

Igor Zorić

Viša zrakoplovna škola

Aerodrom

41150 Zagreb

## BUKA ZRAČNOG PROMETA

### AIRCRAFT NOISE HEARD ON THE GROUND

SADRŽAJ - U zračnom prometu na Aerodromu Zagreb dominiraju avioni tipa DC 9 te je istraživano njihovo učešće u ukupnoj buci uzrokovanoj zračnim prometom na području naselja Podbrežnica koje je u neposrednoj blizini Aerodroma Zagreb. Dobiveni rezultati uspoređeni su s rezultatima čisto teoretskog postupka korištenog pri izradi PUP-a za područje Aerodroma Zagreb.

ABSTRACT - The planes DC 9 are dominant in the air traffic at Zagreb Airport. Therefore their participation in the total noise caused by the air traffic has been investigated in the vicinity of Zagreb Airport, namely, in the residential area of Podbrežnica. The results of the measurements have been compared with the values used in the Implementation plan for the area of Zagreb Airport.

#### 1. UVOD

Putnički i cargo promet sa AZ (Aerodroma Zagreb) danas se u približno 70% slučajeva odvija avionima DC 9 [3], tako da taj tip aviona odlučujuće formira osobine i razine buke zračnog prometa na području AZ. Područje na kojem su mjerenja obavljena odabrano je na temelju teoretske studije o izloženosti buci područja u blizini AZ [3], iz koje je vidljivo da se pored već od prije poznate znatne ugroženosti starih naselja Kosnica, Petina, D. Lomnica i Pleso i novo naselje Podbrežnica nalazi blizu područja unutar kojeg je potrebno poduzimati posebne mjere

zaštite od buke.

Krajnji cilj mjerenja i analize bilo je određivanje dviju veličina koje su nam posebno zanimljive pri opisivanju izloženosti stanovništva buci. Jedna veličina je NEF (predvidljiva izloženost buci) koja se određuje uzimajući u obzir omatanje ljudskih aktivnosti tokom svakodnevnog prometa, a druga veličina je SIL (razina osjetljive sposobnosti komuniciranja) kojom se obuhvaća osjetljive sposobnosti komuniciranja kao posebnog oblika prijenosa informacija.

Prije početka mjerenja uzgledana je situacija na AZ obzirom na smještaj PSS (poletno sletne staze) i načine njenog korištenja. Na slici 1 prikazana je orijentacija PSS, smjerovi njenog korištenja, propisane putanje aviona pri polijetanju i slijetanju te mjesto gdje su mjerenja uz naselje Podbreznica obavljena. Na slici su ucrtane i teoretski određene [3] konture NEF.

## 2. ODREĐIVANJE RAZINE NEF

Za određivanje razine NEF neophodno je definirati sve različite operacije i putanje aviona te za njih odrediti razine  $L_{ETPN}$  (efektivnu vrijednost tonski korigirane zamijećene razine buke) [1]. Analiza korištenja PSS ukazuje da se ona koristi u smjerovima 05 i 23, a za svaki od smjerova postoje slijedeće operacije: pokretanje motora i vožnja po tlu prema zaletnoj točki, polijetanje, slijetanje te vožnja po tlu do platforme nakon slijetanja. Putanje aviona pri svakoj od navedenih operacija su prema propisanim procedurama jednake. Iz ovoga je proizišlo da je potrebno odrediti osam karakterističnih razina  $L_{ETPN}$  neophodnih za određivanje vrijednosti NEF.

Određivanje razine  $L_{ETPN}$  podijeljeno je na dvije faze: snimanje razine zvučnog tlaka i laboratorijsku analizu snimaka [6, 8, 9].

Tokom snimanja razine zvučnih tlakova uočeno je da pojedine

operacije ne utječu ili neznatno utječu na razinu zvučnog tlaka na mjernom mjestu. Analiza je potvrdila da samo četiri operacije: polijetanje u smjeru 05, polijetanje u smjeru 23, slijetanje u smjeru 05 i vožnja po tlu prema zaletnoj točki za polijetanje u smjeru 05 uzrokuju buku čiji utjecaj treba uzeti u obzir za određivanje vrijednosti NEF. Za navedene četiri operacije razine  $L_{ETPN}$  određivane su pomoću elektroničkim računalom upravljanoj trenutnog analizatora uz primjenu standardnog programa namijenjenog toj svrsi [4, 5]. Na ovakav način određene vrijednosti  $L_{ETPN}$  dane su u tablici 1.

Tablica 1. Razine  $L_{ETPN}$  na području naselja Podbrežnica za pojedine operacije aviona DC 9.

Operacija	Polijetanje 05	Polijetanje 23	Slijetanje 05	Vožnja po tlu za polijetanje 05
$L_{ETPN}$ dB	97	94	77	79

Pored razina  $L_{ETPN}$  pri određivanju parcijalnih vrijednosti NEF za svaku od operacija uzeto je u obzir da se smjer 05 koristi u 95% a smjer 23 u preostalim 5% operacija aviona tipa DC 9 [3]. Parcijalne vrijednosti NEF su određene za prosječne ljetne dane 1980, 1981. i 1990. godine, a pomoću njih i vrijednosti ukupnog NEF za područje naselja Podbrežnica. U tablici 2. dan je broj operacija aviona DC 9, pripadne parcijalne razine NEF, kao i ukupne razine NEF.

Tablica 2. Broj operacija aviona DC 9 i razina NEF na području naselja Podbrežnica.

Prosječni ljetni dan	Broj operacija za / NEF za				Ukupni NEF
	Polijetanje 05	Polijetanje 23	Slijetanje 05	Vožnja po tlu za polijetanje 05	
1980	25,65/23,1	1,35/7,3	25,65/3,1	25,65/5,1	23,3
1981	29,5 /23,7	1,5 /7,8	29,5 /3,7	29,5 /5,7	24
1990	39,3 /25	2,1 /9,2	39,3 /4,9	39,3 /6,9	25

### 3. ODREĐJIVANJE RAZINE SIL

Razine SIL određivane su za iste operacije koje su uzimane u obzir pri određivanju vrijednosti NEF. Kako je za određivanje razine SIL neophodno uzeti u obzir razine zvučnih tlakova oktava s centriranim frekvencijama od 0,5; 1; 2 i 4 kHz [1,7] bilo je neophodno odrediti i spektre zvučnih tlakova kojima su bile određivane razine  $L_{\text{ETPN}}$ . Razine zvučnih tlakova oktava za pojedine operacije dane su u tablici 3. zajedno s već izračunanim pripisanim razinama SIL.

Tablica 3. Oktavne razine zvučnog tlaka i odovarajuće vrijednosti SIL na području naselja Podbreznica za pojedine operacije aviona DC 9

Operacije	Srednje razine zvučnog tlaka oktava dB				SIL
	0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	dB
Polijetanje 05	85,8	84,84	75,64	54,28	75,1
Polijetanje 23	84,2	81,26	73,06	59,37	74,5
Slijetanje 05	62,48	62,06	60	54,59	59,8
Voznja po tlu za polijetanje 05	60,63	58,86	58,32	46,59	56,1
Osnovna buka okoline	49,45	45,92	37,04	26,22	39,7

### 4. NAČIN MJERENJA

Na mjernom mjestu razine buke snimane su mjernim magnetofonom Nagra IV-SJ pri brzini 19,05 cm/s na traku Scotch 223 uz upotrebu mikrofona General Radio tip 1962-9601 zaštićenog od vjetra. Za analizu snimaka pored navedenog magnetofona korišten je trenutni analizator Brüel & Kjaer tip 2131, pisač Brüel & Kjaer tip 2307 te elektroničko računalo Hewlett Packard tip HP 9825A koje je pomoću programa Brüel & Kjaer (BZ 001?) upravljalo trenutnim analizatorom pri određivanju razina  $L_{\text{ETPN}}$ . Tokom snimanja mjerena je brzina i smjer vjetra, relativna vlažna zrak i atmosferski tlak [8, 9]. Svaka od operacija snimana

je više puta, tako da su u tablicama 1 i 3 dane srednje vrijednosti veličina  $L_{ETPN}$ , razina zvučnih tlakova oktava i SIL.

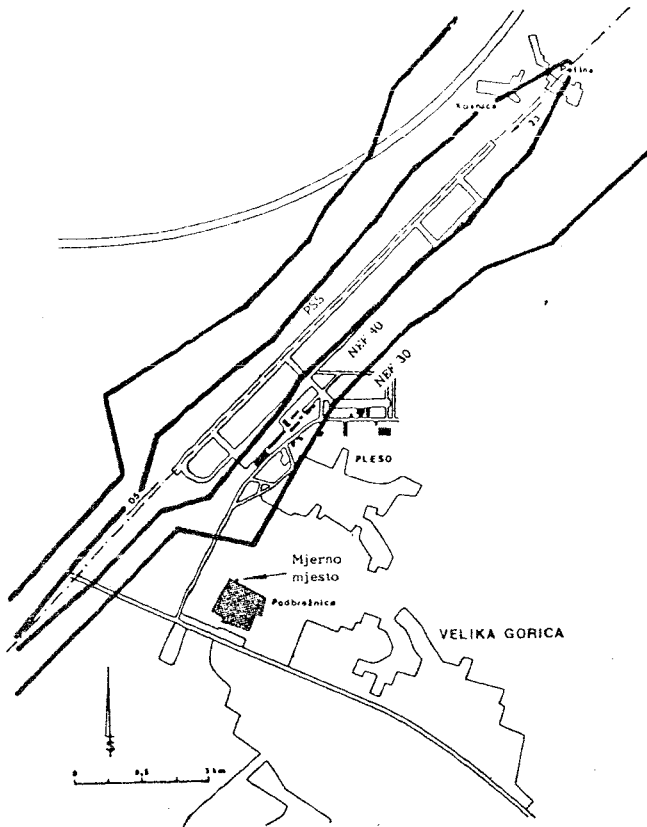
#### 5. ZAKLJUČCI

Iz rezultata prikazanih u tablicama 2 i 3 proizlazi da na području naselja Podbrežnica avioni DC 9 danas, a niti u bliskoj budućnosti neće uzrokovati buku zbog koje bi trebalo poduzeti neke posebne mjere zaštite. Ipak, tokom polijetanja, bez obzira na smjer, praktički onemogućuju govorno komuniciranje, a otežavaju ga pri slijetanju u smjeru 05 i pri vožnji tloem prema zaletištu za smjer 05.

Tokom snimanja i analize nisu obuhvaćeni utjecaji infrazvuka, što bi također bilo potrebno učiniti zbog dobivanja potpunije slike o stanju na području naselja Podbrežnica.

Iako unutar prihvatljivih granica vrijednost NEF će se ipak povećavati i uz smanjenje učestalosti aviona DC 9 u ukupnom prometu sa 70% danas na 45% 1990. godine.

Uspoređujući vrijednost NEF iz tablice 2 za 1990. godinu na mjestu mjerenja sa konturama NEF ucrtanim na slici 1, koje predstavljaju predviđeno stanje 1990. godine, uočljivo je da je mjerenjem dobiven nepovoljniji rezultat, jer vrijednost u tablici odgovara polovini ukupnog prometa 1990. godine, što upućuje na potrebu analize utjecaja i ostalih tipova aviona koji učestvuju u prometu Aerodroma Zagreb.



Slika 1. Pregledna karta Aerodroma Zaprreb i bliže okolice uz označene smjerove korištenja PSS, položaj mjernog mjesta i razine NEF za 1990. godinu.

## 6. POPIS LITERATURE

- [1] Harris C.M., Handbook of Noise Control, New York, McGraw Hill 1979.
- [2] ISO 3745, Acoustics, 2131 - Noise measurements, Naerum, Brüel & Kjaer, 1981.
- [3] Tosić V, "Akustična mjerenja - Priručnik izloženosti buci", Naerum, Institut za obradu podataka i matematiku, 1981.
- [4] Application note, "Acoustic Measurements using the Digital Frequency Analyzer Type 2131 with a Desk-top Calculator", Naerum, Brüel & Kjaer.
- [5] "BN 0012 Program Listing for Program BZ 0012", Naerum, Brüel & Kjaer.
- [6] Environmental protection, Vol. 1, Aircraft noise, ANNEX 16, Toronto, ICAO, 1981.
- [7] ISO/TR 3352, Acoustics, "Assessment of noise with respect to its effect on the intelligibility of speech", 1974.
- [8] ISO 3891, Acoustics, "Procedure for describing aircraft noise heard on the ground", 1978.
- [9] IEC 561, "Electro - acoustical measuring equipment for aircraft noise certification", 1976.