

VIA
VITA



CESTE I MOSTOVI

broj

9-10

godište 46.

Zagreb, rujan-listopad 2000.

UDK 625.7:624.2/.8

CODEN CSMVB2

ISSN 0411-6380

Ceste i mostovi God. 46 Br. 9-10 Str. 181-224 Zagreb, Hrvatska rujan-listopad 2000.

Štovani čitatelji, članovi Društva i suradnici!

Pred vama je jesenski dvobroj našega časopisa, kojim smo skoro dosegli redovitost izlaženja. A pred godinu-dvije kasnilo smo ojelegodisnjiju kvotu brojeva!

Nadam se da dijelite radost uredničke ekipe i Savjeta časopisa, budući da se iz broja u broj uporno približavamo našim proklamiranim ciljevima. Krajem 1998. godine smo, naime, uz odluke oko obnove Društva (novo Predsjedništvo i Uprava, pripreme 2. kongresa HDC, preustroj regionalnih društava) dobili mandat za oživljavanje izdavačke djelatnosti, pri čemu je glasilo »Ceste i mostovi« postalo zrcalo i lakmus-papir naših planova i cjelokupne aktivnosti.

U ovome svesku nemamo, doduše, tematski grupiranih radova, ali se neka područja i problematike preklapaju ili nastižu u kontinuitetu.

Ovdje prvenstveno ukazujemo na vrijedan prilog kolege L. Novaka o asanaciji prometnih površina unutar Zračne luke Split, što uz rad kolege S. Pavlina i J. Veselić Bruvo iz prošlog broja predstavlja dobar odaziv iz do sada samozatajne grupacije stručnjaka.

Veliko nam je zadovoljstvo pozdraviti »povratak« našega kolege Z. Ramijaka na stranice »Cesta i mostova«, ovaj put vrijednim prilogom iz područja proračuna i optimizacije asfaltnih mješavina.

»Pregled teoretskih i praktičnih metoda za proračun vremena čekanja na semaforiziranim raskršćima« je također zanimljiv prilog kolege Z. Lanovića, tim vredniji što je iz domene urbane problematike i opisan rukom pragmatičnog prometnog stručnjaka.

Na kraju su prilozi s aktualnostima šireg dijapazona. Ukazujemo na radove talijanskih stručnjaka, članak o kvalitetivnom održavanju autocesta G. Camomille te posebno na onaj s analizom gospodarsko-prometne i sigurnosne komponente »oživljavanja« tunela Mont Blanc između Italije i Francuske.

Predstavljajući veliki uspjeh tvrtke CESTA – Varaždin d.d. iskreno im čestitamo.

Pozivamo vas i dalje, poštovani čitatelji i suradnici, na suradnju jer ste upravo vi presudni za izgled i ugled našega časopisa.

Uz iskrene pozdrave

vaš urednik
I. Legac

Slika na naslovnicu: **Državna cesta br. 1 kod Đurmanca u Zagorju**
Ova prometnica je najvažnija poveznica Hrvatske prema Sjeverozapadnoj Europi

CESTE I MOSTOVI

broj

9-10

godište 46.

Zagreb, rujan-listopad 2000.

UDK 625.7:624.2/.8 CODEN CSMVB2 ISSN 0411-6380

SADRŽAJ CONTENTS

ZNAJSTVENI I STRUČNI ČLANCI SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PAPERS	
<p>Lukša Novak, Split stručni članak – professional paper</p>	<p>183 Sanacija staze za zaustavljanje u Zračnoj luci Split Rehabilitation of Stopway at Airport Split</p>
<p>Zdravko Ramijak, Zagreb stručni članak – professional paper</p>	<p>189 Izračunavanje udjela bitumena u projektiranom asfaltnom uzorku Bitumen Content Calculation in Designed Asphalt Mixture</p>
<p>Zdenko Lanović, Zagreb stručni članak – professional paper</p>	<p>193 Pregled teoretskih i praktičnih metoda i postupaka za proračun prosječnog vremena čekanja vozila na semaforiziranom raskršću Review of Theoretical and Practical Methods and Calculation Procedures of Average Vehicle Waiting Intervals at Crossings with Traffic Lights</p>
<p>Gabriele Camomilla, Italija stručni članak – professional paper</p>	<p>201 Kvalitativno gospodarenje autocestama The Quality Management</p>
RUBRIKE	
<p>Predstavljamo</p>	<p>217 Veliki uspjeh tvrtke Cesta – Varaždin d.d.</p>
<p>Prenosimo</p>	<p>218 Rezultati tehničko-administrativne istrage u povodu požara u Tunelu Mont Blanc</p>

Lukša NOVAK, dipl. ing.
Zračna luka, Split

SANACIJA STAZE ZA ZAUSTAVLJANJE U ZRAČNOJ LUCI SPLIT

SAŽETAK

Uzletno-slijetna staza Zračne luke Split izgrađena je 1965. i 1966. godine u dužini 1.800 metara. Godine 1967. izgrađeno je dodatnih 750 metara, tako da je ukupna dužina uzletno-slijetne staze iznosila 2.550 metara (sl. 1.). Godine 1966. izgrađena je i staza za zaustavljanje (stop-way) u dužini 250 metara. Tijekom godine oštećena je kolnička konstrukcija staze za zaustavljanje. U ovom radu se predlaže način sanacije staze za zaustavljanje te unapređenje postojećeg stanja.

1. Postojeće stanje

1.1. Tehnički podaci

1.1.1. Uzletno-slijetna staza

– širina: 45 m

– dužina: 2550 m

– tip kolničke konstrukcije – podtlto, šljunak 28 cm, beton 22 cm, asfalbeton 8 cm (sl. 2.)

– poprečni nagib jednosmican – 1%

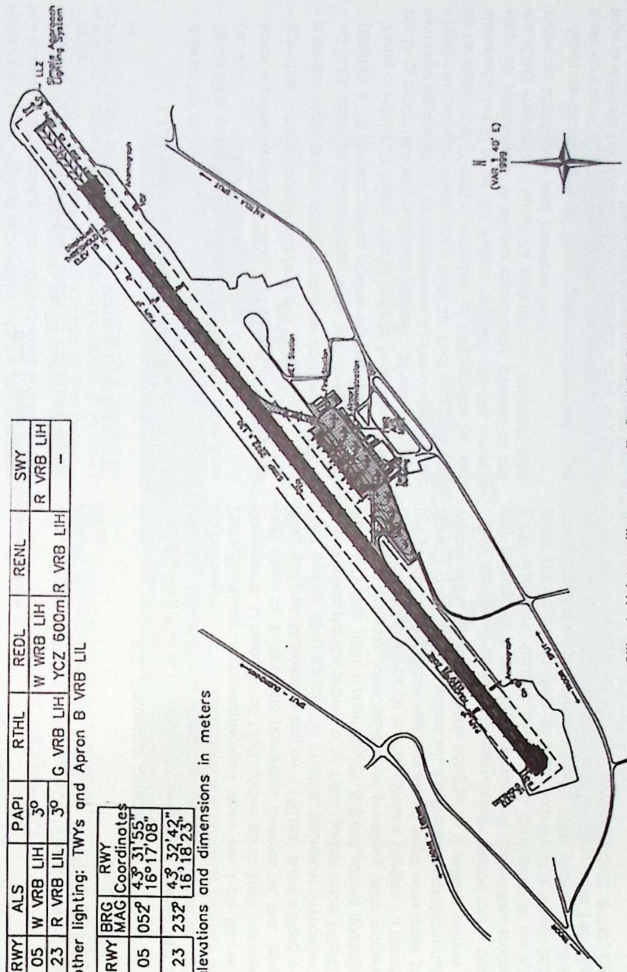
LIGHTING

RWY	ALS	PAPI	RTHL	REDL	RENL	SWY
05	W VRB LIH	3°	W VRB LIH	YZ. 600m	R VRB LIH	–
23	R VRB LIL	3°	G VRB LIH	YZ. 600m	R VRB LIH	–

other lighting: TWYs and Apron B VRB LIL

RWY	BRC	MAC	RWY	Coordinates
05	052	4° 31' 55"	16° 17' 06"	
23	232	4° 32' 42"	16° 18' 23"	

elevations and dimensions in meters



Slika 1. Uzletno-slijetna staza Zračne luke Split

CESTE I MOSTOVI

ROADS AND BRIDGES

Published by

Hrvatsko društvo za ceste
Zagreb, Voncina 3, tel. 46-17-422/163

Predsjednik

Dr. sc. Darko Milanić, dipl. ing.

Ministarstvo pomorstva, prometa i veza Republike Hrvatske, Prinsavlje 14, 10000 Zagreb

Chairman

Izdavački savjet

Predsjednik

Željko Vrhoda, dipl. oec.

Ministarstvo pomorstva, prometa i veza Republike Hrvatske, Prinsavlje 14, 10000 Zagreb
Mario Črnjak (Osijek), Aleksandar Čaković (Zagreb), Đuro Dekanović (Zagreb), Ante Dvornić (Zagreb), Peter Đukan (Zagreb), Zlatan Friščić (Zagreb), Vladimir Kos (Zagreb), Vlado Kos (Zagreb), Aleksa Ladavac (Zagreb), Ivica Lović (Zagreb), Luka Miličić (Zagreb), Josip Stjepanić (Zagreb), Darko Milanić (Zagreb), Boris Orđić (Zagreb), Igor Pignomet (Zagreb), Jure Radač (Zagreb), Josip Stjepanić (Zagreb), Mirko Šušteršić (Zagreb), Zdravko Tomljanović (Zagreb), Dražen Topanin (Zagreb)

Publisher Board

Publishing Director

Urednički odbor

Glavni i odgovorni urednik

Znanjenik gl. i odg. urednika

Prof. dr. sc. Ivan Legec, dipl. ing.

Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

Editorial Board

Editor

Associate Editor

Mr. sc. Mate Jurčić, dipl. ing.

Hrvatska uprava za ceste, Voncina 3, 10000 Zagreb
Bjotrik Bezak (Brijuni), Pavo Boban (Mostar), Josip Bošnjak (Osijek), Vlado Brčić (Zagreb), Boris Golub (Zagreb), Ante Jurjević (Zagreb), Stjepan Kožić (Zagreb), Mario Ladavac (Zagreb), Marijan Lipičnik (Maribor), Ivo Lozić (Split), Zvonimir Matic (Pečuh), Šipani Matoš (Zagreb), Stanišavlje Pavin (Zagreb), Pavi Stanišavlje (Budimpešta), Raimir Šarar (Rijeka), Stjepan Štorga (Zagreb)

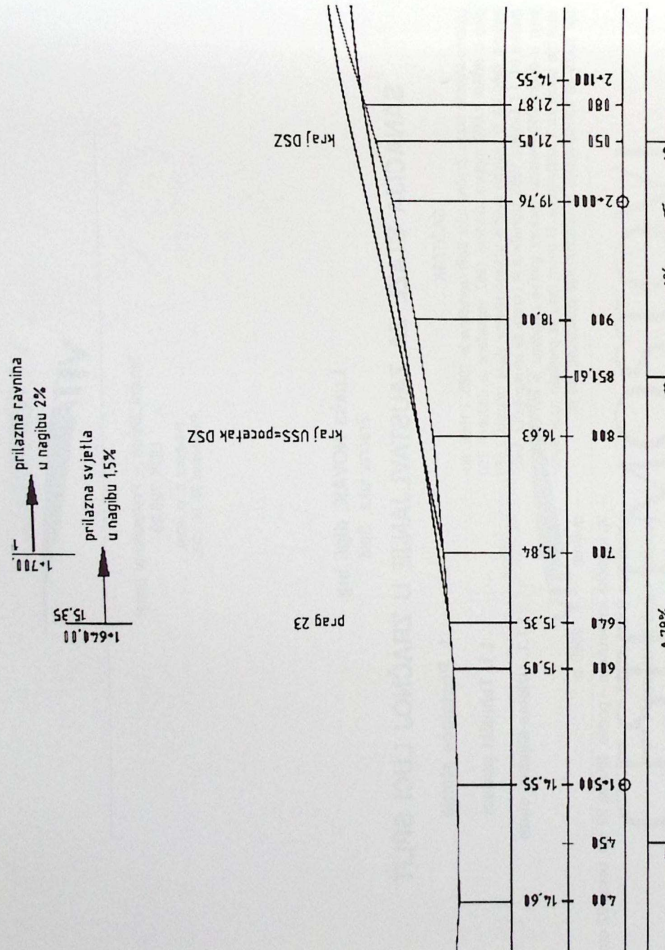
Adresa uredništva

Hrvatsko društvo za ceste, Zagreb, Voncina 3

Naklada: 1.200

TISAK: VJESNIK d.d. – ZAGREB

Tiskanje dovršeno 31. listopada 2000.



Slika 2. Staza za zaustavljanje: uzdužni profil

- odvodnjavanje - kanalizacijska mreža uz rub uzletno-slijetne staze
- poprečni nagib osnovne staze 2% prema uzletno-slijetnoj stazi.

1.1.2. Staza za zaustavljanje (SZ)

- dužina 250 m
- tip kolničke konstrukcije - podtlo, šljunak 20 cm i asfalt 8 cm (sl. 2)
- širina kolničke konstrukcije 44 m, rigol širine 1 m s obje strane
- odvodnja - kanalizacijska mreža s dva rigola
- poprečni nagib prema dodatnoj stazi za zaustavljanje 2% (sl. 2)
- od kraja staze za zaustavljanje, teren je u dužini 100 m isplaniran s 1% nagiba prema uzletno-slijetnoj stazi.
- Teren u prilazu 23 nakon 100 m izdignut je približno 2 m te ima blagi uspon tako da predstavlja prepreku, odnosno nije ispunjen uvjet nagiba od 1% za instrumentalne uzletno-slijetne staze s preciznim prilazom referentnoga koda 4E. Radi sigurnosti, prag 23 sa stacionaže 1+800 m izmješten je 1986. godine na novu stacionažu 1+640 m (sl. 2). Rubna rasvjeta i rasvjeta dodatne staze za zaustavljanje te locrtna signalizacija izvedeni su prema ICAO normama. Pramac 23 opremljen je vizualnim sredstvom za određivanje kuta poniranja PAPI.
- Staza za zaustavljanje je, unatoč jasnom označavanju o zabrani korištenja, u proteklom razdoblju više puta korištena. Zbog toga je uništena kolnička konstrukcija površine staze za zaustavljanje. Vidljivi su tragovi oštećenja od kotača zrakoplova Con-

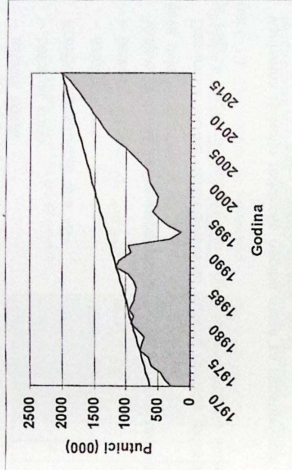
1.2. Podaci o prometu

Zračna luka Split je po veličini prometa druga zračna luka u Hrvatskoj. Uzimajući kao kriterij pokrivanja udaljenost od 100 km cestovnom mrežom, Zračna luka Split opslužuje područje od Zadra do Ploča, srednjodalmatinske otoke kao i dio Bosne i Hercegovine. U razdoblju od 1996. godine pa do kraja osamdesetih bilježi se kontinuirano povećanje prometa od oko deset posto godišnje. Maksimalan broj od 1.150.000 putnika bilježi se 1987. godine. Zbog agresije na Hrvatsku početkom devedesetih znatno opada putnički promet te on 1992. godine iznosi 147.000 putnika. Godine 1998. promet doseže 522.000 putnika godišnje. Početkom kosovske krize došlo je do ponovnog pada prometa te se može očekivati da će to imati donekle utjecaja i u narednim godinama. Stoga nije realno očekivati stope rasta iznad 10 posto u idućih nekoliko godina (sl. 4.). Prema dugoročnom razvojnom planu do 2015. godine očekuje se 2 milijuna putnika.

Broj zrakoplova je do kraja osamdesetih također bio u stalnom porastu, pa je tako 1987. godine kroz Zračnu luku prošao 8.731 zrakoplova. Godišnji porast broja zrakoplova je bio 5.7 posto. U razdoblju od 1992. do 1996. godine rast je iznosio 35.2 posto. Broj zrakoplova, civilnih i vojnih, 1995. godine iznosio je 13.743. Od toga, 432 zrakoplova imali su težinu iznad 140 tona, a 136 bilo ih je težih od 200 tona (L-1011, DC-10, B-747, C-5 Galaxy).



Slika 3. Nezgoda zrakoplova B 707 1994. godine



Slika 4. Prognoza putničkog prometa u Zračnoj luci Split do 2015. godine

1.3. Prognoze prometa

Prema prognozama prometa zrakoplova u Zračnoj luci, predviđen je godišnji broj putnika i zrakoplova za razdoblje 1998. - 2015. godine.

2. Osnovni ciljevi sanacije staze za zaustavljanje (SZ)

Sanacijom staze za zaustavljanje u prvom redu bi se izbjegle nezgode koje su se događale u proteklom razdoblju. Time bi se u svakom slučaju povećala sigurnost zračnog prometa. Povećanjem nosivosti kolničke konstrukcije postiglo bi se i produženje uzletno-slijetne staze za 250 metara (ukupno 2.800 metara) kod polijetanja u pravcu 23 bez zauzimanja novih površina zemljišta. Postojeći prag 23 ostao bi na sadašnjoj poziciji. U ekonomskom smislu bi to značilo povećanje MTOW zrakoplova u polijetanju za približno 5 posto.

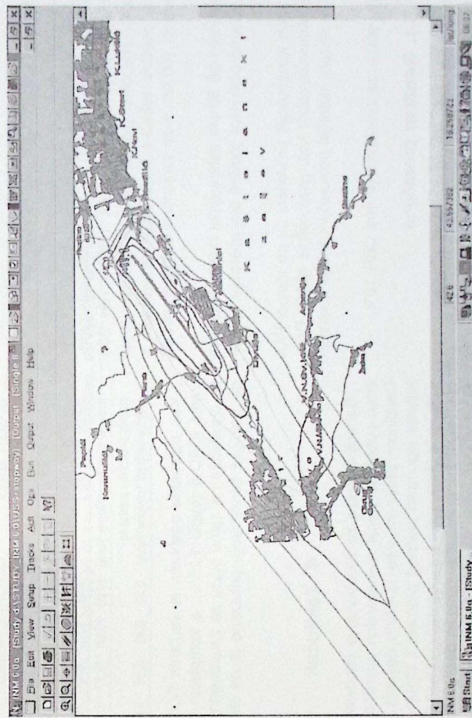
Vidljivo je povećanje broja putnika po zrakoplovu te se očekuje veći udio zrakoplova kodne oznake D i E prema klasifikaciji ICAO-a. Potrebna dužina uzletno-slijetne staze za zrakoplove kodne oznake D-I (B 757-200, A 310) iznosi prosječno 2.500 metara, a za zrakoplove kodne oznake D-II (DC 10-30, MD 11, L1011-100/200), te E (B747-100) iznosi više od 3.000 metara. Ova ograničenja u Zračnoj luci Split (dužina USS 2.550 metara) moguće je izbjeći na dva načina:

1. zrakoplovi kodne oznake D-II i E moraju letjeti s manjim kapacitetom (payload);
2. zrakoplovi moraju uzimati manje goriva čime smanjuju maksimalni dolet.

Povećanjem dužine uzletno-slijetne staze na račun staze za zaustavljanje moguće je povećati sigurnost upotrebe zrakoplova kodne oznake D i E.

1.4. Mjerodavno prometno opterećenje kolničke konstrukcije

Na temelju prognoza podataka o prometu kao i prognoze prometa u narednom razdoblju, uzet će se kao kritični zrakoplov B 747-200 (MTOW 385 tona). Iako se taj zrakoplov rijetko pojavljuje, te se ni ubuduće ne očekuje velik broj operacija, bit će osnova za dimenzioniranje količine konstrukcije staze za zaustavljanje. Za proračun će se uzeti najmanji broj operacija 1.200 godišnje te će se napraviti varijanta za 800 operacija u godini.



Slika 5. Konture buke u okolišu Zračne luke Split pri polijetanju zrakoplova A 320

Zrakoplovi pri polijetanju u pravcu 23 bili bi na većoj visini iznad Trojira čime bi se smanjila i ukupna razina buke u okolišu zračne luke (sl. 5.). Trenutačna razina buke zrakoplova u polijetanju LAMAX manja je za 2-3 dB pri konfiji dužje USS. Nadalje, moguće je u perspektivi razmišljati i o izmještanju praga 05 čime bi se i kod slijetanja dobila veća visina iznad Trojira.

2.1. Promjena uzdužnog nagiba staze za zaustavljanje

U slučaju pretvaranja staze za zaustavljanje u dio uzletno-slijetne staze potrebno je voditi računa o maksimalnim uzdužnim nagibima. Prema preporukama ICAO Annexa 14, uzdužni nagibi za USS klase 4 imaju sljedeća ograničenja:

- uzdužni nagib cijele USS ne veći od 1 posto;
- uzdužni nagib prve i zadnje četvrtine USS ne veći od 0,8 posto;
- najveći nagib pojedine dionice USS ne veći od 1,25 posto.

Ukupna duljina USS Zračne luke Split sa saniranom SZ iznosi 2.800 metara. Najviša točka niveleto je +23,80 m, a najniža 14,46 m.

uzdužni nagib USS ...
 $u_1 = (23,80 - 14,46) / 2800 * 100 = 0,33 \%$ (1)
 nagib zadnje četvrtine ...

$u_2 = (21,05 - 14,46) / 700 * 100 = 0,94 \%$ (2)
 Uzdužni nagib postojeće SZ iznosi 1,8%. Spuštanjem kote kraja produžene USS za 1,3 metra postigao bi se nagib od 1,25%. To, međutim, uzrokuje povećanje troškova sanacije zbog iskopa terena.

Radi prihvata zrakoplova većeg raspona krila (npr. kod zrakoplova B 747-400 vanjski motori se nalaze na udaljenosti od 21 metar od središnje crte zrakoplova) predviđena je izradba ramena na asfaltnom kolničkom konstrukcijom uz rubove uzletno-slijetne staze. Predviđena ramena širine 7,5 metara zajedno sa širinom USS čine ukupno 60 metara. Ramena će spriječiti moguće uništenje okolnog terena odnosno oštećenje manevarskih površina (slučaj kineskog B 747 u Zračnoj luci Dubrovnik).

3. Proračun kolničke konstrukcije

Proračun kolničke konstrukcije proveden je za opterećenje zrakoplova B 747-400 težine 385.560 kg, s dvije varijante proziranog godišnjeg broja operacija: »A« 1.200 i »B« 800 operacija. Zrakoplov ima četiri glavna podvozja lica »dvostruki tandem«. Ukupna debljina kolničke konstrukcije za varijantu s 1.200 operacija iznosi 100 cm, a za varijantu s 800 operacija 80 cm.

Varijanta s debljinom od 80 cm zadovoljava uvjete sigurnosti i nosivosti jer je stvarno očekivani godišnji broj operacija kudikamo ispod 800.

Proračuni kolničkih konstrukcija provedeni su po metodi FAA (Federal Aviation Administration) koju preporučuje ICAO. Donji nosivi sloj bit će reciklirani materijal postojeće kolničke konstrukcije.

Tlo na području staze za zaustavljanje ima CBR 10%.

3.1. Rezultati proračuna

1. Varijanta »A«: 1.200 operacija B 747-400 godišnje
 - asfaltna kolnička konstrukcija ... debljina h = 100 cm;
 - betonska kolnička konstrukcija .. debljina h = 30,5 cm

(debljina se odnosi na ekvivalentnu vrijednost sastavljenog presjeka, tj. betonske ploče i sloja cementom stabiliziranoga kamenog agregata).

2. Varijanta »B« : 800 operacija B 747-400 godišnje
 - asfaltna kolnička konstrukcija ... debljina h = 80 cm (debljina asfalta 13 cm);
 - betonska kolnička konstrukcija ... debljina h = 29,2 cm.

3.2. PCN (pavement classification number) nove kolničke konstrukcije

Za kategoriju postojeće nosivosti CBR 10% zrakoplov B 747-400 ima ACN (Aircraft classification number):

- za savijljivu kolničku konstrukciju ACN = 58
- za krutu kolničku konstrukciju ACN = 55

Kolnička konstrukcija tipa »A«

- asfaltni kolnik PCN = 92
- betonski kolnik PCN = 73

Kolnička konstrukcija tipa »B«

- asfaltni kolnik PCN = 60
- betonski kolnik PCN = 55

Vidljivo je da i kolnička konstrukcija u »B« varijanti zadovoljava uvjet PCN \geq ACN.

Daljšim analizom uspoređivana su različita rješenja redukcije nagiba staze za zaustavljanje i dijela uzletno-slijetne staze (tabl. 1.).

Varijantna rješenja redukcije nagiba staze za zaustavljanje i dijela uzletno-slijetne staze

Tablica 1.

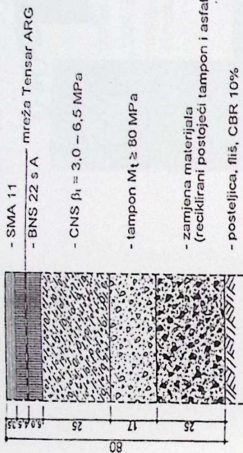
Uzdužni nagib dubina iskopa na kraju staze za zaustavljanje u stacionari 2 x 050 [m]	VARIJANTA			
	I.	II.	IV.a	IV.c T
	1,0%	1,0%	1,0%	0,8%
	1,25%	1,25%	1,25%	1,8%
stacionara pobeka rekonstrukcije	1+640	1+500	1+400	1+800
duljina rekonstruirane staze za zaustavljanje i dijela uzletno- slijetne staze [m]	410	550	650	250
troškovi izvedbe [milijuna kuna]	14,26	15,35	18,27	10,61
razlika u odnosu prema le- maljnoj varijanti [milijuna kuna]	5,34	6,43	9,35	1,69
	3,29	1,04	-	-

Kao optimalna odabrana je varijanta IV.c koja zadovoljava uvjete ICAO-a (nagib 1,25%), a kompleatan građevinski zahvat se ograničuje na samu stazu za zaustavljanje. Usvojeno rješenje kolničke konstrukcije prikazano je na slici 6.

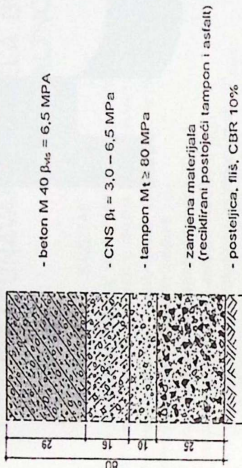
4. Zaključak

Sanacijom staze za zaustavljanje (stopway) moguće je kvaliteto poboljšati stanje manevarskih površina Zračne luke Split. Detaljnijom analizom više različitih rješenja, uzimajući u obzir kriterije sigurnosti zračnog prometa i zaštite okoliša, preporuke ICAO-a te ekonomske komponente došlo se do optimalnog rješenja. Realizacijom opisane sanacije postigla bi se značajna poboljšanja manevarskih površina i ukupnoga prometno-sigurnosnog stanja Zračne luke Split.

ASFALJNI KOLNIK



BETONSKI KOLNIK



Slika 6. Rješenje kolničke konstrukcije staze za zaustavljanje

LITERATURA

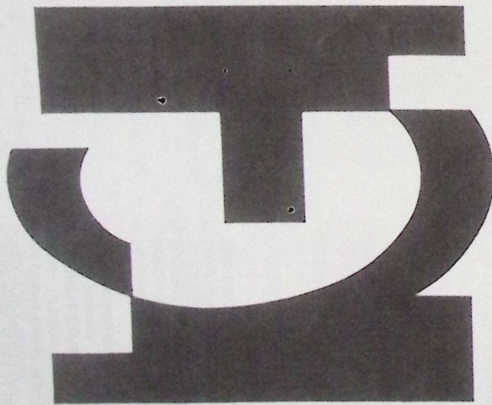
- (1) Aerodromes, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, ICAO, Montreal.
- (2) Aerodrome Design Manual, Part 1: Runways, 1983, ICAO, Montreal.
- (3) Aerodrome Service Manual, Part 6: Control of Obstacles, 1983, ICAO, Montreal.
- (4) Aerodrome Design Manual, Part 3: Pavements, Sec. Ed. 1983, ICAO, Montreal.
- (5) Integrated Noise Model, User's Guide, Office of Environment and Energy, 1996.
- (6) Dugoročni razvojni plan Zračne luke Split, Zračna luka Split u suradnji s NACO, 1998.
- (7) Idejno rješenje sanacije dodatne staze za zaustavljanje Zračne luke Split, Građevinski fakultet, Zagreb, 2000.

SUMMARY

UDC 725.39
 Professional paper

Rehabilitation of Stopway at Airport Split

The runway at Split airport was built in 1965 and 1966, in the length of 1800 m. Additional 750 meters were built in 1967, making the total runway distance of 2550 meters (Picture 1). In the year 1966, 250 m of stopway were constructed. With time pavement structure of stopway has deteriorated. In the paper methods of rehabilitation of stopway are proposed, as well as upgrading of the existing conditions.



INSTITUT GRADEVINARSTVA HRVATSKE

Civil Engineering Institute of Croatia

10000 Zagreb, Janke Rakuša 1, pp 283

tel. 01/61 44 111, 01/61 43 600, fax: 01/61 44 781

POSLOVNI CENTAR 31000 OSIJEK, Drinska 18

tel./fax. 031/274 400

POSLOVNI CENTAR 51000 RIJEKA, Vukovarska 10a

tel. 051/330 744

fax. 051/330 810

POSLOVNI CENTAR 21000 SPLIT, Matice hrvatske 15

tel. 021/523 393

fax. 021/551 152

I.G.H d.o.o. 88000 MOSTAR, Dubrovačka bb

tel./fax. 00 387 88/314 529

Stručni članak – Professional paper

UDK 519.6: 625.85

Primljeno: 1. IX. 2000.

Prihvađeno: 26. IX. 2000.

Dr. sc. Zdravko RAMLJAK, dipl. ing.

Ramtech d.o.o., Zagreb

IZRAČUNAVANJE UDJELA BITUMENA U PROJEKTIRANOM ASFALTNOM UZORKU

SAŽETAK

Sastav standardnog asfaltnog uzorka jednoznačno je definiran dvama elementima iz trokomponentalnog modela sastava asfaltnog uzorka.

U trokomponentalnom modelu sastav asfaltnog uzorka definiše se s pomoću tri osnovna elementa sastava:

- koncentracija šupljina u asfaltnom uzorku ($C_{S,AS}$)
 - koncentracija bitumena u asfaltnom uzorku ($C_{B,AS}$)
 - koncentracija kamenog materijala u asfaltnom uzorku ($C_{KM,AS}$)
- ili s pomoću dva izvedena elementa koji se često upotrebljavaju za definiranje sastava asfaltnog uzorka:
- koncentracija kamenog materijala u asfaltnom uzorku ($C_{KM,AS}$)
 - stupanj ispunje prethodno navedenih šupljina s bitumenom (ISP).

Teorijski postoji devet kombinacija dvaju elemenata sastava s pomoću kojih je moguće jednoznačno definirati sastav standardnog asfaltnog uzorka. Na osnovi prethodno opisanog principa načinjen je postupak za izračunavanje udjela bitumena u projektiranom sastavu asfalta kao funkcije dvaju zadanih (uvjetovanih standardima) elemenata sastava i gustoća sastavnih materijala (bitumen, kameni materijal i zrak). Opisani postupak može se primijeniti za izračunavanje udjela bitumena u bilo kojem postupku projektiranja sastava, i to bez obzira na način prikazivanja sastava asfalta (modeli sastava) ili metodu i energiju pripreve asfaltnog uzorka.

Nadalje, pojedini sastavni materijali u asfaltu prikazani su kao njihovi volumeni, odnosno volumne koncentracije u prostoru asfaltnog uzorka:

1. volumna koncentracija kamenog materijala u prostoru asfaltnog uzorka ($C_{KM/AU}$)
2. volumna koncentracija bitumena u prostoru asfaltnog uzorka ($C_{B/AU}$)
3. volumna koncentracija zraka (šupljina) u prostoru asfaltnog uzorka ($C_{S/AU}$)

Prethodno navedeni elementi služe za izražavanje ili definiranje sastava asfaltnog uzorka. Osim tih elemenata, za izražavanje ili definiranje sastava koriste se i sljedeći izvedeni dijelovi prostora asfaltnog uzorka:

4. volumna koncentracija šupljina u intergranularnom prostoru zrna kamenog materijala raspoređenih u prostoru protomatanog asfaltnog uzorka ($C_{S/KM/AU}$);

$$C_{S/KM/AU} = C_{S/AU} + C_{B/AU} \quad (1)$$

5. stupanj ispunje šupljina u integralnom prostoru kamenog materijala s bitumenom (FB):

$$ISP = \frac{C_{B/AU}}{C_{B/AU} + C_{S/AU}} * 100 \quad (2)$$

Iz modela sastava također proizlazi da se zbroj koncentracija sastavnih materijala u asfaltnom uzorku može prikazati relacijom:

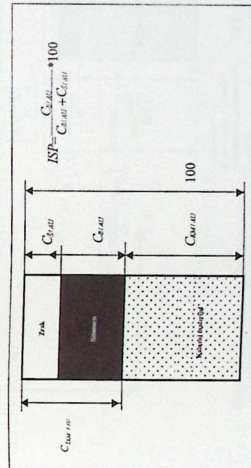
$$C_{S/AU} + C_{B/AU} + C_{KM/AU} = 100 \quad (3)$$

Sastav trokomponentalnog asfaltnog uzorka jednoznačno se može definirati s pomoću jedne od devet kombinacija prethodno opisanih elemenata sastava:

1. $C_{KM/AU}$ i $C_{B/AU}$
2. $C_{KM/AU}$ i $C_{S/AU}$
3. $C_{KM/AU}$ i ISP
4. $C_{B/AU}$ i $C_{S/AU}$
5. $C_{B/AU}$ i $C_{S/KM/AU}$
6. $C_{B/AU}$ i ISP

1. Model sastava asfaltnog uzorka

U ovom modelu sastava asfalt je prikazan kao jednostavna trokomponentalna smjesa kamenog materijala, bitumena i zraka (sl. 1.) [1].



Slika 1. Model sastava asfaltnog uzorka