u položaju prilaza (engl. *Wheel Height over the Threshold* - WTH).



Slika 7 Parametri zrakoplova bitni za proračun PAPI sustava, [27]

Figure 7 Aircraft parameters important for PAPI system calculation

Na temelju tih visina legislativno su zadani parametri za proračun PAPI sustava, (tablica 2).

Tablica 2 Parametri zrakoplova za proračun PAPI sustava

Table 2 Aircraft parameters for PAPI system calculation

| Visina mjerena od očiju pilota do kotača za zrakoplov u prilaznoj konfiguraciji <sup>a</sup> | Najmanja poželjna visina kotača | Najmanja visina kotača |
|--|---------------------------------|------------------------|
|  | (m) <sup>b,c</sup>              | (m) <sup>d</sup>       |
| (1)  | (2)                             | (3)                    |
| do 3 m   | 6                               | 3 <sup>e</sup>         |
| od 3 m do 5 m  | 9                               | 4                      |
| od 5 m do 8 m  | 9                               | 5                      |
| od 8 m do 14 m   | 9                               | 6                      |

gdje je:

- Izbor visine od očiju pilota do kotača zrakoplova, za kritični tip zrakoplova u skupini.
- Najmanja poželjna visina kotača, (stupac 2).
- Umanjene visine kotača prihvatljive s aspekta sigurnosti.
- Umanjene visina kotača iznad fizičkog kraja USS za najzahtjevniji tip zrakoplova.
- Visina kotača smanjena na 1,5 m za USS i lagane zrakoplove bez turbo-mlaznih motora.

### 3.2.2. MATEMATIČKI PRORAČUN PARAMETARA ZA PAPI SUSTAVA

### 3.2.2. MATHEMATICAL CALCULATION OF PARAMETERS FOR THE PAPI SYSTEM

Teorijska udaljenost PAPI jedinica od početka USS je nominalna udaljenost PAPI jedinica i naziva se udaljenost od praga, (engl. *Threshold*

- THR), i u prvoj se iteraciji ta udaljenost izračunava prema odabranim veličinama minimalne visine kotača zrakoplova iznad praga i visine oka pilota od kotača prema izrazu:

$$D1 = MEHT / tg M \quad (10)$$

$$MEHT = MWHT + EWH \quad (11)$$

Gdje je  $tgM$  – tangens kuta jedinice B(2) umanjen za 2', (dvije minute). Za teorijsku razradu za primjer minimalne visine kotača kritičnog zrakoplova iznad praga od 6m, visina oka pilota od kotača je 3,35 m. Izračun nominalne udaljenosti PAPI jedinica od praga provodi se prema relaciji:

$$tgR = tg(\theta n^\circ - \Delta\theta n^\circ) \quad (12)$$

Gdje se tangens kuta na koji se namješta druga jedinica PAPI sustava B(2), umanjeno za  $\Delta\theta n^\circ$ . Nominalnu (teorijsku) udaljenost PAPI sustava od praga, ( $D_1$ ) za odabrani nominalni kut prilaza (poniranja) zrakoplova prikazuje izraz:

$$D1 = MWHT + EWH / tgR \quad (13)$$

Taj se položaj PAPI jedinica mora korigirati s obzirom na uzdužni i poprečni nagib USS-e. Udaljenost od praga prema mjestu PAPI jedinica koja je dobivena kao nominalna korigira se zbog vrijednosti razlike u visinama dobivenog mjesta lokacije PAPI jedinica i praga USS. Vrijednosti korekcije parametara uzdužnog i poprečnog nagiba USS opisuje relacija:

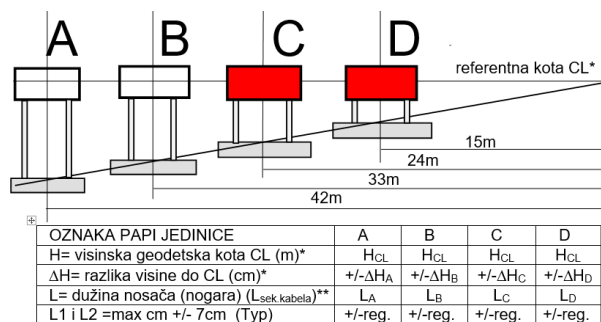
$$\Delta H1 = Hpraga \pm HD1 \quad (14)$$

Ovisno o uzdužnom nagibu USS dobiva se razlika nominalne udaljenosti  $\Delta D_1$  kojom se korigira dobivena nominalna udaljenost relacijama:

$$\Delta D1 = \Delta H1 / tg M \quad (15)$$

$$D2 = D1 + \Delta D1 \quad (16)$$

Postupak uvećavanja udaljenosti se izvodi toliko puta koliko je potrebno da se razlika u visinama i duljinama smanji na minimum odnosno na veličinu koja se može korigirati visinom nosača PAPI jedinica, (slika 8).



Slika 8 Projektna razrada postavljanja PAPI sustava, [19]

Figure 8 Project elaboration of PAPI system installation

Na primjeru kada je poprečni nagib USS-e jednostran, (jednostrešan), i ako se PAPI jedinice nalaze na višoj strani, potrebno je korigirati razliku visine terena jedinica i osi USS-e, uzimajući u obzir minimalnu visinu nosača PAPI jedinica prema relaciji:

$$\Delta D = (hn + \Delta ht) / tg M - tg \beta \quad (17)$$

gdje je:

$hn$  - visina osi B(2) jedinice od temelja

$\Delta ht$  - razlika visina osi USS-e i B(2) jedinice

$tg\beta$  - tg kuta uzdužnog nagiba USS-e

Mora se uzeti u obzir da se prilikom proračuna koriste geodetske podloge, (GP) pa se izmjere na površinama za pojedine proračunske točke korigiraju s geodetskim izmjerama:

$$D_{Xn} = D_{Xgpn} - \Delta D \quad (18)$$

Razlike visina točaka na USS-i,  $D_{X1}$ ,  $D_{X2}$ ,...iz izračuna i visina iz geodetskih podloga korigiraju se i za izračunsku udaljenost  $D_{PAPI}$  iz podloga, pa tako i visine tragova svjetlosnih signala za os PAPI jedinica:

$$D_{PAPI} = D_{izračunska/korigirana} \quad (19)$$

$$H_{osiPAPI} = H_{izračunska/korigirana} \quad (20)$$

Za izračunsku udaljenost provjeravaju se visine tragova svjetlosnih signala iznad praga relacijom:

$$H_{PAPIpraga} = D_{PAPI} \times tg M + \sum \Delta h \quad (21)$$

Visina zrake PAPI kuta M je jednaka parametru MEHT koji je odabran i usvojen i za koji se provodi provjera visine svjetlosnih zraka iznad

praga svih PAPI jedinica. Visina zrake krajnje jedinice s vanjske strane USS-e A (1) je:

$$H_{A(1)} = D_{PAPI} \times \operatorname{tg} \theta_{nA(1)} \quad (22)$$

Vidljivi jedinični izvori svjetala PAPI sustava moraju biti provjereni prema zaštitnoj ravnini prepreka u prilazu, (engl. - *Obstacle Protection Surface* - OPS) koja ima zadane horizontalne i vertikalne granične parametre. Sigurno slijetanje na aerodrom mora biti u zoni bez prepreka, (engl. *Obstacle Free Zone* - OFZ). To je zračni prostor omeđen unutarnjom horizontalnom, prilaznom i unutarnjom prijelaznom površinom. Provjera visine PAPI signala prema površinama oslobođenim od prepreka ide uz provjeru raspoložive dužine USS za slijetanje. Deklarirana raspoloživa duljina USS-e za slijetanje (engl. - *Landing Distance Available* - LDA) najvažniji je parametar za odluke o slijetanju određenih tipova zrakoplova. Mjerodavna veličina svjetlosne zrake PAPI jedinica sijeku os USS-e na definiranoj PAPI poziciji, (engl. *PAPI Position* - PP) odnosno na ciljnoj točki dodira na USS u području slijetanja, (engl. *Runway Touchdown Zone* - TDZ). To je ustvari prava i nominalna raspoloživa duljina USS za zaustavljanje.

### 3.2.3. ALGORITAMSKA PROVJERA PARAMETARA ZA PAPI SUSTAVA

#### 3.2.3. ALGORITHMIC VERIFICATION OF PARAMETERS FOR THE PAPI SYSTEM

Prethodno proveden matematički proračun u Primjeru 1. razrađivan je i potvrđivan simulacijama pomoću algoritama za računalni program tabličnog kalkulatora. Kreirani algoritmi pomažu za izračun: A) pozicija PAPI sustava, (udaljenost od praga) za varijacije konfiguracija terena i izmicanja praga, B) mehaničke konstrukcije PAPI jedinica potrebne za ugađanje njegove visine s obzirom na kut poniranja, C) parametara zaštitnih ravnina prepreka u prilazu i D) provjeru pozicija kritičnog zrakoplova u prilazu s njegovim proračunskim parametrima. Rezultati pojedinačnih izračuna koriste se iterativno za optimizaciju pozicija postavljanja i potvrdili su se na više aplikativnih projekata, [19].

## 4. ZAKLJUČAK

### 4. CONCLUSION

U radu su prezentirana iskustva stečena kroz realizaciju brojnih projekata i objavljenih znanstvenih radova. To područje struke koristi se kao nastavni materijal na programima cjeloživotnog obrazovanja i za kolegij Inteligentni sustavi. Već više od 10 godina na provedene su specijalističke edukacije za preko 150 aerodromskih specijalista i djelatnika specijalističkih tvrtki koje su osposobljene za izvedbu radova na aerodromima. Formiranim bazama znanja i bazama podataka aerodromskih sustava svjetlosne signalizacije kreirani algoritmi učinkovito ukazuju na karakteristike i efikasnosti pojedine opreme, sustava i podsustava, što se može vrlo kvalitetno primijeniti za unaprijed planirane zadatke, nove projekte i buduće planove.

## 5. REFERENCE

### 5. REFERENCES

- [1.] Balaž, Z.: Primjena računala u procesu održavanja manevarskih površina zračne luke – Programi održavanje, Stručni skup ISEP 98, Elektrotehnička zveza Slovenije, 1998.
- [2.] Balaž, Z.: Uloga inženjera znanja u održavanju aerodromskih i tunelskih ekspertnih sustava, - Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zbornik ETO TVZ, Vol. 1, No.1, pp 101 -116, 2014.
- [3.] Balaž, Z.: Priručnik za radionicu/Workshop AERO TVZ-Iso Prog, Training for Insulation Resistance Measurementson, Serial Circuits– Airfield Lighting Systems, Airport Rijeka, 2014.
- [4.] Balaž, Z.: Priručnik za radionicu /Workshop AERO TVZ-Iso Prog, Training for Insulation Resistance Measurementson, Serial Circuits – Airfield Lighting Systems”, Airport Pula, 2014.
- [5.] Balaž, Z.: Priručnik za radionicu /WS-Iso Aeroing, Trening osposobljavanja aerodromskih specijalista za mjerenje na serijskim strujnim krugovima, Zagreb, 2014.
- [6.] Balaž, Z.: Dinamički programi preventivnog održavanja specijalističke aerodromske opreme, 15. Skup - Automatizacija u prometu, KoREMA, pp 231-236, Zagreb, 1995.
- [7.] Balaž, Z.: Ekspertiza specijalističkih sustava u funkciji sigurnosti zračne plovidbe na Zračnoj luci Mostar, Studija br. 10056/01 - Aeroing d.o.o., Zagreb, 2001.

- [8.] Balaž, Z.: Studija obnove i unapređenja aerodromskih sustava svjetlosne signalizacije za sedam aerodroma naftnih polja u Lybia, Aeroing d.o.o., Zagreb 2002.
- [9.] Balaž, Z.: Analiza registriranih poremećaja u radu sustava svjetlosne signalizacije na Zračnoj luci Zagreb - Sicomos, Elaborat br. 10028/01 - Aeroing d.o.o., Zagreb, 2001.
- [10.] Balaž, Z., i dr.: Tehnička strana opremljenosti Zračne luke Zagreb za uvođenje kategorije CAT IIIB, 17. skup o prometnim sustavima Automatizacija u prometu, Osijek - Budimpešta, 1997.
- [11.] Balaž, Z.: Priručnik za osposobljavanje djelatnika koji na zračnim lukama obavljaju specijalistička održavanja, Odobrenje CCAA, TVZ, Zagreb, 2013.
- [12.] Balaž, Z.: Studija unapređenja sustava svjetlosne signalizacije operativnih površina Aerodroma Brač, Aeroing d.o.o. za iTVZ d.o.o. – Zagreb, Studija, Br. 024/3-14, 2014.
- [13.] Balaž, Z., i dr.: Inteligentni sustav održavanja aerodromskog sustava svjetlosne signalizacije, MIPRO Opatija, 2014.
- [14.] Balaž, Z., i dr.: Nadogradnja inteligentnog sustava aerodromskog održavanja serijskih strujnih krugova, ELO, TVZ Zagreb, MIPRO 2015.
- [15.] Balaž, Z.: Obrada znanstvenih, stručnih, istraživačkih radova i Studija slučaja kroz seminare kolegija Inteligentni sustavi, ELO, TVZ, III. semestar; Zagreb, 2017 -2023.
- [16.] Balaž, Z., Meštrović, K.: Inteligentni i ekspertni sustavi u elektroenergetici, Nakladnik: Tehničko veleučilište u Zagrebu, Elektrotehnički odjel, Manualia Polytechnici Studiorum Zagrabiensis, ISBN 978-953-7048-51-8, Zagrebu, 2015.
- [17.] Balaž, Z., Meštrović, K.: Politehnička kognitivna kibernetika, Nakladnik: Tehničko veleučilište u Zagrebu, Elektrotehnički odjel, Manualia Polytechnici Studiorum Zagrabiensis, ISBN 978-953-7048-81-6, Zagrebu, 2018.
- [18.] Balaž, Z.: Upgrading of Airport at Nafoora Field – Arabian Gulf Oil Company, Benghazi, Lybia, Aeroing d.o.o./SINIT Rovigo, Italy, 2002.
- [19.] Balaž, Z.: Projekti PAPI sustava za zračne luke Zagreb, Brač, Lošinj, Osijek, Dubrovnik, Tuzla i Mostar razrađeni za primjenu u nastavnom materijalu kolegija Inteligentni sustavi i programima cjeloživotnog usavršavanja aerodromskih specijalista,

Aeroing d.o.o., Zagreb 1990.-2023.

- [20.] Balaž, Z.: Priručnik za provedbu specijalističkih edukacija za aerodromske specijaliste na održavanju ALS-a, Mentore, Instrukture i Ocjenjivače za Aerodrom Brač d.o.o., Zračnu luku Rijeka d.o.o. i Međunarodni aerodrom Sarajevo d.o.o., 2020.

## AUTORI · AUTHORS

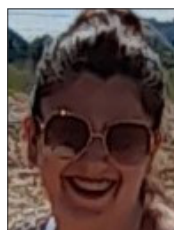


• **Zdenko Balaž** - diplomirao je i doktorirao na FESB-u u Splitu. Od 1983. zaposlio se u Končar - Institutu za elektrotehniku u Zagrebu gdje je aktivno sudjelovao u znanstveno-istraživačkim

projektima za potrebe Končara i Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Od 1988. radio je u Sektoru za elektroenergetiku i razvoj Zračne luke Zagreb, a od 1997. u Aeroing-u za projektiranje, izvođenje i puštanje u pogon specijalističkih aerodromskih sustavu gdje radi i danas. Od 2001. do 2020. bio je zaposlenik Hrvatskih autocesta d.o.o. Zagreb, u odjelu za projektiranja, elektroenergetske infrastrukture i specijalističkih sustava autocesta. Od 2013. honorarni je predavač u zvanju profesora visoke škole kolegija na Elektrotehničkom odjelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Član je uredničkog odbora dvaju međunarodnih znanstvenih časopisa. Objavio je više od 150 stručnih i znanstvenih radova i tri knjige.

## Korespondencija · Correspondence

zbalaz@tvz.hr



• **Petra Bonačić - Sargo** - diplomirala je na Fakultetu prometnih znanosti - Zračni smjer. Od 2014 zaposlila se na Zračnoj luci Brač kao pomoćnica direktora te aktivno sudjelovala u svim procesima, radnim

službama, razvojnim projektima zračne luke te stekla brojna operativna ovlaštenja za obavljanje poslova na zračnoj luci. Od 2017. prihvaća radno mjesto zamjenice direktora te kao sudionica radionica i školovanja stječe ovlaštenja za obavljanje poslova voditelja usklađenosti, internog auditora te time sudjeluje u certifikaciji zračne luke po EASA standardima. Od 2022.g. djeluje u svojstvu Uprave Aerodroma Brač.