Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina zračnih luka

Bazina, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:703997

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 20. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Aerodromi**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3390

Pristupnik: **Mia Bazina (0135232204)**
Studij: Aeronautika
Smjer: Kontrola leta

Zadatak: **Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina zračnih luka**

Opis zadatka:

Potrebno je opisati zahtjeve označavanje manevarske površine aerodroma noću odnosno svjetlosno označavanje. Navesti sustave za neinstrumentalne uzletno-sletne staze, za neprecizni prilaz i precizni prilaz kategorije I, II i III. Analizirati sustave svjetlosnog označavanja noću hrvatskih aerodroma i aerodroma u susjedstvu i ukazati na eventualna odstupanja od standarda.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:

prof. dr. sc. Stanislav Pavlin

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina zračnih luka

Analysis of compatibility of visual aids on the manoeuvring area on airports

Mentor: Prof.dr.sc. Stanislav Pavlin

Studentica: Mia Bazina, 0135232204

Zagreb, rujan 2016.

SAŽETAK

Svjetlosno označavanje manevarske površine zračne luke je obavezno i zavisno o opremljenosti zračne luke. Uzletno-sletne staze se dijele na instrumentalne i neinstrumentalne, te je za svaku kategoriju propisano obvezno i preporučeno svjetlosno označavanje. I na hrvatskim zračnim lukama vrijede ti propisi, a prema Pravilniku o aerodromima su rigorozniji ali bi ih se zračne luke svejedno trebale pridržavati. Ukoliko neki aspekt svjetlosnog označavanja manevarske površine nije u skladu sa propisima, daju se preporuke za njegovo usklađivanje.

KLJUČNE RIJEČI: svjetlosno označavanje, svjetlosni sustav, manevarska površina, uzletno-sletna staza, vozna staza

SUMMARY

Visual aids on the manoevring area on the airports is obligatory and it depends on the airport's features. Runways are divided into instrument and visual runways and for each category it is mandatory and recommended to put visual aids. These regulations are valid for Croatian airports as well, and they are even more rigorous in the Croatian airports rule book. However, Croatian airports should still obey it. If an aspect of visual aids on the manoevring area isn't in accordance with the regulations, recommendations for its harmonization are given.

KEY WORDS: visual aids, lightning system, manoevring area, runway, taxiway

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Svjetlosno označavanje uzletno-sletnih staza 3
   2.1. Svjetlosni pokazivači nagiba prilaza 3
      2.1.1. T-VASIS i AT-VASIS 4
      2.1.2. PAPI i APAPI 5
   2.2. Svjetlosno označavanje prilaza USS-e 5
      2.2.1. Jednostavni sustavi svjetala prilaza 5
      2.2.2. Sustavi svjetala za precizni prilaz kategorije I 6
      2.2.3. Sustavi svjetala za precizni prilaz kategorija II i III 7
   2.3. Svjetlosno označavanje praga USS-e 8
      2.3.1. Svjetla krilnih prečki 8
      2.3.2. Svjetla identifikacije praga 9
   2.4. Svjetlosno označavanje ruba USS-e 9
   2.5. Svjetlosno označavanje kraja USS-e 10
   2.6. Svjetlosno označavanje središnjice USS-e 10
   2.7. Svjetlosno označavanje područja dodira USS-e 11
   2.8. Svjetlosno označavanje staze za zaustavljanje 11
   2.9. Svjetlosno označavanje brze izlazne staze za vožnju 12
   2.10. Svjetlosno označavanje ruba okretnice na USS-i 12
3. Svjetlosno označavanje voznih staza 13
   3.1. Svjetla ruba 13
   3.2. Svjetla središnjice 13
      3.2.1. Svjetla središnjice na stazama za vožnju 15
      3.2.2. Svjetla središnjice na brzim izlaznim voznim stazama 15
      3.2.3. Svjetla središnjice na ostalim izlaznim voznim stazama 16
      3.2.4. Svjetla središnjice na voznim stazama na USS-ama 16
   3.3. Svjetla prečke za zaustavljanje 16
   3.4. Svjetla međupozicije za čekanje 17
   3.5. Sustav sigurnosnih svjetala USS-e 17

3.5.1. Konfiguracija A sigurnosnih svjetala USS-e 18

3.5.2. Konfiguracija B sigurnosnih svjetala USS-e 18

4. Kontrolorski aspekti upravljanja svjetlosnim označavanjem manevarskih površina zračnih luka 20

5. Prikaz postojećeg stanja svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih i zračnih luka u susjedstvu 22

5.1 Hrvatske zračne luke 22

5.1.1. Zračna luka Zagreb 22

5.1.2. Zračna luka Split 24

5.1.3. Zračna luka Dubrovnik 26

5.1.4. Zračna luka Zadar 28

5.1.5. Zračna luka Rijeka 30

5.1.6. Zračna luka Pula 32

5.1.7. Zračna luka Osijek 34

5.1.8. Zračna luka Brač 36

5.1.9. Zračna luka Lošinj 38

5.2. Odabrane zračne luke u okruženju 40

5.2.1. Zračna luka Ljubljana 40

5.2.2. Zračna luka Beograd 42

6. Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka s propisima 44

6.1. Zračna luka Zagreb 44

6.2. Zračna luka Split 44

6.3. Zračna luka Dubrovnik 44

6.4. Zračna luka Rijeka 44

6.5. Zračna luka Osijek 44

6.6. Zračna luka Pula 45

6.7. Zračna luka Zadar 45

6.8. Zračna luka Brač 45

6.9. Zračna luka Lošinj 45

7. Preporuke za unaprjeđenje noćnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka . 46

8. Zaključno razmatranje 47

Literatura 48

Popis slika.....49

Popis tablica.....49

1. Uvod

Svjetlosno označavanje zračnih luka je od iznimne važnosti zbog odvijanja operacija slijetanja i polijetanja, kretanja po manevarskoj površini noću i u uvjetima smanjene vidljivosti danju. ICAO (International Civil Aviation Organization - ICAO) dijeli USS-e (Uzletno-sletna staza - USS) prema opremljenosti na neinstrumentalne i instrumentalne, dok se instrumentalne dalje dijele na staze za neprecizni i precizni prilaz (kategorije I, II, III, IIIA, IIIB i IIIC). Svjetlosno označavanje za pojedine staze je različito zavisno o opremljenosti, kategoriji ali i samoj zračnoj luci.

Ovaj završni rad se sastoji od osam zasebnih cjelina:

1. Uvod

2. Svjetlosno označavanje uzletno-sletnih staza

3. Svjetlosno označavanje voznih staza

4. Kontrolorski aspekti upravljanja svjetlosnim označavanjem manevarskih površina zračnih luka

5. Prikaz postojećeg stanja svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih i zračnih luka u susjedstvu

6. Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka s propisima

7. Preporuke za unaprjeđenje noćnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka

8. Zaključno razmatranje

Prvo poglavlje je uvodni opis teme završnog rada, te njegovih pripadajućih cjelina.

U drugom poglavlju je obrađeno svjetlosno označavanje USS-e.

Kod trećeg poglavlja se obrađuju vozne staze zračnih luka na kojima je svjetlosno označavanje također obavezno.

Kontrolorski aspekt je prisutan u upravljanju svjetlosnim označavanjem kod promjene orijentacije USS-e kao i kod upravljanja raznim svjetlosnim signalima koje kontrolori mogu uputiti pilotima, te se to obrađuje u četvrtom poglavlju.

Postojeće stanje svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka je tema petog poglavlja.

U šestom poglavlju se analizira stanje u hrvatskim zračnim lukama što se tiče svjetlosnog označavanja manevarske površine, te je li u skladu s propisima.

Sedmo poglavlje daje preporuke za neophodne zahvate koje je potrebno poduzeti kako bi se svjetlosno označavanje na manevarskoj površini uskladilo s propisima.

Završno osmo poglavlje je zaključno razmatranje u kojem se sve dotadašnje spoznaje pretakaju u sažetak završnog rada s najbitnijim zaključcima izvedenih iz rada.

Za izradu završnog rada korištena je sljedeća međunarodna i domaća regulativa:

- Aerodromes, Volume I, Aerodrome Design and Operations, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, ICAO, 6th edition, 2013.
- Pravilnik o Aerodromima, NN 58/14

Ujedno će se koristiti i sveučilišni udžbenik koji sadržava standarde i preporuke ICAO-a iz 2004.

2. Svjetlosno označavanje uzletno-sletnih staza

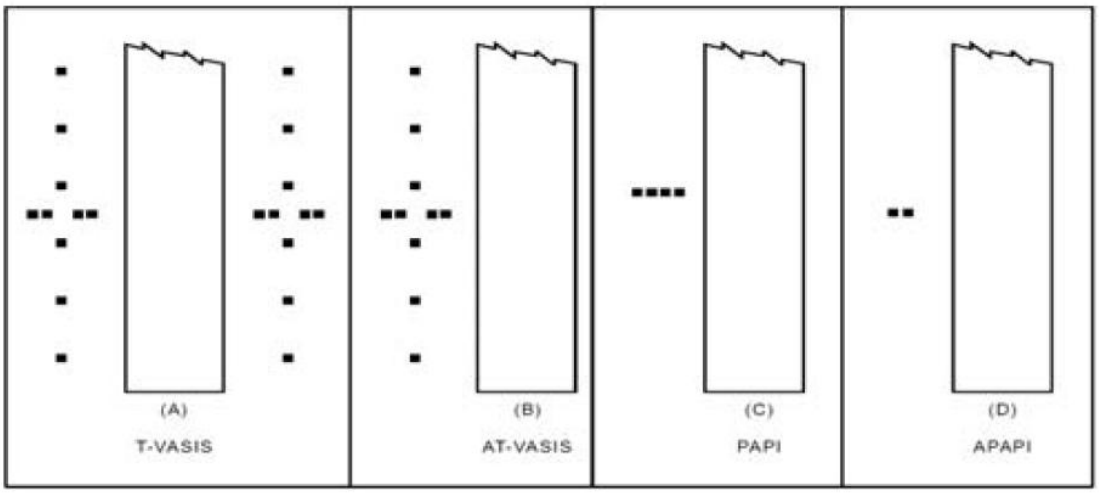
Manevarska površina, ali i ostale aerodromske površine, se označava svjetlima u uvjetima korištenja aerodroma noću te pri smanjenoj vidljivosti danju. Svjetlosno označavanje manevarske površine uključuje pokazivače nagiba prilaza, prilaz USS-i, USS-u i vozne staze.

2.1. Svjetlosni pokazivači nagiba prilaza

Sustavi svjetlosnih pokazivača nagiba prilaza su PAPI, APAPI, T-VASIS i AT-VASIS (Precision Approach Path Indicator – PAPI; Abbreviated Precision Approach Path Indicator – APAPI; T-Visual Approach Slope Indicator System – T-VASIS; Abbreviated T-Visual Approach Slope Indicator System – AT-VASIS). Uvedeni su kako bi se pilotima olakšao prilaz USS-i, te kako bi znali jesu li pogrešno procijenili visinu pri slijetanju. Svi navedeni sustavi se mogu koristiti i danju i noću, te su prikazani na slici 1. Primjena svjetlosnih pokazivača nagiba prilaza je obvezna ukoliko postoji barem jedan od sljedećih uvjeta:

- USS-u koriste mlazni ili drugi zrakoplovi koji imaju slične zahtjeve vođenja u prilazu
- pilot bilo kojeg tipa zrakoplova može imati poteškoće u procjeni prilaza zbog:
    - neadekvatnog vizualnog vođenja, poput iskustvenog, tijekom prilaza iznad vode ili jednoličnog terena danju, ili noću u nedostatku vanjskih svjetala u prilaznom području
    - poteškoće u procjeni prilaza zbog varljivog terena ili nagiba USS-e
- postojanje objekata u prilaznom prostoru koji bi mogli dovesti zrakoplov u opasnost kada ponire ispod normalne putanje, posebice ako ne postoje nevizualna ili vizualna sredstva koja bi upozorila na postojanje takvih objekata
- ukoliko fizički uvjeti na bilo kojem kraju USS-e predstavljaju ozbiljnu opasnost u slučaju da zrakoplov sleti prije praga ili se ne zaustavi na kraju USS-e pri slijetanju

- ukoliko su meteorološki uvjeti i teren takvi da se zrakoplov može naći u neuobičajenoj turbulenciji za vrijeme prilaza [1].



Slika 1. Svjetlosni pokazivači nagiba prilaza, [2]

2.1.1. T-VASIS i AT-VASIS

Sustav T-VASIS se sastoji od 20 individualnih svjetlosnih jedinica raspoređenih simetrično s obje strane USS-e, podijeljenih u dvije grupe po 10. Dvije su prečke sačinjene od 4 svjetlosne jedinice i okomite su na središnjicu USS-e, dok je preostalih 12 svjetlosnih jedinica (po 6 sa svake strane) paralelno sa središnjicom staze. AT-VASIS je, kao što ime sugerira, samo dio sustava T-VASIS jer se koristi na jednoj (najčešće lijevoj) strani USS-e, i ima ukupno 10 svjetlosnih jedinica uključujući jednu svjetlosnu prečku.

Sustavi su osmišljeni tako da pilot u prilazu, ukoliko se nalazi u nagibu (koji je najčešće 3°), vidi bijelu prečku/e. Ako se nalazi iznad ili ispod nagiba prilaza, tada iznad ili ispod te bijele prečke vidi još jednu ili više svjetlosnih jedinica, ovisno o tome koliko se iznad ili ispod nagiba nalazi. U iznimnim slučajevima, kada je pilot izuzetno nisko, vidjet će prečku i tri svjetlosne jedinice ispred prečke u crvenoj boji [1].

2.1.2. PAPI i APAPI

PAPI je sustav koji se najčešće postavlja na lijevoj strani USS-e i sastoji se od krilne prečke koju čine 4 svjetiljke s oštrim prijelazom ili para jediničnih izvora svjetala, dok skraćena verzija, APAPI, ima krilnu prečku s 2 svjetiljke s oštrim prijelazom ili jedan par jediničnih izvora svjetala i postavlja se na lijevoj strani USS-e.

Kada je na aerodromu instaliran sustav PAPI, pilot u prilazu uočava dvije crvene (bliže USS-i) i dvije bijele svjetlosne jedinice ukoliko je u nagibu. Kada se pilot nalazi iznad nagiba, tada je svjetlosna jedinica najbliža USS-i crvene boje dok su preostale tri bijele, a ukoliko je pilot znatno iznad predviđenog nagiba, sve će svjetlosne jedinice biti bijele boje. Ako je pak pilot ispod nagiba prilaza, tri svjetlosne jedinice bliže USS-i su crvene boje, a preostala je bijela, tj. sve su jedinice crvene ukoliko je pilot znatno ispod nagiba [3].

Analogno je za APAPI, u nagibu su svjetlosne jedinice crvene (bliža USS-i) i bijele boje, iznad nagiba obje su bijele, a ispod nagiba prilaza su crvene boje. U Annexu 14 stoji da sustavi moraju biti prikladni i za dnevne i noćne operacije te definira toleranciju za postavljanje svjetlosnih jedinica od ± 1 m [1].

2.2. Svjetlosno označavanje prilaza USS-e

Prema međunarodnim i domaćim propisima razlikuju se jednostavni sustavi svjetala prilaza (za neinstrumentalne i staze za neprecizni prilaz), sustavi svjetala prilaza za staze za precizni prilaz kategorije I, te sustavi svjetala prilaza za staze za precizni prilaz kategorija II i III.

2.2.1. Jednostavni sustavi svjetala prilaza

Jednostavni sustavi svjetala prilaza preporučuju se postaviti na USS-e za neprecizni prilaz namijenjene za operacije zrakoplova tijekom noći [1].

Sustavi jednostavnih svjetala prilaza sastoje se od reda svjetala na produljenoj središnjici USS-e do minimalno 420 m od praga USS-e i od reda svjetala okomitog na produljenu središnjicu koji je duljine 18 m ili 30 m i nalazi se 300 m od praga USS-e. Svjetla su postavljena na međusobnom razmaku od 60 m ili 30 m (u svrhu unaprjeđenja navođenja zrakoplova). Svako rasvjetno tijelo u produženoj uzdužnoj središnjoj osi USS-e čini jedna svjetiljka (kada je duljina sustava 300 m i više) ili prečka koja je minimalne duljine od 3 m (kada je duljina sustava manja od 300 m).

Nijedno svjetlo ne smije biti zasjenjeno te sva svjetla moraju biti stalnog intenziteta i boje koja osigurava prepoznatljivost sustava svjetala prilaza od drugih svjetala na zemlji. Prema našem domaćem propisu boja svjetala za prilaz mora biti crvena [2].

2.2.2. Sustavi svjetala za precizni prilaz kategorije I

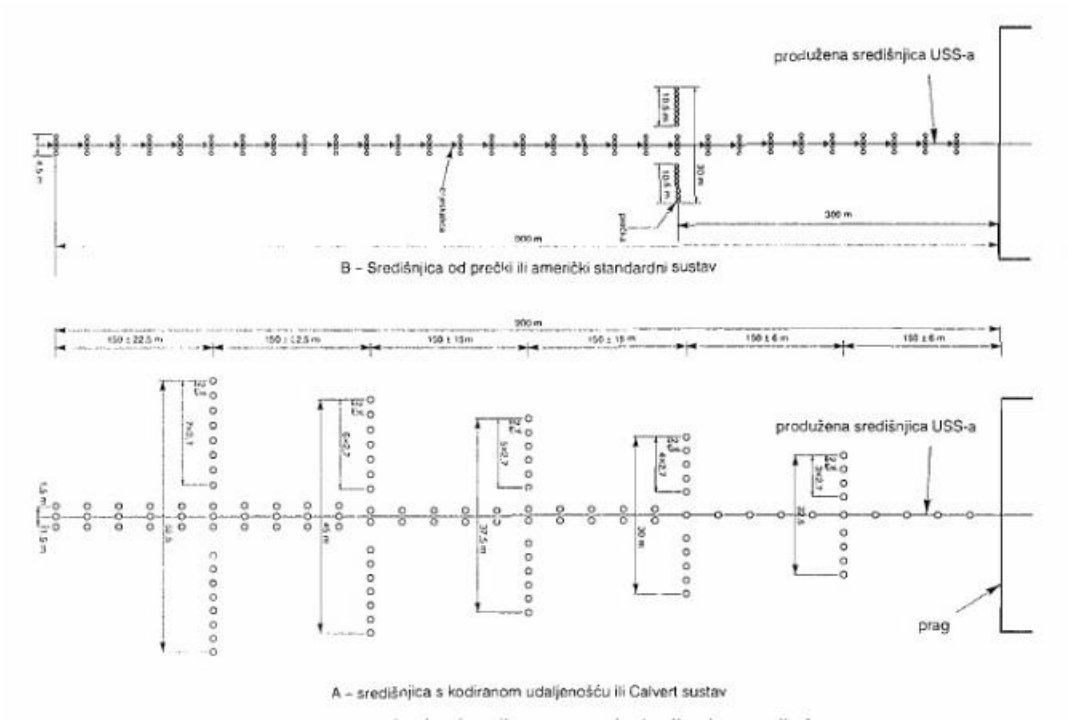
Prema ICAO-u se razlikuju dva sustava svjetala za precizni prilaz kategorije I, a to su središnjica s kodiranom udaljenošću (Calvert sustav) i središnjica od prečki (američki standardni sustav). Oba su sustava duljine 900 m i prikazana su na slici 2.

Calvert sustav u produljenoj središnjici u prvoj trećini prilaza od praga USS-e ima pojedinačne, potom po dvije svjetiljke, te u posljednjih 300 m od praga po tri svjetiljke. Uzdužni razmak svjetiljki je 30 m, a sustav ima i 5 prečki na svakih 150 m od praga s tim da je posljednja na 750 m od praga. Zamišljeni pravci koji povezuju bočne svjetiljke svih prečki u prilazu konvergiraju prema središnjici USS-e te se sijeku 300 m iza praga (mjesto na kojem bi zrakoplov u slijetanju trebao dodirnuti stazu).

Američki standardni sustav se sastoji od prečki duljine 4 m (minimalno) koje su raspoređene na svakih 30 m u produljenju središnjice USS-e. 300 m od praga se nalazi prečka od 30 m (tj. dva puta po 10,5 m oko osnovne prečke). Najveći dopušteni razmak između svjetala prečke je 1,5 m.

Oba navedena sustava imaju svjetla bijele boje i promjenjivog intenziteta i moraju biti u horizontalnoj ili gotovo horizontalnoj ravnini kroz koju ne prolaze objekti,

osim antena ILS i MLS (Instrument Landing System – ILS, Microwave Landing System – MLS) [1].



Slika 2. Američki standardni i Calvert sustav preciznog prilaza kategorije I, [3]

2.2.3. Sustavi svjetala za precizni prilaz kategorija II i III

Sustavi svjetala za precizni prilaz kategorija II i III postavljaju se u duljini od 900 m od praga. Ukoliko se usporede sa sustavom prilaznih svjetala za precizni prilaz kategorije I, u prvih 600 m su posve identični dok se svjetla u posljednjoj trećini usložnjavaju.

Crvena produljena svjetla područja dodira se nalaze simetrično u odnosu na produljenu središnjicu staze uz prečke u prvih 300 m. Razmak između unutarnjih svjetala bočnih prečki trebao bi biti isti kao i unutarnji razmak između svjetala područja dodira, tj. minimalno 18 m i maksimalno 22,5 m. Dvije poprečne prečke se nalaze na 150 m i 300 m od praga USS-e, prva nastaje spajanjem tri kraće prečke dok se druga prostire kao u kategoriji I duljine 30 m (15 m na obje strane). Ako je prvih 600 m prilaza izvedeno s prečkama, tada je na svakoj prečki do 300 m pred pragom obvezna bljeskalica [1].

2.3. Svjetlosno označavanje praga USS-e

Svjetla za označavanje praga USS-e postavljaju se na početak konstruktivnog kolnika što bliže rubu (najviše 3 m ispred) u redu i pod pravim kutem na središnjicu staze.

Svjetla praga sastoje se od:

- barem šest svjetala na neinstrumentalnim stazama i stazama za neprecizni prilaz
- minimalno onoliko svjetala koliko je potrebno da bi se ravnomjerno rasporedila na međusobnoj udaljenosti od 3 m između redova svjetala ruba USS-e koji se nalaze na stazama za precizni prilaz kategorije I
- ravnomjerno raspoređenih svjetala koja se nalaze na međusobnoj udaljenosti do 3 m između redova svjetala ruba USS-e koji se nalaze na stazama za precizni prilaz kategorija II i III [1].

2.3.1. Svjetla krilnih prečki

Sustav svjetala krilne prečke mora se postaviti na USS-e opremljene sustavom za instrumentalni precizni prilaz kada je nužno dodatno istaknuti poziciju praga prema Pravilniku, iako je u Annexu 14 to preporuka. Postavljaju se na neinstrumentalnim stazama ili stazama za neprecizni prilaz s pomaknutim pragom na kojima su svjetla praga potrebna ali nisu postavljena, što je definirano i u Pravilniku i u Annexu 14, [1], [2].

Svjetla krilnih prečki se postavljaju simetrično u odnosu na središnjicu i to u dvije skupine. Svaka se krilna prečka sastoji od minimalno 5 svjetala koja su postavljena bar 10 m prema van od crte svjetala ruba pod pravim kutem s najbližom svjetlosnom jedinicom svake prečke u liniji svjetala ruba. I svjetla praga i svjetla krilnih prečki su zelena jednosmjerna svjetla promjenjivog intenziteta koja su vidljiva iz pravca prilaza [3].

2.3.2. Svjetla identifikacije praga

Svjetla identifikacije praga trebaju se instalirati [1]:

- ili na pragu staze za neprecizni prilaz ukoliko je potrebna dodatna uočljivost praga ili tamo gdje je nepraktično postavljati druga prilazna svjetla
- ili na stalno pomaknutom pragu USS-e ili onom privremeno pomaknutom gdje je potrebna dodatna uočljivost.

Svjetla identifikacije praga se postavljaju simetrično oko središnjice u liniji s pragom približno 10 m izvan produljene linije sustava rubnih svjetala USS-e. Svjetla identifikacije praga bi trebala biti vidljiva samo sa strane prilaza, te se preporuča da budu bijele boje i da bljeskaju 60 - 120 puta u minuti [1].

2.4. Svjetlosno označavanje ruba USS-e

Svjetla ruba postavljaju se na USS-e namijenjene za korištenje noću i na USS-e za precizni prilaz koje se koriste danju i noću. Preporuča se njihovo postavljanje na USS-e s operativnim minimumom vidljivosti manjim od 800 m uzduž staze po danu. Svjetla ruba se postavljaju u dva paralelna reda uzduž cijele USS-e na istoj udaljenosti od središnjice. Postavljaju se ili uzduž rubova površine koja je objavljena za korištenje kao USS u AIP-u (Aeronautical Information Publication - AIP) ili izvan rubova te površine na udaljenosti do 3 m. Svjetla ruba postavljaju se između pojedinih svjetala s jednolikim razmacima (do 60 m za instrumentalne i do 100 m za neinstrumentalne staze). Nalaze se na nasuprotnim stranama od središnjice USS-e, te moraju biti na liniji okomitoj na središnjicu. Svjetla ruba su vidljiva iz svih smjerova, a u vertikalnoj ravnini do 15° iznad horizontale.

Svjetla ruba su bijele boje i promjenjivog intenziteta osim u sljedećim slučajevima:

- kada je prag pomaknut, pa su svjetla između početka staze i pomaknutog praga crvena u pravcu prilaza

- u posljednjih 600 m ili na trećini duljine staze (ovisno o tome što je kraće). U tom slučaju su svjetla na kraju staze u pravcu uzlijetanja žute boje [1].

2.5. Svjetlosno označavanje kraja USS-e

Svjetla kraja USS-e postavljaju se pod pravim kutem u odnosu na središnjicu, na kraj staze u liniji neposredno uz kraj staze, najviše 3 m od ruba. Ukoliko su na istom mjestu svjetla praga i ruba, ista se svjetla mogu koristiti za obje namjene - na strani kraja će biti crvena a na strani praga zelena. Svjetla kraja se sastoje od minimalno šest svjetala i moraju biti:

- između redova svjetala ruba USS-e, jednoliko raspoređena
- simetrično oko središnjice u dvije skupine s jednoliko raspoređenim svjetlima u svakoj od skupina, i s međuprostorom do polovice udaljenosti između redova svjetala ruba USS-e [1].

2.6. Svjetlosno označavanje središnjice USS-e

Svjetla središnjice USS-e postavljaju se na staze za precizni prilaz kategorija II i III, a preporučuju se i na stazama za precizni prilaz kategorije I, pogotovo kada USS-u koriste zrakoplovi s velikim brzinama u slijetanju ili tamo gdje je razmak svjetala ruba veći od 50 m. Svjetla središnjice postavit će se na USS-ama koje imaju operativni minimum vidljivosti uzduž staze manji od 400 m, a njihovo korištenje je preporučljivo i kada je vidljivost veća ili jednaka 400 m.

Svjetla središnjice su ugrađena u kolnik, promjenjivog su intenziteta i usmjerena u pravcu slijetanja i uzlijetanja. Od praga do 900 m prije kraja staze su bijele, od 900 m do 300 m prije staze naizmjenice su crvene i bijele boje, a od 300 m do staze su crvene boje (osim na USS-ama koje su kraće od 1 800 m - tada se od sredine staze prikladne za slijetanje pa do 300 m od kraja naizmjenično postavljaju crvena i bijela svjetla).

Svjetla središnjice USS-e postavljaju se uzduž središnjice staze i mogu biti jednoliko pomaknuta do 60 cm na istu stranu središnjice u slučajevima kada se ne mogu postaviti uzduž same središnjice. Postavljanje svjetala središnjice vrši se od praga do kraja USS-e s uzdužnim razmakom od 15 m ili 30 m kada su zadovoljeni propisani kriteriji održavanja svjetala i kada je staza namijenjena za korištenje u uvjetima vidljivosti uzduž staze većim ili jednakim 350 m [1].

2.7. Svjetlosno označavanje područja dodira USS-e

Svjetla područja dodira USS-e su bijele boje, promjenjivog intenziteta i vidljiva samo iz smjera prilaza. Ugrađuju se u konstruktivni kolnik na stazama za precizni prilaz kategorija II i III i prostiru se na području od praga do 900 m od praga (kada su staze kraće od 1 800 m sustav je skraćen do polovice staze) [1].

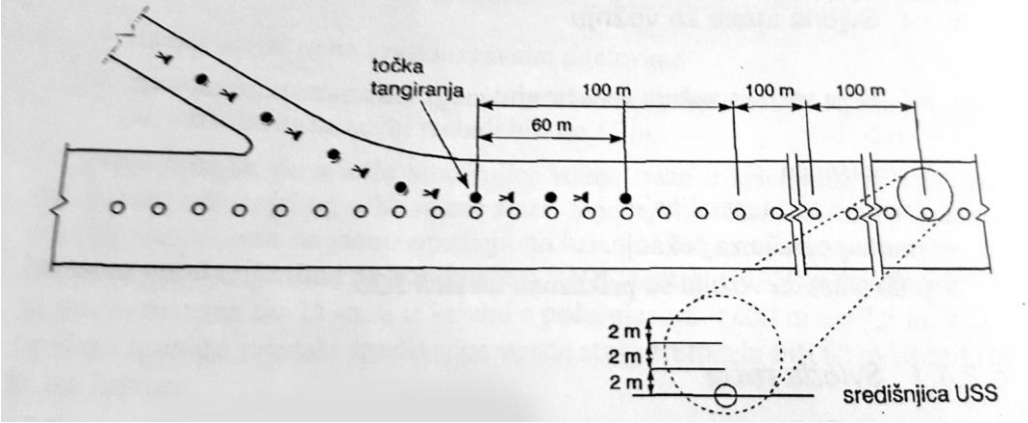
Svjetla područja dodira su parovi prečki koji su simetrično postavljeni oko središnjice USS-e. Bočni razmak između unutarnjih svjetala para prečki jednak je bočnom razmaku unutarnjih rubova dnevnih oznaka područja dodira koji je najčešće jednak 18 m (18 – 22,5 m), dok je uzdužni razmak 30 m ili 60 m. Prečke se sastoje od najmanje tri svjetla s međurazmakom do 1,5 m. Najmanja duljina prečke sustava svjetala područja dodira je 3 m, a najveća 4,5 m (u Annexu 14 to je preporuka), [1], [2].

2.8. Svjetlosno označavanje staze za zaustavljanje

Svjetla staze za zaustavljanje su crvene boje i vidljiva samo iz smjera uzlijetanja, te se postavljaju na stazama za uzlijetanje namijenjenima za korištenje noću. Postavljaju se uzduž cijele staze za zaustavljanje u dva paralelna reda koja su jednako udaljena od središnjice u liniji svjetala ruba USS-e, a postavljaju se i preko kraja staze za zaustavljanje (okomito na središnjicu i do 3 m od kraja staze za zaustavljanje) [1].

2.9. Svjetlosno označavanje brze izlazne staze za vožnju

Svjetla pokazivača brze izlazne staze za vožnju (Rapid exit taxiway indicator lights - RETIL) trebala bi biti postavljena na USS-i koja je namijenjena za korištenje u uvjetima vidljivosti uzduž staze manjima od 350 m (USS-e kategorije III) i tamo gdje je intenzitet prometa velik. Navedeno Annex 14 samo preporuča (a Pravilnik obavezuje). RETIL omogućavaju pilotu prepoznati početak brze izlazne staze i pravovremeno sigurno skretanje na nju, ukoliko za to postoje uvjeti. Pokazivači trebaju biti postavljeni na istoj strani na kojoj se nalazi brza izlazna staza za vožnju (slika 3), [1], [2].



Slika 3. Svjetla pokazivača brze izlazne staze za vožnju, [3]

2.10. Svjetlosno označavanje ruba okretnice na USS-i

Svjetla ruba okretnice postavljaju se u RVR (Runway Visual Range - RVR) uvjetima za korištenje manjima od 350 m kako bi se zrakoplovu omogućio zaokret od 180° kontinuiranim vođenjem na okretnicama na USS-i za precizni prilaz kategorije III. Svjetla ruba okretnice postavljaju se na horizontalnoj oznaci okretišta USS-e ili do maksimalno 30 cm od nje. Na ravnim dijelovima okretnice razmak između svjetala je 15 m, a na zakrivljenim dijelovima 7,5 m. Svjetla ruba okretnice su zelene boje, promjenjivog intenziteta i jednosmjerna (vidljiva samo iz zrakoplova koji prilazi ili je već na okretnici) [1].

3. Svjetlosno označavanje voznih staza

3.1. Svjetla ruba

Svjetla ruba postavljaju se ne samo na rubovima staze za vožnju, već i na rubovima stajanki, okretnica na USS-ama, površina za čekanje, te površina za odleđivanje tj. zaštitu od odleđivanja koje su namijenjene za korištenje noću. Svjetla ruba nisu potrebna ako se vođenje zrakoplova može postići drugim načinima i ukoliko su već postavljena svjetla središnjice staze za vožnju (tada su svjetla ruba potrebna samo u krivinama, spojevima i raskrižjima).

Najveći uzdužni razmak između svjetala iznosi 60 m na ravnim dionicama, dok su svjetla na krivinama postavljena na manjim razmacima kako bi se upozorilo na oblik krivine. Svjetla ruba postavljaju se što bliže samom rubu, a najdalje 3 m od ruba. Svjetla ruba staza za vožnju su plave boje i stalnoga intenziteta, te moraju dosezati minimalno do 75° iznad horizontalne ravnine. U horizontalnoj ravnini moraju biti vidljiva iz svih smjerova, [1], [2].

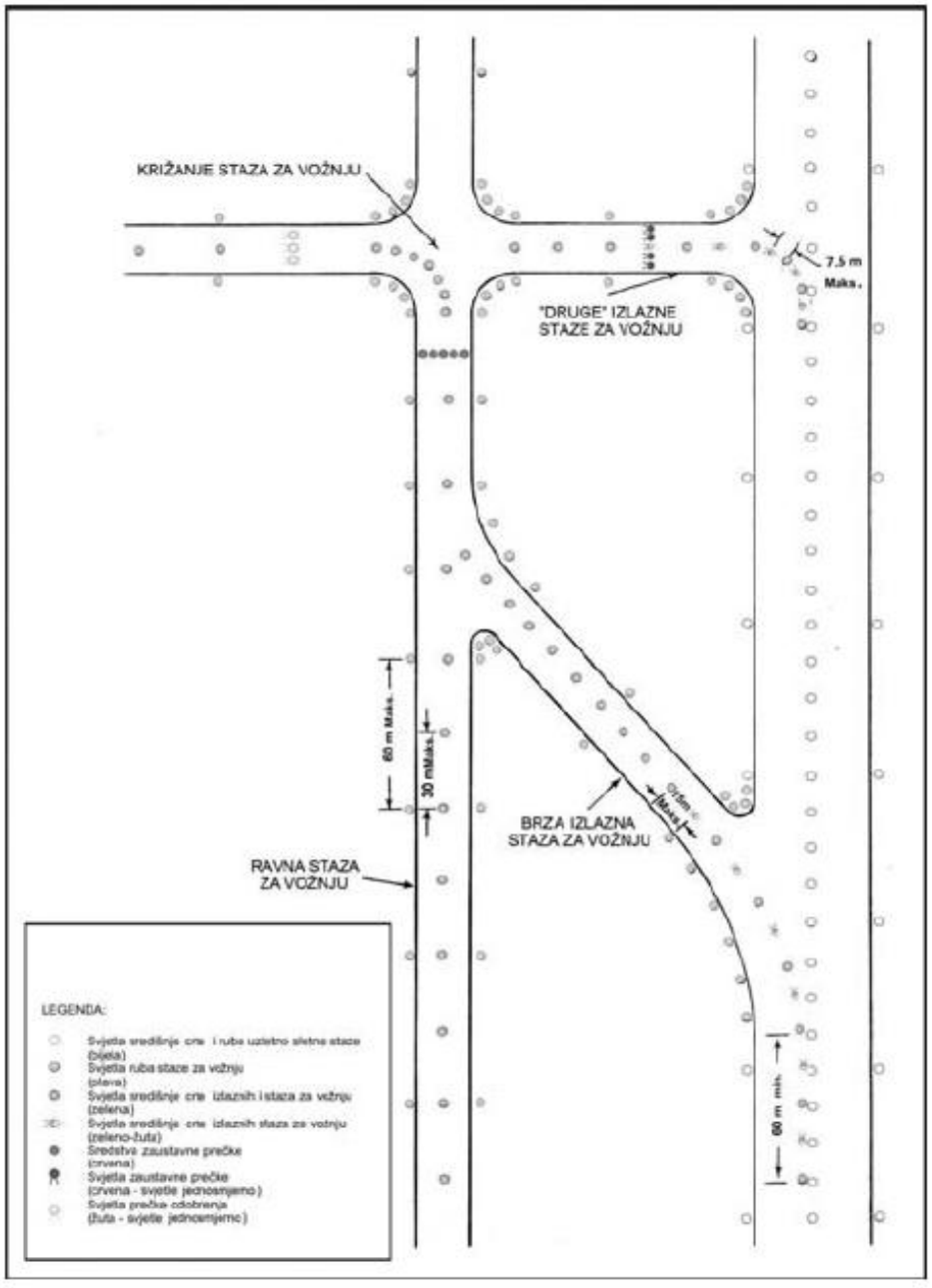
3.2. Svjetla središnjice

Svjetla središnjice ugrađuju se tako da osiguraju neprekinuto vođenje od središnjice USS-e do pozicije na stajanki, te se postavljaju na stazama za vožnju namijenjenima za korištenje tijekom noći u uvjetima vidljivosti uzduž USS-e manjima od 350 m i na kompleksnijim raskrižjima voznih staza i izlaznih voznih staza, ukoliko je gustoća prometa velika.

Svjetla središnjice na voznim stazama, osim izlaznih i onih na USS-ama koje čine dio standardne rulne rute, zelene su boje i vidljiva samo iz zrakoplova na voznoj stazi ili u njenoj neposrednoj blizini. Svjetla središnjice na izlaznoj voznoj stazi od središnjice USS-e do perimetra područja kritične osjetljivosti ILS/MLS sustava ili donjeg ruba unutarnje prijelazne površine (do veće udaljenosti od dviju navedenih) su naizmjenično zelene i žute boje, s time da je prvo svjetlo zelene a zadnje žute boje, dok su dalje svjetla zelena. Svjetlo koje je najbliže spomenutom perimetru

uvijek je žute boje. U suprotnom smjeru su sva svjetla zelena. Žuta boja je uvedena u svjetla središnjice staze za vožnju radi izbjegavanja moguće zabune sa svjetlima praga u uvjetima smanjene vidljivosti. Prema ICAO-u se razlikuju:

- svjetla središnjice na stazama za vožnju
- svjetla središnjice na brzim izlaznim voznim stazama
- svjetla središnjice na ostalim izlaznim voznim stazama
- svjetla središnjice na voznim stazama na USS-ama [1]; sva svjetla su prikazana na slici 4.



Slika 4. Sustavi svjetala staze za vožnju, [2]

3.2.1. Svjetla središnjice na stazama za vožnju

Preporučeni uzdužni razmak svjetala na ravnim dijelovima središnjice staze za vožnju je 30 m, ali postoje iznimke:

- razmak manji od 30 m na kratkim ravnim dijelovima
- razmak do 60 m kada prevladavajući meteorološki uvjeti to omogućavaju
- uzdužni razmaci do 15 m na voznim stazama namijenjenima za korištenje u RVR uvjetima od manje od 350 m.

Svjetla središnjice vozne staze bi u krivinama trebala zadržati istu udaljenost od vanjskog ruba vozne staze, te bi trebala biti postavljena tako da jasno upućuju na krivinu. Preporučani razmak na voznim stazama namijenjenima za korištenje u RVR uvjetima manjima od 350 m je 15 m, a u krivini s polumjerom manjim od 400 m do 7,5 m. Takvi razmaci između svjetala središnjice vozne staze trebali bi biti 60 m ispred i 60 m iza krivine.

Prihvatljivi razmaci svjetala na krivinama voznih staza namijenjenih za korištenje u RVR uvjetima jednakim ili većim od 350 m su:

- za polumjer krivine manji ili jednak 400 m razmak je 7,5 m
- za polumjer krivine od 401 do 899 m razmak je jednak 15 m
- za polumjer krivine veći od 900 m je razmak od 30 m [1].

3.2.2. Svjetla središnjice na brzim izlaznim voznim stazama

Svjetla središnjice brze izlazne vozne staze trebala bi započeti na USS-i 60 m prije početka krivine, te bi se trebala nastaviti prostirati do kraja krivine do mjesta gdje se očekuje da će zrakoplov u zaustavljanju postići uobičajenu brzinu za vožnju. Svjetla središnjice vozne staze koja se nalaze na USS-i trebala bi biti odmaknuta minimalno 60 cm od svjetala središnjice USS-e. Svjetla središnjice staze za vožnju bi trebala biti raspoređena na uzdužnim razmacima do 15 m osim ondje gdje nema svjetala središnjice USS-e i tamo gdje može biti primijenjen veći razmak, koji je u tom slučaju do 30 m [1].

3.2.3. Svjetla središnjice na ostalim izlaznim voznim stazama

Svjetla središnjice na ostalim izlaznim voznim stazama trebala bi počinjati u točki gdje dnevna oznaka središnjice vozne staze počinje skretati od središnjice USS-e i slijediti dnevnu oznaku središnjice vozne staze u krivini najmanje do točke gdje oznaka napušta USS-u. Svjetla središnjice na ostalim izlaznim voznim stazama trebala bi biti raspoređena na uzdužnim razmacima do 7,5 m [1].

3.2.4. Svjetla središnjice na voznim stazama na USS-ama

Svjetla središnjice voznih staza na USS-ama, koje čine dio standardne rute i namijenjene su za vožnju po USS-i u uvjetima smanjene vidljivosti uzduž staze koja je manja od 350 m, postavljaju se na uzdužnim razmacima do 15 m [1].

3.3. Svjetla prečke za zaustavljanje

Ukoliko su svjetla prečke za zaustavljanje ugrađena, potrebno je njima upravljati ili ručno ili automatski, s tim da je za automatsko upravljanje odgovoran kontrolor leta. Svjetla prečke za zaustavljanje ugrađuju se na svakoj poziciji za čekanje kod USS-a kategorija II i III, osim u sljedećim slučajevima:

- tamo gdje su odgovarajuća sredstva i procedure predviđene za sprječavanje nehotičnog upada zrakoplova i vozila na USS-u, ili
- kod operativnih procedura za ograničavanje broja zrakoplova na manevarskoj površini na jedan u isto vrijeme i/ili vozila na manevarskoj površini na nužni minimum (u RVR uvjetima manjima od 550 m).

Sustav svjetala prečki za zaustavljanje postavlja se na međupoziciji za čekanje kada je se želi dodatno označiti svjetlima i kada se želi provoditi vizualna kontrola prometa. Ukoliko postoji mogućnost da svjetla prečki za zaustavljanje budu zaklonjena od vidika pilota snijegom ili se od pilota zahtijeva da stane toliko blizu svjetala da su mu izvan vidnog polja, postavljaju se dva stojeća svjetla na svakom

kraju svjetla prečke za zaustavljanje na najmanjoj udaljenosti od 3 m od ruba vozne staze.

Svjetla prečke za zaustavljanje su ugrađena u konstruktivni kolnik na razmaku od 3 m poprijeko vozne staze. Na poziciji za čekanje su jednosmjerna, crvena i promjenjivog intenziteta. Vidljiva su u smjeru prilaza križanju ili USS-i. Na međupoziciji za čekanje su dvosmjerna i vidljiva u oba pravca prilaza mjestu međupozicije za čekanje.

Ukoliko su postavljena dodatna stojeća svjetla, ona imaju iste karakteristike kao i svjetla ugrađena u prečki za zaustavljanje te su vidljiva iz prilazećeg zrakoplova. Svjetla prečke za zaustavljanje pale se pojedinačno, a tim se sustavom upravlja iz tornja kontrole zračnog prometa [1].

3.4. Svjetla međupozicije za čekanje

Svjetla međupozicije za čekanje ugrađuju se uzduž mjesta međupozicije za čekanje na udaljenosti od 30 cm ispred oznake. Sastoje se od triju jednosmjernih svjetala koja su ugrađena u kolnik vozne staze. Žute su boje, jednosmjerna u pravcu prilaza mjestu međupozicije za čekanje i sličnih karakteristika kao svjetla središnjice staze za vožnju. Ugrađuju se simetrično i pod pravim kutom u odnosu na središnjicu vozne staze s razmakom svjetala od 1,5 m [1].

3.5. Sustav sigurnosnih svjetala USS-e

Svrha sigurnosnih svjetala USS-e je upozoravanje pilota i vozača vozila da su u blizini ulaza na aktivnu USS-u. Sigurnosna svjetla USS-e trebalo bi postaviti na svakom raskrižju vozne staze s USS-om gdje je potrebna bolja uočljivost raskrižja. Svjetlosne zrake su jednosmjerne, promjenjivog intenziteta i usmjerene kako bi bile vidljive pilotu koji se kreće prema poziciji za čekanje. Svjetla bljeskaju između 30 i 60 puta u minuti, a vremena ugašenog svjetla i upaljenog su jednaka i naizmjenična u susjednim svjetlima. Razlikujemo dvije standardne konfiguracije sigurnosnih svjetala USS-e: konfiguraciju A i konfiguraciju B koje su prikazane na slici 5 [1].

3.5.1. Konfiguracija A sigurnosnih svjetala USS-e

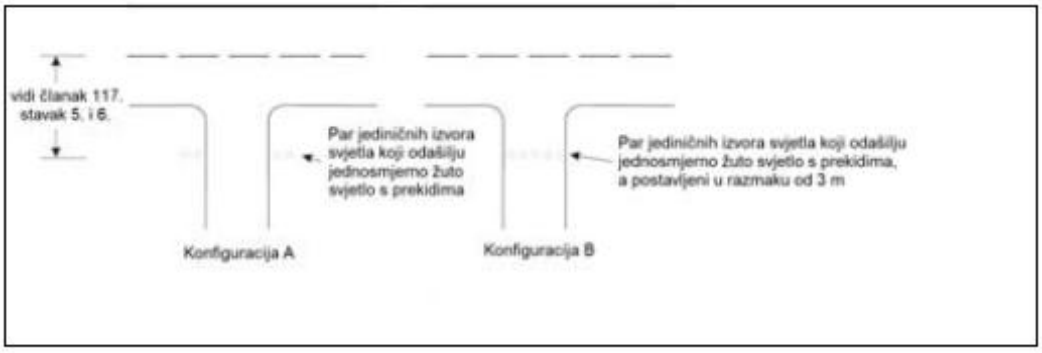
Sigurnosna svjetla USS-e postavljaju se na svakom raskrižju vozne staze s USS-om namijenjenom za:

- uvjete vidljivosti uzduž USS-e manje od 550 m kada je postavljena zaustavna prečka, i
- uvjete vidljivosti uzduž USS-e od 550 m do 1 200 m pri srednjoj i maloj gustoći prometa, [1], [2].

Prema Annnexu 14 to su samo preporuke, dok je njihova instalacija obvezna na svakom raskrižju vozne staze s USS-om namijenjenom za:

- uvjete vidljivosti uzduž USS-e manje od 550 m kada nije postavljena zaustavna prečka, i
- uvjete vidljivosti uzduž USS-e od 550 do 1 200 m pri velikoj gustoći prometa [1].

Sigurnosna svjetla postavljaju se na svakoj strani staze za vožnju na udaljenosti od središnjice USS-e ne manjoj od one propisane za staze za uzlijetanje (bar 30 – 75 m, ovisno o kodnom broju USS-e). Sastoje se od dva para svjetala žute boje i svjetla svake jedinice svijetle naizmjenično [1].



Slika 5. Konfiguracija A i B sigurnosnih svjetala USS-e, [2]

3.5.2. Konfiguracija B sigurnosnih svjetala USS-e

Sigurnosna svjetla USS-e postavljaju se u kolnik poprijeko vozne staze na udaljenosti od središnjice USS-e ne manjoj od propisane za staze za uzlijetanje (bar

30 – 75 m, ovisno o kodnom broju staze). Sastoje se od žutih svjetala ugrađenih u intervalima od 3 m okomito na središnjicu staze za vožnju. Susjedna svjetla svijetle naizmjenično, jedno iza drugoga, dok alternativna svjetla svijetle istovremeno, [1], [2].

4. Kontrolorski aspekti upravljanja svjetlosnim označavanjem manevarskih površina zračnih luka

Svjetlosnim označavanjem manevarske površine moguće je upravljati na dva načina: ručno i automatski. Upravljanje na daljinu, tj. automatski način, provode kontrolori zračnog prometa. Budući da su svjetlosni sustavi na većim zračnim lukama prilično kompleksni, potrebna je prikladna kontrola vezana za atmosferske uvjete, vrijeme dana, druge aktivnosti na manevarskoj površini, ili čak želje pilota. Upravo su kontrolori ti koji su najsvjesniji svih tih uvjeta i informacija, stoga su kontrole za upravljanje svjetlosnim sustavom na daljinu upravo u kontrolnom tornju i njima upravljaju kontrolori. Neke zračne luke čak imaju posebne kontrolne postaje u kojima je operater u direktnoj vezi s kontrolorima [4].

Postoje i razni svjetlosni signali koje kontrolori mogu uputiti pilotima u svrhu komuniciranja (tablica 1):

- kada pilot vidi niz crvenih bljeskova, ne smije sletjeti jer zračna luka nije dostupna za slijetanja
- kada pilot vidi niz crvenih bljeskova tijekom taksiranja, mora napustiti USS-u ili voznu stazu u upotrebi i pripaziti na druge zrakoplove
- konstantno crveno svjetlo upereno u zrakoplov u letu znači da pilot ne slijeće, već da propušta drugi zrakoplov i nastavlja kružiti
- crvena raketa znači da se zanemare sve prijašnje instrukcije i trenutno ne slijeće
- ukoliko je pilot u školskom krugu i primijeti niz zelenih bljeskova, mora se vratiti na slijetanje, a u dogledno će vrijeme dobiti i odobrenje za slijetanje
- bljeskajuće zeleno svjetlo prema zrakoplovu na tlu je odobrenje taksiranja ili prelaska USS-e
- konstantno zeleno svjetlo namijenjeno zrakoplovu na tlu znači da mu je odobreno polijetanje
- ukoliko toranjski kontrolor po noći počne bljeskati svjetlima voznih staza i USS-e, pilot mora napustiti USS-u i pričekati daljnje svjetlosne upute od tornja
- ukoliko je niz projektila odaslan u zrak u intervalu od 10 s te eksplodiraju u zelenim i crvenim bojama, to znači da neautorizirani zrakoplov ulijeće ili će

uletjeti u zabranjeno, opasno ili ograničeno područje te mora poduzeti potrebne korekcijske mjere [5].

Tablica 1. Svjetlosni signali kontrole zračnog prometa, [6]

Light		*From Aerodrome Control to:*	
		Aircraft in flight	*Aircraft on the ground*
Directed towards aircraft concerned (see Figure A1-1).	Steady green	Cleared to land	Cleared for take-off
	Steady red	Give way to other aircraft and continue circling	Stop
	Series of green flashes	Return for landing*	Cleared to taxi
	Series of red flashes	Aerodrome unsafe, do not land	Taxi clear of landing area in use
	Series of white flashes	Land at this aerodrome and proceed to apron*	Return to starting point on the aerodrome
Red pyrotechnic		Notwithstanding any previous instructions, do not land for the time being	

** Clearances to land and to taxi will be given in due course.*

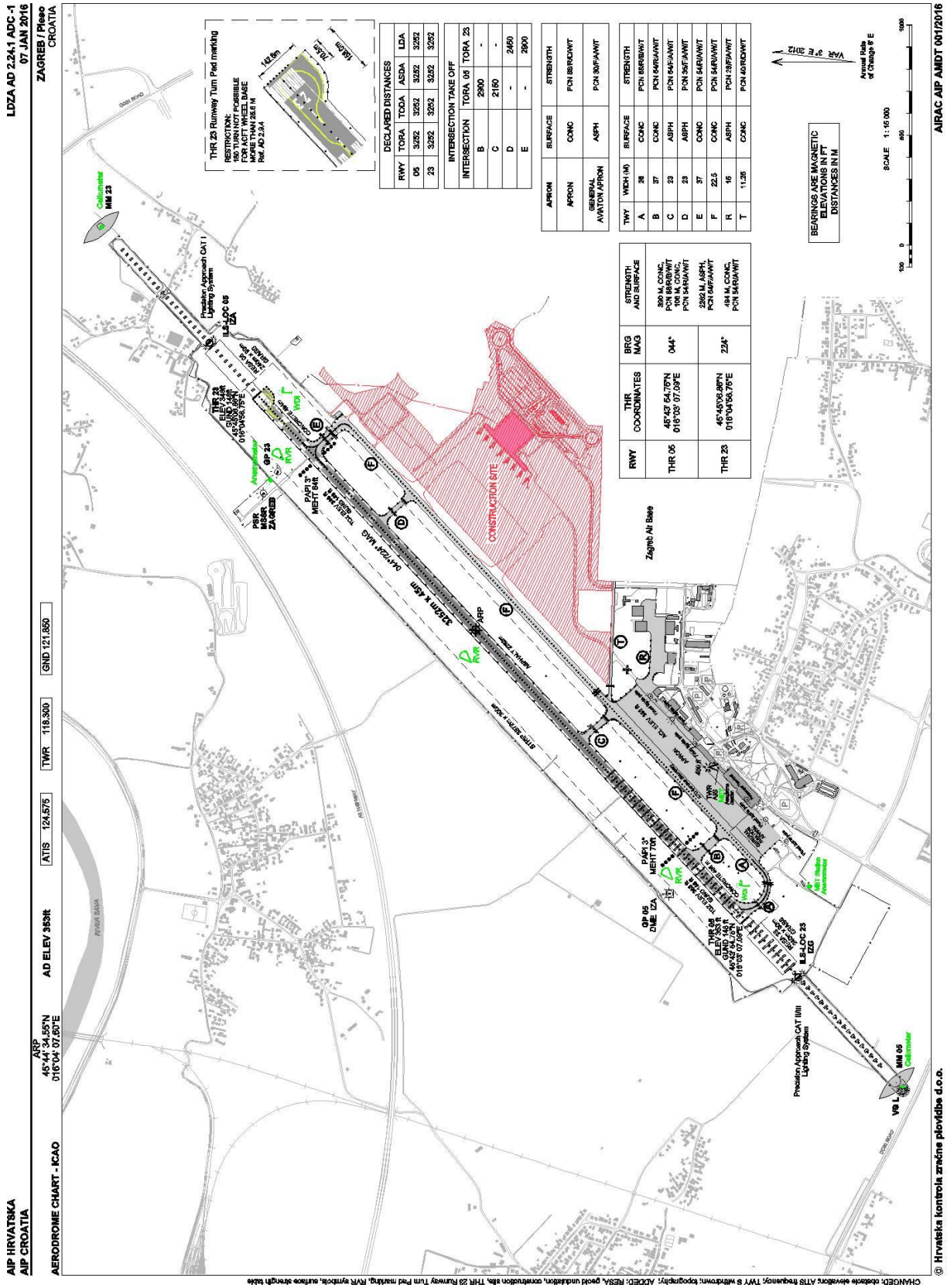
5. Prikaz postojećeg stanja svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih i zračnih luka u susjedstvu

5.1 Hrvatske zračne luke

5.1.1. Zračna luka Zagreb

Zračna luka Zagreb je najveća i najznačajnija hrvatska zračna luka s najvećim prometom – 2015. godine imala je 39 780 operacija zrakoplova [7]. Zračna luka je referentnog koda 4E, a USS je duljine 3 252 m i širine 45 m s okretnicom na sjevernoistočnom pragu. Zračna luka Zagreb je prikazana na slici 6.

USS je opremljena svjetlima prilaza kategorije III na pragu 05, dok je na pragu 23 opremljena svjetlima prilaza kategorije I. Prag 05 ima američki standardni sustav, kao i prilaz pragu 23. Od svjetlosnih pokazivača nagiba za prilaz, USS je opremljena PAPI sustavom s nagibom od 3° na oba prilaza. USS u pravcu 05 opremljena je svjetlima praga, ruba, kraja i središnjice, a u pravcu 23 je također opremljena svjetlima praga, ruba, kraja i središnjice. USS je sa paralelnom voznom stazom i stajankom povezana s pet ulazno-izlaznih voznih staza. Vozne staze A, E i F su opremljene svjetlima za kategoriju III i imaju svjetla središnjice, pozicije za čekanje i ruba u krivinama. Vozne staze B, C i D su opremljene svjetlima za kategoriju I, to jest svjetlima ruba.

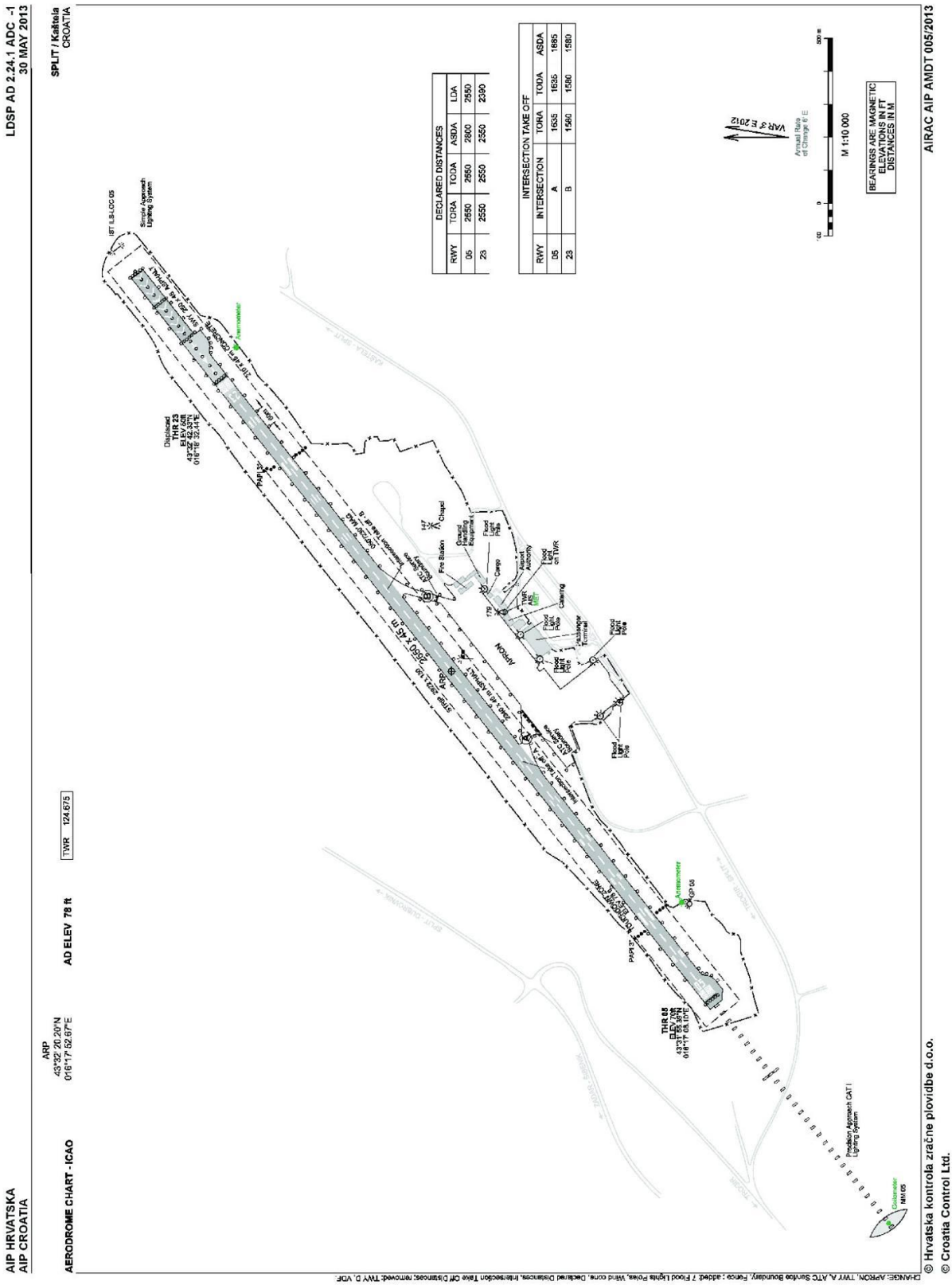


Slika 6. Zračna luka Zagreb, [8]

5.1.2. Zračna luka Split

Zračna luka Split je druga zračna luka po prometu putnika u Hrvatskoj, prošle godine je imala 21 945 operacija zrakoplova [7]. Njen referentni kod je 4E, USS je duljine 2 550 m i širine 45 m s okretnicama kod oba praga i zaustavnom stazom duljine 250 m kod praga 23. Zračna luka Split je prikazana na slici 7.

USS je opremljena američkim standardnim sustavom svjetala prilaza kategorije I na pragu 05. Prag 23 je opremljen jednostavnim sustavom prilaznih svjetala. Svjetlosni pokazivač nagiba za prilaz kojim je USS opremljena je PAPI s nagibom od 3° koji se nalazi na oba prilaza. USS je opremljena svjetlima praga, ruba i kraja. Postoje dvije ulazno-izlazne vozne staze koje spajaju krajeve stajanke s USS-om te su one opremljene svjetlima ruba.



Slika 7. Zračna luka Split, [8]

5.1.3. Zračna luka Dubrovnik

Zračna luka Dubrovnik je treća po redu najprometnija hrvatska zračna luka koja je 2015. imala 16 852 operacija zrakoplova [7]. Zračna luka je referentnog koda 4E. USS je duljine 3 300 m i širine 45 m s okretnicom na jugoistočnom kraju. Zračna luka Dubrovnik je prikazana na slici 8.

Prag 12 je opremljen sustavom svjetala prilaza kategorije I, tipa Calvert. Prag 30 je opremljen jednostavnim sustavom svjetala prilaza. Oba prilaza su opremljena PAPI sustavom s nagibom od 3° na prilazu 12 i od 3,2° na prilazu iz pravca 30.

USS ima svjetla praga, ruba i kraja, te je povezana sa stajankom s pet ulazno-izlaznih voznih staza i jedne paralelne vozne staze koja se prostire u duljini oko dvije trećine duljine USS-e. Sve vozne staze imaju svjetla ruba.

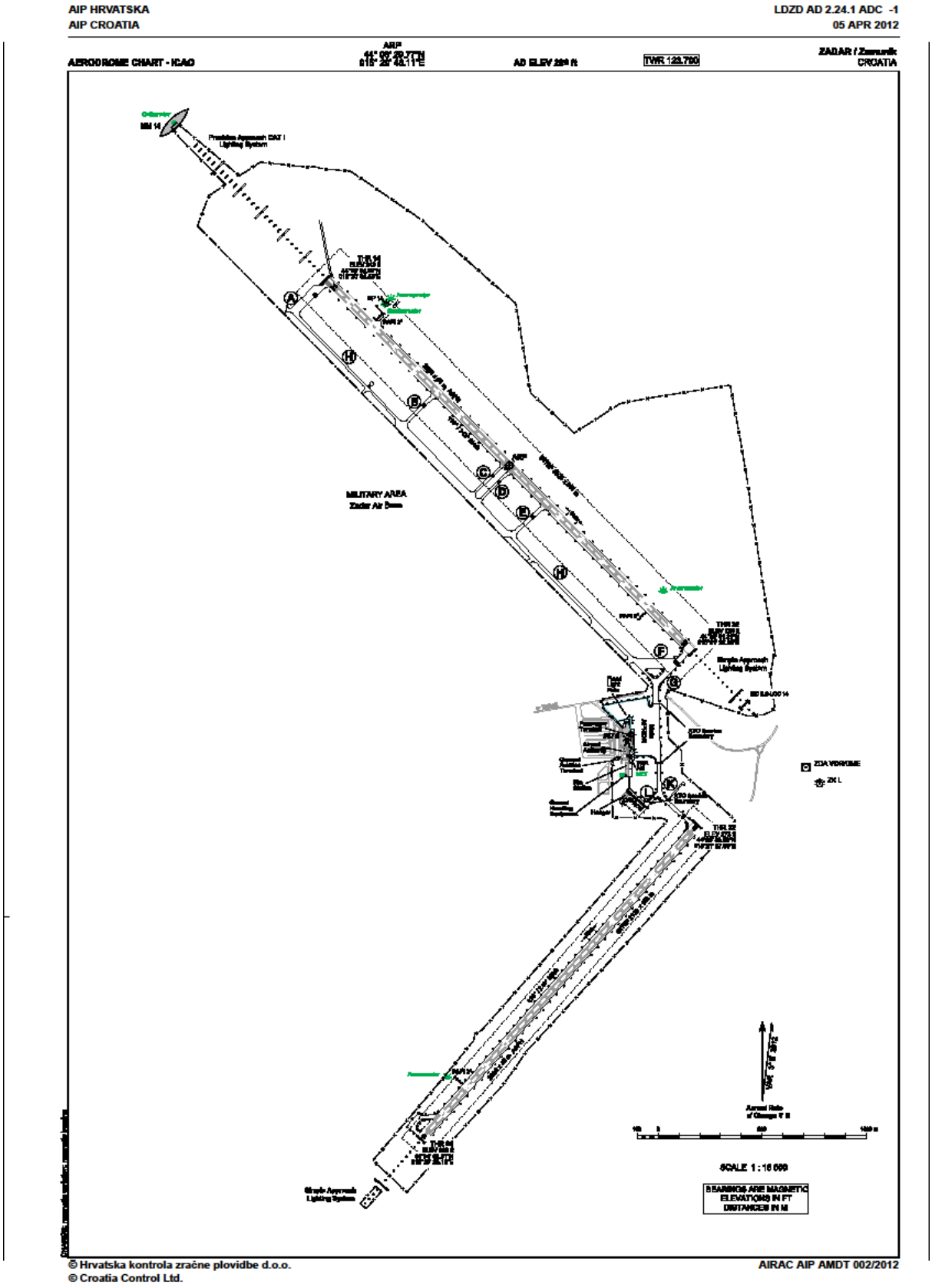
Slika 8. Zračna luka Dubrovnik, [8]

5.1.4. Zračna luka Zadar

Zračna luka Zadar je zračna luka srednjeg prometa i četvrta u Hrvatskoj po prometu te je prošle godine zabilježila 7 723 operacije zrakoplova [7]. Zračna luka je referentnog koda 4E i ima dvije USS-e. USS pravca 14-23 je duljine 2 500 m i širine 45 m, a USS pravca 04-22 je duljine 2 000 m i širine 45 m s okretnicom na jugozapadnom prilazu. Zračna luka Zadar je prikazana na slici 9.

Prag 14 ima precizni sustav prilaznih svjetala kategorije I i PAPI sustav s nagibom od 3°, a prag 32 ima jednostavan sustav svjetala prilaza i PAPI sustav s nagibom od 3°. Prag 04 također ima jednostavan sustav svjetala prilaza i PAPI sustav s nagibom od 3°, dok se na pragu 22 ne nalazi nikakav sustav svjetala za prilaz.

Obje USS-e imaju i svjetla praga, ruba i kraja. USS pravca 14-23 ima sedam ulazno-izlaznih voznih staza i jednu paralelnu, a druga USS ima jednu. Samo su tri vozne staze opremljene svjetlima ruba (G, K i L) od kojih jedna (K) pripada USS-i pravca 04-22.

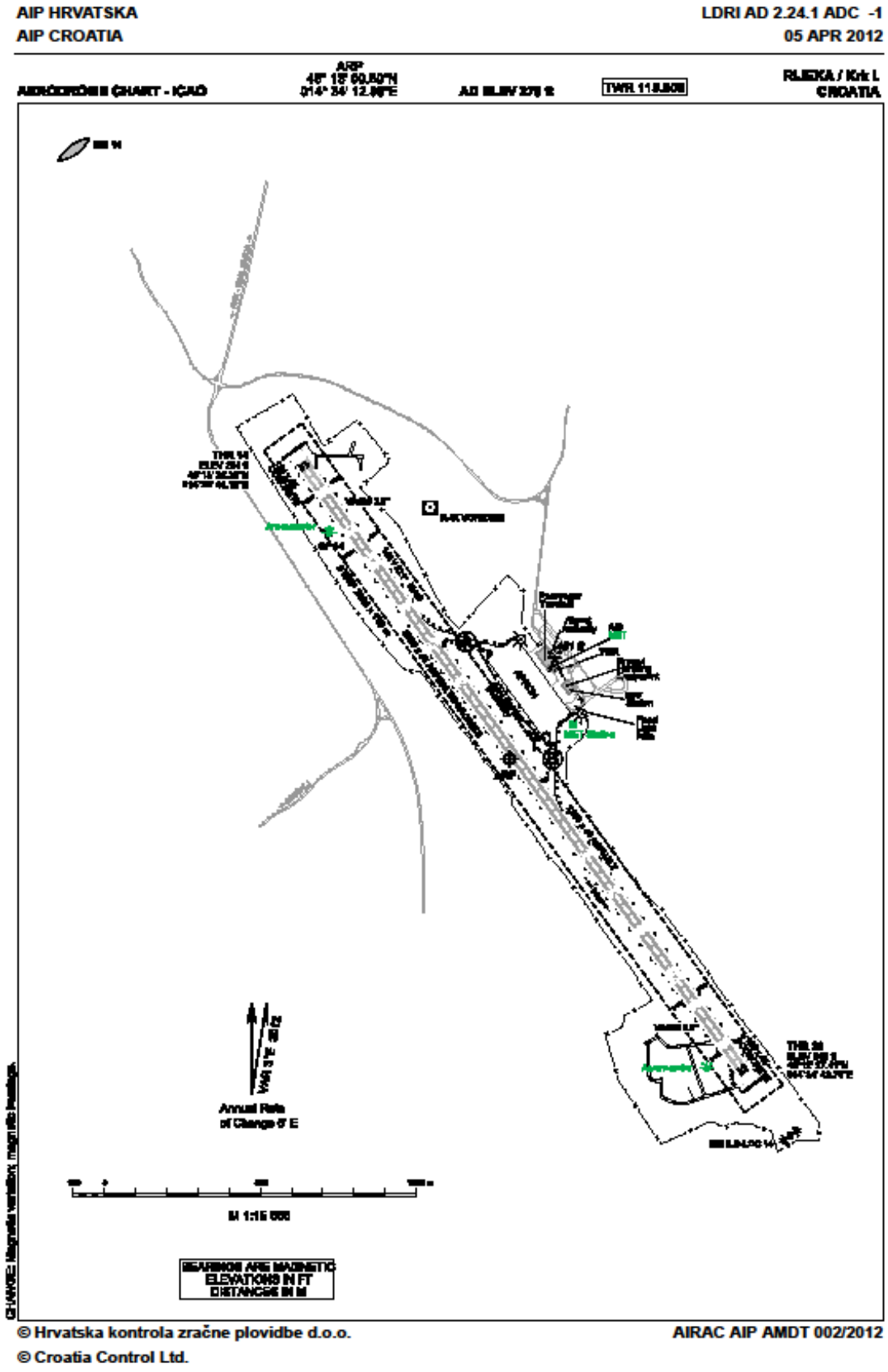


Slika 9. Zračna luka Zadar, [8]

5.1.5. Zračna luka Rijeka

Zračna luka Rijeka ima mali godišnji promet i prošle godine imala je 3 932 zrakoplovne operacije [7]. Referentni kod zračne luke Rijeka je 4E, dok je duljina USS-e 2 500 m (širine 45 m). Na svakom kraju USS-e izgrađena je okretnica. Stanje zračne luke Rijeka iz 2012. godine prikazano je na slici 10.

Prag 14 ima skraćeni jednostavan sustav svjetala prilaza SALS (Short approach lighting system - SALS) i PAPI sustav s nagibom od 3° postavljen s obje strane prilaza. USS ima svjetla praga, ruba i kraja [8]. Sa stajankom je povezana s dvije kose ulazno-izlazne vozne staze koje imaju svjetla ruba.



Slika 10. Zračna luka Rijeka, [8]

5.1.6. Zračna luka Pula

Zračna luka Pula lani je ostvarila 6 939 operacija zrakoplova i time spada u srednje prometne zračne luke [7]. Referentni kod zračne luke je 4E, duljina USS-e je 2 946 m sa širinom od 45 m i ima okretnicu na istočnom kraju. Zračna luka Pula je prikazana na slici 11.

Sustav svjetala prilaza je jednostavan na oba praga USS-e, a USS je opremljena i PAPI sustavom s nagibom od 3° na oba prilaza. USS ima svjetla praga, ruba i kraja.

Povezana je sa stajankom sa četiri ulazno-izlazne vozne staze, jednom paralelnom i još tri vozne staze koje spajaju paralelnu voznu stazu sa samom stajankom. Sve vozne staze opremljene su svjetlima ruba.

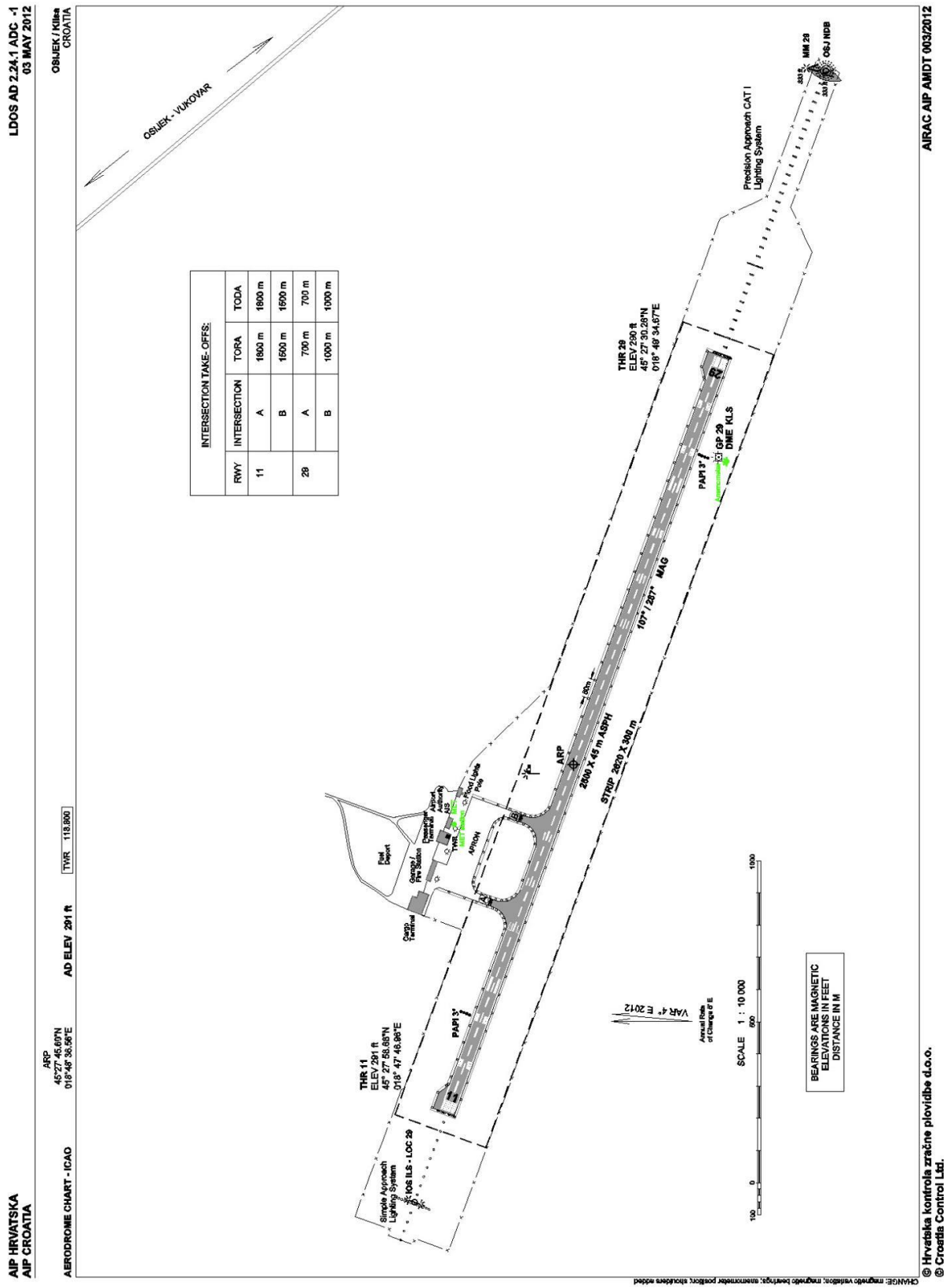
Slika 11. Zračna luka Pula, [8]

5.1.7. Zračna luka Osijek

Zračna luka Osijek je 2015. godine imala 1 903 operacije zrakoplova [7]. Referentnog je koda 4E te je USS duljine 2 500 m i širine 45 m s okretnicama na oba kraja. Zračna luka Osijek je prikazana na slici 12.

Prag 11 je opremljen jednostavnim sustavom svjetala prilaza, a prag 29 preciznim sustavom kategorije I i to američkim standardnim. PAPI sustav s nagibom od 3° nalazi se na oba prilaza USS-e.

USS ima svjetla praga, ruba i kraja. Povezana je sa stajankom s dvije okomito postavljene ulazno-izlazne vozne staze koje su opremljene svjetlima ruba.



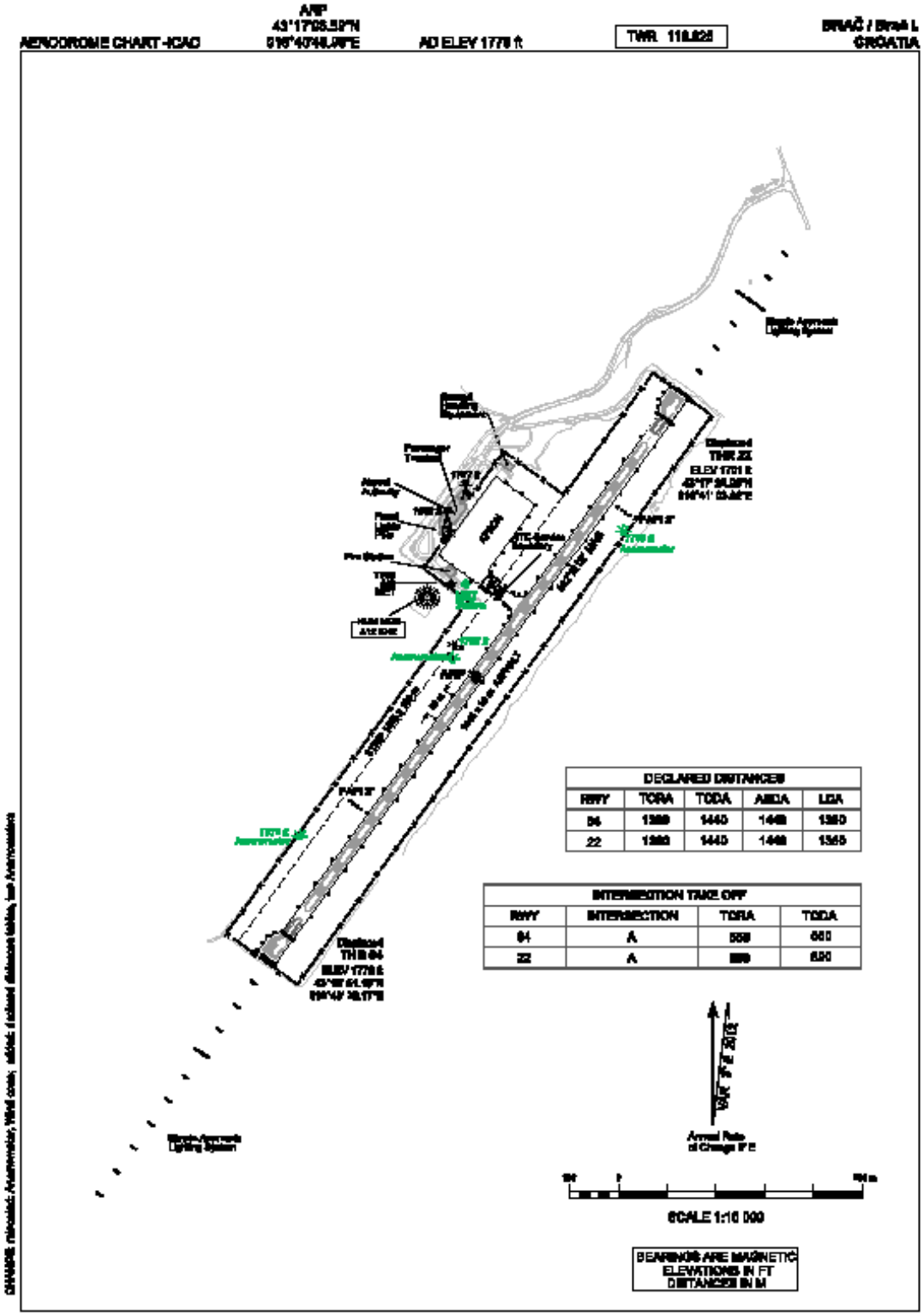
Slika 12. Zračna luka Osijek, [8]

5.1.8. Zračna luka Brač

Zračna luka Brač je 2015. godine imala 1 503 operacije zrakoplova [7]. Ima USS-u koja je duljine 1 440 m i širine 30 m, te okretnice na oba kraja. Zračna luka Brač je prikazana na slici 13.

USS je opremljena jednostavnim sustavom prilaznih svjetala na oba prilaza, s tim da je onaj na pragu 04 produljen (660 m umjesto uobičajenih 420 m). USS je opremljena PAPI sustavom s nagibom od 3° na oba prilaza, te ima svjetla praga, ruba i kraja.

Sa stajankom ju povezuje samo jedna ulazno-izlazna vozna staza opremljena svjetlima ruba.



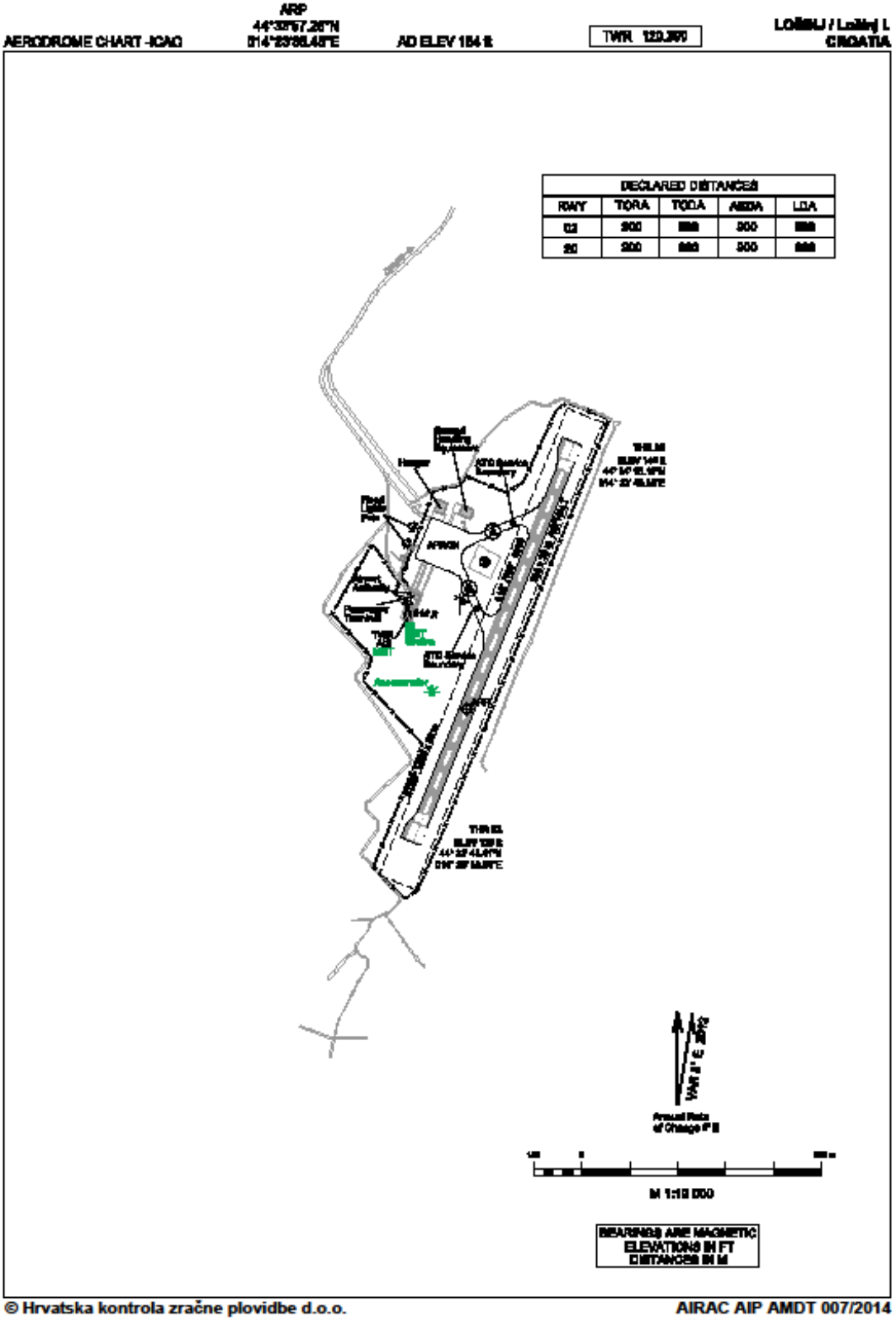
© Hrvatska kontrola zračne plovidbe d.o.o.
© Croatia Control Ltd.

Slika 13. Zračna luka Brač, [8]

5.1.9. Zračna luka Lošinj

Zračna luka Lošinj je 2015. godine imala 4 478 operacija zrakoplova [7]. Referentnog koda je 1C, USS je duljine 900 m i širine 30 m i ima okretnice kod oba praga. Zračna luka Lošinj je prikazana na slici 14. USS nije opremljena sustavima prilaznih svjetala niti VASIS, te nije opremljena svjetlima.

USS je sa stajankom povezana dvjema ulazno-izlaznim voznim stazama koje nisu opremljene svjetlima. Zračna luka Lošinj nije opremljena za noćno letenje.



© Hrvatska kontrola zračne plovidbe d.o.o.
© Croatia Control Ltd.

Slika 14. Zračna luka Lošinj, [8]

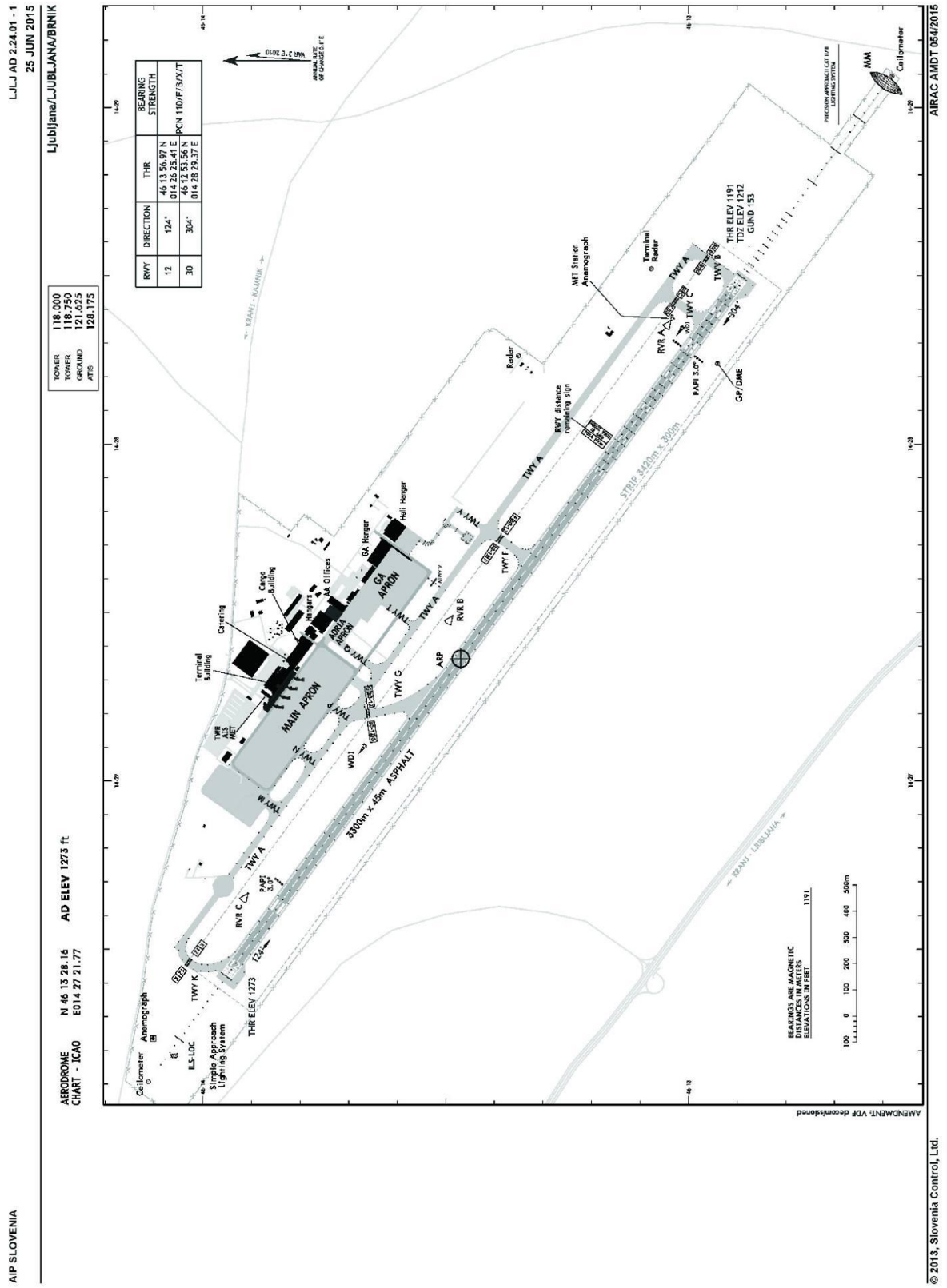
5.2. Odabrane zračne luke u okruženju

5.2.1. Zračna luka Ljubljana

Zračna luka Ljubljana je 2014. godine imala 31 405 zrakoplovnih operacija [9]. Referentnog koda je 4E, duljina USS-e je 3 300 m i širine 45 m. Zračna luka Ljubljana je prikazana na slici 15.

USS ima okretnice na oba praga, te je opremljena sustavom svjetala prilaza kategorije II/III na pragu 30, dok prag 12 ima jednostavan sustav svjetala prilaza. Na obje strane prilaza nalazi se sustav PAPI nagiba 3°. USS ima svjetla praga, središnjice, područja dodira (na prilazu 30), ruba i kraja.

Sa stajankom je povezana s jedanaest voznih staza, od kojih pet ulazno-izlaznih, paralelnom i pet koje povezuju paralelnu voznu stazu sa stajankom. Sve vozne staze osim vozne staze F opremljene su svjetlima središnjice dok njih sedam ima svjetla ruba (A, F, G, K, M, N, O).



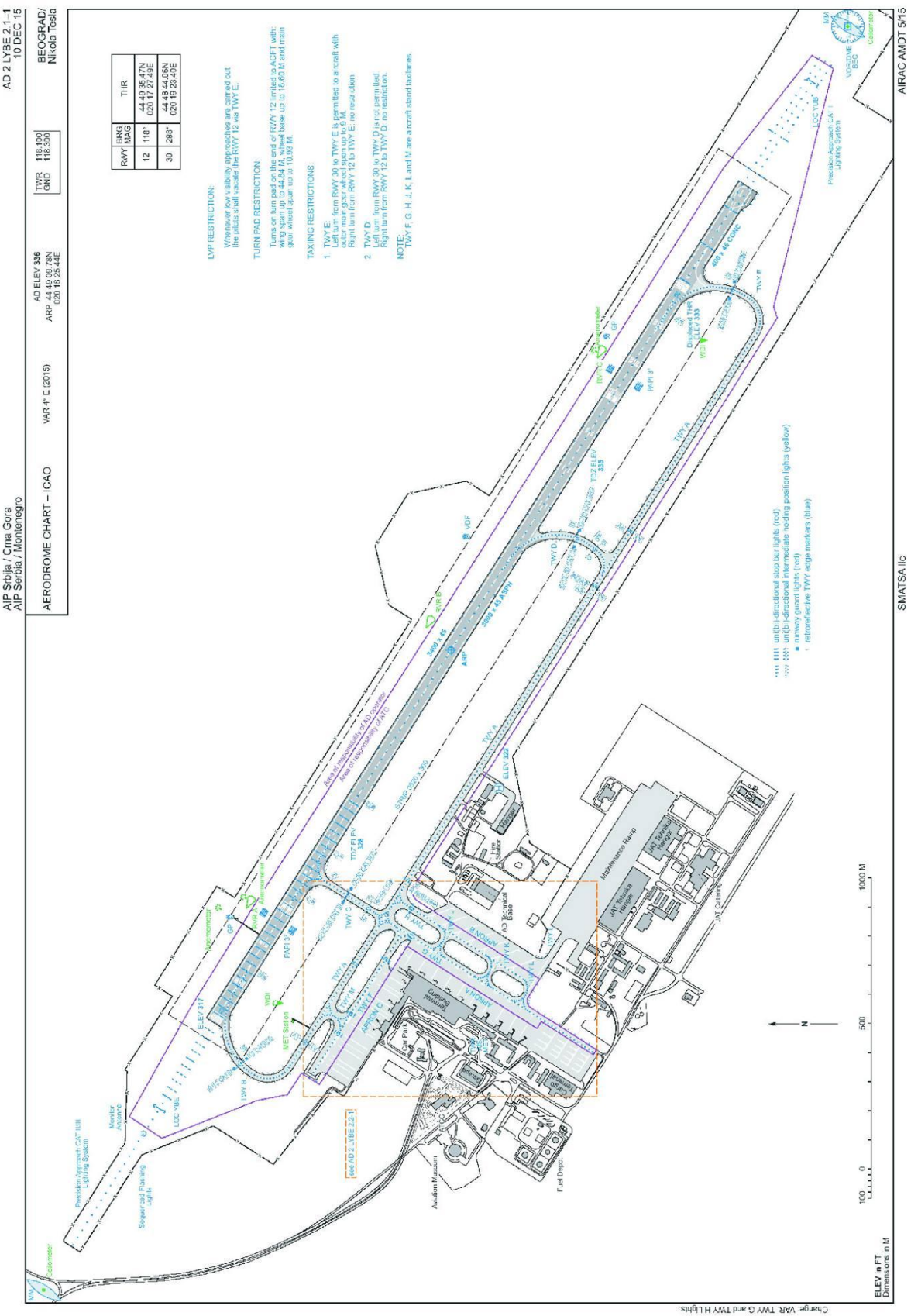
Slika 15. Zračna luka Ljubljana, [8]

5.2.2. Zračna luka Beograd

Zračna luka Beograd imala je 58 507 zrakoplovnih operacija 2015. godine [10]. USS je duljine 3 400 m i širine 45 m, te ima okretnicu na jugoistočnom prilazu. Zračna luka Beograd je prikazana na slici 16.

Na pragu 12 USS ima sustav svjetala prilaza kategorije II/III (s naizmjeničnim bljeskajućim svjetlima od 900 m do 300 m ispred praga), dok je na pragu 30 sustav svjetala prilaza kategorije I. S obje strane prilaza nalazi se PAPI nagiba 3°. USS je opremljena svjetlima praga, središnjice, područja dodira (na prilazu 12), ruba i kraja.

Povezana je sa stajankama sa četiri ulazno-izlazne vozne staze, jednom paralelnom i još sedam voznih staza koje vode do stajanki. Sve vozne staze su opremljene svjetlima ruba i središnjice.



Slika 16. Zračna luka Beograd, [8]

6. Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka s propisima

6.1. Zračna luka Zagreb

Svjetlosni sustavi na manevarskoj površini zračne luke Zagreb odgovaraju propisanima.

6.2. Zračna luka Split

Udaljenost između svjetlosnih jedinica rubnih svjetala iznosi 60 m. Svjetala središnjice nema na ovoj USS-i, a prema Pravilniku su obavezna za USS-e sa sustavom prilaza kategorije I, i to kada je međusobni razmak između postavljenih rubnih svjetlosnih jedinica veći od 50 m.

6.3. Zračna luka Dubrovnik

Svjetlosno označavanje manevarske površine je u potpunosti u skladu s propisima.

6.4. Zračna luka Rijeka

Zračna luka Rijeka ima na prilazu 12 skraćena svjetla jednostavnog sustava prilaza u duljini od 270 m i nema prečke te ne zadovoljava propise za precizni prilaz kategorije. Na pragu 32 nema sustav svjetala za prilaz unatoč postojanju PAPI sustava. Nedostaju joj svjetla središnjice koja su obvezna prema Pravilniku, s obzirom na razmak između rubnih svjetala od 60 m.

6.5. Zračna luka Osijek

Rubna svjetla USS-e su na razmaku od 60 m pa prema propisima nedostaju svjetla središnjice.

6.6. Zračna luka Pula

Prema AIP-u, svjetla okretišta kod praga 27 ne postoje. Prema Pravilniku obvezna su svjetla središnjice USS-e na ovoj zračnoj luci.

6.7. Zračna luka Zadar

Na USS-i pravca 14-32 trebala bi biti postavljena potrebna svjetla središnjice. Svjetla ruba na voznim stazama su obvezna prema Pravilniku ako se koriste noću. Na pragu 04 su svjetla okretišta preširoko raspoređena, čak 40 m na ravnoj dionici iako prema Pravilniku ta udaljenost ne smije prekoračiti 15 m.

6.8. Zračna luka Brač

Svjetlosni sustavi na manevarskoj površini zračne luke Brač odgovaraju propisanima.

6.9. Zračna luka Lošinj

Zračna luka Lošinj nije opremljena svjetlima manevarske površine jer nije predviđena za operacije noću.

7. Preporuke za unaprjeđenje noćnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka

Najbitnija bi preporuka bila postavljanje svjetala središnjice na USS-e zračnih luka Split, Rijeka, Osijek, Pula i Zadar (USS pravca 14-32) budući da prema Pravilniku moraju biti ugrađena.

Što se tiče zračne luke Rijeka, bilo bi potrebno još i uskladiti sustav prilaznih svjetala na pragu 12 sa Pravilnikom, kao i instalirati sustav prilaznih svjetala na prag 32.

Preporuka za zračnu luku Pula, osim postavljanja svjetala središnjice, je postavljanje svjetala okretišta kod praga 27.

Za zračnu luku Zadar preporuča se postavljanje svjetala ruba na vozne staze i postavljanje svjetala na okretištu barem svakih 15 m na ravnoj dionici.

8. Zaključno razmatranje

Budući da je svjetlosno označavanje zračnih luka od iznimne važnosti zbog odvijanja operacija slijetanja i polijetanja, kretanja po manevarskoj površini noću i u uvjetima smanjene vidljivosti danju, ICAO je u Annexu 14 propisao određene minimume koje zračne luke moraju ispuniti. U Pravilniku je većina preporuka iz Annexa 14 pretvorena u obvezu, stoga ga hvatske zračne luke moraju poštivati i biti u skladu s njime.

Opremljenost manevarske površine svjetlima zavisi o kategoriji USS-e, pa nije uvijek potrebno postavljanje svih svjetala na vozne staze i USS-e. Upravljanje svjetlosnim označavanjem manevarske površine mogu provoditi i kontrolori leta. Oni mijenjaju orijentaciju USS-e tijekom radnog vremena tornja kako bi se bez problema mogao odvijati proces uzlijetanja/slijetanja zrakoplova, ali i kontroliraju druge svjetlosne signale pomoću kojih mogu komunicirati s pilotima i u slučaju prestanka radiotelekomunikacijske veze.

Postojeće stanje svjetlosnog označavanja manevarskih površina hrvatskih zračnih luka nije u potpunosti zadovoljavajuće. Jedine zračne luke koje su u potpunosti usklađene s Pravilnikom su zračne luke Zagreb, Dubrovnik, Brač i Lošinj. U preostalih pet zračnih luka Hrvatske nedostaju svjetla središnjice, ali ima i drugih neusklađenosti s Pravilnikom. Budući da je analiza stanja manevarskih površina u Hrvatskoj ukazala na te neusuglašenosti, preporuke su iznijete kako bi sve bilo po Pravilniku.

Literatura

[1] Aerodromes, Volume I, Aerodrome Design and Operations, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, International Civil Aviation Organisation, 6th edition, 2013.

[2] Pravilnik o aerodromima, NN 58/14

[3] Pavlin, S.: Aerodromi I, sveučilišni udžbenik, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

[4] Aerodrome Design Manual, part 5, Electrical systems, International Civil Aviation Organisation, 1983.

[5] http://www.theairlinepilots.com, 21.07.2016.

[6] Juričić, B.: Teorija kontrole zračnog prometa I - autorizirana predavanja, 2014., (e-student.fpz.hr)

[7] www.ccaa.hr

[8] http://www.ead.eurocontrol.int

[9] http://www.lju-airport.si/en/company/traffic-figures/

[10] http://www.beg.aero/en/strana/11191/traffic-figures-archive

POPIS SLIKA

Slika 1. Svjetlosni pokazivači nagiba prilaza, str. 4
Slika 2. Američki standardni i Calvert sustav preciznog prilaza kategorije I, str. 7
Slika 3. Svjetla pokazivača brze izlazne staze za vožnju, str. 12
Slika 4. Sustavi svjetala staze za vožnju, str. 14
Slika 5. Konfiguracija A i B sigurnosnih svjetala USS-e, str. 18
Slika 6. Zračna luka Zagreb, str. 23
Slika 7. Zračna luka Split, str. 25
Slika 8. Zračna luka Dubrovnik, str. 27
Slika 9. Zračna luka Zadar, str. 29
Slika 10. Zračna luka Rijeka, str. 31
Slika 11. Zračna luka Pula, str. 33
Slika 12. Zračna luka Osijek, str. 35
Slika 13. Zračna luka Brač, str. 37
Slika 14. Zračna luka Lošinj, str. 39
Slika 15. Zračna luka Ljubljana, str. 41
Slika 16. Zračna luka Beograd, str. 43

POPIS TABLICA

Tablica 1. Svjetlosni signali kontrole zračnog prometa, str. 21

METAPODACI

Naslov rada: Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina zračnih luka

Student: Mia Bazina

Mentor: prof. dr. sc. Stanislav Pavlin

Naslov na drugom jeziku (engleski):

Analysis of compatibility of visual aids on the manoeuvring area on airports

Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Biljana Juričić predsjednik
- prof. dr. sc. Stanislav Pavlin mentor
- Matija Bračić, mag. ing. traff. član
- doc. dr. sc. Ružica Škurla Babić zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za aeronautiku

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Aeronautika

Datum obrane završnog rada: 13.09.2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Analiza usklađenosti svjetlosnog označavanja manevarskih površina zračnih luka** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 13.09.2016. Lia Bazina
(potpis)