

UNIVERZITET U BEOGRADU

SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Emir M. Ganić

**MERE ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE
NA AERODROMIMA**

doktorska disertacija

Beograd, 2017

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC
ENGINEERING

Emir M. Ganić

**NOISE ABATEMENT MEASURES AT
AIRPORTS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017

Mentor:

Prof. dr Obrad Babić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Članovi Komisije:

Dr Feđa Netjasov, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Dr Bojana Mirković, docent, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Dr Veljko Jeremić, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka

Datum odbrane:

Ovo istraživanje podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, kroz naučnoistraživački projekat Instituta Saobraćajnog fakulteta: „Podrška održivom razvoju sistema vazdušnog saobraćaja Republike Srbije” (broj TR36033), 2011–2017.

ZAHVALNICA

Pre svega, želim da izrazim ogromnu zahvalnost mentoru prof. dr Obradu Babiću, koji je postavio temelje za uspešnu izradu doktorske disertacije i potpomogao razvoj moje istraživačke karijere. Njegova potpuna posvećenost i uključenost u moj rad su nadmašile sva moja očekivanja.

Veliku zahvalnost dugujem članovima komisije, dr Feđi Netjasovu, dr Bojani Mirković i dr Veljku Jeremiću koji su značajno doprineli kvalitetu disertacije i koji su me svojim komentarima i sugestijama usmerili i podstakli da svoj dugogodišnji rad sagledam iz drugog ugla i unapredim u svakom smislu.

Kolegama sa Združene katedre želim da zahvalim pre svega na prijateljstvu ali i odličnom radnom okruženju i timskom radu, a posebno prof. dr Vojinu Tošiću, koji je pored korisnih saveta u vezi s disertacijom kao rukovodilac projekta TR36033 omogućio da i formalno postanem deo kolektiva Saobraćajnog fakulteta.

Zahvaljujem i svim kolegama s Fakulteta organizacionih nauka na kojem sam proveo pet izuzetnih godina, a naročito prof. dr Mirjani Čangalović, prof. dr Milanu Stanojeviću i doc. dr Marini Dobroti na stručnoj pomoći prilikom izrade ove doktorske disertacije.

Izradu disertacije pomogli su i Siniša Ćurčin (direktor firme IC Integra), mr Ljiljana Đorđević (Republički zavod za statistiku Republike Srbije) kao i Miroslav Radojević i Đorđe Radojević (firma RMS) kojima dugujem zahvalnost na posvećenom vremenu i pruženoj pomoći.

Veliku zahvalnost na profesionalizmu i ekspeditivnosti prilikom lektorisanja ove doktorske disertacije dugujem redaktoru dnevnog lista „Politika” gospođi Ljiljani Lazić.

Na kraju, najdublju zahvalnost dugujem svojim roditeljima, bratu, kao i budućoj supruzi na neizmernoj ljubavi i bezrezervnoj podršci. Takođe želim da zahvalim i ostalim članovima svoje porodice i prijateljima na podršci i razumevanju tokom pisanja ove disertacije.

MERE ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE NA AERODROMIMA

Sažetak:

Predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji predstavljaju mere za smanjenje uticaja buke na aerodromima. Cilj istraživanja je bio da se utvrde faktori koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera, kao i da se utvrdi da li postoje međuzavisnosti između faktora i mera, kao i između samih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima. Nakon testiranja zavisnosti predloženih faktora i primenjenih mera, utvrđeno je da međuzavisnosti između faktora i mera, kao i između samih mera postoje. To je iskorišćeno za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju novih mera na aerodromu. Primena predloženog alata ilustrovana je na primeru Aerodroma „Nikola Tesla” u Beogradu. Anketiranjem zaposlenih na evropskim aerodromima odgovornih za sprovođenje mera istraživani su: glavni problemi vezani za buku vazduhoplova na aerodromima; neophodni resursi i glavne barijere za primenu mera; efekti dosadašnjih mera u rešavanju problema buke na aerodromima; kao i trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima u bliskoj budućnosti. Na osnovu analiziranja efekata postojećih mera i problema u njihovoj primeni, predložena je nova mera za smanjenje uticaja buke. Predložena mera se sastoji od određivanja raspoređivanja vazduhoplova na rute u dolasku i odlasku vodeći pri tome računa o vremenskoj i prostornoj varijaciji u broju stanovnika u naseljima u okolini aerodroma tako da se broj stanovnika izloženih buci svede na najmanju moguću meru. Primena predložene nove mere ilustrovana je na primeru Aerodroma „Nikola Tesla” u Beogradu s realnim podacima.

Ključne reči: aerodrom, avio-buka, mera za smanjenje buke, međuzavisnost mera, anketa, alat za pomoć u odlučivanju, raspoređivanje vazduhoplova na rute

Naučna oblast: Saobraćajno inženjerstvo

Uža naučna oblast: Aerodromi i bezbednost vazdušne plovodbe

UDK: 656.7(043.3)

NOISE ABATEMENT MEASURES AT AIRPORTS

Abstract:

The subject of research for this doctoral dissertation are noise abatement measures at airports. The aim of the research was to determine the factors affecting the number and type of applied measures, and to determine whether there was interdependence between factors and measures, as well as between measures themselves. Upon examining the dependence of proposed factors and applied measures, it was established that there were interdependencies between factors and measures, as well as between the measures themselves. This finding was used to develop a decision support tool for introduction of new measures at airports. Application of the proposed tool is illustrated using the example of Nikola Tesla airport in Belgrade. The following issues have been investigated by surveying the personnel responsible for implementation of the measures at European airports: major problems related to aircraft noise at airports; necessary resources and major barriers to the implementation of measures; effects of implemented measures upon addressing the noise problem at airports; as well as trends and priorities for introduction of measures to reduce noise impact around airports in the near future. Effects of the existing measures and problems in their application were analyzed to propose a new noise abatement measure. This new measure consists of determining aircraft assignment to take-off and landing routes by taking into account temporal and spatial variations in population in an airport's vicinity, so that the number of people exposed to noise is reduced to the lowest possible extent. Application of the new measure proposed is exemplified by real data for Nikola Tesla airport in Belgrade.

Key words: airport, aircraft noise, noise abatement measure, interdependence of measures, survey, decision support tool, aircraft assignment to routes

Scientific field: Transport and Traffic Engineering

Scientific subfield: Airports and Air Traffic Safety

UDK: 656.7(043.3)

SADRŽAJ

Spisak slika.....	vi
Spisak tabela.....	x
Spisak skraćenica.....	xii
1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	5
2.1. Regulatorna i međunarodne smernice u oblasti buke vazduhoplova.....	5
2.2. Faktori koji utiču na mere za smanjenje uticaja buke.....	8
2.3. Alati za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke..	10
2.4. Sprovedene ankete u vezi s merama za smanjenje uticaja buke.....	12
2.5. Mere za smanjenje uticaja buke.....	14
2.6. Rezime pregleda literature.....	16
3. MERE ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE	17
3.1. Pregled primenjenih mera na aerodromima.....	18
3.2. Klasifikacija mera.....	28
3.3. Potrebni uslovi za primenu mera.....	29
4. ANALIZA MEĐUZAVISNOSTI MERA I FAKTORA KOJI UTIČU NA PRIMENU MERA ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE	32
4.1. Stepen povezanosti broja mera za smanjenje uticaja buke i predloženih faktora	33
4.1.1. Metodologija istraživanja.....	33
4.1.2. Rezultati statističke analize.....	38
4.2. Međuzavisnost mera za smanjenje uticaja buke i verovatnoća uvođenja mera za smanjenje uticaja buke.....	54
4.2.1. Metodologija istraživanja.....	54
4.2.2. Rezultati.....	58
4.2.3. Alat za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima.....	68
4.3. Anketa u vezi s merama za smanjenje uticaja buke.....	71
4.3.1. Metodologija istraživanja.....	72

4.3.2. Pilot-anketa.....	76
4.3.3. Anketa na planiranom uzorku.....	77
4.3.4. Rezultati istraživanja	78
5. PREDLOG NOVE MERE ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE	90
5.1. Definisane probleme i matematički model	91
5.2. Heuristički algoritam	94
5.3. Studija slučaja na Aerodromu „Nikola Tesla” Beograd	95
5.4. Rezultati	99
5.4.1. Analiza izloženosti buci.....	100
5.4.2. Analiza potrošnje goriva.....	107
6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA	112
Literatura	120
Bibliografija.....	130
Prilog 1. Podela mera za smanjenje uticaja buke	145
Prilog 2. Podela mera za smanjenje uticaja buke predložena u disertaciji	148
Prilog 3. Koncept baze podataka	153
Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu.....	157
Prilog 5. Jednostruka regresiona analiza (uzorak za 2010. godinu)	166
Prilog 6. Grupisanje aerodroma prema broju operacija.....	168
Prilog 7. Grupisanje aerodroma prema BDP-u po stanovniku	169
Prilog 8. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s istim brojem primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (podaci za 2010. godinu)	170
Prilog 9. Grupisanje aerodroma prema državama	174
Prilog 10. Grupisanje aerodroma u vezi s praćenjem buke	176
Prilog 11. Linearna regresija na osnovu podataka iz strateških karata buke.....	179
Prilog 12. Podaci iz strateških karata buke za glavne aerodrome u Evropi.....	182
Prilog 13. Primenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina).....	184
Prilog 14. Rezultati binarnih logističkih regresionih modela i tačnost klasifikacije	191
Prilog 15. Definisane populacije, uzoračkog okvira i planiranje uzorka	193
Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje.....	196
Prilog 17. Izgled upitnika	205

Prilog 18. Procedura za sprovođenje ankete.....	216
Prilog 19. Pregled odgovora u okviru ankete	218
Prilog 20. AMPL model	228
Prilog 21. Dnevne migracije.....	229
Biografija	233

SPISAK SLIKA

Slika 1. Broj aerodroma u različitim regionima koji su uveli neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini	22
Slika 2. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome u Evropi (podaci za 2009. i 2010. godinu)	23
Slika 3. Uporedni prikaz broja evropskih aerodroma koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini	23
Slika 4. Uporedni prikaz broja mera primenjenih na evropskim aerodromima za 2009. i 2010. godinu po kategorijama „Uravnoteženog pristupa”	24
Slika 5. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina).....	40
Slika 6. Raspodela posmatranih evropskih aerodroma prema broju operacija (2010. godina).....	43
Slika 7. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji broja operacija (do 50.000) za 2010. godinu	44
Slika 8. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s brojem operacija do 50.000 (2010. godina).....	44
Slika 9. Raspodela broja mera za aerodrome do 50.000 operacija koji su primenili četiri mere	45
Slika 10. Grupisanje posmatranih evropskih aerodroma prema BDP po stanovniku (2010. godina).....	46
Slika 11. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji BDP po stanovniku (30.000–50.000 \$) za 2010. godinu	47
Slika 12. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s BDP-om po stanovniku od 30.000 \$ do 50.000 \$ za 2010. godinu.....	48
Slika 13. Raspodela broja mera za aerodrome sa BDP po stanovniku između 30.000 i 50.000 \$ koji su primenili pet mera (2010. godina)	49
Slika 14. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s jednom primenjenom merom za smanjenje uticaja buke (2010. godina).....	50
Slika 15. Uticaj BDP-a po stanovniku na prosečan broj primenjenih mera po državi (2010. godina).....	51

Slika 16. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Nemačkoj (2010. godina).....	52
Slika 17. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Španiji (2010. godina).....	52
Slika 18. Geografska distribucija aerodroma iz uzorka.....	78
Slika 19. Glavni problemi u vezi s bukom na aerodromima	79
Slika 20. Razlozi za žalbe stanovništva na avio-buku.....	80
Slika 21. Motivacija za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke	81
Slika 22. Glavne barijere za primenu mera za smanjenje uticaja buke	82
Slika 23. Efekti primenjenih mera za smanjenje uticaja buke.....	84
Slika 24. Odlazne i dolazne rute na Aerodromu „Nikola Tesla” (izvor: Flightradar24.com, pomoću <i>Google Earth-a</i>)	96
Slika 25. Pozicija lokacija (naselja) u odnosu na aerodrom i rute u dolasku i odlasku..	98
Slika 26. Konture buke L_{den} za osnovni i heuristički scenario	102
Slika 27. Konture buke L_{night} za osnovni i heuristički scenario.....	103
Slika 28. Procenat ugroženog stanovništva (%A) i veoma ugroženog stanovništva (%HA) u funkciji izloženosti buci (L_{den}) (European Commission, 2002).....	105
Slika 29. Ilustracija kreiranja rute za heuristički scenario.....	109
Slika 30. Distribucija razlika u dužini rute i potrošnji goriva između osnovnog i heurističkog scenarija po operaciji u apsolutnom i relativnom iznosu.....	111
Slika 31. Moguća rešenja za različite probleme buke (U.S. Department of Transportation, 1983)	147
Slika 32. Uticaj broja PSS-a na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina).....	166
Slika 33. Uticaj prosečnog rastojanja aerodroma od centara gradova opsluge na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)	166
Slika 34. Uticaj prosečnog rastojanja aerodroma od centara gradova opsluge (do 20 km) na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina).....	166
Slika 35. Uticaj broja stanovnika svih gradova u opslužnom području na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)	166
Slika 36. Uticaj broja stanovnika gradova u opslužnom području do 20 km na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)	167

Slika 37. Uticaj BDP-a po stanovniku na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina).....	167
Slika 38. Uticaj broja operacija (50.000–100.000) na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina).....	168
Slika 39. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s brojem operacija od 50.000 do 100.000 (2010. godina).....	168
Slika 40. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji broja operacija (preko 100.000) za 2010. godinu.....	168
Slika 41. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s brojem operacija preko 100.000 (2010. godina).....	168
Slika 42. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji BDP-a po stanovniku (do 30.000 \$) za 2010. godinu	169
Slika 43. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s BDP-om po stanovniku do 30.000 \$ (podaci za 2010. godinu)	169
Slika 44. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji BDP-a po stanovniku (preko 50.000 \$) za 2010. godinu	169
Slika 45. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s BDP-om po stanovniku preko 50.000 \$ (podaci za 2010. godinu)	169
Slika 46. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s dve primenjene mere (podaci za 2010. godinu)	170
Slika 47. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s tri primenjene mere (podaci za 2010. godinu)	170
Slika 48. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s četiri primenjene mere (podaci za 2010. godinu)	170
Slika 49. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s pet primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)	170
Slika 50. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s šest primenjenih (podaci za 2010. godinu)	171
Slika 51. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s sedam primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)	171
Slika 52. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s osam primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)	171

Slika 53. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s devet primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)	171
Slika 54. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s deset primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (podaci za 2010. godinu).....	172
Slika 55. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Velikoj Britaniji (2010. godina)	175
Slika 56. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Francuskoj (2010. godina).....	175
Slika 57. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Italiji (2010. godina).....	175
Slika 58. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Švedskoj (2010. godina).....	175
Slika 59. Broj aerodroma po regionima s uvedenim sistemom za praćenje buke (Netjasov, 2012)	177
Slika 60. Procedura za sprovođenje ankete	217

SPISAK TABELA

Tabela 1. Mere za smanjenje uticaja buke po kategorijama „Uravnoteženog pristupa”	21
Tabela 2. Procenat evropskih aerodroma po državama koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini	26
Tabela 3. Potrebni uslovi (resursi) za primenu mera za smanjenje uticaja buke	29
Tabela 4. Zbirni rezultati statističkih analiza	40
Tabela 5. Rezultati višestruke linearne regresione analize	42
Tabela 6. Grupisanje evropskih aerodroma prema broju operacija (2010. godina)	43
Tabela 7. Grupisanje evropskih aerodroma prema BDP po stanovniku (2010. godina)	46
Tabela 8. Hi-kvadrat test nezavisnosti (Ograničenje vremena rada aerodroma * Operativno ograničenje u korišćenju APU-a)	59
Tabela 9. Zbirni prikaz rezultata Hi-kvadrat testova nezavisnosti	60
Tabela 10. Grupna zavisnost između mera za smanjenje uticaja buke	61
Tabela 11. Logistički regresioni model za Ograničenje vremena rada aerodroma	61
Tabela 12. Tabela klasifikacije za Ograničenje vremena rada aerodroma	62
Tabela 13. Logistički regresioni model za Operativno ograničenje u korišćenju APU-a	63
Tabela 14. Tabela klasifikacije za Operativno ograničenje u korišćenju APU-a	64
Tabela 15. Rezultati binarnih logističkih regresionih modela	64
Tabela 16. Uticaj nezavisnih promenljivih na mere za smanjenje uticaja buke	67
Tabela 17. Verovatnoća uvođenja mera za smanjenje uticaja buke na primeru Aerodroma „Nikola Tesla”	69
Tabela 18. Stopa odgovora u pilot-anketi	77
Tabela 19. Stopa odgovora za anketu na planiranom uzorku	77
Tabela 20. Zakonska obaveza za uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke	81
Tabela 21. Trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke	85
Tabela 22. Zbirni rezultat Mann-Whitney testa za karakteristike aerodroma	88
Tabela 23. Spirmanov koeficijent korelacije rangova	89
Tabela 24. Podaci o lokacijama i broju stanovnika	98
Tabela 25. Poređenje osnovnog i heurističkog scenarija	100
Tabela 26. Vrednosti indikatora buke L_{den} i L_{night} za osnovni i heuristički scenario	106

Tabela 27. Broj ugroženog i veoma ugroženog stanovništva za osnovni i heuristički scenario.....	107
Tabela 28. Razlike u potrošnji goriva i ukupnoj dužini ruta između osnovnog i heurističkog scenarija	109
Tabela 29. Raspodela broja mera za smanjenje uticaja buke po aerodromima u Evropi za 2010. godinu	173
Tabela 30. Uporedni prikaz broja mera i broja evropskih aerodroma (po državama) koji su uveli neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2010. godini	174
Tabela 31. Broj EU i ne EU aerodroma s preko 50.000 operacija koji su primenili mere za smanjenje uticaja buke (2010. godina)	177
Tabela 32. Broj aerodroma koji su primenili određenu meru za smanjenje uticaja buke (zasnovano na podacima iz (Boeing, 2014))	178
Tabela 33. Rezultati statističkih analiza u vezi sa strateškim kartama buke	181
Tabela 34. Rezultati binarnih logističkih regresionih modela.....	191
Tabela 35. Tačnost klasifikacije	192
Tabela 36. Dnevne migracije aktivnog stanovništva koje obavlja zanimanje po izabranim opštinama/gradovima, popis 2011.....	230
Tabela 37. Dnevne migracije učenika i studenata po izabranim opštinama/gradovima, Popis 2011.	230
Tabela 38. Priliv, odliv i stanje broja stanovnika na izabranim opštinama zbog dnevnih migracija	232

SPISAK SKRAĆENICA

ACI	– <i>Airports Council International</i> – Međunarodni savet aerodroma
ACRP	– <i>Airport Cooperative Research Program</i> – Program kooperativnog istraživanja aerodroma
AIP	– <i>Aeronautical Information Publication</i> – Zbornik vazduhoplovnih informacija
AMPL	– <i>A Modeling Language for Mathematical Programming</i> – Jezik za modeliranje za matematičko programiranje
ANT	– Aerodrom „Nikola Tesla” Beograd
APU	– <i>Axiliary Power Unit</i> – Pomoćna pogonska grupa vazduhoplova
ATAG	– <i>Air Transport Action Group</i> – Grupa nezavisnih organizacija u vazдушnom saobraćaju
BARON	– <i>The Branch–And–Reduce Optimization Navigator</i> – Optimizacioni navigator za grananje i smanjenje
BDP	– Bruto društveni proizvod
CAEP	– <i>Committee on Aviation Environmental Protection</i> – Komitet za zaštitu životne sredine u vazдушnom saobraćaju
CANSO	– <i>Civil Air Navigation Service Organisation</i> – Organizacija pružaoca usluga u civilnoj vazdušnoj plovidbi
CCD	– <i>Climb/Cruise/Descent</i> – Faze leta penjanje, krstarenje i poniranje
CDA	– <i>Continuous Descend Approach</i> – Koncept kontinualnog poniranja tokom prilaženja
CNOSSOS	– <i>Common Noise Assessment Methods</i> – Zajednički metod procene buke
dB	– Decibel
DNL	– <i>Day-night level</i> – Dnevni i noćni prosečni nivo zvuka
EC	– <i>European Commission</i> – Evropska komisija

ECAC	– <i>European Civil Aviation Conference</i> – Evropska konferencija civilnog vazduhoplovstva
EEA	– <i>European Environment Agency</i> – Evropska agencija za zaštitu životne sredine
EMAS	– <i>Eco-Management and Audit Scheme</i> – Eko-upravljanje i šema revizije
EMEP	– <i>European Monitoring and Evaluation Programme</i> – Evropski program za monitoring i evaluaciju
FAA	– <i>Federal Aviation Administration</i> – Uprava civilnog vazduhoplovstva Sjedinjenih Američkih Država
GAO	– <i>The Government Accountability Office</i> – Kancelarija za odgovornost vlade SAD-a
GIS	– <i>Geographic Information System</i> – Geografski informacioni sistem
GNI	– <i>Gross National Income</i> – Bruto nacionalni dohodak
GPU	– <i>Ground Power Unit</i> – Zemaljska pogonska grupa vazduhoplova
ICAO	– <i>International Civil Aviation Organization</i> – Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva
IFR	– <i>Instrument flight rules</i> – Pravila instrumentalnog letenja
INM	– <i>Integrated Noise Model</i>
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i> – Međunarodna organizacija za standardizaciju
LA _{eq}	– A-ponderisani ekvivalentni nivo buke u dB
L _{den}	– Ukupni indikator nivoa buke tokom dana, večeri i noći
L _{night}	– Indikator noćnog nivoa buke
LTO	– <i>Landing and Take-Off</i> – Sletanje i poletanje
NEOS	– <i>Network-Enabled Optimization System</i> – Sistem za optimizaciju omogućen mrežom

NEST	– <i>Network Strategic Tool</i> – Strateški alat za mreže
NM	– <i>Nautical Mile</i> – Nautička milja
PSS	– Poletno-sletna staza
RAAS	– <i>Runway Allocation Advice System</i> – Savetodavni sistem za određivanje staza u upotrebi
SEL	– <i>Sound Exposure Level</i> – Nivo izloženosti zvuku (buci)
SNAP	– <i>Strategic Noise Allocation Program</i> – Strateški program raspodele buke
SPO	– Sistem za podršku u odlučivanju
SPSS	– <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SRTM	– <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> – Misija snimanja topografije radarom iz svemira
TRB	– <i>Transportation Research Board</i> – Istraživački odbor za transport
VFR	– <i>Visual flight rules</i> – Pravila vizuelnog letenja
WTC	– <i>ICAO Wake Turbulence Category</i> – ICAO kategorija vazduhoplova prema turbulenciji

1. UVOD

Vazdušni saobraćaj predstavlja snažan pokretač privrednog rasta i razvoja, trgovine i zapošljavanja. Avijacija direktno stvara poslove u industriji, a indirektno i u ostalim sektorima. Ona omogućava zaposlenje za 62,7 miliona ljudi širom sveta doprinoseći globalnom bruto društvenom proizvodu (BDP) s 2,7 biliona dolara što čini 3,5% svetskog BDP-a (ATAG, 2016). Prema *Airbus*-ovoj globalnoj prognozi tržišta za period 2017–2036 predviđa se stopa rasta vazdušnog saobraćaja od 4,4% godišnje s još većim stopama rasta na Bliskom istoku i u Aziji (*Airbus*, 2017). S tako predviđenom stopom rasta vazdušni saobraćaj bi mogao biti udvostručen u narednih 15 godina (*Airbus*, 2017).

Iako je pozitivan uticaj vazdušnog saobraćaja na ekonomiju, mobilnost ljudi kao i na socijalni aspekt ljudskog života neosporan, postoje eksterni troškovi povezani s ovim koristima i bilo kakav porast broja vazduhoplovnih operacija uzrokuje negativan uticaj na životnu sredinu (Issarayangyun, 2005). Neki od negativnih uticaja koje posebno naglašavaju mnogi autori jesu udesi, zagađenje atmosfere, buka, zagušenja saobraćaja i kašnjenja (Janić, 1999). Kao najznačajniji lokalni uticaj povezan s operacijama na aerodromu izdvaja se buka koju generišu vazduhoplovi.

Zbog povećanja broja stanovnika u gradovima i njihovog teritorijalnog širenja, gradovi se sve više približavaju aerodromima, što paralelno s rastom vazdušnog saobraćaja ima za posledicu povećanje broja ljudi koju su izloženi buci pa i ugroženi njom. Pored svih dosadašnjih napora proizvođača da vazduhoplove učine „tišim”, kao i mera koje

preduzimaju aerodromi, buka i dalje ostaje važan problem i jedan od najuticajnijih ograničavajućih faktora razvoja vazdušnog saobraćaja.

Razne organizacije na svetskom nivou razmatraju moguća rešenja za smanjenje problema buke vazdušnog saobraćaja. U septembru 2001. godine, u okviru Rezolucije A33-7, Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva (ICAO) predstavila je politike i programe zasnovane na takozvanom Uravnoteženom pristupu (eng. Balanced approach) upravljanja bukom vazduhoplova (ICAO, 2001). Ovaj pristup upravljanja bukom obuhvata četiri kategorije: smanjenje buke na izvoru, planiranje i upravljanje namenom zemljišta, operativne procedure za smanjenje buke i operativne restrikcije u vazdušnom saobraćaju. U smernicama za primenu „Uravnoteženog pristupa”, ICAO je prepoznao potrebu da se rešenje za problem buke mora posebno razmatrati na svakom aerodromu u skladu sa specifičnim karakteristikama posmatranog aerodroma. Smernice su opšte i ne podrazumevaju preciznu i istovetnu primenu na svim aerodromima. Ipak, slična rešenja se mogu primeniti ako su identifikovani slični problemi buke na aerodromima (ICAO, 2008a). Takođe, u okviru „Uravnoteženog pristupa” preporučuje se da mere za smanjenje uticaja buke ne treba da teže jedinstvenom rešenju, već ka kombinaciji različitih rešenja (ACI, 2004).

Mnogi aerodromi u svetu prepoznali su ovaj problem i odavno primenjuju mere za smanjenje uticaja buke. Od 1992. godine, kompanija *Boeing* vodi bazu podataka o aerodromima širom sveta koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke (Boeing, 2016). Baza sadrži osnovne podatke o aerodromima i opis mera za smanjenje uticaja buke koje taj aerodrom primenjuje. Prema podacima iz *Boeing*-ove baze, trenutno se na svetskim aerodromima primenjuje 18 različitih mera za smanjenje uticaja buke. Svaka od ovih mera može se svrstati u neku od četiri kategorije „Uravnoteženog pristupa”. Veći obim vazdušnog saobraćaja dovodi do povećanja broja aerodroma koji se suočavaju s problemom buke, ali je uočeno da se povećava i broj aerodroma koji uvode neke od mera za smanjenje uticaja buke (Netjasov, 2012). Prema podacima iz baze podataka proizvođača vazduhoplova *Boeing*, u 2010. godini 630 aerodroma širom sveta primenjuje jednu ili više od ukupno 18 različitih mera za smanjenje uticaja buke (Boeing, 2016).

Imajući napred izneto u vidu, predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji predstavljaju mere za smanjenje uticaja buke u okolini aerodroma.

Cilj istraživanja je da se utvrde faktori koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima, tj. da se utvrdi da li je moguće pronaći međuzavisnosti (između faktora i mera, kao i između samih mera) na osnovu kojih se određeni aerodromi odlučuju da uvedu određenu meru za smanjenje uticaja buke. Pronalaženje ovih međuzavisnosti iskoristilo bi se za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na postojećim ili planiranim aerodromima. Dodatni ciljevi istraživanja su da se anketiranjem zaposlenih na aerodromu odgovornih za sprovođenje mera utvrde: glavni problemi vezani za buku vazduhoplova na aerodromima; neophodni resursi i glavne barijere za primenu mera; efekti dosadašnjih mera u rešavanju problema buke na aerodromima; trendovi i prioriteta u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima u bliskoj budućnosti. Takođe, cilj istraživanja je i definisanje nove mere za smanjenje uticaja buke na osnovu analiziranja efekata postojećih mera i problema u primeni istih.

U skladu s predmetom istraživanja i postavljenim ciljevima, usvojena je sledeća struktura rada u okviru doktorske disertacije. Prvo poglavlje sadrži uvodna razmatranja, dok su ostala poglavlja ukratko opisana u nastavku.

Poglavljje 2 čini pregled literature u vezi s: regulativama u oblasti buke vazduhoplova, istraživanjima koja se odnose na faktore koji utiču na mere za smanjenje uticaja buke, istraživanjima koja su za cilj imala razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke i do sada sprovedenim anketama u vezi s merama za smanjenje uticaja buke. Na osnovu analize radova iz oblasti problema avio-buke na aerodromima, dat je prikaz radova na osnovu kojih je uočena mogućnost definisanja nove mere za smanjenje uticaja buke.

Poglavljje 3 sadrži pregled primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima širom sveta. Pored prikazivanja njihove učestalosti i raznolikosti, izvršena je i klasifikacija mera za smanjenje buke prema različitim kriterijumima. Zatim su analizirani neophodni uslovi za primenu mera kako bi se ustanovilo da li svaki aerodrom može da primeni svaku meru.

Poglavlje 4 opisuje izvršenu analizu koja je imala za cilj određivanje međuzavisnosti između broja primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromu i faktora koji utiču na primenu ovih mera, kao i međuzavisnosti između pojedinih mera za smanjenje uticaja buke. Na osnovu ustanovljenih međuzavisnosti razvijen je i prikazan alat za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima. Takođe, dat je opis sprovedene ankete i prikaz rezultata koji daju odgovor na postavljene ciljeve istraživanja. Na osnovu anketom prikupljenih podataka (koji nisu bili dostupni u prethodnim istraživanjima za veći broj aerodroma), testiran je stepen povezanosti većeg broja faktora s merama za smanjenje uticaja buke.

Poglavlje 5 daje opis predložene nove mere za smanjenje uticaja buke. Predloženom merom se smanjenje izloženosti stanovništva buci postiže određivanjem rasporeda letova na rute u odlasku i dolasku, vodeći računa o vremenskim i prostornim varijacijama u broju stanovnika u naseljima u okolini aerodroma.

Poglavlje 6 sadrži zaključna razmatranja do kojih se došlo u disertaciji i daje pravce budućih istraživanja u ovoj oblasti.

2. PREGLED LITERATURE

Imajući u vidu predmet i ciljeve istraživanja u ovoj disertaciji, u ovom poglavlju pregled literature je podeljen u pet tematskih celina. U prvom delu dat je pregled regulative u oblasti buke vazduhoplova. Drugi deo čini pregled istraživanja koja se odnose na faktore koji utiču na mere za smanjenje uticaja buke. Treći deo čini pregled istraživanja koja su za cilj imala razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke. U četvrtom delu dat je pregled literature do sada sprovedenih anketa u vezi s merama za smanjenje uticaja buke. Na osnovu analize radova iz oblasti problema avio-buke na aerodromima, u okviru petog dela dat je prikaz radova na osnovu kojih je uočena mogućnost definisanja nove mere za smanjenje uticaja buke. U okviru rezimea pregleda literature ukazano je na nekoliko problema kojima se nije posvetilo dovoljno pažnje u dosadašnjim istraživanjima a koji će biti predmet istraživanja u ovoj disertaciji.

2.1. Regulatorna i međunarodne smernice u oblasti buke vazduhoplova

Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva (ICAO) nije regulatorno telo, ali kroz svoja dokumenta daje smernice državama članicama koje na osnovu njih kreiraju zakonsku regulativu. Standarde i preporučene prakse za buku vazduhoplova Savet ICAO-a prvi put je usvojio 2. aprila 1971. godine u skladu s odredbama člana 37. Konvencije o međunarodnom civilnom vazduhoplovstvu (Čikaške konvencije) i označeni su kao Aneks 16 (ICAO, 2014a, 2006). Prvi tom Aneksa 16 „Buka vazduhoplova” sadrži standarde, preporuke i uputstva za sertifikaciju buke

vazduhoplova i u julu 2014. godine je objavljeno sedmo izdanje ovog dokumenta (ICAO, 2014a). Komitet za zaštitu životne sredine u vazдушnom saobraćaju (eng. Committee on Aviation Environmental Protection, CAEP) tehnički je odbor Saveta ICAO-a osnovan 1983. godine da bi pomagao Savetu u formulisanju novih politika i usvajanju novih standarda i preporučenih praksi koje se odnose na buku i emisije vazduhoplova, a uopšteno na uticaj vazdušnog saobraćaja na životnu sredinu (ICAO, 2016a).

U septembru 2001. godine, na 33. zasedanju Skupštine ICAO-a, doneta je Rezolucija A33-7: Konsolidovani izveštaj o kontinuiranim politikama i praksama ICAO-a u vezi sa zaštitom životne sredine (ICAO, 2001). U okviru ove rezolucije predstavljeni su politike i programi zasnovani na takozvanom Uravnoteženom pristupu upravljanja bukom vazduhoplova (ICAO, 2008a). „Uravnoteženi pristup” je definisan kao program koji se odnosi na problem buke vazduhoplova na nivou individualnog aerodroma i koji razmatra četiri elementa (Netjasov, 2006; ACI, 2004):

1. **smanjenje buke na izvoru** kroz reviziju postojećih standarda koji se odnose na vazduhoplovnu buku kao i predlaganje novih standarda;
2. **planiranje i upravljanje korišćenjem zemljišta** kroz definisanje detaljnih uputstava vezanih za politike planiranja i korišćenja zemljišta na i u okolini aerodroma;
3. **operativne procedure za smanjenje buke** koje predstavljaju procedure leta pri čijem projektovanju se uzima u obzir i aspekt emisije buke u okolini aerodroma;
4. **operativne restrikcije vazdušnog saobraćaja** koje predstavljaju bilo koje akcije od strane aerodroma, uvedene radi upravljanja bukom, koje smanjuju ili ograničavaju pristup vazduhoplovima na posmatranom aerodromu.

U okviru svojih nadležnosti, ICAO daje smernice u različitim oblastima problema buke na aerodromu koje se između ostalog odnose na: planiranje korišćenja zemljišta (ICAO, 2002, 1974), uključivanje zajednice u upravljanje zaštitom životne sredine na aerodromu (ICAO, 2017a), metod za izračunavanje kontura buke oko aerodroma (ICAO, 2008b, 1988), procedure za sertifikaciju buke vazduhoplova (ICAO, 2015), operacije kontinualnog penjanja i poniranja (ICAO, 2013, 2010a), procedure za smanjenje buke (ICAO, 2010b, 2008c), procenu uticaja operativnih promena u

upravljanju vazдушnim saobraćajem na životnu sredinu (ICAO, 2014b) i ekonomske implikacije budućih ograničenja buke na podzvučne mlazne vazduhoplove (ICAO, 1989). Sve aktivnosti u vezi sa smanjenjem buke na aerodromima ICAO redovno objavljuje na svake tri godine u Izveštaju o zaštiti životne sredine (ICAO, 2016b).

U okviru zajednički objavljenog dokumenta, Organizacija pružaoca usluga u civilnoj vazdušnoj plovidbi (eng. Civil Air Navigation Service Organisation, CANSO) i Međunarodni savet aerodroma (eng. Airports Council International, ACI) dali su smernice za upravljanje uticajima buke vazduhoplova namenjene operaterima aerodroma i pružaocima usluga u vazdušnoj plovidbi (CANSO i ACI, 2015).

Uputstvom 2002/49/EK, Evropska komisija je postavila opšti okvir za procenu i upravljanje bukom u životnoj sredini (EC, 2002a). Na osnovu podataka za aerodrome koji su izradili mape buke i akcione planove, u Izveštaju Evropske komisije o primeni Uputstva 2002/49/EK navodi se da je 3,3 miliona ljudi u Evropi izloženo buci iznad 55dB indikatora buke za dan-veče-noć (L_{den}) od strane vazdušnog saobraćaja (EC, 2011). Pored toga, u ovom izveštaju se navodi i nekoliko oblasti za poboljšanje, među kojima je i usklađivanje metodološkog okvira procene izloženosti buci. U tom smislu, za potrebe Evropske komisije, u okviru projekta CNOSSOS-EU (eng. Common Noise Assessment Methods in the EU) razvijen je zajednički metod procene buke u skladu s Uputstvom 2002/49/EK čija će primena biti obavezna za sve države članice od 31. decembra 2018. godine (EC, 2015).

Radi usklađivanja odluka o uvođenju mera za smanjenje uticaja buke i željenog nivoa zaštite od buke s ukupnim kapacitetom aerodroma, Evropska unija je usvojila Uredbu br. 598/2014 o procedurama koje se odnose na uvođenje operativnih ograničenja vezanih za buku (EC, 2014). Ova uredba je zamenila Uputstvo 2002/30/EK o pravilima i procedurama u vezi s uvođenjem operativnih ograničenja vezanih za buku na aerodromima (EC, 2002b) kako bi se ažurirala definicija „marginalno usklađenih” vazduhoplova u skladu s trenutnim sastavom flote vazduhoplova (Weissenberger, 2013).

Evropska agencija za zaštitu životne sredine (EEA) izradila je smernice za izbor „tihih” zona u smislu definicije date u Uputstvu 2002/49/EK (EEA, 2014) kao i priručnik za

dostavljanje podataka u skladu s Uputstvom 2002/49/EK koji podrazumeva elektronski mehanizam izveštavanja o podacima u vezi s bukom (EEA, 2012).

Svaka država posebno uređuje oblast zaštite od buke u vazдушnom saobraćaju sopstvenim zakonodavnim sistemom, uzimajući u obzir predstavljena dokumenata relevantnih međunarodnih organizacija. U Republici Srbiji ova oblast je najvećim delom regulisana Zakonom o vazдушnom saobraćaju (Službeni glasnik RS, 2015) i Zakonom o zaštiti od buke u životnoj sredini koji predstavlja transponovano Uputstvo 2002/49/EK (Službeni glasnik RS, 2010). Mirković (2015) daje detaljniji pregled prakse i regulative u oblasti zaštite od buke izazvane vazдушnim saobraćajem u Republici Srbiji.

2.2. Faktori koji utiču na mere za smanjenje uticaja buke

Pregledom velikog broja radova iz oblasti mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima uočeno je da se u samo nekoliko radova eksplicitno pominju ili detaljnije razmatraju faktori koji utiču na primenu ovih mera. Ako se pođe od pretpostavke da je cilj primenjenih mera smanjenje nivoa buke u okolini aerodroma, onda se može smatrati da su elementi koji utiču na generisanje buke takođe i faktori koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke. Pored toga, u literaturi su uočeni i neakustički faktori koji imaju značajan uticaj na percepciju ljudi u vezi s bukom bez obzira na njen generisani nivo.

Izloženost okoline aerodroma buci zavisi od brojnih faktora, od kojih su najvažniji: karakteristike saobraćaja (broj poletanja i sletanja, distribucija saobraćaja tokom dana i noći), struktura flote (tipovi vazduhoplova) koja koristi aerodrom, oblik i karakteristike putanja za poletanje i sletanje i lokacija aerodroma (topografija terena) (Mirković et al., 2010). Buci kojoj je izložena okolina dodatno mogu doprineti karakteristike atmosfere (temperatura, pritisak, vlažnost vazduha, vetar, visina baze oblaka), kao i ostale aktivnosti na aerodromu pored poletanja i sletanja (kretanje vazduhoplova po manevarskim površinama, testiranje motora, korišćenje pomoćne pogonske grupe (eng. Auxiliary Power Unit, APU), kretanje vozila i slično) (Mirković et al., 2010). Blizina aerodroma u odnosu na opslužno područje smatra se pozitivnom karakteristikom

posmatrano s aspekta vremena putovanja na relaciji aerodrom – opslužno područje i obrnuto. Ovo sa sobom povlači problem buke, jer što je aerodrom bliži opslužnom području to je ono više izloženo buci (Mirković et al., 2010). Hao i Kang (2014) su istraživali uticaj urbane morfologije grada na slabljenje nivoa buke u prostoru zbog preleta vazduhoplova. Oni su zaključili da urbana morfologija igra važnu ulogu na otvorenom prostoru, naročito za zgrade sa visokim apsorpcionim fasadama, pri čemu varijacija prosečnog slabljenja nivoa buke na različitim lokacijama iznosi oko 4,6 dB na 3150 Hz. Netjasov (2012) navodi da se može očekivati da će aerodromi s većim brojem vazduhoplovnih operacija (poletanja i sletanja), većim procentom težih vazduhoplova u strukturi flote, oni koji su bliži naseljima, s većom gustinom stanovništva koje ih okružuje primeniti više mera. Međutim, Netjasov navodi da u većini slučajeva izgleda da je razlog za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke nešto sasvim drugo (Netjasov, 2012).

Pod pojmom neakustični faktori u oblasti buke životne sredine mogu se podvesti svi faktori osim nivoa buke koji doprinose uznemiravanju bukom ili sličnim efektima (Flindell and Witter, 1999). Razmatranjem uticaja neakustičkih faktora na primeru aerodroma *Heathrow*, Flindell i Witter zaključili su da postojeći režim rada poletno-sletnih staza (PSS) predstavlja glavni neakustički faktor koji utiče na stavove ljudi o avio-buci u okolini aerodroma. Oni takođe smatraju da bi zajednica nepovoljno reagovala na bilo kakvu promenu režima rada PSS-a, osim ako se koristi od takve promene mogu jasno demonstrirati stanovništvu. Sánchez et al. (2015) su predstavili metodologiju za identifikovanje ključnih neakustičkih faktora u okviru strategije upravljanja bukom na aerodromu i predložili podelu neakustičkih faktora na lične, socijalne i faktore koji zavise od situacije. Statistička analiza rezultata telefonske ankete sprovedene radi utvrđivanja percepcije građana o efikasnosti programa izolacije od buke koji su primenjeni na 19 aerodroma u Španiji pokazala je da postoje neakustički faktori (kao što su estetika prozora, ili pouzdanost i profesionalizam radnika i tehničara uključenih u program izolacije) koji mogu negativno uticati na percepciju građana u vezi s ovom merom za smanjenje uticaja buke (Asensio et al., 2014). Osetljivost na buku je takođe veoma važan neakustički faktor koji utiče na reakciju ljudi na buku i koji je bio predmet mnogih istraživanja (Brooker, 2009; Guski, 1999; Job, 1999). Suau-Sanchez et al. postavili su pitanje faktora koji objašnjavaju uznemiravanje bukom

imajući u vidu da je Guski naveo da se otprilike samo trećina varijacije uznemiravanja bukom može objasniti akustičnim faktorima (Guski, 1999; Suau-Sanchez et al., 2011). Guski objašnjava da uznemiravanje bukom nastaje delom zbog akustičnih faktora, a delom zbog promenljivih koje se tiču ličnih i socijalnih aspekata stanovnika (Guski, 1999). U lične faktore Guski ubraja osetljivost na buku, strah od štete povezane s izvorom buke, ličnu procenu izvora buke i lični kapacitet osobe da se suoči s bukom. Socijalni faktori podrazumevaju opštu (socijalnu) procenu izvora, poverenje u onog ko upravlja izvorom buke, istoriju izloženosti buci i očekivanja stanovnika (Guski, 1999). Job (1988) navodi da izloženost stanovništva buci objašnjava samo mali procenat (obično manje od 20%) varijacije u individualnim reakcijama stanovništva na buku dok se veći deo može objasniti promenljivim kao što su lični stav prema izvoru buke i osetljivost na buku. Iako je značaj neakustičnih faktora nesporan, Flindell i Witter su uočili da se svi neakustički faktori uključeni u efektivno upravljanje bukom ne mogu ispitati kvantitativnim istraživanjima (Flindell and Witter, 1999).

Pored opisanih istraživanja, autori su se bavili i utvrđivanjem faktora koji utiču na troškove buke i uznemiravanje bukom (Grampella et al., 2016) kao i efektima demografskih faktora i stavova stanovnika na uznemiravanje bukom (Miedema et al., 2000) koji posredno mogu imati uticaj i na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke. Neki od analiziranih faktora podrazumevaju starost flote, veličinu i kategoriju vazduhoplova, kao i osetljivost i strah u vezi s bukom vazduhoplova.

2.3. Alati za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke

U okviru projekta *Quiet city transport* (QCITY project, 2009), Borst et al. razvili su sistem za podršku u odlučivanju (SPO) za izradu akcionih planova u okviru Uputstva 2002/49/EK (Borst et al., 2008). Svrha ovog sistema je da pomogne planerima da lociraju izvor buke koji ima najveći uticaj i da odrede mere za smanjenje buke koje su najefikasnije u smislu troškova. Na osnovu izračunatog uticaja koji izvor buke ima, SPO predlaže donosiocu odluke kratku listu mogućih mera za smanjenje buke. Nakon izbora mere, SPO prikazuje efekte takve mere u realnom vremenu. Pomenuti SPO ima primenu

samo za smanjenje buke koju generiše drumski saobraćaj, dok uticaj vazdušnog saobraćaja nije razmatran.

Alat pod nazivom *NOISHHH* razvijen je na Tehničkom univerzitetu u Delftu (Visser, 2005; Visser et al., 2008; Visser and Wijnen, 2003, 2001). Ovaj inovativni alat kombinuje model buke, odnos doze i efekta (eng. *dose-response relationship*), model emisije gasova, geografski informacioni sistem (GIS) i algoritam optimizacije dinamičkih trajektorija. Alat *NOISHHH* generiše putanje vazduhoplova u dolasku i odlasku koje smanjuju uticaj na životnu sredinu u stambenim naseljima oko aerodroma, uz zadovoljavanje svih postojećih operativnih i bezbednosnih ograničenja. Treba napomenuti da ovaj alat razmatra samo pojedinačne prelete i da uticaj buke na zajednicu nije procenjen na osnovu svih operacija vazduhoplova za određeni period.

U okviru svoje doktorske disertacije, Wijnen je razvio sistem za podršku odlučivanju za kolaborativno-strateško planiranje na aerodromu pod nazivom *HARMOS* (Wijnen, 2013, 2006). Ovaj sistem je u mogućnosti da radi sa čitavim nizom alata za modeliranje koje trenutno koriste stručnjaci iz različitih domena, između ostalog i iz oblasti zaštite životne sredine. Osim povećanja efikasnosti koja se može očekivati od optimizacionog pristupa, druga prednost ovog sistema je korišćenje jedinstvenog skupa podataka, zbog čega konzistentnost može biti garantovana. Jedan od optimizacionih modela dostupnih *HARMOS*-u, inicijalno nazvan Strateški program raspodele buke (eng. *Strategic Noise Allocation Program*, SNAP), omogućava korisniku da proceni i optimizuje upotrebu PSS-a na strateškom nivou (Heblij and Wijnen, 2008; Visser et al., 2008). Ova optimizacija ima za cilj minimizaciju buke i rizika od udesa u okolini aerodroma, uzimajući u obzir distribucije gustine stanovništva, ali i minimizaciju kašnjenja. Na taktičkom nivou, Nibourg et al. (2012) su razvili savetodavni sistem za određivanje staza u upotrebi (eng. *Runway Allocation Advice System*, RAAS) koji je u upotrebi na aerodromima Amsterdam Schiphol i Bazel.

Proširivanjem postojećeg modela optimizacije za sekvenciranje i određivanje vremena sletanja za dolazni saobraćaj tako da uzima u obzir distribuciju opterećenja buke, Heblij et al. razvili su alat za planiranje raspodele buke (eng. *Noise Allocation Planning Tool*) koji održava jednak nivo buke na širem području uz efikasno smanjenje maksimalnih nivoa buke (Heblij et al., 2007).

Capozzi et al. (2002) prikazali su rezultate simulacija efekata različitih alata za pomoć u odlučivanju koji se odnose na buku na četiri američka aerodroma koja imaju drastično različite karakteristike i ograničenja. U njihovom radu detaljnije je opisan alat pod nazivom „Planer za izbegavanje buke” (eng. Noise Avoidance Planner) koji uzima u obzir informacije o nivou buke vazduhoplova prilikom dinamičkog određivanja sekvenciranja i rutiranja u realnom vremenu.

2.4. Sprovedene ankete u vezi s merama za smanjenje uticaja buke

Kako je radi prikupljanja podataka za ovo istraživanje planirano sprovođenje ankete, jedan deo pregleda literature činile su do sada sprovedene ankete u vezi s merama za smanjenje uticaja buke. U većini anketa ispitanici su bili iz lokalnog stanovništva u okolini aerodroma na koje buka negativno utiče, dok je manji broj istraživanja usmeren na ispitivanje stavova menadžera aerodroma.

U okviru Programa kooperativnog istraživanja aerodroma (eng. *Airport Cooperative Research Program, ACRP*) sprovedeno je nekoliko istraživanja iz oblasti buke vazduhoplova na aerodromima u Sjedinjenim Američkim Državama za potrebe Istraživačkog odbora za transport (eng. *Transportation Research Board, TRB*)(ACRP, 2016). Većina ovih istraživanja baziraju se na odgovorima prikupljenim anketom i predstavljaju dobru polaznu osnovu za kreiranje upitnika u ovoj disertaciji. Anketa o praksama održivosti aerodroma (eng. *Airport Sustainability Practices Survey*) sprovedena je 2007. godine (Berry et al., 2008). Istraživanje je imalo za cilj bolje razumevanje trenutne prakse održivosti na aerodromima u SAD i širom sveta, kako bi se otkrile barijere i pokretači koji stoje iza ovih praksi i identifikovale oblasti za poboljšanje. Od ukupno 52 anketirana aerodroma, upitnik je popunjen za 25 aerodroma, od čega je 16 aerodroma iz SAD, a preostalih devet iz Velike Britanije, kontinentalnog dela Evrope, Azije i Kanade. Jedan deo upitnika bio je usmeren samo na pitanja u vezi s bukom na aerodromima.

U okviru *ACRP* Izveštaja br. 15 u vezi s bukom vazduhoplova i skupa alata za upravljanje očekivanjima zajednice (Woodward et al., 2009), sprovedena je anketa među aerodromskim službenicima zaduženim za buku vazduhoplova (eng. *Airport*

Noise Officer Survey). Glavni cilj ovog izveštaja bio je da pomogne menadžerima aerodroma da poboljšaju komunikaciju sa zainteresovanim stranama o pitanjima vezanim za buku vazduhoplova. Na upitnik koji je bio sastavljen od 88 pitanja odgovarali su ispitanici s ukupno 60 aerodroma. Između ostalog, pitanja su bila vezana za žalbe stanovništva na buku, tehnike za smanjenje buke, alate za upravljanje korišćenjem zemljišta, ali i dodatne metrike buke. Slično istraživanje koje ukazuje na nedostatak komunikacije između aerodroma i zajednice sprovedeno je 2004. godine na uzorku od 62 ispitanika koji su činili operateri aerodroma, konsultanti i stanovništvo u okolini aerodroma (Burn, 2005).

ACRP je inicirao studiju o programima buke na aerodromima u područjima izvan dnevnog i noćnog prosečnog nivoa zvuka (DNL) od 65dB (eng. *Survey for Airport Noise Officers on Noise Issues Outside DNL 65*) (Eagan and Gardner, 2009). Cilj ovog istraživanja bio je da se na jednom mestu prikupe informacije o aktuelnim saveznim zakonima i politikama i sazna kako se primenjuju na regionalnom nivou, kao i da se pokaže stanje praksi programa koji se odnose na smanjenje buke van kontura buke od 65dB DNL na aerodromima. Upitnik je sastavljen od 58 pitanja, dok su uzorak činila ukupno 34 aerodroma. Neka od pitanja odnosila su se na motivaciju za bavljenje problemom buke i mogućim merama za njeno smanjenje.

Zbog očekivanog rasta domaćeg vazdušnog saobraćaja i trenutnih i očekivanih budućih efekata operacija na aerodromima na životnu sredinu, Kancelarija za odgovornost vlade SAD (eng. *The Government Accountability Office, GAO*) dobila je zadatak da razmotri ključne probleme i izazove povezane s trenutnim operacijama aerodroma i budućim rastom, naročito u vezi s problemom buke vazduhoplova, kvaliteta vode i emisije gasova. Anketiranjem zvaničnika s 50 komercijalnih aerodroma s najvećim obimom saobraćaja u SAD, analizirani su njihovi stavovi o ključnim pitanjima i izazovima vezanim za životnu sredinu koji utiču na sadašnje operacije na aerodromima i buduću rast i identifikovani su preduzeti napori za rešavanje ovih problema (GAO, 2000a). Rezultati ankete ukazali su na to da najveći broj ispitanika smatra da buka predstavlja najveći izazov po pitanju zaštite životne sredine (GAO, 2000b).

U okviru svoje doktorske disertacije, Issarayangyun istražuje povezanost između zdravlja i dobrobiti zajednice i izloženosti buci vazduhoplova, koristeći poštansku

anketu kao sveobuhvatni instrument za ispitivanje zdravstvenog stanja i za procenu efekata buke vazduhoplova na kvalitet života vezan za zdravlje i hipertenziju kod odraslih (Black et al., 2007; Issarayangyun, 2005). U okviru tog istraživanja, u poštanskoj anketi je učestvovalo 1.500 stanovnika širom Sidneja, od kojih polovina živi u blizini međunarodnog aerodroma *Kingsford Smit*, dok je druga polovina činila kontrolnu grupu koja stanuje u zapadnom Sidneju udaljenom oko 55 km od aerodroma, gde je uticaj avio-buke zanemarljiv.

Schreckenberget al. ocenjivali su uznemiravanje bukom vazduhoplova i kvalitet života vezan za zdravlje i životnu sredinu i poredili ih s podacima o izloženosti buci od vazdušnog, drumskog i železničkog saobraćaja (Schreckenberget al., 2010). U anketi je učestvovalo 2.312 stanovnika koji žive u blizini aerodroma *Frankfurt*. Rezultati ukazuju na viši nivo uznemiravanja bukom od predviđenog na osnovu opštih krivih izlaganja i efekata.

Kaltenbach et al. dali su sveobuhvatan pregled literature i sistematsku evaluaciju studija koje su istraživale efekte buke vazduhoplova na zdravlje ljudi (Kaltenbach et al., 2016). Studije koje su Kaltenbach et al. opisali u pomenutom radu publikovane su u periodu između 2000. i 2014. godine i tiču se uticaja avio-buke na hipertenziju, infarkt miokarda, moždani udar, oštećenje zdravlja, uznemiravanje i poremećaje u učenju.

Xie et al. prikazali su veliki broj istraživanja koja uključuju ankete sprovedene u Kini u vezi s uticajem avio-buke na zdravlje ljudi (Xie et al., 2014).

2.5. Mere za smanjenje uticaja buke

Pošto definisanje nove mere za smanjenje uticaja buke predstavlja jedan od ciljeva ovog istraživanja, ovde je dat prikaz radova na osnovu kojih je uočena mogućnost za razvoj nove mere. Generalni pregled primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima širom sveta prikazan je u Poglavlju 3, gde je pored prikaza njihove učestalosti i raznolikosti, izvršena i klasifikacija prema različitim kriterijumima. Pored toga, u okviru bibliografije, na kraju disertacije je dat prikaz radova iz ove oblasti na koje se istraživanje ne poziva direktno, ali koji su doprineli boljem razumevanju razmatranog problema.

U Aneksu V Uputstva 2002/49/EK (EC, 2002a) u okviru opisa minimalnih zahteva za akcione planove, navodi se da mere koje nadležni organi nameravaju preduzeti u oblastima iz svoje nadležnosti mogu uključivati: planiranje saobraćaja, planiranje korišćenja zemljišta, tehničke mere na izvoru buke, izbor tiših izvora buke, smanjenje prenosa zvuka, regulatorne ili ekonomske mere ili podsticaje. Od svih navedenih oblasti, radi pronalaženja nove mere za smanjenje uticaja buke najviše pažnje je posvećeno analiziranju mera iz oblasti planiranja saobraćaja.

Poseban fokus u ovom istraživanju dat je problemu raspoređivanja vazduhoplova na rute koje se koriste za poletanje i sletanje tako da se smanji nivo buke u okolini aerodroma (u daljem tekstu strategija raspodele vazdušnog saobraćaja). Netjasov je predložio model koji se zasniva na kategorizaciji vazduhoplova prema tipu motora i kategoriji vrtložne turbulencije (eng. *wake turbulence*) i dodeli posebnih poletno-sletnih staza za poletanje i sletanje za svaku kategoriju vazduhoplova (Netjasov, 2008, 2006). Ovaj model obuhvata dva osnovna cilja: povećanje kapaciteta aerodroma i smanjenje nivoa buke u okolini aerodroma. Alat za planiranje alokacije buke koji je naveden u Poglavlju 2.3 i kojim se održava jednak nivo buke na širem području uz efikasno smanjenje maksimalnih nivoa buke takođe predstavlja vrstu strategije raspodele vazdušnog saobraćaja (Heblj et al., 2007). Zaporozhets i Tokarev formulisali su i rešili nekoliko problema u vezi s minimizacijom uticaja buke koju generiše vazdušni saobraćaj, uz izbor optimalnih operacija u blizini aerodroma i to na osnovu raspodele vazduhoplova po rutama za dolazak/odlazak na/sa aerodroma (Zaporozhets i Tokarev, 1998). Već pomenuti savetodavni sistem za određivanje poletno-sletne staze u upotrebi (RAAS) koji su razvili Nibourg et al. (2012) se takođe može posmatrati kao strategija raspodele vazdušnog saobraćaja. Kuiper et al. (2013) predložili su optimizacioni pristup koji ima za cilj minimiziranje rizika od prekoračenja graničnih vrednosti buke u određenim lokacijama distribuirajući letove po različitim poletno-sletnim stazama.

Prilikom donošenja bilo kakve odluke u vezi s raspodelom vazduhoplova na odlazne i dolazne rute u obzir treba uzeti broj ljudi koji će biti izloženi štetnim nivoima buke. Pregledom literature uočeno je da nije usmereno dovoljno pažnje na vremenske i prostorne varijacije tokom dana u broju stanovnika koji žive u okolini aerodroma. Do sličnog zaključka došlo se i u radu koji za proračun štete od buke koju generiše drumski

saobraćaj u obzir uzima i broj ljudi koji su na radnom mestu, odnosno u obrazovnoj ustanovi izloženi buci od drumskog saobraćaja (Kaddoura et al., 2017). Uzimajući u obzir vremenske i prostorne varijacije u broju stanovnika, Kaddoura et al. su predložili pristup internalizacije buke koji koristi simulaciju drumskog transporta zasnovanu na aktivnostima i vremenski zavisne putarine na koje korisnici mogu reagovati prilagođavanjem odluka o izboru rute. Na taj način promenom individualnog ponašanja putovanja moguće je smanjiti ukupne troškove izloženosti buci (Kaddoura et al., 2016). Iako je u radu sprovedena simulacija na realnom primeru, autori rada su konstatovali da je takav sistem vremenski zavisnih putarina teško primenljiv u praksi.

2.6. Rezime pregleda literature

Pregled regulative u oblasti buke vazduhoplova pokazao je da je veliki broj međunarodnih organizacija razvio brojne smernice koje pomažu aerodromima u primeni mera za smanjenje uticaja buke kao i državama u definisanju sopstvenih zakonskih regulativa.

Pregledom literature iz oblasti faktora koji utiču na mere za smanjenje uticaja buke uočeno je da nema objavljenih rezultata koji se tiču definisanja stepena povezanosti primenjenih mera i uticajnih faktora niti međuzavisnosti između samih mera. Pored toga, nijedan od analiziranih radova nije koristio pomenute međuzavisnosti za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke.

Sva predstavljena istraživanja u vezi sa sprovedenim anketama u oblasti buke vazduhoplova pružila su dobru osnovu za kreiranje upitnika i sprovođenje ankete opisane u Poglavlju 4.3.

Kada je reč o raspoređivanju vazduhoplova na rute u odlasku i dolasku, radi smanjenja uticaja buke na stanovništvo u okolini aerodroma, nijedna od postojećih strategija za raspodelu vazdušnog saobraćaja nije se bavila dnevnim migracijama (odnosno vremenskim i prostornim varijacijama u broju stanovnika u blizini aerodroma).

3. MERE ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE

U smernicama za primenu „Uravnoteženog pristupa” ICAO definiše mere za smanjenje uticaja buke kao akcije koje ako se primene mogu ublažiti štetni uticaj buke ili postići koristi za životnu sredinu (ICAO, 2008a). Analiza velikog broja međunarodnih aerodroma pokazala je da su razvijene i implementirane brojne mere radi rešavanja problema buke na aerodromima i njihovom okruženju i na taj način je odgovoreno na zahteve „Uravnoteženog pristupa” (Netjasov, 2012).

Problem izloženosti buci koja je generisana vazдушnim saobraćajem može se rešavati na tri različita nivoa (Netjasov, 2012):

- Na **prvom nivou** problem se rešava tokom projektovanja vazduhoplova i procesa proizvodnje smanjenjem buke na izvoru.
- Na **drugom nivou** problem izloženosti buke je povezan s promenama procedura za dolazak i odlazak vazduhoplova.
- Na **trećem nivou** problem izloženosti buci je povezan s ograničenjima koja su uveli pojedini aerodromi i/ili vazduhoplovne vlasti (npr. ograničenja povezana s upotrebom aerodroma i/ili zabranom upotrebe aerodroma noću za neke ili sve tipove vazduhoplova).

U ovom istraživanju posmatrane su mere za smanjenje uticaja buke na aerodromima koje pripadaju drugom i trećem nivou.

U tekstu koji sledi dat je pregled primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima širom sveta, s posebnim osvrtom na mere primenjene na evropskim aerodromima. Pored pokazivanja njihove učestalosti i raznolikosti, izvršena je

klasifikacija mera za smanjenje buke prema različitim kriterijumima. Zatim su analizirani neophodni uslovi (resursi) za implementaciju određenih mera da bi se ustanovilo da li svaki aerodrom može primeniti svaku meru.

3.1. Pregled primenjenih mera na aerodromima

Prema podacima iz *Boeing-ove* baze, na svetskim aerodromima primenjuje se 18 različitih mera za smanjenje uticaja buke i to (Boeing, 2016; Netjasov, 2012):

- 1) **Procedure za smanjenje buke** (eng. *Noise Abatement Procedures*) – misli se na procedure, odnosno putanje u sletanju i poletanju, kao i na preporučene tehnike pilotiranja;
- 2) **Ograničenje testiranja motora vazduhoplova** (eng. *Engine Run-Up Restrictions*) – misli se na restrikcije vezane za vršenje testiranja motora (obično su posebni objekti i lokacije na aerodromima namenjeni tome) kao i na korišćenje obrnutog potiska (eng. *reverse thrust*) prilikom sletanja;
- 3) **Preferentne poletno-sletne staze** (eng. *Preferential Runways*) – misli se na poletno-sletne staze predodređene za sletanje i poletanje uglavnom kod aerodroma s više staza (ukoliko to saobraćajni, meteorološki i uslovi bezbednosti dozvoljavaju);
- 4) **Ograničenje vremena rada aerodroma** (eng. *Airport Curfews*) – misli se na intervale u kojima nije dozvoljeno poletanje ili sletanje za neke ili sve tipove vazduhoplova (obično su to intervali tokom noći ili vikenda) i mogu se menjati sezonski (leto, zima);
- 5) **Naplata prekoračenja buke** (eng. *Noise Charges*) – misli se na dodatne naknade kompanijama za svaku pojedinačnu operaciju pri kojoj je prekoračena dozvoljena vrednost buke, kao i na dodatne naknade kompanijama koje koriste starije tipove vazduhoplova (bučnije), pri čemu vrednost naknade može da varira s dobom dana (npr. skuplje u vršnom periodu ili noću) i masom vazduhoplova (na pojedinim aerodromima naplata buke je skuplja za vazduhoplove veće mase bez obzira na nivo generisane buke);
- 6) **Operativna ograničenja u korišćenju APU-a** (eng. *APU Operating Restrictions*) – misli se na zabranu korišćenja APU-a (pomoćne pogonske grupe

vazduhoplova) dok je vazduhoplov na zemlji i preporučuje korišćenje fiksnog ili mobilnog GPU-a (zemaljske pogonske grupe);

- 7) **Ograničenje nivoa buke** (eng. *Noise Level Limits*) – misli se na ograničavanje operacija vazduhoplova čiji su sertifikovani ili izmereni nivoi buke iznad graničnih vrednosti propisanih zakonom ili od strane aerodromskih vlasti. Pored toga, ova mera se odnosi i na ograničenje ukupnog nivoa buke u određenim mernim lokacijama u okolini aerodroma tokom dužeg perioda;
- 8) **Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3¹** (eng. *Chapter 3/Chapter 2 Restrictions*) – misli se na zabranu letenja vazduhoplovima koji su sertifikovani u skladu s Poglavljem 2 i 3 ICAO Aneksa 16, Tom 1;
- 9) **Operativne norme** (eng. *Operating Quotas*) – misli se na ograničenje broja komercijalnih operacija na godišnjem ili sezonskom nivou (leto, zima) kao i na ograničenja broja poletanja i sletanja u vršnim časovima tokom dana;
- 10) **Ograničenja „budžeta” buke** (eng. *Noise Budget Restrictions*) – misli se na proces raspodele ukupne energije buke prisutne na aerodromu na avio-kompanije, gde je pojedinačnoj operaciji svakog tipa vazduhoplova dodeljena određena količina buke. Svakoj avio-kompaniji je dodeljen „budžet” i dozvoljena je distribucija budžeta na sve operacije na bilo koji način, pod uslovom da ukupan iznos nije prekoračen. Ovom merom se stimuliše korišćenje tiših vazduhoplova kako bi se maksimizirao ukupan broj letova;
- 11) **Zvučna izolacija** (stambenih i javnih zgrada; eng. *Sound Insulation*) – misli se na tehnike koje obezbeđuju dodatnu izolaciju, specijalna vrata, prozore s dvostrukim oknima, za zgrade koje se nalaze u okviru određenih kontura buke na aerodromima;
- 12) **Kupovina garancije za vlasnike kuća koje se nalaze u okviru kontura buke aerodroma** (eng. *Purchase Assurance for Homeowners Located within the Airport Noise Contours*) – misli se na program pomoći koji pruža vlasnicima kuća u oblastima ugroženim bukom garancije da će biti u mogućnosti da prodaju svoju imovinu po pravednoj tržišnoj vrednosti. Pod kupovinom garancije vlasnik

¹ Uredbom 92/14/EEC od 2. marta 1992, Evropska komisija je uvela zabranu operacija vazduhoplova sertifikovanih prema Poglavlju 2 ICAO Aneksa 16, Tom 1 počevši od 1. aprila 2002. Iz tog razloga, u ovoj disertaciji se mera Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3, u slučaju aerodroma koji se nalaze u državama koje su članice EU, odnosi samo na poglavlje 3, dok se za aerodrome koji se nalaze u državama koje nisu članice EU odnosi na oba poglavlja.

aerodroma se obavezuje da će kupiti imovinu u poslednjoj instanci, ako vlasnik kuće ne bude u mogućnosti da je proda na otvorenom tržištu;

- 13) **Olakšice u preletu** (eng. *Avigation /Overflight/ Easements*) – misli se na sporazum koji daje pravo da vazduhoplovi lete nad imovinom, čak i ako praksa uzrokuje štetu, neprijatnosti ili gubitak vrednosti imovine. Takav sporazum obično sprečava vlasnike imovine od izgradnje bilo čega preko određene visine;
- 14) **Zakoni o zoniranju** (eng. *Zoning Laws*) – misli se na razvoj propisa koji destimulišu ili zabranjuju postavljanje/gradnju nekompatibilnih namena u oblastima unutar kontura značajne buke u blizini aerodroma;
- 15) **Zakoni o objavljivanju u vezi s nekretninom/imovinom** (eng. *Real Estate/Property Disclosure Laws*) – misli se na objavljivanje opasnih ili štetnih uslova u vezi s nekretninom što je regulisano državnim zakonom. Zakon obično zahteva da potencijalnim kupcima budu saopštene sve materijalne činjenice o stanju imovine za prodaju;
- 16) **Sticanje zemljišta za kompatibilnost buke** (eng. *Acquire Land for Noise Compatibility*) – misli se na sticanje imovine od strane aerodroma i preseljenje svih stanovnika koji borave u okviru kontura znatne buke;
- 17) **Stanovništvo u okviru svakog nivoa konture buke u odnosu na operacije vazduhoplova** (eng. *Population within Each Noise Contour Level Relative to Aircraft Operations*) – misli se na određivanje broja ljudi koji žive u oblastima u okviru određenih kontura buke oko aerodroma;
- 18) **Karte aerodromskih konura buke** (eng. *Airport Noise Contour Overlay Maps*) – misli se na određivanje kontura buke oko aerodroma čija je svrha da upozore postojeće i buduće vlasnike imovine na moguće uticaje buke od obližnjeg aerodroma. Ove konture takođe sprečavaju ili destimulišu nekompatibilni razvoj imovine u okviru kontura bez odgovarajuće dokumentacije i obaveštenja.

U Prilogu 1 prikazano je još nekoliko podela mera za smanjenje uticaja buke koje se razlikuju od *Boeing*-ove podele mera. Zbog dostupnosti podataka za veliki broj aerodroma, za analize sprovedene u Poglavljima 4.1 i 4.2 korišćena je *Boeing*-ova podela mera, dok je za potrebe sprovođenja ankete i istraživanja opisanih u Poglavlju 4.3 predložena nova podela mera koja prepoznaje 27 različitih mera za smanjenje uticaja buke, podeljenih u šest grupa mera (Prilog 2).

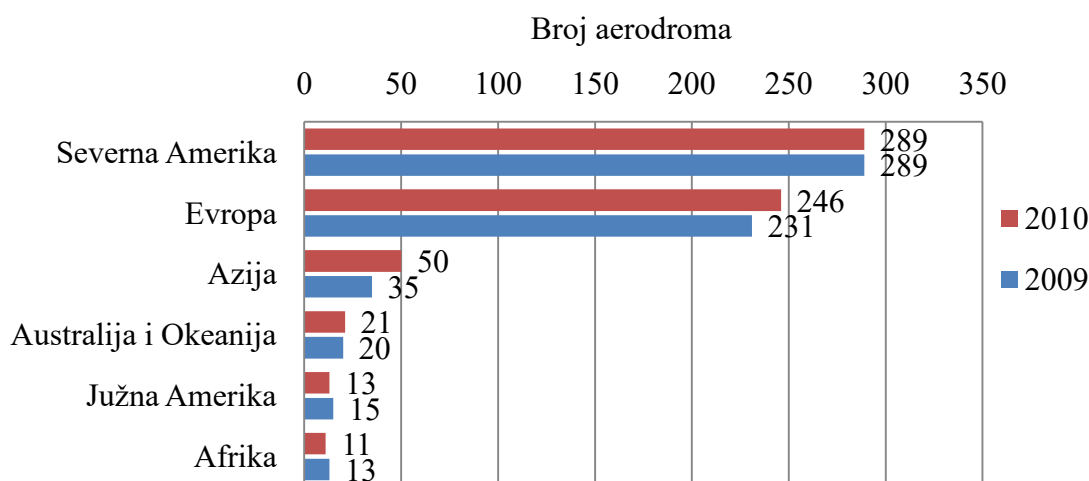
U Tabeli 1 prikazano je kojim kategorijama „Uravnoteženog pristupa” pripada svaka od 18 mera prema *Boeing*-ovoj klasifikaciji (Netjasov, 2012). Iz Tabele 1 se može uočiti da najveći broj mera pripada kategoriji planiranja i upravljanja korišćenjem zemljišta. Samo dve od 18 posmatranih mera odnose se na smanjenje buke na izvoru. Kategorije operativne procedure za smanjenje buke i operativne restrikcije vazdušnog saobraćaja sadrže tri odnosno pet mera za smanjenje uticaja buke.

Tabela 1. Mere za smanjenje uticaja buke po kategorijama „Uravnoteženog pristupa”

	Smanjenje buke na izvoru	Operativne procedure za smanjenje buke	Operativne restrikcije vazdušnog saobraćaja	Planiranje i upravljanje korišćenjem zemljišta
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	✓	-	-	-
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	✓	-	-	-
Procedure za smanjenje buke	-	✓	-	-
Preferentne poletno-sletne staze	-	✓	-	-
Ograničenja „budžeta” buke	-	✓	-	-
Ograničenje vremena rada aerodroma	-	-	✓	-
Naplata prekoračenja buke	-	-	✓	-
Ograničenje nivoa buke	-	-	✓	-
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	-	-	✓	-
Operativne norme	-	-	✓	-
Zvučna izolacija	-	-	-	✓
Kupovina garancije za vlasnike kuća koje se nalaze u okviru kontura buke aerodroma	-	-	-	✓
Olakšice u preletu	-	-	-	✓
Zakoni o zoniranju	-	-	-	✓
Zakoni o objavljivanju u vezi s nekretninama/imovinom	-	-	-	✓
Sticanje zemljišta za kompatibilnost buke	-	-	-	✓
Stanovništvo u okviru svakog nivoa konture buke u odnosu na operacije vazduhoplova	-	-	-	✓
Karte preklapanja aerodromskih konura buke	-	-	-	✓

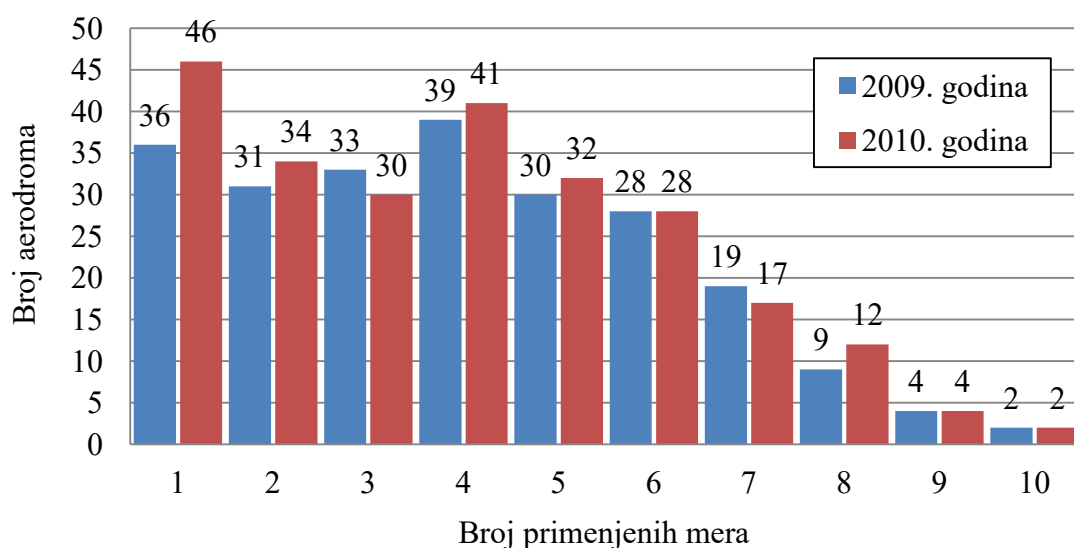
U nastavku je detaljnije analizirano samo prvih deset prethodno opisanih mera koje su navedene u *Boeing*-ovoj bazi podataka, pošto za ostale mere podaci nisu bili dostupni za veći uzorak aerodroma.

Analiziranjem dostupnih podataka iz *Boeing*-ove baze za 2009. godinu utvrđeno je da 603 aerodroma primenjuju neku od mera za smanjenje uticaja buke. U 2010. godini, broj ovih aerodroma se povećao na 630. Slika 1 prikazuje da se najveći broj aerodroma koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke nalazi u Severnoj Americi i Evropi.



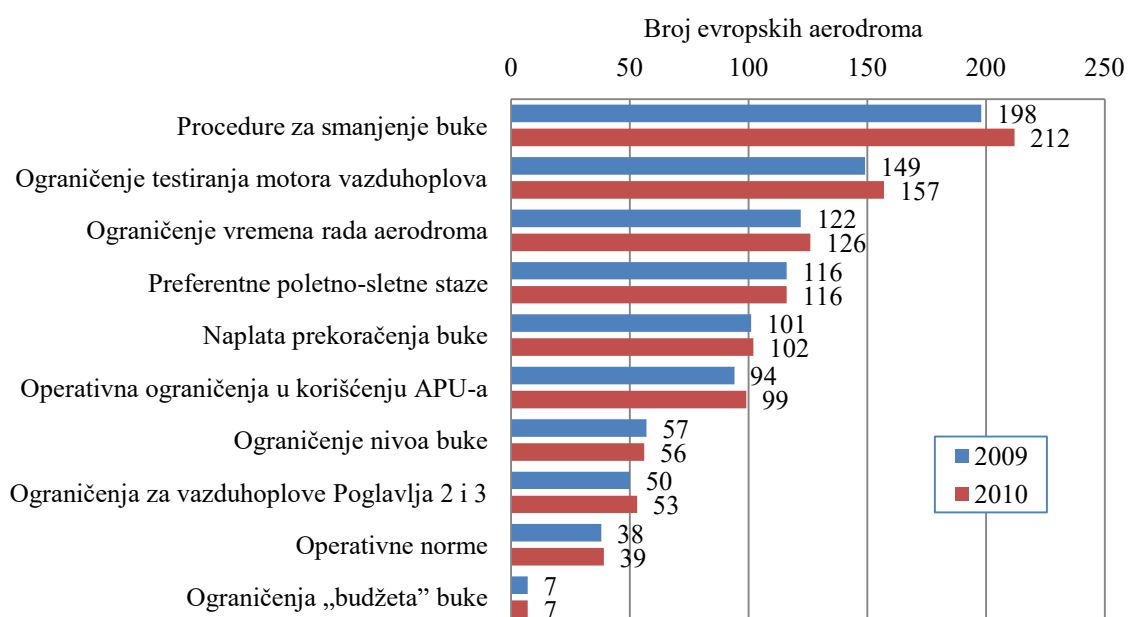
Slika 1. Broj aerodroma u različitim regionima koji su uveli neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini

U ovoj disertaciji dat je poseban osvrt na mere za smanjenje uticaja buke koje su primenili aerodromi u Evropi. U *Boeing*-ovom istraživanju 2009. godine broj evropskih aerodroma koji su primenili mere za smanjenje uticaja buke iznosio je 231, a 2010. godine 246. Na osnovu podataka iz *Boeing*-ove baze za 2009. i 2010. godinu na Slici 2 predstavljena je raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome u Evropi. Sa Slike 2 se može videti da je u 2009. godini najviše (39) aerodroma primenilo četiri mere za smanjenje uticaja buke, dok je u 2010. godini 46 (19%) aerodroma primenilo samo jednu meru. Od svih posmatranih aerodroma, samo su dva aerodroma primenila svih deset analiziranih mera. Generalno, sa Slike 2 se može primetiti da je broj aerodroma koji su primenili različit broj mera za smanjenje uticaja buke uglavnom ujednačen u slučaju aerodroma koji su primenili do šest mera i procentualno se kreće u rasponu od 11% do 19%.



Slika 2. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome u Evropi (podaci za 2009. i 2010. godinu)

Na Slici 3 je dat uporedni prikaz broja evropskih aerodroma koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini.

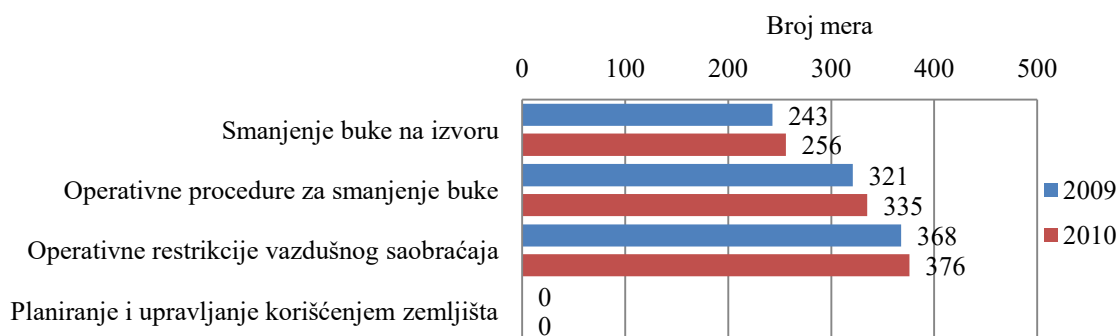


Slika 3. Uporedni prikaz broja evropskih aerodroma koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini

Slika 3 pokazuje da je najviše aerodroma primenilo procedure za smanjenje buke, a nakon toga ograničenje testiranja motora vazduhoplova. Samo sedam aerodroma je primenilo ograničenja „budžeta” buke.

Upoređivanjem podataka iz *Boeing*-ove baze za dve posmatrane godine uočeno je da je od 231 aerodroma u Evropi koji su uveli neku od mera za smanjenje uticaja buke do 2009. godine, njih 17 povećalo broj primenjenih mera u 2010. godini. Najviše novih mera (po tri nove mere) uveli su aerodromi *Bilbao* (Španija) i *Karlstad* (Nemačka). Šest aerodroma je smanjilo broj primenjenih mera u 2010. godini za jednu u odnosu na 2009. godinu. Aerodromi *Albenga* (Italija) i *Hornaftjardur* (Island) u 2009. godini primenjivali su dve, odnosno tri mere za smanjenje uticaja buke, ali se više ne nalaze na *Boeing*-ovoj listi aerodroma koji primenjuju neku od mera za smanjenje uticaja buke. Razlog prestanka primene mera na ovim aerodromima nije poznat. Preostalih 206 aerodroma nisu imali izmena u 2010. godini u odnosu na prethodnu. Broj novih aerodroma u 2010. godini koji su uveli neku od mera za smanjenje uticaja buke bio je 17, što predstavlja povećanje od 7,4% u odnosu na 2009. godinu, ne računajući dva aerodroma koja više ne primenjuju mere za smanjenje uticaja buke.

Primenjene mere moguće je razvrstati po kategorijama „Uravnoteženog pristupa” kao što je prethodno prikazano u Tabeli 1. Uporedni prikaz broja mera primenjenih na evropskim aerodromima za 2009. i 2010. godinu po kategorijama „Uravnoteženog pristupa” dat je na Slici 4.



Slika 4. Uporedni prikaz broja mera primenjenih na evropskim aerodromima za 2009. i 2010. godinu po kategorijama „Uravnoteženog pristupa”

Slika 4 pokazuje da se najveći broj primenjenih mera na evropskim aerodroma odnosi na operative restrikcije vazdušnog saobraćaja, a zatim na operative procedure za smanjenje buke. Za posmatrani uzorak aerodroma podaci o merama u vezi s planiranjem i upravljanjem korišćenjem zemljišta nisu bili dostupni pa je iz tog razloga broj primenjenih mera za ovu kategoriju „Uravnoteženog pristupa” jednak nula.

Na osnovu pomenutih podataka, Tabela 2 prikazuje broj evropskih aerodroma po državama koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini. Za svaku meru posebno prikazan je procenat aerodroma po državama koji su primenili tu meru. Ako izuzmemo države sa samo jednim aerodromom, činjenica da su neke mere primenjene na svim aerodromima u nekim državama (npr. naplata prekoračenja buke u Švajcarskoj) može da ukaže na postojanje određene zavisnosti između primene mera i zakonske regulative.

3. Mere za smanjenje uticaja buke

Tabela 2. Procenat evropskih aerodroma po državama koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2009. i 2010. godini

Država	Broj aerodroma		Operativna ograničenja u korišćenju APU-a		Ograničenje vremena rada aerodroma		Procedure za smanjenje buke		Ograničenja „budžeta” buke		Naplata prekoračenja buke		Ograničenje nivoa buke		Preferentne poletno-sletne staze		Operativne norme		Ograničenje testiranja motora vazduhoplova		Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Albanija	0	1	-	0%	-	0%	-	100%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Austrija	6	6	67%	67%	83%	83%	100%	100%	0%	0%	33%	33%	17%	17%	83%	83%	0%	0%	83%	83%	17%	17%
Azerbejdžan	0	1	-	0%	-	100%	-	100%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	100%	-	0%
Belgija	5	5	40%	40%	60%	60%	100%	100%	40%	40%	60%	60%	60%	60%	80%	80%	80%	80%	100%	100%	80%	80%
Bugarska	2	2	50%	50%	50%	50%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	100%	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%
Česka	2	2	50%	50%	100%	100%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%	50%	50%
Danska	7	7	71%	71%	29%	29%	100%	100%	14%	14%	0%	0%	57%	57%	43%	43%	43%	43%	71%	71%	43%	43%
Finska	7	7	14%	14%	14%	14%	100%	100%	0%	0%	14%	14%	29%	29%	57%	57%	0%	0%	14%	14%	14%	14%
Francuska	23	25	30%	36%	65%	64%	74%	68%	0%	0%	74%	72%	13%	12%	65%	60%	13%	12%	57%	52%	30%	28%
Gibraltar*	1	1	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Grčka	1	1	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%
Holandija	4	4	25%	25%	75%	75%	75%	75%	25%	25%	75%	100%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	75%	75%	25%	25%
Hrvatska	2	2	0%	0%	50%	50%	100%	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	0%	0%
Irska	4	4	0%	0%	25%	25%	75%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	0%	0%	25%	25%	0%	0%
Island	3	2	67%	100%	67%	50%	67%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	67%	100%	0%	0%
Italija	25	24	68%	71%	40%	38%	88%	92%	0%	0%	0%	0%	24%	21%	52%	50%	0%	0%	68%	71%	0%	0%
Jermenija	0	1	-	0%	-	0%	-	100%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Kipar	1	1	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Letonija	1	1	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%
Litvanija	0	1	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	100%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Luksemburg	1	1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%
Mađarska	2	2	0%	50%	50%	50%	100%	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	50%	50%	0%	0%
Malta	1	1	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%
Moldavija	1	4	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nemačka	29	29	10%	10%	86%	90%	66%	66%	3%	3%	83%	86%	14%	10%	38%	38%	10%	10%	86%	86%	34%	34%
Norveška	7	7	43%	43%	29%	29%	100%	100%	0%	0%	29%	0%	14%	14%	29%	29%	0%	0%	43%	43%	14%	14%
Ostrvo Men**	1	1	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Poljska	2	2	0%	0%	50%	50%	100%	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%
Portugalija	4	4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	100%	100%	75%	75%
Rumunija	5	5	60%	60%	20%	20%	100%	100%	0%	0%	20%	20%	20%	20%	60%	60%	0%	0%	20%	40%	0%	0%
Rusija	2	2	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	100%	100%	0%	0%

3. Mere za smanjenje uticaja buke

Država	Broj aerodroma		Operativna ograničenja u korišćenju APU-a		Ograničenje vremena rada aerodroma		Procedure za smanjenje buke		Ograničenja „budžeta” buke		Naplata prekoračenja buke		Ograničenje nivoa buke		Preferentne poletno-sletne staze		Operativne norme		Ograničenje testiranja motora vazduhoplova		Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3		
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	
Slovačka	1	1	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	
Slovenija	2	2	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Španija	13	20	23%	20%	23%	20%	69%	75%	0%	0%	62%	40%	15%	10%	38%	30%	8%	5%	69%	70%	23%	15%	
Srbija	0	1	-	0%	-	0%	-	100%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	
Švajcarska	7	7	100%	100%	86%	86%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	43%	43%	71%	71%	0%	0%	57%	57%	29%	29%	
Švedska	17	17	47%	53%	35%	35%	82%	88%	6%	6%	71%	71%	29%	29%	53%	47%	6%	12%	24%	29%	6%	6%	
Turska	2	2	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%
Ukrajina	3	3	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Velika Britanija	37	37	51%	51%	68%	73%	95%	95%	3%	3%	41%	41%	41%	41%	43%	43%	49%	49%	89%	89%	30%	38%	

* Gibraltar je prekomorska teritorija Ujedinjenog Kraljevstva na Pirinejskom poluostrvu

** Ostrvo Men (eng. Isle of Man) ima status samoupravnog krunskog poseda koji nije u sastavu Ujedinjenog Kraljevstva

3.2. Klasifikacija mera

U ovom delu disertacije predloženo je nekoliko različitih klasifikacija mera za smanjenje uticaja buke i to prema:

- fazi leta ili opsluge vazduhoplova,
- načinu rešavanja žalbi stanovništva na buku,
- odnosu izvora i prijema buke,
- načinu delovanja,
- stepenu obaveze primene,
- periodu za koji se definišu,
- inicijatoru primene mere.

Prema fazi leta ili opsluge vazduhoplova mere se mogu podeliti na one koje utiču na smanjenje uticaja buke pri poletanju, sletanju, dolasku, odlasku, taksiranju, testiranju motora vazduhoplova i aktivnostima na platformi.

Slično, na osnovu načina rešavanja žalbi stanovništva na buku, mogu se izdvojiti mere za smanjenje broja preleta vazduhoplova iznad određene teritorije, smanjenje buke na zemlji postizanjem većeg nadvišavanja terena u dolasku i odlasku vazduhoplova (izmena procedura za dolazak i odlazak vazduhoplova, tehnike pilotiranja), ograničenje noćnih operacija, ograničenje testiranja motora vazduhoplova i ograničenje buke vazduhoplova na zemlji.

Kategorizacija mera se može izvršiti i na osnovu toga gde mera ima uticaj: na izvoru buke, pri rasprostiranju buke ili na prijemu buke. Na taj način cilj mere može biti: smanjenje buke na izvoru, smanjenje buke na prijemu, povećanje rastojanja mesta izvora od mesta prijema buke i smanjenje dužine trajanja buke.

U zavisnosti od načina delovanja mere mogu biti preventivne ili korektivne. Prema stepenu obaveze primene možemo ih podeliti na obavezujuće ili dobrovoljne (preporuke). Pored toga, u zavisnosti od perioda za koji se definišu mere mogu biti kratkoročne i dugoročne, kao i taktičke ili strateške.

Različite interesne strane mogu imati za cilj smanjenje uticaja buke pa se zato i same mere mogu grupisati prema inicijatoru primene mere. Inicijativu za primenu mere može pokrenuti aerodrom (dobrovoljna inicijativa), država (zakonska regulacija), stanovništvo (podnošenjem žalbi, peticijama), zainteresovane strane (udruženja građana, firme,...), avio-kompanija, kontrola letenja, piloti ili međunarodne organizacije (ICAO, ACI...).

3.3. Potrebni uslovi za primenu mera

Pre dobijanja odgovora na pitanje o stepenu povezanosti između karakteristika aerodroma i primenjenih mera za smanjenje uticaja buke važno je znati da li svaki aerodrom može primeniti svaku meru. Da bi se odgovorilo na ovo pitanje potrebno je analizirati svaku meru posebno. Potrebni uslovi (resursi) za implementaciju određenih mera u ovom istraživanju grupisani su u nekoliko kategorija i prikazani u Tabeli 3.

Tabela 3. Potrebni uslovi (resursi) za primenu mera za smanjenje uticaja buke

Mera za smanjenje uticaja buke	Potrebni uslovi (resursi)			
	Obuka	Meteorologija	Infrastruktura	Oprema
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a		x		x
Ograničenje vremena rada aerodroma				
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova			x	
Procedure za smanjenje buke	x	x		x
Ograničenja „budžeta” buke				
Ograničenje nivoa buke				x
Naplata prekoračenja buke				x
Operativne norme				
Preferentne poletno-sletne staze		x	x	x
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3				

Što se tiče upotrebe APU-a ne postoje infrastrukturni zahtevi za primenu mere u vezi s operativnim ograničenjima u korišćenju APU-a, jer pored fiksnog GPU postoje i mobilni GPU-i koji se mogu postaviti u blizini vazduhoplova. Glavni zahtev za aerodrome je da poseduju GPU opremu.

Iako nije poželjno, svaki aerodrom je u mogućnosti da ograniči operacije merama kao što su ograničenje vremena rada aerodroma, ograničenje „budžeta” buke, operativne norme ili ograničenje za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3. Ograničenje testiranja motora vazduhoplova uglavnom zahteva dodatnu infrastrukturu (npr. „gantri” postrojenje) gde mehaničari mogu vršiti testiranje pogonskih grupa na vazduhoplovu nakon popravke.

Primena procedura u poletanju i sletanju, kao što je npr. koncept kontinualnog poniranja tokom prilaženja (eng. *Continuous Descend Approach*, skraćeno CDA), povezana je s nekoliko izazova kao što su: kapacitet terminalnog vazdušnog prostora, operativna ograničenja i ograničenja kontrole letenja, vremenski uslovi, ograničenja na aerodromu, opterećenje posade, obuka i iskustvo, karakteristike vazduhoplova i motora, propisi i bezbednosni zahtevi (ICAO, 2008a). Razvoj procedura za smanjenje buke podrazumeva i odgovarajuće nadvišavanje prepreka pa pojedini aerodromi zbog specifične topografije terena ne mogu da sprovedu adekvatne postupke za smanjenje buke. Operativna procedura za smanjenje buke može ograničiti pristup vazduhoplovima koji ne poseduju odgovarajuću opremu i performanse koje su definisane procedurom (ICAO, 2008a).

Naplata prekoračenja buke obično se zasniva na premašenju dozvoljenih vrednosti buke u određenim tačkama sistema za praćenje buke. Osim toga, naplata prekoračenja buke može se nametnuti svakom vazduhoplovu naknadama za poletanje ili sletanje, bez obzira na izmeren nivo buke. U takvim slučajevima sistem za praćenje buke nije potreban.

Ne postoji jedinstvena definicija o tome šta je ograničenje nivoa buke. Ovo se odnosi na nerazlikovanje maksimalnog nivoa buke koji se koristi kao ograničenje buke po letu od maksimalnog nivoa buke koji se koristi kao parametar za politiku upravljanja bukom (Eglin et al., 2004). U prvom slučaju potreban je sistem za praćenje buke, dok se u drugom slučaju usklađenost s maksimalnim nivoom buke može proveriti pomoću softvera za izračunavanje buke.

Svaki aerodrom može da odredi preferentne poletno-sletne staze na osnovu uticaja buke na obližnja naselja, ukoliko to dozvoljavaju meteorološki uslovi. Ponekad zbog smera vetra vazduhoplovi moraju poleteti ili sleteti sa/na stazu koja nije preferencijalna. Ukoliko se takvi meteorološki uslovi često dešavaju, aerodromi sa samo jednom

poletno-sletnom stazom nisu u mogućnosti da ovakvom merom smanje buku bez izgradnje dodatne staze drugačije orijentacije.

Iako postoje uslovi za uvođenje određenih mera za smanjenje uticaja buke, opšti zaključak je da svaki aerodrom može uvesti svaku meru, ali ne nužno na isti način.

4. ANALIZA MEĐUZAVISNOSTI MERA I FAKTORA KOJI UTIČU NA PRIMENU MERA ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE

U ovom poglavlju prikazani su rezultati sprovedene analize koja je imala za cilj određivanje eventualne međuzavisnosti između broja primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromu i faktora koji utiču na primenu ovih mera, kao i eventualne međuzavisnosti između pojedinih mera za smanjenje uticaja buke. Takođe su prikazani i rezultati istraživanja do kojih se došlo anketom koja je sprovedena za potrebe ove disertacije. Poglavlje se sastoji iz tri dela. U prvom delu poglavlja analiziran je uticaj različitih faktora na ukupan broj primenjenih mera kako na celom uzorku (*Boeing*-ova baza podataka) tako i na pojedinim grupama aerodroma iz ove baze podataka. U drugom delu poglavlja analizirana je međuzavisnost između pojedinih mera za smanjenje uticaja buke. Utvrđene veze između pojedinih mera za smanjenje uticaja buke iskorišćene su za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima. U trećem delu poglavlja opisana je sprovedena anketa i predstavljeni su glavni problemi u vezi s bukom vazduhoplova na aerodromima, različiti motivi za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke, neophodni resursi i glavne barijere za primenu mera, efekti primenjenih mera, kao i trendovi i prioriteta u vezi s uvođenjem mera u bliskoj budućnosti. Takođe, prikazani su faktori koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke na osnovu podataka prikupljenih anketom.

4.1. Stepen povezanosti broja mera za smanjenje uticaja buke i predloženih faktora

U Poglavlju 3 prikazane su mere za smanjenje uticaja buke koje aerodromi širom sveta primenjuju. Uzimajući u obzir da uvođenje mera za smanjenje uticaja buke uglavnom predstavlja trošak za aerodrom, neki od razloga za njihovo uvođenje mogu biti zakonske obaveze u vidu regulative, pritisak javnosti u vidu žalbi stanovništva ili nivo svesti o zaštiti životne sredine koji se može razlikovati od aerodroma do aerodroma ili među državama u kojima se aerodromi nalaze. Ako navedene razloge usvojimo kao tačne, ostaje otvoreno pitanje zašto se broj uvedenih mera za smanjenje uticaja buke razlikuje među aerodromima, tj. koji su to faktori (karakteristike aerodroma ili okruženja) koji dovode do različitog rešavanja problema buke. Imajući to u vidu, jedan od ciljeva ove disertacije jeste da odgovori na sledeće pitanje: Da li postoji veza između broja mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima i predloženih faktora?

4.1.1. Metodologija istraživanja

Za određivanje stepena povezanosti broja mera za smanjenje uticaja buke i faktora koji utiču na uvođenje mera predložena je metodologija koja se sastoji iz sledećih koraka:

1. Izbor faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima.
2. Definisane hipoteze koje će biti testirane u disertaciji na osnovu usvojenih faktora.
3. Formiranje baze podataka.
4. Statistička analiza.
5. Analiza dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka.

Izbor faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima

Cilj prvog koraka predložene metodologije je da se iz skupa svih potencijalnih faktora za koje se pretpostavlja da utiču na uvođenje određenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima, a koji su prikazani u Poglavlju 2.2 utvrde oni faktori koji su merljivi i dostupni za aerodrome i koji će se koristiti u statističkim analizama.

Broj operacija (poletanja i sletanja) na aerodromu jedan je od faktora koji utiče na izloženost okoline aerodroma buci i veoma je pogodan za analizu zbog dostupnosti podataka za svaki posmatrani aerodrom.

Aerodromi s više poletno-sletnih staza (PSS) imaju više mogućnosti za projektovanje procedura za poletanje i sletanje i korišćenje različitih konfiguracija staza u upotrebi kojima se može smanjiti izloženost buci određenih naselja u okolini aerodroma. Iako veći broj PSS-a nudi mogućnost raspodele saobraćaja po pojedinim PSS, što u određenim slučajevima može dovesti do smanjenja nivoa buke u pojedinim naseljima u okolini aerodroma, ukupna površina/teritorija koja je izložena buci je veća (više naselja je potencijalno izloženo buci) pa se može očekivati da će i broj mera biti veći. Zato je broj poletno-sletnih staza još jedan faktor koji utiče na izloženost okoline aerodroma buci koji je pogodan za analizu zbog dostupnosti podataka za svaki posmatrani aerodrom.

Struktura flote (tipovi vazduhoplova) koja koristi aerodrom, oblik i karakteristike putanja za poletanje i sletanje, i lokacija aerodroma (topografija terena) faktori su koji imaju uticaj na stvaranje i rasprostiranje buke i mogu uticati na uvođenje mera za smanjenje buke. Međutim, u ovom delu istraživanja nisu uzeti u obzir zbog nedostupnosti podataka za veliki broj posmatranih aerodroma i činjenice da izbor putanje i procedure u poletanju i sletanju zavisi od trenutne saobraćajne i meteorološke situacije.

Da bi se sa sigurnošću odredio uticaj regulative na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima, neophodna je analiza svih propisa u vezi s bukom za svaku državu u kojoj se nalaze aerodromi koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke. Jedino se na taj način može saznati da li su aerodromi uveli određenu meru dobrovoljno ili na osnovu obaveze zbog određenih propisa. U ovoj disertaciji nije sprovedena sveobuhvatna analiza zakonske regulative, već je na manjem skupu (određeni zakoni Evropske unije) analizirano u kojoj meri je regulativa uzrok uvođenja mera za smanjenje uticaja buke.

Učestale žalbe stanovništva u okolini aerodroma i pritisak javnosti mogu biti razlog da se aerodromi odluče na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke. Žalbe stanovništva

potiču uglavnom zbog izloženosti stanovništva visokim nivoima buke koji su često veći od propisane granične vrednosti. Bez obzira na stvarni nivo izloženosti buci, razlog za žalbe može biti i subjektivna reakcija ljudi na buku i onda kada ona ne prelazi propisane granične vrednosti niti se može smatrati štetnom. Osetljivost stanovništva u okolini aerodroma na buku je jedan od neakustičkih faktora koji se ne može jednostavno izmeriti, pa iz tog razloga nije razmatran u ovoj disertaciji kao faktor na osnovu kojeg aerodromi uvode određene mere za smanjenje uticaja buke. U pojedinim zemljama i na pojedinim aerodromima postoje službe koje se bave prikupljanjem i rešavanjem žalbi stanovništva u okolini aerodroma na buku, ali pošto to nije slučaj za većinu (ili bar nije moguće doći do tih podataka u raspoloživim bazama) broj žalbi nije razmatran u istraživanju opisanom u ovom poglavlju. Zato je jedan od ciljeva naknadno sprovedene ankete opisane u Poglavlju 4.3 bio prikupljanje podataka o broju žalbi na buku za aerodrome iz uzorka. Međutim, ako se kao glavni razlog za žalbe stanovništva na buku vazduhoplova usvoji stvarni nivo izloženosti buci, onda se mogu posmatrati faktori koji utiču na stvaranje i rasprostiranje buke, kao i udaljenost naselja od aerodroma i broj stanovnika u naseljima u blizini aerodroma.

Nivo svesti o zaštiti životne sredine takođe može biti faktor koji će uticati na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke na aerodromu. Uglavnom razvijene zemlje, koje imaju veći bruto društveni proizvod (BDP) po stanovniku, više brinu o negativnom uticaju buke nego manje razvijene zemlje.

Na osnovu svega iznetog, od svih razmatranih, za dalju analizu u ovoj disertaciji usvojeni su sledeći faktori:

- broj operacija poletanja i sletanja na aerodromu,
- broj poletno-sletnih staza na aerodromu,
- udaljenost aerodroma od naselja,
- broj stanovnika naselja u blizini aerodroma,
- BDP po stanovniku države u kojoj se aerodrom nalazi.

Definisanje početnih hipoteza koje će biti testirane

Na osnovu usvojenih faktora definisane su sledeće hipoteze koje će biti testirane u disertaciji:

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

1. Veći broj operacija na aerodromu uslovljava uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke.
2. Veći broj PSS-a će uticati na uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke.
3. Aerodromi koji su bliži naselju će uvoditi veći broja mera za smanjenje uticaja buke.
4. Veći broj stanovnika u blizini aerodroma će uticati na uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke.
5. Veći BDP po stanovniku će uticati na uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke.

Formiranje baze podataka

U svrhu testiranja napred navedenih hipoteza korišćena je *Boeing*-ova baza podataka o aerodromima koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke (Boeing, 2016). *Boeing* prikuplja ove podatke od 1992. godine, a poslednje ažuriranje podataka izvršeno je 2010. godine, tako da je ovo istraživanje vršeno na poslednjem dostupnom skupu podataka. Posmatrani su samo aerodromi u državama koje teritorijalno pripadaju evropskom kontinentu zato što su evropski aerodromi uveli najviše mera za smanjenje uticaja buke u poređenju sa aerodromima na drugim kontinentima (Netjasov, 2012).

U *Boeing*-ovom istraživanju 2010. godine broj evropskih aerodroma koji su primenili mere za smanjenje uticaja buke iznosio je 246. Za pomenute aerodrome, u ovoj disertaciji prikupljeni su sledeći podaci:

1. broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke,
2. broj PSS-a,
3. broj operacija poletanja i sletanja,
4. udaljenost od centra grada koji opslužuje,
5. broj stanovnika grada koji opslužuje,
6. BDP po stanovniku države u kojoj se nalazi.

Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke za svaki posmatrani aerodrom preuzet je iz *Boeing*-ove baze podataka (Boeing, 2016). Podaci o broju poletno-sletnih staza preuzeti su iz Zbornika vazduhoplovnih informacija (AIP) za svaku državu. Travnate

PSS nisu uzimane u obzir. Broj operacija poletanja i sletanja za aerodrome preuzet je iz EUROCONTROL-ove statističke baze podataka o vazдушnom saobraćaju STATFOR *Interactive Dashboard* (EUROCONTROL, 2014). STATFOR baza podataka uzima u obzir samo IFR letove (tradicionalni i niskotarifni redovni saobraćaj, čarter-letovi, biznis avijacija, kargo).

Podaci o BDP-u po stanovniku za svaku državu preuzeti su sa sajta Svetske banke² i izraženi su u američkim dolarima.

Blizina opslužnog područja u odnosu na aerodrom je definisana kao udaljenost aerodroma od centra grada koji aerodrom opslužuje. Zbog postojanja više gradova u opslužnom području za određene aerodrome potrebno je definisati kako će biti izraženo rastojanje od opslužnog područja. Pored toga, postavlja se pitanje relevantnosti analiziranja gradova koji se nalaze „daleko” od aerodroma, s obzirom na to da je uticaj buke ograničen rastojanjem od izvora buke. Zato je uvedena pretpostavka da je uticaj buke na stanovništvo u okolini aerodroma relevantan samo u krugu poluprečnika 20 km od referentne tačke aerodroma. Međutim, ako se posmatraju samo gradovi u krugu poluprečnika 20 km od aerodroma, postoji mogućnost da se izuzme iz analize neki veliki grad čiji se centar nalazi malo dalje od zadatog rastojanja, a buka vazduhoplova ipak značajno utiče na veliki deo stanovništva tog grada. Iz tog razloga, u okviru ovog istraživanja analizirana su dva slučaja. U prvom slučaju, uzeti su u obzir svi gradovi koje aerodromi opslužuju, dok su u drugom slučaju posmatrani samo gradovi koji se nalaze u krugu poluprečnika 20 km od aerodroma.

Prikupljanje podataka o broju stanovnika gradova koje opslužuju aerodromi vršeno je iz dva izvora. Većina podataka preuzeta je iz zvanične statističke baze Evropske unije (EUROSTAT³), a za gradove koji nisu navedeni na ovom sajtu, podaci su preuzeti s *Wikipedije*. Formiranje baze podataka detaljnije je objašnjeno u Prilogu 3, a prikupljeni podaci koji su korišćeni za statističku analizu prikazani su u Prilogu 4.

² World Bank, GDP per capita (current US\$): <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>

³ EUROSTAT: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

Statistička analiza

Radi testiranja polaznih hipoteza ispitivan je koeficijent korelacije između predloženih faktora i broja uvedenih mera za smanjenje uticaja buke korišćenjem sledećih statističkih metoda: jednostruka i višestruka regresiona analiza, kako na celom uzorku tako i na osnovu različitog grupisanja aerodroma. Pored linearne, ispitana je i eksponencijalna veza između promenljivih.

Analiza dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka

Rezultati statističke analize dati su u Poglavlju 4.1.2 a zaključci koji su na osnovu nje izvedeni prikazani su u Poglavlju 6.

4.1.2. Rezultati statističke analize

Radi testiranja postavljenih hipoteza, jednostrukom regresionom analizom, izvršeno je ispitivanje koeficijenta korelacije između predloženih faktora i broja primenjenih mera za smanjenje uticaja buke, na osnovu podataka koji su dati u Prilogu 4. Zatim je pomoću višestruke linearne regresione analize ispitan uticaj svih faktora zajedno na zavisnu promenljivu: broj mera za smanjenje uticaja buke. Pored prethodno opisane analize na celom posmatranom uzorku izvršeno je i testiranje postavljenih hipoteza po grupama aerodroma. Aerodromi su grupisani na osnovu broja operacija, BDP po stanovniku, broja primenjenih mera i države u kojoj se aerodromi nalaze. Pored analiza koje su za cilj imale testiranje postavljenih hipoteza, u ovoj disertaciji su sprovedene i dodatne analize u vezi s aerodromima koji poseduju sistem za praćenje (monitoring) buke, kao i u vezi s aerodromima koji su izradili strateške karte buke prema zahtevima Uputstva 2002/49/EK. Za statističke analize korišćen je softverski paket IBM SPSS Statistics, verzija 20 (Marques de Sá, 2007; Pallant, 2016).

Jednostruka regresiona analiza

Jednostruka regresiona analiza je rađena na skupu podataka za 2010. godinu i ukupno je izvršeno sedam različitih analiza. Pošto je u svim analizama ista zavisna promenljiva broj mera, rezultati sedam analiza predstavljeni su zajedno u Tabeli 4. Prikazani statistički pokazatelji su aritmetička sredina i standardna devijacija za zavisnu i

nezavisnu promenljivu, koeficijenti korelacije i determinacije za linearnu regresiju, kao i značajnost. Za posmatrani uzorak od 246 aerodroma u 2010. godini, srednja vrednost broja primenjenih mera iznosi 3,93 dok je standardna devijacija 2,25. Svi koeficijenti korelacije između zavisne promenljive i pet testiranih nezavisnih promenljivih su statistički značajni. Na osnovu dobijenih koeficijenata korelacije (Tabela 4), stepen povezanosti između zavisne promenljive i nezavisne promenljive prema (Swinscow, 2002) može se definisati kao umeren u slučaju broja operacija, slab u slučaju broja PSS-a i broja stanovnika (svi gradovi i gradovi do 20 km), i veoma slab u slučaju prosečnog rastojanja (svi gradovi i gradovi do 20 km) i BDP po stanovniku.

Za svaku analizu, povezanost zavisne i nezavisne promenljive predstavljena je u vidu dijagrama rasipanja. Testirana je linearna i eksponencijalna veza, date su jednačine za aproksimativnu liniju i izračunat je koeficijent korelacije i determinacije. Ilustracije radi, ovde će biti predstavljen i objašnjen samo dijagram rasipanja za prvu analizu koji opisuje uticaj broja operacija na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke. Ostale analize u vezi s uticajem broja PSS-a, udaljenosti aerodroma od centra grada koji opslužuje, broja stanovnika grada koji opslužuje i BDP po stanovniku države u kojoj se nalazi na zavisnu promenljivu – broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke date su u Prilogu 5.

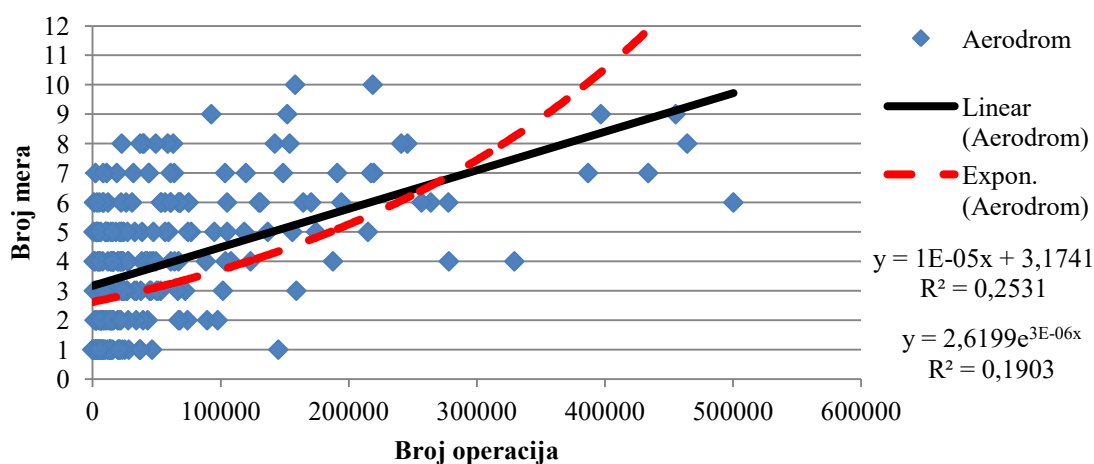
Prva hipoteza u radu pretpostavlja da veći broj operacija na aerodromu uzrokuje primenu većeg broja mera za smanjenje uticaja buke. Za posmatrane aerodrome prosečan broj operacija iznosi 57.832, dok je standardna devijacija 86.483 (Tabela 4).

Dobijeni koeficijent korelacije iznosi 0,503 što podrazumeva da je stepen povezanosti između broja mera i broja operacija umeren. Koeficijent determinacije je 0,253 što znači da broj operacija objašnjava oko četvrtinu varijabiliteta zavisne promenljive. Koeficijent korelacije između broja operacija i broja mera je visoko statistički značajan pošto je $p < 0,01$ (Tabela 4).

Tabela 4. Zbirni rezultati statističkih analiza

Analiza br.	Zavisna promenljiva	Broj mera	Deskriptivna statistika			Korelacija			
			Srednja vrednost	Standardna devijacija	Veličina uzorka	Pirsonov koeficijent korelacije (r)	Koeficijent determinacije (r^2)	Značajnost	
1		Broj mera	3,931	2,250	246	/	/	/	
2		Broj operacija (u hiljadama)	57,832	86,483	246	0,503	0,253	0,000	
3		Broj PSS	1,447	0,731	246	0,352	0,124	0,000	
4	Nezavisna promenljiva	Prosečno rastojanje	Svi gradovi	11,654	8,868	246	0,173	0,030	0,003
5		Do 20 km	Svi gradovi	9,788	6,428	246	0,144	0,021	0,012
6		Broj stanovnika (u hiljadama)	Svi gradovi	751,106	1612,931	246	0,261	0,068	0,000
7		Do 20 km	Svi gradovi	584,810	1307,105	246	0,238	0,057	0,000
		BDP po stanovniku (u hiljadama)	Svi gradovi	37,245	16,581	246	0,183	0,034	0,002

Slika 5 prikazuje dijagram rasipanja za nezavisnu promenljivu broj operacija i zavisnu promenljivu broj mera. Pomoću dijagrama rasipanja ilustrovano je kako broj mera varira zbog promena broja operacija.



Slika 5. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)

S dijagrama se može uočiti pozitivna zavisnost, što podrazumeva da se broj primenjenih mera povećava s porastom broja operacija i obrnuto što je u skladu s postavljenom hipotezom. Na osnovu predstavljenih uređenih parova (x, y) može se vizuelno uočiti oblik aproksimativne linije. U ovom slučaju, predstavljene su dve testirane zavisnosti: crnom linijom označena je linearna zavisnost, dok je crvenom isprekidanom linijom označena eksponencijalna zavisnost posmatranih promenljivih. Zavisnost je predstavljena i u vidu linearnih i eksponencijalnih jednačina, a takođe su prikazani i

koeficijenti determinacije. Primećuje se da u ovom slučaju eksponencijalna zavisnost ima manji koeficijent determinacije ($r^2_e=0,190$) od linearne ($r^2_l=0,253$), koja bolje objašnjava zavisnost ove dve promenljive. Generalno, sa Slike 5 se može uočiti veliko rasipanje u odnosu na aproksimativnu liniju, zbog čega je i stepen povezanosti ove dve promenljive umeren.

Veliko rasipanje u odnosu na aproksimativnu liniju karakteristično je i za ostale nezavisne promenljive (videti Prilog 5). Pozitivna zavisnost uočena je između svih parova nezavisnih promenljivih i zavisne promenljive, što je u skladu sa svim postavljenim hipotezama osim za hipotezu u vezi s rastojanjem od centra grada. S povećanjem rastojanja aerodroma od opslužnog područja, povećava se broj primenjenih mera, što je u suprotnosti s postavljenom hipotezom. Razlog za to može biti način na koji je definisano rastojanje aerodroma od opslužnog područja u ovoj disertaciji i činjenica da u određenim slučajevima, zbog velike površine na kojoj se grad prostire, veća udaljenost aerodroma od centra grada ne znači manji broj stanovnika potencijalno izloženih buci vazduhoplova. Zbog toga je sprovedena dodatna analiza koja umesto udaljenosti aerodroma od centra grada i broja stanovnika opslužnog područja kao nezavisne promenljive uzima broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora L_{den} i L_{night} (Prilog 11).

Višestruka linearna regresiona analiza

Radi ispitivanja koeficijenta korelacije između svih pet predloženih faktora i broja uvedenih mera za smanjenje uticaja buke, na skupu podataka za 2010. godinu izvršena je višestruka linearna regresija. Pošto se promenljive prosečno rastojanje i broj stanovnika za isti skup podataka računaju na dva načina u zavisnosti od udaljenosti aerodroma do centra grada opsluge, ovde će biti predstavljena samo regresija rađena za sve gradove u opslužnom području (bez obzira na udaljenost njihovog centra od aerodroma) jer su slični rezultati dobijeni i kada se u obzir uzimaju naselja koja se nalaze u krugu od 20 km udaljenosti od aerodroma.

Za ovu analizu korišćena je *backwards* višestruka linearna regresija, koja podrazumeva da se u prvom koraku posmatraju sve nezavisne promenljive odjednom, a zatim da se eliminišu jedna po jedna ako koeficijent korelacije nije statistički značajan ($p>0,05$).

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Kao krajnji rezultat višestruke linearne regresije, statistički značajan koeficijent korelacije dobijen je za promenljive: broj operacija i BDP po stanovniku. U Tabeli 5 prikazani su koeficijenti regresionog modela, t-statistika, F-statistika i koeficijent determinacije za poslednji korak *backwards* višestruke linearne regresije.

Dobijeni koeficijent višestruke korelacije između nezavisnih promenljivih (broja operacija i BDP po stanovniku) i zavisne promenljive (broja mera) iznosi 0,531. Koeficijent determinacije je 0,282 što znači da promenljive broj operacija i BDP po stanovniku objašnjavaju 28% varijabiliteta zavisne promenljive broja mera.

Tabela 5. Rezultati višestruke linearne regresione analize

		B	t	F	R²
Zavisna promenljiva	Broj mera				
Nezavisne promenljive	Broj operacija	0,013	9,163**	47,670**	0,282
	BDP po stanovniku	0,023	3,115**		
	Konstanta	2,325	7,510**		

*p<0,05; **p<0,01

B – koeficijenti regresionog modela; t – t-statistika; F – F-statistika; R² – koeficijent determinacije.

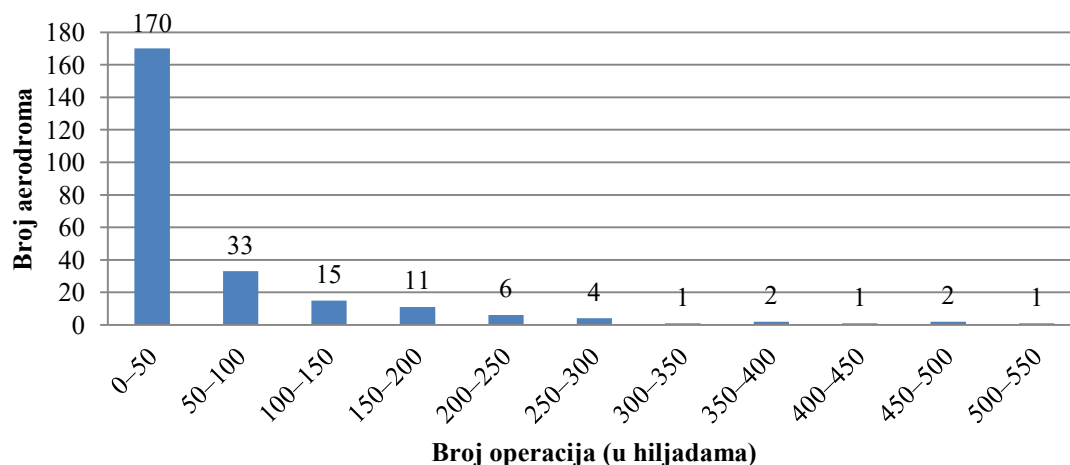
Analiza grupisanja

Radi detaljnijeg analiziranja aerodroma, za posmatrani uzorak izvršeno je grupisanje aerodroma prema broju operacija, BDP po stanovniku, broju primenjenih mera i državi u kojoj se aerodrom nalazi.

Grupisanje aerodroma prema broju operacija

Na Slici 6 data je raspodela aerodroma koji su grupisani prema broju operacija u klase od po 50.000 operacija. Može se uočiti da najveći broj aerodroma ima do 50.000 operacija, dok samo sedam od 246 aerodroma ima preko 300.000 operacija.

Mirković (2016) navodi da zvanična kategorizacija aerodroma Evropske komisije podrazumeva četiri grupe aerodroma na osnovu godišnjeg broja operacija poletanja (do 5 hiljada; od 5 do 25 hiljada; od 25 do 50 hiljada; preko 50 hiljada poletanja). Uzimajući u obzir predloženu kategorizaciju i to da Uputstvo 2002/49/EK koje se odnosi na procenu i upravljanje bukom u životnoj sredini deli aerodrome na glavne (preko 50 hiljada operacija) i ostale, uz pretpostavku da je broj poletanja jednak broju sletanja na aerodromu, posmatrani uzorak je podeljen u tri grupe, kao što je prikazano u Tabeli 6.



Slika 6. Raspodela posmatranih evropskih aerodroma prema broju operacija (2010. godina)

Za svaku grupu izvršena je posebna analiza radi određivanja koeficijenta korelacije između broja mera za smanjenje uticaja buke i broja operacija za aerodrome u posmatranoj grupi. Pošto su rezultati dobijeni za tri analize za svaku grupu veoma slični, ovde će biti prikazana samo analiza rađena za aerodrome koji pripadaju prvoj grupi prema broju operacija (do 50.000). Rezultati koji podrazumevaju dijagram rasipanja, testirane linearne i eksponencijalne zavisnosti i raspodelu frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome koji pripadaju drugoj i trećoj grupi dati su u Prilogu 6.

Tabela 6. Grupisanje evropskih aerodroma prema broju operacija (2010. godina)

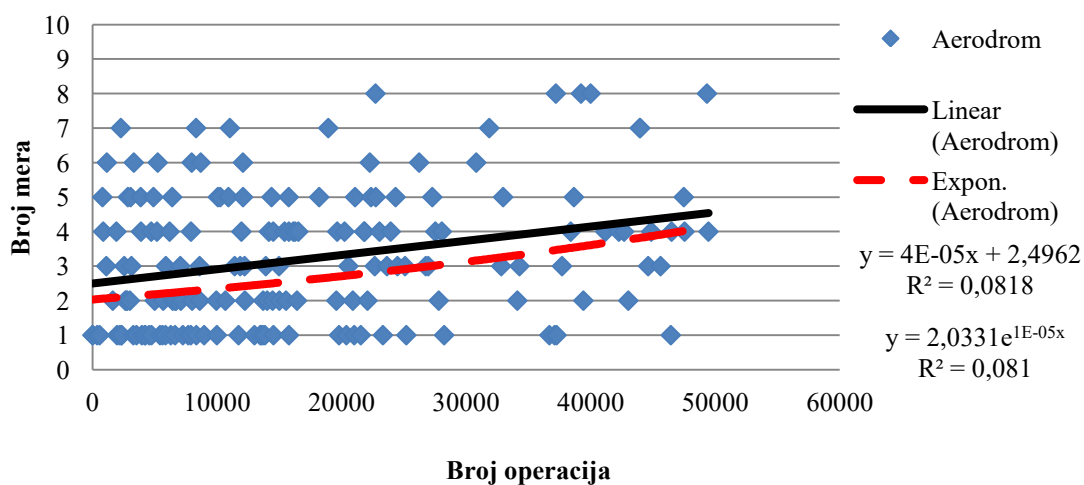
	Broj operacija (u hiljadama)	Broj aerodroma
Grupa 1	0-50	170
Grupa 2	50-100	33
Grupa 3	>100	43

Na Slici 7 predstavljen je dijagram rasipanja za promenljive broj mera i broj operacija za aerodrome sa brojem operacija do 50.000 koji pripadaju prvoj grupi. Sa Slike 7 se može uočiti pozitivna zavisnost. Koeficijent determinacije iznosi 0,081, tj. manje od 1%, što ukazuje da je povezanost između promenljivih veoma slaba.

Broj primenjenih mera za aerodrome u prvoj grupi kreće se od jedan do osam, što potvrđuje slabu povezanost broja operacija sa brojem primenjenih mera. Isto se može

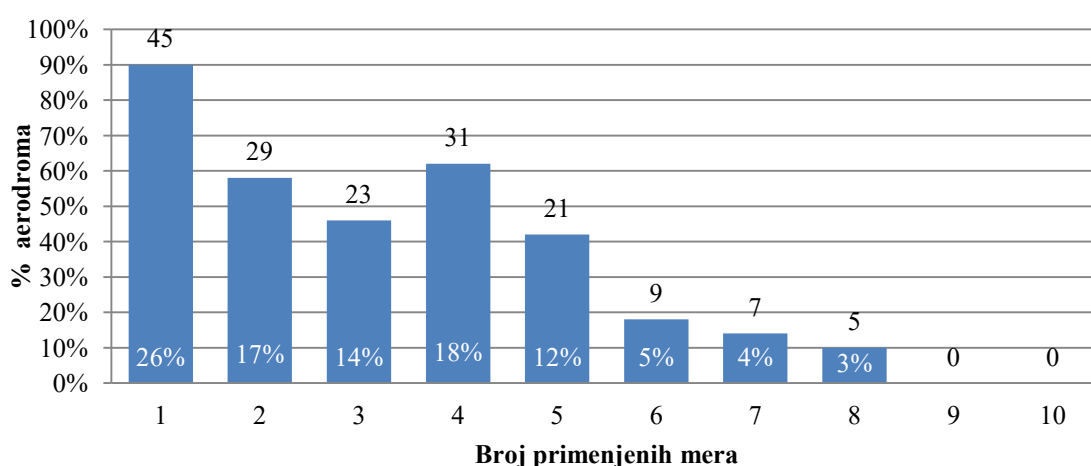
4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

zaključiti i na osnovu raspodele frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome u prvoj grupi koja je prikazana na Slici 8.



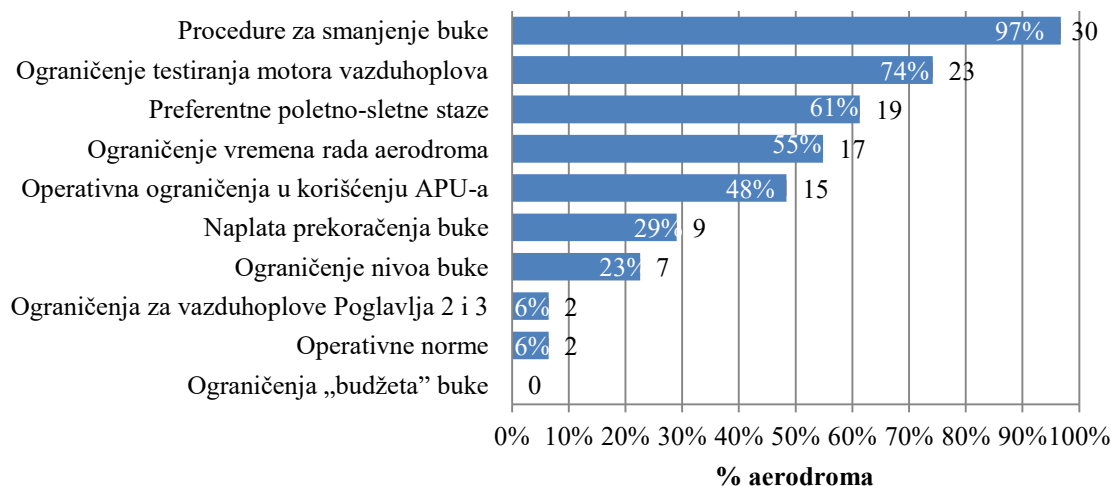
Slika 7. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji broja operacija (do 50.000) za 2010. godinu

Sa Slike 8 se može videti da je među aerodromima s brojem operacija do 50.000 najviše onih koji su primenili samo jednu meru za smanjenje uticaja buke, tj. njih 45 od ukupno 170 u grupi. Skoro petina (31 aerodrom) primenila je četiri mere, dok je 17% primenilo dve mere. Takođe, primećuje se da nijedan aerodrom nije primenio devet ili deset mera. Ovakva raspodela ukazuje da je u posmatranoj grupi povezanost broja operacija s brojem primenjenih mera za smanjenje uticaja buke veoma slaba.



Slika 8. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s brojem operacija do 50.000 (2010. godina)

Isti zaključak se dobija i posmatranjem raspodele broja mera za grupu aerodroma koji su primenili isti broj mera. Na Slici 9 prikazana je raspodela broja mera za aerodrome koji pripadaju prvoj grupi, a koji su primenili isti broj mera. Kao primer uzeti su aerodromi koji su primenili četiri mere. Slični rezultati dobijaju se i za grupe aerodroma u kojima je broj primenjenih mera različit od prikazanog.



Slika 9. Raspodela broja mera za aerodrome do 50.000 operacija koji su primenili četiri mere

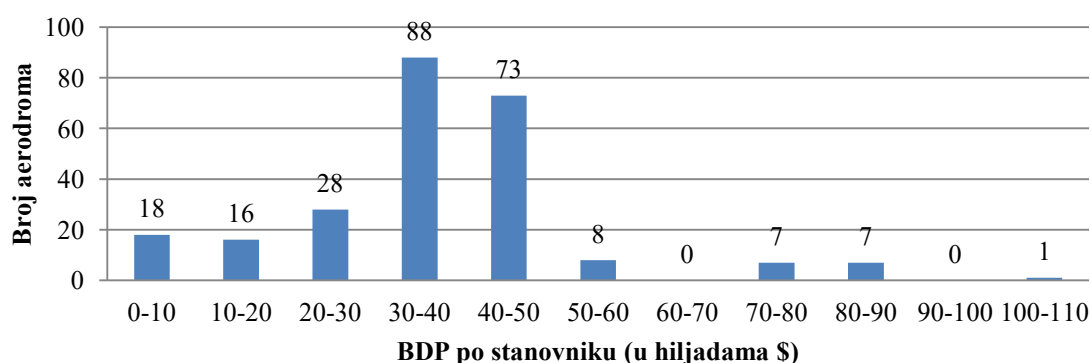
Na Slici 9 se uočava da su aerodromi iz ove grupe ukupno primenili devet različitih mera, što pokazuje da aerodromi koji imaju sličan broj operacija i isti broj primenjenih mera nisu primenili iste mere. Na primer, sa slike se može uočiti da je 30 aerodroma primenilo procedure za smanjenje buke, dok su samo dva aerodroma primenila operativne norme. Takođe se može zaključiti da je 55% aerodroma u ovoj grupi primenilo barem neku od prve četiri mere prikazane na slici, dok su operativna ograničenja u korišćenju APU-a primenjene na 48% aerodroma. Naplata prekoračenja buke i Ograničenje nivoa buke primenjeni su na devet (29%) odnosno sedam (23%) aerodroma. Operativne norme i Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 primenila su samo dva (6%) aerodroma. Ograničenja „budžeta” buke nije primenio nijedan aerodrom u ovoj grupi. Dodatnom analizom utvrđeno je da je od 31 aerodroma u posmatranoj grupi maksimalno njih šest (19%) primenilo iste četiri mere za smanjenje uticaja buke (Procedure za smanjenje buke, Operativna ograničenja u korišćenju APU-a, Ograničenje testiranja motora vazduhoplova i Preferentne poletno-sletne staze).

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Treba napomenuti da je koeficijent korelacije između broja mera i broja operacija u svim analiziranim slučajevima bio pozitivan (što je u skladu s postavljenom hipotezom) osim za aerodrome sa brojem operacija od 50.000 do 100.000 koji pripadaju drugoj grupi (videti Prilog 6).

Grupisanje aerodroma prema BDP po stanovniku

Na Slici 10 data je raspodela aerodroma koji su grupisani prema BDP po stanovniku u klase od po 10.000 dolara. Može se uočiti da se najveći broj aerodroma nalazi u državama koje imaju BDP po stanovniku između 30.000 i 50.000 dolara.



Slika 10. Grupisanje posmatranih evropskih aerodroma prema BDP po stanovniku (2010. godina)

Posmatrani uzorak podeljen je u tri grupe, kao što je prikazano u Tabeli 7.

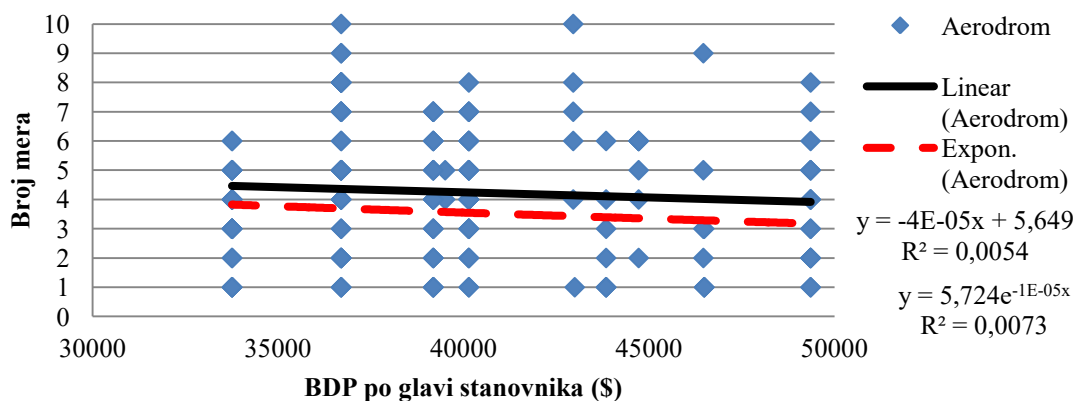
Tabela 7. Grupisanje evropskih aerodroma prema BDP po stanovniku (2010. godina)

	BDP po stanovniku (u hiljadama \$)	Broj aerodroma
Grupa 1	0–30	62
Grupa 2	30–50	161
Grupa 3	preko 50	23

Za svaku grupu izvršena je posebna analiza radi određivanja koeficijenta korelacije između broja mera i BDP po stanovniku za aerodrome u posmatranoj grupi. Kao i u slučaju grupisanja aerodroma prema broju operacija, i ovde su rezultati dobijeni za tri analize za svaku grupu prema BDP-u po stanovniku veoma slični. Upravo zato biće prikazana samo analiza rađena za aerodrome koji pripadaju drugoj grupi prema BDP po

stanovniku (30.000–50.000). Rezultati analiza za druge dve grupe prikazani su u Prilogu 7.

Na Slici 11 predstavljen je dijagram rasipanja za promenljive broj mera i BDP po stanovniku za aerodrome koji pripadaju drugoj grupi.



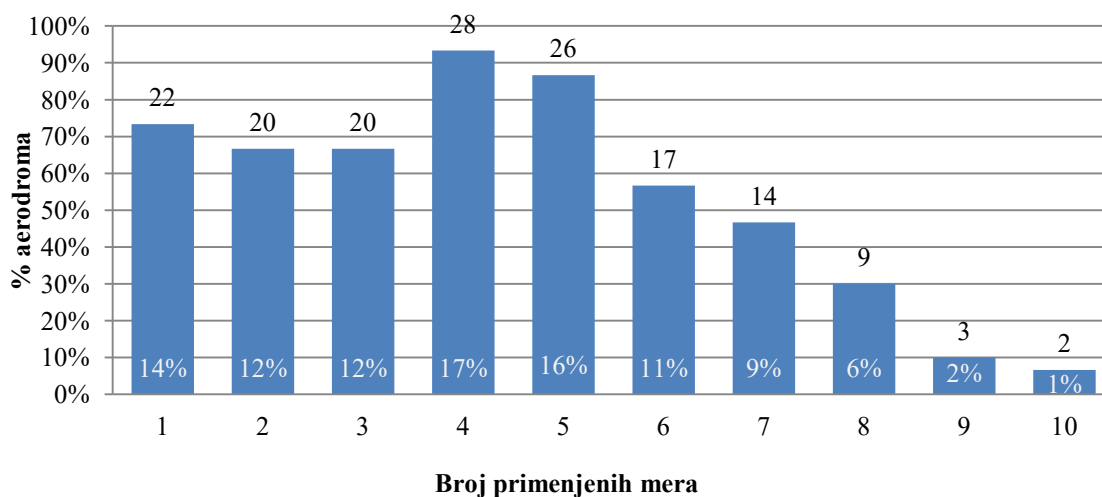
Slika 11. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji BDP po stanovniku (30.000–50.000 \$) za 2010. godinu

S dijagrama se može uočiti negativna zavisnost, što je u suprotnosti s postavljenom hipotezom da će veći BDP po stanovniku uticati na uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke. Kao i u prethodnim slučajevima, predstavljene su dve testirane zavisnosti: crnom linijom označena je linearna, a crvenom isprekidanom linijom eksponencijalna zavisnost posmatranih promenljivih. Koeficijent determinacije je u oba slučaja manji od 1%, što ukazuje da je povezanost promenljivih veoma slaba. Sa slike se može uočiti veliko rasipanje u odnosu na aproksimativnu liniju, a broj primenjenih mera se u pojedinim opsezima BDP-a kreće od jedan do deset.

Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome koji se nalaze u državama s BDP-om po stanovniku između 30.000 i 50.000 dolara prikazana je na Slici 12. Sa slike možemo videti da je prema podacima iz 2010. godine, od ukupno 161 aerodroma u posmatranoj grupi, 22 aerodroma primenilo jednu meru, 20 aerodroma primenilo dve mere, dok je 26 aerodroma primenilo pet mera, itd. Međutim, s ove slike ne možemo uočiti da li su aerodromi koji su primenili isti broj mera primenili iste mere. Zato je potrebno razmotriti kakva je raspodela mera za aerodrome koji su primenili isti broj mera. Na Slici 13 za posmatranu grupu predstavljena je raspodela broja mera za

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

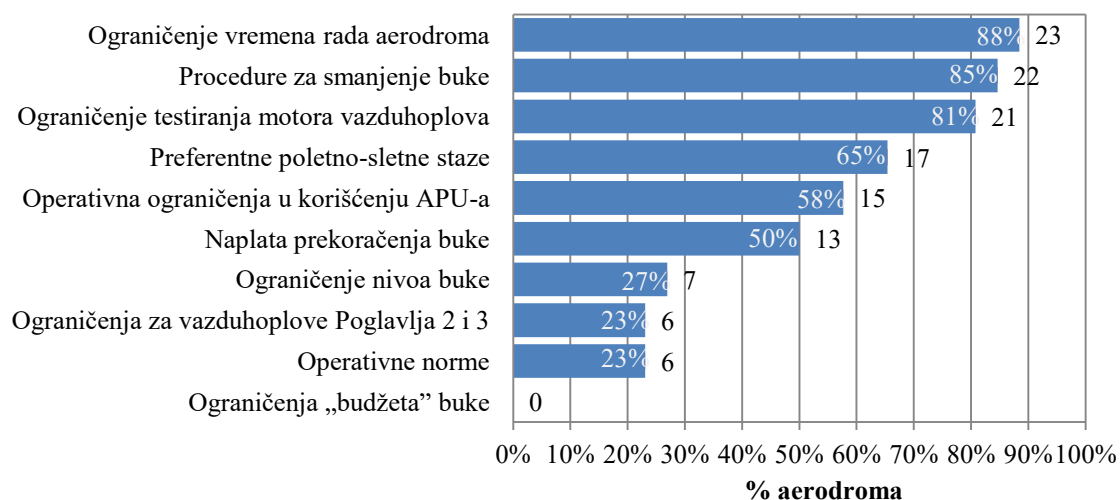
aerodrome koji su primenili pet mera za smanjenje uticaja buke. Slične raspodele se dobijaju i za aerodrome koji su primenili veći ili manji broj mera od prikazanog pa zato ovde nisu predstavljene.



Slika 12. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s BDP-om po stanovniku od 30.000 \$ do 50.000 \$ za 2010. godinu

Sa Slike 13 se može videti da je od 26 aerodroma u posmatranoj grupi koji su primenili pet mera za smanjenje uticaja buke, njih 23 (88%) primenilo Ograničenje vremena rada aerodroma, dok je 22 aerodroma (85%) primenilo Procedure za smanjenje buke. Cilj ove analize je da pokaže da aerodromi koji su primenili isti broj mera nisu primenili iste mere. Takođe se može zaključiti da je 50% aerodroma u ovoj grupi primenilo neku od prvih šest mera prikazanih na slici. Ostale mere primenjene su na oko 25% aerodroma, sem Ograničenja „budžeta” buke koju nije primenio nijedan aerodrom u ovoj grupi. Dodatnom analizom utvrđeno je da je od 26 aerodroma u posmatranoj grupi maksimalno njih pet (19%) primenilo istih pet mera za smanjenje uticaja buke (Operativna ograničenja u korišćenju APU-a, Ograničenje vremena rada aerodroma, Procedure za smanjenje buke, Preferentne poletno-sletne staze i Ograničenje testiranja motora vazduhoplova).

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke



Slika 13. Raspodela broja mera za aerodrome sa BDP po stanovniku između 30.000 i 50.000 \$ koji su primenili pet mera (2010. godina)

Grupisanje aerodroma prema broju primenjenih mera

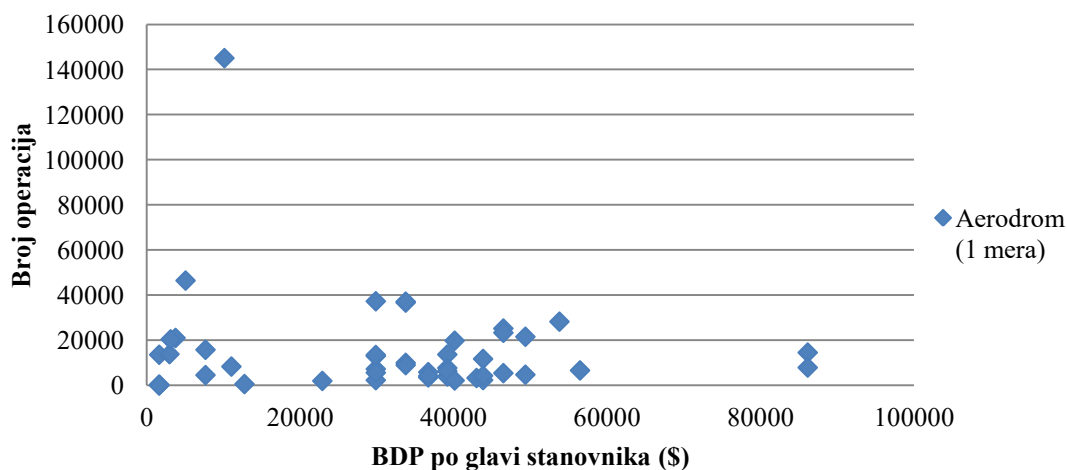
Svi aerodromi u posmatranom uzorku mogu se grupisati prema broju primenjenih mera radi detaljnije analize i traženja njihovih zajedničkih osobina. Pošto su broj operacija i BDP po stanovniku jedine dve promenljive za koje je dobijen statistički značajan koeficijent korelacije u odnosu na broj primenjenih mera u okviru višestruke linearne regresione analize, u daljem radu biće prikazan odnos ove dve promenljive za aerodrome s istim brojem primenjenih mera za smanjenje uticaja buke.

Na Slici 14 prikazan je broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s jednom primenjenom merom za smanjenje uticaja buke u 2010. godini. Sa Slike 14 se može uočiti da postoji veliki opseg u kojem se nalaze vrednosti za aerodrome koji su primenili samo jednu meru, uzimajući u obzir da se vrednosti BDP-a po stanovniku za sve posmatrane aerodrome kreću do 100.000 dolara. Broj operacija za sve aerodrome se nalazi uglavnom u opsegu do 50.000, izuzev jednog aerodroma koji ima oko 140.000 operacija. Prikazani opseg vrednosti za ove dve promenljive vizuelno potvrđuje rezultate dobijene regresionom analizom.

Pošto su i u slučaju aerodroma u ostalim grupama prema broju mera dobijeni slični rezultati, u Prilogu 8 su prikazani grafikoni u vezi s brojem operacija i BDP-om po stanovniku za aerodrome s dve i više primenjenih mera za smanjenje uticaja buke, kao i tabelarni prikaz grupisanja.

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Analiza aerodroma po grupama je pokazala da, na primer, postoje aerodromi koji su uveli samo jednu meru, a nalaze se u državama s okvirno dva puta većim BDP-om od država u kojima se nalaze aerodromi koji su uveli deset mera za smanjenje uticaja buke. Slično je i s brojem operacija. Može se uočiti da postoje aerodromi koji su uveli tri mere a imaju broj operacija preko 250.000, dok su određeni aerodromi s manje od 25.000 operacija uveli osam mera za smanjenje uticaja buke.



Slika 14. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s jednom primenjenom merom za smanjenje uticaja buke (2010. godina)

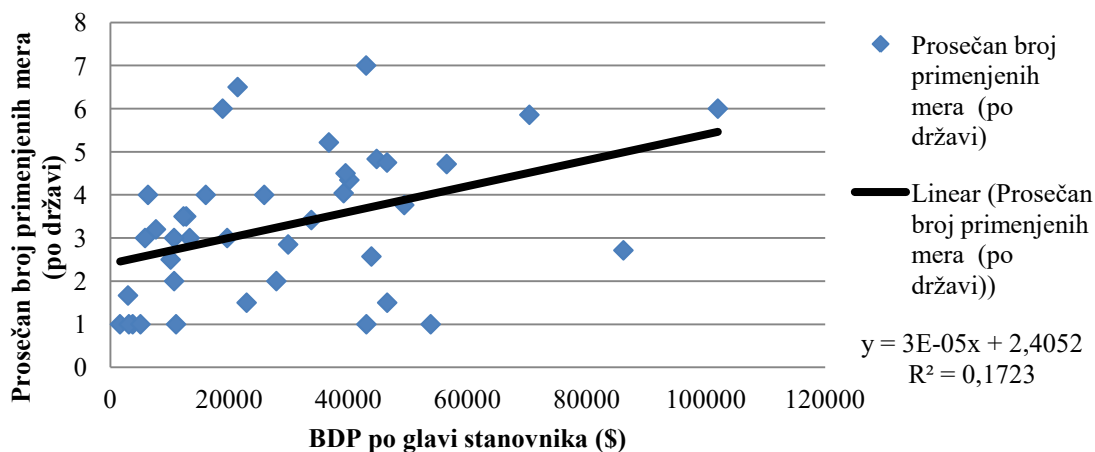
Sve ovo ukazuje na postojanje dodatnih faktora koji zajedno s predstavljena dva (broj operacija i BDP po stanovniku) utiču na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke. To je potvrđeno i u rezultatima višestruke linearne regresije, gde je pokazano da broj operacija i BDP po stanovniku objašnjavaju samo 25% varijabiliteta.

Grupisanje aerodroma prema državi

U okviru ove analize, aerodromi u posmatranom uzorku grupisani su prema državi u kojoj se nalaze. Grupisanje aerodroma prema državama omogućava da se izvrši testiranje zavisnosti promenljivih za skup aerodroma koji se nalaze u istoj državi i utvrdi da li postoji drugačija povezanost posmatranih promenljivih nego na celokupnom uzorku.

Radi analiziranja uticaja BDP-a po stanovniku na broj primenjenih mera po državi, broj primenjenih mera za svaki aerodrom nije razmatran posebno već kao prosečna vrednost na nivou države. Na Slici 15 predstavljen je dijagram rasipanja za nezavisnu

promenljivu BDP po stanovniku i zavisnu promenljivu prosečan broj primenjenih mera po državi za 2010. godinu. Dobijeni koeficijent determinacije za linearnu zavisnost promenljivih iznosi 17% što ukazuje na slabu povezanost promenljivih. Ipak, može se uočiti da je uticaj BDP-a po stanovniku na broj mera veći kada se broj primenjenih mera posmatra kao prosečna vrednost na nivou države ($r^2=0,17$), nego kada se broj mera posmatra posebno za svaki aerodrom ($r^2=0,03$).

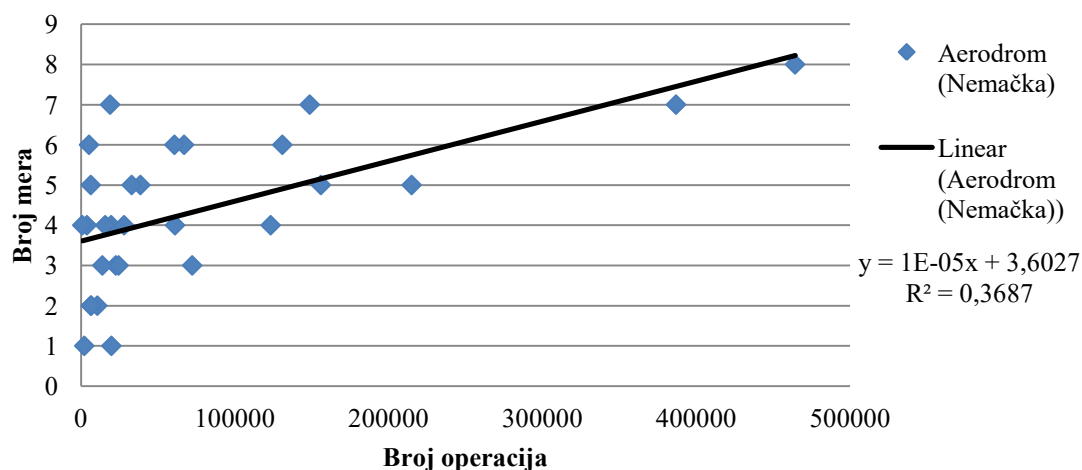


Slika 15. Uticaj BDP-a po stanovniku na prosečan broj primenjenih mera po državi (2010. godina)

U ovoj disertaciji testiran je i stepen povezanosti broja operacija s brojem primenjenih mera za aerodrome prema državama u kojima se nalaze. Zbog veličine uzorka, analizirane su samo države koje u posmatranom uzorku imaju preko deset aerodroma i to su Velika Britanija, Nemačka, Francuska, Italija, Španija i Švedska. Detaljnije će biti analizirani samo aerodromi u Nemačkoj i Španiji pošto je za te skupove podataka pokazana najveća povezanost posmatranih promenljivih. Rezultati analiza za ostale države dati su u Prilogu 9.

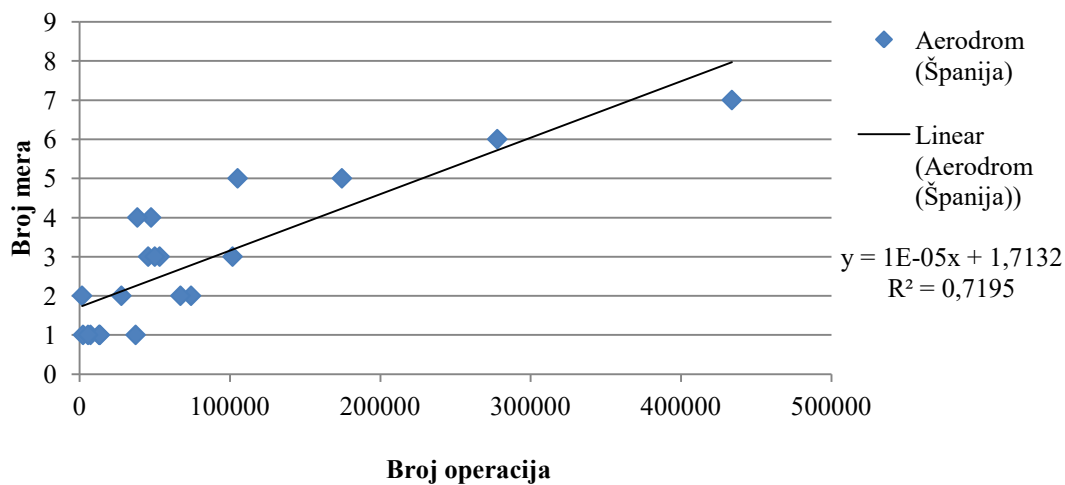
Na Slici 16 predstavljen je uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Nemačkoj za 2010. godinu. Dijagramom rasipanja ilustrovano je kako broj mera varira zbog promena broja operacija na aerodromima u Nemačkoj. S dijagrama se može uočiti pozitivna zavisnost. Može se primetiti da je koeficijent determinacije ($r^2_1=0,368$) dobijen na osnovu ove analize veći od koeficijenta determinacije dobijenog na osnovu testirane linearne zavisnosti za ceo uzorak ($r^2_2=0,253$) koja je ranije prikazana u disertaciji.

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke



Slika 16. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Nemačkoj (2010. godina)

Na Slici 17 predstavljen je uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Španiji za 2010. godinu. I u ovom slučaju uočena je pozitivna linearna zavisnost. Koeficijent determinacije iznosi oko 72%, što ukazuje na veoma jaku vezu između broja operacija i broja primenjenih mera na aerodromima u Španiji.



Dodatne analize

Pored prethodno predstavljenih analiza koje su za cilj imale testiranje postavljenih hipoteza, u ovoj disertaciji su sprovedene i dodatne analize u vezi s aerodromima koji poseduju sistem za praćenje (monitoring) buke, kao i u vezi s aerodromima koji su izradili strateške karte buke prema zahtevima Uputstva 2002/49/EK.

Analiza u vezi s aerodromima koji su uveli sistem za praćenje buke (zbog zakonske obaveze ili dobrovoljno) imala je za cilj da ustanovi da li su aerodromi iskoristili taj sistem za uspostavljanje određenih mera za smanjenje uticaja buke, kao što su ograničenje nivoa buke ili naplate prekoračenja buke. Rezultati analize prikazani su u Prilogu 10. Dobijeni rezultati su pokazali da u 2010. godini 73% aerodroma na teritoriji Evropske unije koji imaju preko 50.000 operacija primenjuje meru naplate prekoračenja buke na osnovu sistema za praćenje buke, naspram 30% aerodroma van EU. Razlog za to može biti zakonska obaveza za uvođenjem sistema za praćenje buke.

Pošto je pokazana slaba veza između broja stanovnika i prosečnog rastojanja gradova od aerodroma s brojem mera, u radu je posmatran broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora L_{den} i L_{night} , za aerodrome koji su izradili strateške karte buke. Na osnovu podataka iz prvog kruga strateških karata buke iz 2007. godine za 73 evropska aerodroma, linearnom regresijom izvršeno je ispitivanje koeficijenta korelacije između nezavisnih promenljivih (broj stanovnika izložen različitim opsezima buke tokom dana ili noći, izvan ili uključujući aglomeracije) i broja uvedenih mera za smanjenje uticaja buke u 2009. godini. Rezultati analize prikazani su u Prilogu 11. Nakon ispitivanja koeficijenta korelacije između 16 nezavisnih promenljivih i broja uvedenih mera za smanjenje uticaja buke u 2009. godini, dobijeni Pirsonovi koeficijenti korelacije su pokazali da je povezanost između promenljivih veoma slaba. Broj stanovnika u opsegu buke preko 55 dB, preko 65 dB i ukupan broj stanovnika za indikator buke L_{den} uključujući aglomeracije jedine su nezavisne promenljive za koje je dobijen statistički značajan koeficijent korelacije.

4.2. Međuzavisnost mera za smanjenje uticaja buke i verovatnoća uvođenja mera za smanjenje uticaja buke

Na osnovu prethodnog istraživanja opisanog u Poglavlju 4.1, uočeno je da je bolje posmatrati svaku meru posebno nego tražiti vezu između predloženih karakteristika aerodroma i ukupnog broja primenjenih mera. Ovaj deo istraživanja usmeren je na ispitivanje pretpostavke da postoji veza između karakteristika aerodroma i primenjenih mera za smanjenje uticaja buke. Prema tome, razmatrani su i broj i tip mera za smanjenje uticaja buke. Takođe, analizirana je i međuzavisnost između mera da bi se odredilo da li postoji veza između parova mera primenjenih na evropskim aerodromima. Utvrđena veza između predloženih karakteristika aerodroma i primenjenih mera, kao i međuzavisnost između samih mera upotrebljena je za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke.

4.2.1. Metodologija istraživanja

Za određivanje veze između karakteristika aerodroma i primenjenih mera za smanjenje uticaja buke, ali i između samih mera, u ovoj disertaciji je predložena metodologija koja se sastoji iz sledećih koraka:

1. Izbor faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima.
2. Definisane ciljeva istraživanja i hipoteza koje će biti testirane u disertaciji na osnovu usvojenih faktora.
3. Formiranje baze podataka.
4. Statistička analiza.
5. Analiza dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka.
6. Razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na osnovu rezultata sprovedenog istraživanja.

Izbor faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima

Radi određivanja faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima usvojeno je 15 nezavisnih promenljivih:

- pet specifičnih karakteristika vezanih za aerodrome (videti Poglavlje 4.1):
 - broj operacija poletanja i sletanja na aerodromu,
 - broj poletno-sletnih staza aerodroma,
 - udaljenost aerodroma od naselja,
 - broj stanovnika naselja u blizini aerodroma,
 - BDP po stanovniku države u kojoj se aerodrom nalazi, i
- deset mera za smanjenje uticaja buke (kao dihotomne promenljive):
 - Ograničenje vremena rada aerodroma,
 - Operativna ograničenja u korišćenju APU-a,
 - Ograničenje testiranja motora vazduhoplova,
 - Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3,
 - Procedure za smanjenje buke,
 - Ograničenja „budžeta” buke,
 - Naplata prekoračenja buke,
 - Ograničenje nivoa buke,
 - Operativne norme,
 - Preferentne poletno-sletne staze.

Definisanje ciljeva istraživanja i hipoteza koje će biti testirane u disertaciji

U smernicama za primenu „Uravnoteženog pristupa” opisan je odnos između različitih glavnih elemenata „Uravnoteženog pristupa” i komplementarne upotrebe različitih glavnih elemenata i mera koje uključuju (ICAO, 2008a). Tako, na primer, primena određenih mera za smanjenje uticaja buke, kao što su uvođenje tiših vazduhoplova u flotu, primena procedura za smanjenje buke ili uvođenje operativnih ograničenja, može dovesti do smanjenja broja ljudi ugroženih bukom u okolini aerodroma, ali bez pratećih mera u vezi s korišćenjem zemljišta očekivane koristi neće biti postignute na duži period (ICAO, 2008a). To znači da koristi ostvarene primenom takvih mera treba očuvati kad god je to moguće primenom dodatnih mera povezanih s planiranjem i korišćenjem zemljišta (ICAO, 2008a).

Na osnovu prepoznatog problema buke na aerodromu, operativna ograničenja mogu biti deo skupa mera koje treba primeniti kako bi se ublažio problem buke. Međutim, ICAO preporučuje da se operativna ograničenja ne primenjuju kao prva mera u rešavanju

problema, nego tek nakon razmatranja koristi koje se mogu ostvariti s preostala tri glavna elementa „Uravnoteženog pristupa” (ICAO, 2008a). Zbog toga su neke mere rasprostranjenije od drugih (Visser et al., 2008). Na primer, od svih aerodroma u Evropi koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke, 86% njih je primenilo procedure za smanjenje buke, dok je samo 3% njih primenilo ograničenja „budžeta” buke (Boeing, 2016).

Analiziranjem mera za smanjenje buke na različitim aerodromima, koje je sprovedeno u ovoj disertaciji, uočeno je da su određene mere međusobno povezane. Na primer, u određenim slučajevima, programi zvučne izolacije se finansiraju od novčanih sredstava prikupljenih naplatom prekoračenja buke. Zato se može pretpostaviti da postoji značajna veza između ove dve mere za smanjenje uticaja buke. Pored toga, primećeno je da se za primenu ograničenja nivoa buke i naplate prekoračenja buke obično koristi sistem za praćenje (monitoring) buke. Postojanje ovakvog sistema na aerodromu može značiti veću verovatnoću uvođenja ovih mera.

Sva ova zapažanja ukazuju na to da mere mogu biti povezane na neki način, ali nije pokazano da su određene mere preduslov za uvođenje drugih. To znači da aerodromi ne moraju da primenjuju određene mere, ali da će verovatnoća primene tih mera biti veća ukoliko se primenjuju neke druge mere.

Generalno, svaki aerodrom ima slobodu da primeni bilo koju meru ili kombinaciju mera, kako bi rešio problem buke na najbolji mogući način. Pri tome, analiza troškova i koristi za određene mere nije ista za svaki aerodrom, zbog različitih karakteristika aerodroma (sastav flote, obim saobraćaja, okolna populacija, itd.). Međutim, ako aerodromi imaju slične karakteristike (i slične probleme buke) može se pretpostaviti da će takvi aerodromi primeniti sličnu meru ili kombinaciju mera.

Na osnovu napred iznetog, cilj istraživanja koje je sprovedeno u okviru ovog poglavlja jeste da odgovori na sledeća pitanja:

- Da li su mere za smanjenje uticaja buke povezane na neki način?
- Da li uvođenje određene mere uslovljava primenu neke druge mere?
- Da li je određena mera preduslov za primenu neke druge mere?
- Da li postoji logička veza između procesa uvođenja različitih mera?

Shodno postavljenim ciljevima biće ispitane sledeće hipoteze:

1. Uvođenje određene mere uslovljava primenu neke druge mere.
2. Postoji značajna korelacija između primenjenih mera i određenih karakteristika aerodroma:
 - a. Veća je verovatnoća da će aerodromi s više operacija primeniti određene mere.
 - b. Veća je verovatnoća da će aerodromi s više PSS primeniti određene mere.
 - c. Veća je verovatnoća da će aerodromi koji su bliži gradovima primeniti određene mere.
 - d. Veća je verovatnoća da će aerodromi okruženi većom populacijom primeniti određene mere.
 - e. Veća je verovatnoća da će aerodromi koji se nalaze u državama s većim BDP-om primeniti određene mere.

Formiranje baze podataka

Istraživanje je sprovedeno na podacima za 2010. godinu i uključuje samo evropske aerodrome. Podaci o primenjenim merama za svaki aerodrom u uzorku su dobijeni iz *Boeing-ove* baze podataka (Boeing, 2016) i prikazani su u Prilogu 13. Kao i u prethodnom istraživanju opisanom u Poglavlju 4.1, korišćeni su isti podaci o broju operacija, broju PSS-a, BDP-u po stanovniku, udaljenosti aerodroma do centara gradova koje aerodrom opslužuje i broju stanovnika u gradovima u blizini aerodroma (Prilog 4).

Statistička analiza

Za ispitivanje međuzavisnosti parova primenjenih mera za smanjenje uticaja buke, korišćen je Hi-kvadrat test nezavisnosti kojim se utvrđuje da li postoje značajni odnosi između dve kategorijske promenljive.

Za određivanje verovatnoće primene posmatranih mera za smanjenje uticaja buke korišćena je *backwards* binarna logistička regresiona analiza, s obzirom na to da je zavisna promenljiva dihotomna (primena određene mere). Oblik modela je sledeći:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = c_0 + c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_kX_k$$

gde je:

p verovatnoća da je zavisna promenljiva jednaka jedan,

X_1, X_2, \dots, X_k su nezavisne promenljive (prediktori),

c_0, c_1, \dots, c_k su regresioni koeficijenti.

Korišćenjem logističke funkcije, linearna kombinacija nezavisnih promenljivih može se pretvoriti u verovatnoće. Za izračunavanje varijacije zavisne promenljive korišćeni su *Cox i Snell* i *Nagelkerke* R^2 indeksi.

Za statističke analize korišćen je softverski paket IBM SPSS Statistics (verzija 20).

Analiza dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka

Na osnovu definisane baze podataka izvršena je predložena statistička analiza čiji su rezultati prikazani u Poglavlju 4.2.2 a zaključci koji su na osnovu nje izvedeni prikazani su u Poglavlju 6.

Razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke

Na osnovu utvrđene veze između predloženih karakteristika aerodroma i primenjenih mera, kao i međuzavisnosti između samih mera u ovom delu istraživanja razvijen je alat za pomoć u odlučivanju menadžerima aerodroma pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke. Detaljniji prikaz predloženog alata dat je u Poglavlju 4.2.3.

4.2.2. Rezultati

Međuzavisnost mera za smanjenje uticaja buke

Jedan od ciljeva ovog istraživanja je da se utvrdi da li postoji značajna zavisnost između parova primenjenih mera za smanjenje buke. Za to je korišćen Hi-kvadrat test nezavisnosti kojim se ispituje da li postoje značajni odnosi između dve kategorijske promenljive. Svi parovi mera su bili testirani, ali će u disertaciji biti predstavljeni samo parovi između kojih je uočena statistička značajnost.

Rezultat Hi-kvadrat testa nezavisnosti između Ograničenja vremena rada aerodroma i Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a prikazan je u Tabeli 8. Tabela 8 pokazuje da od ukupnog broja aerodroma koji ne primenjuju Ograničenje vremena rada aerodroma, 73,3% aerodroma ne primenjuju ni Operativno ograničenje u korišćenju APU-a, dok njih 26,7% primenjuju; na aerodromima koji primenjuju Ograničenje vremena rada aerodroma, 46,8% ne primenjuje Operativno ograničenje u korišćenju APU-a dok 53,2% to čini.

Rezultat *Continuity correction* (CC) testa (posmatran kao korekcija Hi-kvadrat testa nezavisnosti obzirom da je tabela dimenzije 2x2) je 16,874, $p < 0,001$, pokazujući da postoji značajna zavisnost između Ograničenja vremena rada aerodroma i Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a.

Tabela 8. Hi-kvadrat test nezavisnosti (Ograničenje vremena rada aerodroma * Operativno ograničenje u korišćenju APU-a)

Ograničenje vremena rada aerodroma		Operativno ograničenje u korišćenju APU-a	
		0	1
Ukupno	0	88	32
	1	59	67
% unutar Ograničenje vremena rada aerodroma	0	73,3%	26,7%
	1	46,8%	53,2%

0 – mera nije primenjena

1 – mera je primenjena

Hi-kvadrat testovi nezavisnosti između svih ostalih parova mera za smanjenje uticaja buke obavljani su na isti način. Zbirni prikaz rezultata Hi-kvadrat testova nezavisnosti za osam parova mera koji takođe pokazuju značajnu međusobnu zavisnost su prikazani u Tabeli 9.

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Tabela 9. Zbirni prikaz rezultata Hi-kvadrat testova nezavisnosti

Ograničenje vremena rada aerodroma * Ograničenje testiranja motora vazduhoplova				Ograničenje vremena rada aerodroma * Napлата prekoračenja buke			
		0	1			0	1
Ukupno	0	61	59	Ukupno	0	91	29
	1	28	98		1	53	73
% u okviru Ograničenje	0	50,8%	49,2%	% u okviru	0	75,8%	24,2%
vremena rada	1	22,2%	77,8%	Ograničenje vremena	1	42,1%	57,9%
aerodroma				rada aerodroma			
CC		20,569	p<0,001	CC		27,504	p<0,001
Ograničenje vremena rada aerodroma * Preferentne poletno-sletne staze				Operativna ograničenja u korišćenju APU-a * Ograničenje testiranja motora vazduhoplova			
		0	1			0	1
Ukupno	0	79	41	Ukupno	0	72	75
	1	51	75		1	17	82
% u okviru Ograničenje	0	65,8%	34,2%	% u okviru Operativna	0	49%	51%
vremena rada	1	40,5%	59,5%	ograničenja u	1	17,2%	82,8%
aerodroma				korišćenju APU-a			
CC		14,858	p<0,001	CC		24,563	p<0,001
Operativna ograničenja u korišćenju APU- a * Preferentne poletno-sletne staze				Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 * Ograničenje nivoa buke			
		0	1			0	1
Ukupno	0	97	50	Ukupno	0	128	65
	1	33	66		1	16	37
% u okviru Operativna	0	66%	34%	% u okviru	0	66,3%	33,7%
ograničenja u	1	33,3%	66,7%	Ograničenja za	1	30,2%	69,8%
korišćenju APU-a				vazduhoplove			
CC		24,019	p<0,001	Poglavlja 2 i 3			
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 * Operativne norme				Ograničenje nivoa buke * Operativne norme			
		0	1			0	1
Ukupno	0	182	11	Ukupno	0	172	18
	1	25	28		1	35	21
% u okviru Ograničenja	0	94,3%	5,7%	% u okviru	0	90,5%	9,5%
za vazduhoplove	1	47,2%	52,8%	Ograničenje nivoa	1	62,5%	37,5%
Poglavlja 2 i 3				buke			
CC		65,75	p<0,001	CC		23,409	p<0,001
0 – mera nije primenjena 1 – mera je primenjena							

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Tabela 10 prikazuje grupnu zavisnost između mera za smanjenje uticaja buke gde znak * simbolizuje značajnost na nivou $p < 0,05$, dok znak ** simbolizuje značajnost na nivou $p < 0,01$. Iz Tabele 10 uočava se da od 45 parova mera, statistička značajnost na nivou $p < 0,01$ postoji između devet parova (znak **), statistička značajnost na nivou $p < 0,05$ postoji između 14 parova (znak *), dok između preostalih parova mera ne postoji statistički značajna veza ($p > 0,05$). Ovi rezultati su iskorišćeni kao ulazni podatak za obavljanje binarne logističke regresione analize koja je predstavljena u nastavku.

Tabela 10. Grupna zavisnost između mera za smanjenje uticaja buke

	Mere za smanjenje uticaja buke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ograničenje vremena rada aerodroma										
2	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	**									
3	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	*	**								
4	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	*	*	*							
5	Procedure za smanjenje buke		*								
6	Ograničenja „budžeta” buke										
7	Naplata prekoračenja buke	**		*	*						
8	Ograničenje nivoa buke	*	*		**		*				
9	Operativne norme	*		*	**			*	**		
10	Preferentne poletno-sletne staze	**	**				*		*		

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Binarna logistička regresiona analiza

Kao prvi korak, predviđano je uvođenje Ograničenja vremena rada aerodroma, na osnovu skupa nezavisnih promenljivih objašnjenih u Poglavlju 4.2.1. *Cox & Snell* i *Nagelkerke* R^2 vrednosti iznose 0,278 i 0,371 respektivno, pokazujući količinu varijacije zavisne promenljive objašnjene modelom. Tabela 11 prikazuje rezultate poslednjeg koraka binarnog logističkog regresionog modela.

Tabela 11. Logistički regresioni model za Ograničenje vremena rada aerodroma

	Regresioni koeficijenti	Wald test	Značajnost
Broj PSS	-0,531	4,852	0,028
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	0,948	8,420	0,004
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	2,074	17,002	0,000
Naplata prekoračenja buke	1,177	13,687	0,000
Preferentne poletno-sletne staze	1,095	11,864	0,001
Konstanta	-1,129	8,827	0,003

Tabela 11 pokazuje da faktori koji značajno utiču na uvođenje Ograničenja vremena rada aerodroma su: broj PSS, Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3, Naplata

prekoračenja buke, Ograničenje testiranja motora vazduhoplova i Preferentne poletno-sletne staze. Negativni regresioni koeficijent za nezavisnu promenljivu broj PSS pokazuje da je manje verovatno da će aerodromi s više PSS primeniti Ograničenje vremena rada aerodroma. Pozitivni koeficijenti regresije za ostale nezavisne promenljive ukazuju na to da će aerodromi koji su primenili ove mere najverovatnije primeniti i Ograničenje vremena rada aerodroma. Najviša vrednost *Wald*-ovog testa je dobijena za Ograničenje za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 što pokazuje da ova mera ima najveći uticaj na uvođenje Ograničenja vremena rada aerodroma u poređenju s drugim merama.

Tabela 12 pokazuje tačnost klasifikacije. Za 98 aerodroma koji nisu primenili meru Ograničenje vremena rada aerodroma predviđeno je da je neće primeniti, a za 93 aerodroma koja su primenili ovu meru predviđeno je da će je primeniti. Ovi aerodromi su pravilno klasifikovani. Suprotno tome, za 22 aerodroma koji nisu primenili ovu meru predviđeno je da će je primeniti, dok za 33 aerodroma koji su primenili ovu meru predviđeno je da je neće primeniti. Ovi aerodromi su pogrešno klasifikovani. Ukupna tačnost klasifikacije je 77,6%.

Tabela 12. Tabela klasifikacije za Ograničenje vremena rada aerodroma

Posmatrani	Ograničenje vremena rada aerodroma		% Tačnosti
	Predviđeni		
	0	1	
0	98	22	81,7
1	33	93	73,8
Ukupno%			77,6

0 – mera nije primenjena

1 – mera je primenjena

Predviđanje uvođenja Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a urađeno je na sličan način. *Cox & Snell* i *Nagelkerke* R^2 vrednosti su 0,264 i 0,357, što pokazuje količinu varijabiliteta zavisne promenljive objašnjene modelom. Tabela 13 prikazuje rezultate poslednjeg koraka binarnog logističkog regresionog modela. Iz tabele se može videti da na uvođenje Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a značajno utiču: Ograničenje vremena rada aerodroma, Naplata prekoračenja buke, Ograničenje testiranja motora vazduhoplova, BDP po stanovniku (u hiljadama), Procedure za smanjenje buke i Preferentne poletno-sletne staze.

Tabela 13. Logistički regresioni model za Operativno ograničenje u korišćenju APU-a

	Regresioni koeficijenti	Wald test	Značajnost
BDP po stanovniku (u hiljadama)	0,034	10,403	0,001
Ograničenje vremena rada aerodroma	0,823	5,830	0,016
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	1,578	18,221	0,000
Procedure za smanjenje buke	1,206	5,650	0,017
Naplata prekoračenja buke	-0,702	4,092	0,043
Preferentne poletno-sletne staze	1,333	17,860	0,000
Konstanta	-4,671	39,178	0,000

Negativni regresioni koeficijent za nezavisnu promenljivu Naplata prekoračenja buke pokazuje da je manje verovatno da će aerodromi koji primenjuju ovu meru primeniti Operativno ograničenje u korišćenju APU-a. Pozitivni koeficijent regresije za nezavisnu promenljivu BDP po stanovniku (u hiljadama) ukazuje na to da će aerodromi koji se nalaze u državama s većim BDP-om najverovatnije primeniti Operativno ograničenje u korišćenju APU-a. Takođe, pozitivni koeficijenti regresije za ostale nezavisne promenljive ukazuju na to da će aerodromi koji su primenili Ograničenje vremena rada aerodroma, Ograničenje testiranja motora vazduhoplova, Procedure za smanjenje buke i Preferentne poletno-sletne staze najverovatnije primeniti i Operativno ograničenje u korišćenju APU-a.

Najviša vrednost *Wald*-ovog testa je dobijena za Ograničenje testiranja motora vazduhoplova što pokazuje da ova mera ima najveći uticaj na uvođenje Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a u poređenju sa drugim merama.

Tabela 14 pokazuje tačnost klasifikacije. Za 115 aerodroma koji nisu primenili meru Operativno ograničenje u korišćenju APU-a predviđeno je da je neće primeniti, a za 64 aerodroma koja su primenili ovu meru predviđeno je da će je primeniti. Ovi aerodromi su pravilno klasifikovani. Suprotno tome, za 32 aerodroma koja nisu primenila ovu meru predviđeno je da će je primeniti, dok za 35 aerodroma koji su primenili ovu meru, predviđeno je da je neće primeniti. Ovi aerodromi su pogrešno klasifikovani. Ukupna tačnost klasifikacije je 72,8%.

Predviđanje uvođenja ostalih osam mera urađeno je na sličan način. Zato se rezultati poslednjeg koraka binarnih logističkih regresionih modela kao i tačnost klasifikacije za ovih osam mera nalaze u Prilogu 14.

Tabela 14. Tabela klasifikacije za Operativno ograničenje u korišćenju APU-a

Posmatrani	Operativno ograničenje u korišćenju APU-a		% Tačnosti
	Predviđeni 0	1	
0	115	32	78,2
1	35	64	64,6
Ukupno%			72,8

0 – mera nije primenjena

1 – mera je primenjena

Prikaz vrednosti *Cox & Snell* i *Nagelkerke* R^2 koeficijenata kao i procenat tačnosti klasifikacije za deset mera za smanjenje uticaja buke dat je u Tabeli 15.

Tabela 15. Rezultati binarnih logističkih regresionih modela

Mere za smanjenje uticaja buke	Rezultat modela		Tabela klasifikacije
	<i>Cox & Snell</i> R^2	<i>Nagelkerke</i> R^2	Ukupno %
Ograničenje vremena rada aerodroma	0,278	0,371	77,64
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	0,264	0,357	72,76
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	0,235	0,322	79,27
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	0,359	0,555	89,02
Procedure za smanjenje buke	0,097	0,176	86,18
Ograničenja „budžeta” buke	0,072	0,318	97,60
Naplata prekoračenja buke	0,196	0,264	72,00
Ograničenje nivoa buke	0,179	0,272	78,90
Operativne norme	0,276	0,474	88,60
Preferentne poletno-sletne staze	0,179	0,239	67,50

Tabela 15 pokazuje da je najveća vrednost za koeficijente *Cox & Snell* i *Nagelkerke* R^2 (0,359 i 0,555 respektivno) dobijena za Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3. Ovo znači da nezavisne promenljive koje značajno utiču na uvođenje Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 objašnjavaju oko 55% varijabiliteta zavisne promenljive. Ukupna tačnost klasifikacije za ovu meru je 89,02%. Najmanja vrednost za koeficijent *Nagelkerke* dobijena je za Procedure za smanjenje buke. Ukupna tačnost klasifikacije kreće se u rasponu od 67,5% za Preferentne poletno-sletne staze do 97,6% za Ograničenja „budžeta” buke. Prilikom interpretacije dobijenih rezultata u vezi s faktorima koji utiču na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke veoma je važno uzeti u obzir vrednosti *Cox & Snell* i *Nagelkerke* R^2 koeficijenata.

Diskusija rezultata

Uticaj nezavisnih promenljivih na mere za smanjenje uticaja buke prikazan je u Tabeli 16. Znak „+” predstavlja pozitivnu zavisnost sa stepenom značajnosti $p < 0,05$, dok znak „++” predstavlja pozitivnu zavisnost sa stepenom značajnosti $p < 0,01$. Suprotno tome, znak „-” označava negativnu zavisnost sa stepenom značajnosti $p < 0,05$. Nezavisne promenljive koje nisu označene ne utiču značajno na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke.

Faktori koji značajno utiču na uvođenje Ograničenja vremena rada aerodroma i Operativna ograničenja u korišćenju APU-a već su prethodno diskutovani.

Tabela 16 pokazuje da na primer na uvođenje Ograničenja testiranja motora vazduhoplova značajno utiču sledeći faktori: broj operacija (u hiljadama), Operativna ograničenja u korišćenju APU-a, Ograničenje vremena rada aerodroma i Operativne norme, svi s pozitivnim uticajem. Uvođenje Procedura za smanjenje buke zavisi od toga da li su uvedena Operativna ograničenja u korišćenju APU-a ali i od broj stanovnika u okolini aerodroma. Ova zavisnost ukazuje da je verovatnije da će aerodromi okruženi velikim brojem stanovnika uvesti procedure za smanjenje buke kako bi smanjili nivo buke ili prilagoditi procedure u odlasku i dolasku zbog izbegavanja preletanja gusto naseljenih oblasti. Negativna zavisnost uočena je za meru Ograničenje vremena rada aerodroma, što znači da je malo verovatno da će aerodromi koji su uveli ovu meru primeniti Procedure za smanjenje buke. Svakako, uzimajući u obzir da su vrednosti *Cox & Snell* i *Nagelkerke* R^2 koeficijentata veoma male (0,097 i 0,176 respektivno) treba biti oprezan pri tumačenju ovih rezultata.

Na osnovu zavisnosti između karakteristika aerodroma i mera za smanjenje uticaja buke, iz Tabele 16 se može videti da broj operacija značajno utiče na uvođenje Ograničenja testiranja motora vazduhoplova, Naplatu prekoračenja buke i Ograničenje nivoa buke. BDP po stanovniku utiče na uvođenje Naplate prekoračenja buke i Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a. Broj PSS-a je u negativnoj zavisnosti s Operativnim normama i Ograničenjem vremena rada aerodroma, a u pozitivnoj zavisnosti s Preferentnim poletno-sletnim stazama, Ograničenjem za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 i Ograničenjem „budžeta” buke. Broj stanovnika u okolini aerodroma

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

pokazao je pozitivnu zavisnost s Operativnim normama i Procedurama za smanjenje buke. Rastojanje aerodroma od centra grada je nezavisna promenljiva koja ne utiče ni na jednu meru za smanjenje uticaja buke. Ovaj zaključak je u skladu s rezultatima studije sprovedene na 17 aerodroma u Engleskoj, gde je pokazano da blagostanje ljudi i život u neposrednoj blizini aerodroma nisu povezani (Lawton and Fujiwara, 2016). To bi značilo ili da udaljenost aerodroma od grada nikako nije povezana s problemom buke ili da pozitivni aspekt života u blizini aerodroma (npr. poboljšana transportna infrastruktura, više radnih mesta, jednostavan pristup aerodromu) nadoknađuju negativne efekte koje samo postojanje aerodroma prouzrokuje (npr. buka, aerozagađenje, saobraćajne gužve) (Lawton and Fujiwara, 2016).

Ovi rezultati pokazuju da su sve hipoteze postavljene na početku ovog istraživanja potvrđene, osim hipoteze u vezi s rastojanjem aerodroma od centra grada.

Tabela 16. Uticaj nezavisnih promenljivih na mere za smanjenje uticaja buke

		Zavisne promenljive									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nezavisne promenljive	Broj operacija (u hiljadama)			++				++	+		
	BDP po stanovniku (u hiljadama)		++					++			
	Broj PSS	-			++		++			-	++
	Udaljenost aerodroma od grada koji opslužuje										
	Populacija – svi gradovi (u hiljadama)					++				++	
	1 Ograničenje vremena rada aerodroma		+	+	++	-		++			++
	2 Operativna ograničenja u korišćenju APU-a			++		++					++
	3 Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	++	++							+	
	4 Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	++							++	++	
	5 Procedure za smanjenje buke		+								
6 Ograničenja „budžeta” buke											
7 Naplata prekoračenja buke	++	-		+							
8 Ograničenje nivoa buke				++					+		
9 Operativne norme			+	++							
10 Preferentne poletno-sletne staze	++	++						+			

Legenda:

- + pozitivni regresioni koeficijent, nivo značajnosti $p < 0,05$;
- ++ pozitivni regresioni koeficijent, nivo značajnosti $p < 0,01$;
- negativni regresioni koeficijent, nivo značajnosti $p < 0,05$;
- negativni regresioni koeficijent, nivo značajnosti $p < 0,01$;

4.2.3. Alat za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima

Dobijeni rezultati u Poglavlju 4.2.2 koji ukazuju na značajnu vezu između određenih karakteristika u vezi s aerodromom i njegovim okruženjem i primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima iskorišćeni su za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke (u daljem tekstu: alat).

Cilj ovog alata je da menadžerima aerodroma pomogne u izboru mera za smanjenje uticaja buke na osnovu saznanja o tome koje su mere primenili aerodromi sa sličnim karakteristikama. Korišćenjem ovog alata moguće je odrediti kolika je verovatnoća da će određena mera za smanjenje uticaja buke biti primenjena u zavisnosti od određenih karakteristika u vezi s aerodromom i njegovim okruženjem za koje je analizom izvršenom u okviru ove disertacije pokazano da imaju uticaj na posmatranu meru. Pored toga, ovakav alat se može koristiti i u planerske svrhe gde se na osnovu promena pomenutih karakteristika u vezi s aerodromom (npr. povećanje broja operacija, broja PSS-a ili broja stanovnika u okolini aerodroma) može predvideti koje bi mere za smanjenje uticaja buke aerodrom tada trebalo da uvede.

Važno je napomenuti da ovaj alat daje samo preporuke koje ne moraju nužno biti u skladu sa specifičnom situacijom na samom aerodromu i zato je za svaki aerodrom pojedinačno potrebno odlučiti koja će mera ili kombinacija mera biti primenjena.

Alat za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima napravljen je u programu *Microsoft Excel* 10. Korišćenjem standardnih formula u *MS Excel*-u, uneti su rezultati binarnih logističkih regresionih modela. Za dobijanje informacije o verovatnoći primene određenih mera za smanjenje uticaja buke, potrebno je da korisnik unese sledeće podatke: godišnji broj operacija na aerodromu izražen u hiljadama, broj poletno-sletnih staza, BDP po stanovniku države u kojoj se aerodrom nalazi (u hiljadama američkih dolara), broj stanovnika gradova koje aerodrom opslužuje (u hiljadama), kao i informaciju o tome koje su mere za smanjenje uticaja buke do sada primenjene. Nakon unosa traženih podataka, alat formulama koje se baziraju na vezama između karakteristika aerodroma i mera za smanjenje uticaja buke,

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

ali i međusobnim vezama između samih mera, izračunava i prikazuje kolika je verovatnoća da će određena mera biti primenjena.

Radi demonstracije mogućnosti samog alata, ovde je prikazan hipotetički primer za Aerodrom „Nikola Tesla” u Beogradu za podatke iz 2016. godine. Broj operacija na ovom aerodromu u posmatranoj godini bio je 58.633, BDP po stanovniku za Republiku Srbiju iznosio je 5.348,29 američkih dolara, dok je broj stanovnika za grad Beograd prema poslednjem popisu iz 2011. godine bio 1.659.440. Aerodrom „Nikola Tesla” ima jednu poletno-sletnu stazu i prema podacima iz Zbornika vazduhoplovnih informacija primenjuje jednu meru za smanjenje uticaja buke, i to Procedure za smanjenje buke. Nakon što su sve te informacije unete u predviđena polja u okviru alata, dobijene su verovatnoće primene svih ostalih mera koje Aerodrom „Nikola Tesla” ima na raspolaganju i one su prikazane u Tabeli 17 kao osnovni scenario. Pored osnovnog scenarija, u Tabeli 17 prikazane su verovatnoće primene različitih mera za još četiri scenarija za Aerodrom „Nikola Tesla”. Pretpostavke za svaki od četiri scenarija i rezultati biće ukratko objašnjene u daljem tekstu.

Tabela 17. Verovatnoća uvođenja mera za smanjenje uticaja buke na primeru Aerodroma „Nikola Tesla”

Mere za smanjenje uticaja buke	Verovatnoća uvođenja mera za smanjenje uticaja buke				
	Osnovni scenario	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Ograničenje vremena rada aerodroma	0,16	0,33	0,33	0,22	0,22
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	0,04	0,15	0,15	0,15	0,21
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	0,50	✓	✓	✓	✓
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Procedure za smanjenje buke	✓	✓	✓	✓	✓
Ograničenja „budžeta” buke	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Naplata prekoračenja buke	0,14	0,14	0,21	0,21	0,26
Ograničenje nivoa buke	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
Operativne norme	0,02	0,11	0,11	0,06	0,06
Preferentne poletno-sletne staze	0,21	0,21	0,21	0,38	0,38

Radi predviđanja budućih situacija, u okviru **scenarija jedan** pretpostavljeno je da će aerodrom uvesti Ograničenje testiranja motora vazduhoplova, imajući u vidu da je prema osnovnom scenariju verovatnoća uvođenja ove mere preko 0,5. Iz Tabele 17 se sada može videti da su se verovatnoće primene za tri mere (Ograničenje vremena rada

aerodroma, Operativna ograničenja u korišćenju APU-a i Operativne norme) povećale, dok su vrednosti verovatnoća za preostalih pet mera ostale iste.

U okviru **drugog scenarija** pokazan je uticaj povećanja broja operacija na promenu verovatnoća uvođenja mera za smanjenje uticaja buke. Ukoliko bi na Aerodromu „Nikola Tesla” došlo do povećanja broja operacija od 100%, a ostali isti uslovi kao u scenariju jedan, to bi uticalo na povećanje verovatnoće uvođenja naplate prekoračenja buke s 0,14 na 0,21 i ograničenja nivoa buke s 0,10 na 0,13. Verovatnoće uvođenja ostalih mera bi ostale nepromenjene (Tabela 17).

U **scenariju tri**, u odnosu na scenario dva, pretpostavljena je izgradnja nove PSS. S dve PSS i istim karakteristikama kao u scenariju dva verovatnoća uvođenja preferentnih PSS-a povećala bi se s 0,21 na 0,38. Povećanje broja PSS negativno bi uticalo na verovatnoću primene ograničenja vremena rada aerodroma, kao i na uvođenje operativnih normi.

U **četvrtom scenariju** testiran je uticaj povećanja BDP-a po stanovniku na verovatnoću primene mera za smanjenje uticaja buke. Ukoliko bi se BDP u Republici Srbiji povećao tri puta, povećala bi se verovatnoća uvođenja operativnih ograničenja u korišćenju APU-a i verovatnoća uvođenja naplate zbog prekoračenja buke, a verovatnoće uvođenja ostalih mera bi ostale nepromenjene.

Testiranjem različitih scenarija, menadžeri aerodroma bi korišćenjem predloženog alata mogli da predvide koje mere bi najverovatnije trebalo da primene prema uzoru na ostale aerodrome u zavisnosti od unetih karakteristika aerodroma i okruženja.

Naravno, ovaj alat daje samo preporuke koje ne moraju nužno biti u skladu sa specifičnom situacijom na samom aerodromu i zato je za svaki aerodrom pojedinačno potrebno odlučiti koja će mera ili kombinacija mera biti primenjena. Takođe, treba imati u vidu da je regresioni model dobijen na osnovu određenog opsega ulaznih parametara i da se rešenja mogu ispravno tumačiti samo u takvom ili približnom opsegu vrednosti.

4.3. Anketa u vezi s merama za smanjenje uticaja buke

Nakon prethodno sprovedenih i opisanih istraživanja u Poglavljima 4.1 i 4.2, uočeno je da pored faktora za koje je pokazano da utiču na broj primenjenih mera, ali i na svaku meru pojedinačno, postoje i dodatni faktori zbog kojih aerodromi primenjuju mere za smanjenje uticaja buke. Pored toga, primećena je potreba za detaljnijom klasifikacijom mera u odnosu na *Boeing*-ovu podelu mera koja je korišćena u istraživanjima opisanim u Poglavljima 4.1 i 4.2. Prema *Boeing*-u, različite procedure u poletanju i sletanju generalizovane su pod samo jednom merom pod nazivom Procedure za smanjenje buke. Drugačije podele mera predstavljene u Prilogu 1 pod procedurama za smanjenje buke razlikuju mere kao što su povećanje ugla ravni poniranja, upravljanje flapsovima, ograničena upotreba obrnutog potiska, kao i odvojeno definisanje procedura za smanjenje buke u poletanju od onih u sletanju. Ukoliko bi se ovakve mere posmatrale zasebno, promenio bi se ukupan broj mera za smanjenje uticaja buke po aerodromima i realnije bi bio prikazan stvarni doprinos aerodroma u rešavanju problema buke. Zato je u istraživanju u okviru ovog poglavlja predložena klasifikacija koja prepoznaje 27 različitih mera za smanjenje uticaja buke, podeljenih u šest grupa mera (videti Prilog 2).

Pregledom literature prikazanom u Poglavlju 2 uočeno je da trenutna dostupna literatura ne pruža adekvatne odgovore na pitanja u vezi s motivacijom aerodroma da primenjuju mere za smanjenje uticaja buke, niti o efektima dosadašnjih mera za smanjenje uticaja buke u rešavanju problema buke na aerodromima. Takođe, u pregledu literature nisu pronađene studije o neophodnim resursima i glavnim barijerama na koje su aerodromi nailazili prilikom primene mera za smanjenje uticaja buke. Zato se u ovom istraživanju predlaže anketa kao metod pomoću kojeg će se neophodni podaci prikupiti direktno od službi odgovornih za primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima.

U okviru ovog poglavlja biće prikazana metodologija istraživanja (4.3.1), sprovedena pilot anketa (4.3.2) i anketa na planiranom uzorku (4.3.3) kao i dobijeni rezultati na osnovu sprovedene ankete (4.3.4) dok će zaključna razmatranja biti data u okviru Poglavlja 6.

4.3.1. Metodologija istraživanja

Radi sprovođenja planirane ankete predložena je metodologija koja se sastoji iz sledećih koraka:

1. Priprema za sprovođenje ankete.
2. Sprovođenje pilot-ankete.
3. Sprovođenje ankete na planiranom uzorku.
4. Priprema prikupljenih podataka.
5. Statistička analiza.
6. Analiza dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka.

Priprema za sprovođenje ankete

Aktivnosti pre sprovođenja ankete podrazumevaju definisanje cilja istraživanja, definisanje populacije, izbor uzoračkog okvira i projektovanje uzorka, izbor metode prikupljanja podataka, dizajn upitnika i pravljenje procedure sprovođenja ankete.

Definisanje cilja istraživanja

Ciljevi istraživanja opisanog u ovom poglavlju su da se:

1. utvrdi koji su glavni problemi vezani za buku vazduhoplova na aerodromima;
2. utvrde motivi aerodroma za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke;
3. utvrde neophodni resursi i glavne barijere za implementaciju mera za smanjenje uticaja buke;
4. utvrde efekti dosadašnjih mera za smanjenje uticaja buke u rešavanju problema buke na aerodromima;
5. identifikuju trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima u bliskoj budućnosti;
6. ispita eventualna mogućnost definisanja novih mera za smanjenje uticaja buke na osnovu analiziranja efekata dosadašnjih mera i barijera u njihovoj primeni.

Sprovođenjem ankete, u okviru ovog istraživanja, planirano je prikupljanje i ažuriranje sledećih podataka:

1. broj i vrsta uvedenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima;

2. broj i intenzitet žalbi stanovništva u vezi s bukom na aerodromima;
3. podaci o aerodromima u vezi s brojem PSS-a, broja operacija, broja putnika, blizine naselja, broja stanovnika u okolini aerodroma, sistema za praćenje (monitoring) buke, strukture flote, itd.

Kao i u prethodnim istraživanjima opisanim u Poglavljima 4.1 i 4.2, jedan od ciljeva i u ovom istraživanju jeste pronalaženje faktora koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima.

Imajući u vidu da se anketom planira prikupljanje podataka o dodatnim faktorima koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera, a koji nisu bili dostupni u prethodnih istraživanjima (kao npr. broj žalbi, dužina trajanja problema buke, kvantifikacija problema buke, stepen tolerancije okolnog stanovništva na buku, struktura flote, broj monitoring stanica...) u ovom istraživanju će za veći broj faktora biti ispitan stepen povezanosti s merama za smanjenje uticaja buke.

Definisanje populacije, uzoračkog okvira i planiranje uzorka

Na početku sprovođenja ankete jedan od osnovnih koraka jeste prepoznavanje i definisanje željene populacije. „Ciljna populacija je strogo definisan skup elemenata o kojima istraživač želi da sazna nove informacije” (Paskota, 2007). Da bi se precizno definisao skup elemenata koji čine populaciju, potrebno je razjasniti na koje se sve aerodrome odnosi posmatrano istraživanje.

Najšire definisano, populaciju u ovom istraživanju čine aerodromi koji primenjuju neku od mera za smanjenje uticaja buke. Za preciznije definisanje populacije, često se koriste neka od ograničenja koja su opisana u Prilogu 15.

Pošto je istraživanje sprovedeno tokom 2015. godine, većina pitanja u vezi s poslovanjem aerodroma i primenom mera za smanjenje uticaja buke odnosila su se na podatke iz 2014. godine. Zato je u ovom istraživanju populacija definisana na sledeći način: aerodromi u Evropi u 2014. godini koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke.

Nakon definisanja populacije, odlučeno je da se prikupljaju podaci samo za određeni broj elemenata populacije (uzorak). Način na koji je određen uzorački okvir prikazan je u Prilogu 15.

Uzorački okvir u ovom istraživanju čini unija tri različita skupa aerodroma:

- aerodromi u Evropi sa 100 i više operacija dnevno,
- aerodromi koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke prema *Boeing*-ovoj bazi,
- aerodromi koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke prema AIP-u.

Ukupna populacija za uzorkovanje broji 430 aerodroma koje je potrebno anketirati i oni su prikazani u Prilogu 16.

Izbor metode prikupljanja podataka

Za prikupljanje neophodnih podataka za kvantitativno istraživanje korišćena je anketa. Anketa je sprovedena slanjem linka za popunjavanje onlajn upitnika na i-mejl adrese ispitanika.

Kreiranje upitnika

Prema definiciji upitnikom se smatra obrazac ili standardizovan skup stavki čiji je redosled najčešće fiksna i koji istovremeno služi i za merenje i za zapisivanje podataka (Paskota, 2007). Može se definisati i kao protokol za prikupljanje podataka, i kao takav predstavlja deo interakcije na relaciji istraživač – (anketar) – ispitanik (Paskota, 2007).

Prilikom sastavljanja upitnika za ovo istraživanje korišćena su iskustva iz prethodnih anketa i dobra praksa (Brace, 2008; Fields et al., 2001). Posebno se vodilo računa da svako pitanje zadovolji sledeće kriterijume: da ispitanik razume značenje i svrhu pitanja, da raspolaze potrebnim podacima i da ima spremnost i motiv da saopšti potrebne informacije. Pored toga, razmatrano je da li je pitanje nedvosmisleno i dovoljno jasno, kao i da li postoji slaganje pitanja i ponuđenih odgovora. Izbegavana je upotreba stručnih izraza sa kojima se pretpostavljalo da ispitanik nije upoznat. Uzeta je u obzir i mogućnost da ispitanik zna odgovor na pitanje i da poseduje traženu informaciju.

Za pravljenje onlajn upitnika korišćena je *LimeSurvey* platforma (Schmitz, 2017) koja je bila postavljena na serveru Saobraćajnog fakulteta.

U Prilogu 17 dat je izgled upitnika. S obzirom na to da se za nekoliko pitanja koriste filteri kojima se određena pitanja preskaču i ne prikazuju svim ispitanicima, u prilogu je predstavljena papirna forma upitnika koja ima istu svrhu i tekst, ali drugačiji dizajn u odnosu na stvarno korišćeni onlajn upitnik.

Procedura za sprovođenje ankete

Svrha procedure za sprovođenje ankete je da se proces prikupljanja podataka kontaktiranjem zaposlenih na aerodromu vrši na definisan način. Svi koraci od početka uspostavljanja kontakta s ispitanikom do završetka komunikacije opisani su u proceduri i grafički predstavljeni u Prilogu 18.

Sprovođenje pilot-ankete

Pre sprovođenja ankete na planiranom uzorku važno je sprovesti pilot-anketu na manjem uzorku da bi se ukazalo na eventualne nedostatke upitnika, prpratnih pisama i/ili same procedure sprovođenja ankete. Dobra praksa je da uzorak koji će učestvovati u pilot-anketi bude izabran na slučajan način radi objektivnosti. Pored toga, treba voditi računa da slučajno izabran uzorak odražava različite tipove aerodroma prema broju operacija, državi u kojoj se nalaze i broju mera za smanjenje uticaja buke. Na osnovu uočenih grešaka iz pilot-ankete potrebno je prilagoditi upitnik i proceduru za sprovođenje ankete pre sprovođenja ankete na planiranom uzorku. Sprovođenje pilot-ankete detaljnije je predstavljeno u Poglavlju 4.3.2.

Sprovođenje ankete na planiranom uzorku

Kao što se može zaključiti na osnovu prethodno napisanog, postoji veliki broj koraka koji pripadaju procesu planiranja ankete i koji se realizuju pre samog sprovođenja ankete na planiranom uzorku. U ovom koraku upitnik se šalje svim ispitanicima u uzorku. Sprovođenje ankete na planiranom uzorku detaljnije je predstavljeno u Poglavlju 4.3.3.

Priprema prikupljenih podataka

Sprovođenjem ankete na planiranom uzorku podaci se prikupljaju, nakon čega je podatke potrebno pripremiti za analizu. Iako se priprema podataka za analizu vrši od samog početka istraživanja, najveći deo pripreme se obavlja neposredno nakon prikupljanja a pre analize podataka. Priprema podataka za analizu podrazumeva izbor formata, šifriranje, unos i čišćenje podataka, rekodiranje, imputaciju i ponderisanje.

Statistička analiza

Deskriptivna statistička analiza korišćena je za opisivanje anketom prikupljenih odgovora. Radi određivanja faktora koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima korišćeni su neparametarski statistički testovi (Mann-Whitney test i Spirmanov koeficijent korelacije rangova).

Analiza dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka

Na osnovu prikupljenih podataka anketom izvršena je predložena statistička analiza čiji su rezultati predstavljeni u Poglavlju 4.3.4 a zaključci koji su na osnovu nje izvedeni prikazani su u Poglavlju 6.

4.3.2. Pilot-anketa

Za potrebe pilot-ankete, na slučajan način odabrano je 40 aerodroma iz uzorka što čini okvirno 10% populacije. Radi ravnomernog izbora velikih i malih aerodroma za pilot-anketu, srazmerno udelu u populaciji, aerodromi su podeljeni u tri grupe prema broju operacija. U prvoj grupi nalazili su se aerodromi do 30 operacija dnevno, u drugoj aerodromi između 30 i 100 operacija, dok su aerodromi s preko 100 operacija dnevno bili u trećoj grupi. Aerodromi su izabrani na slučajan način za svaku grupu posebno.

Stopa odgovora u pilot-anketi prikazana je u Tabeli 18. Od 40 ispitanika njih devet je popunilo upitnik, jedan je dao nepotpun odgovor, dok 30 ispitanika nije odgovorilo na upitnik. Ukupna stopa odgovora iznosila je 25%. Iako je čak polovina kontaktiranih ispitanika u pilot-anketi (njih 20) bila s aerodroma koji imaju manje od 30 operacija dnevno (prva grupa aerodroma), nijedan od njih nije popunio upitnik.

Tabela 18. Stopa odgovora u pilot-anketi

Faza istraživanja	Delimičan odgovor	Potpun odgovor	Neodgovor	Ukupno
Pozivno pismo	0	4	36	40
Prvi podsetnik	0	1	35	36
Drugi podsetnik	1	4	30	35
Ukupno	1	9	30	40

Tokom sprovođenja pilot-ankete uočeno je da je prosečno vreme popunjavanja upitnika iznad procenjenog vremena od 15 minuta. Zato su unete određene izmene u upitniku kako bi se ubrzao proces popunjavanja. Nakon izmena upitnika, propratnih pisama i procedure za sprovođenje ankete, pristupilo se realizaciji ankete na planiranom uzorku.

4.3.3. Anketa na planiranom uzorku

Nakon pilot-ankete usledilo je slanje upitnika na planiranom uzorku. S obzirom na to da upitnik nije suštinski bitno promenjen nakon pilot-ankete, s ispitanicima koji su učestvovali u pilot-anketi nije opet kontaktirano već su njihovi prethodni odgovori uzeti u obzir. U okviru sprovođenja pilot-ankete i ankete na planiranom uzorku ukupno je kontaktirano s 235 aerodroma. Zbog određenog broja nevažećih imejl adresa, što je ustanovljeno tek nakon slanja pozivnog pisma, i dodatnog vremena potrebnog da se pronađu novi kontakti, većina pozivnih pisama poslata je u periodu 23. 11 – 8. 12. 2015. godine.

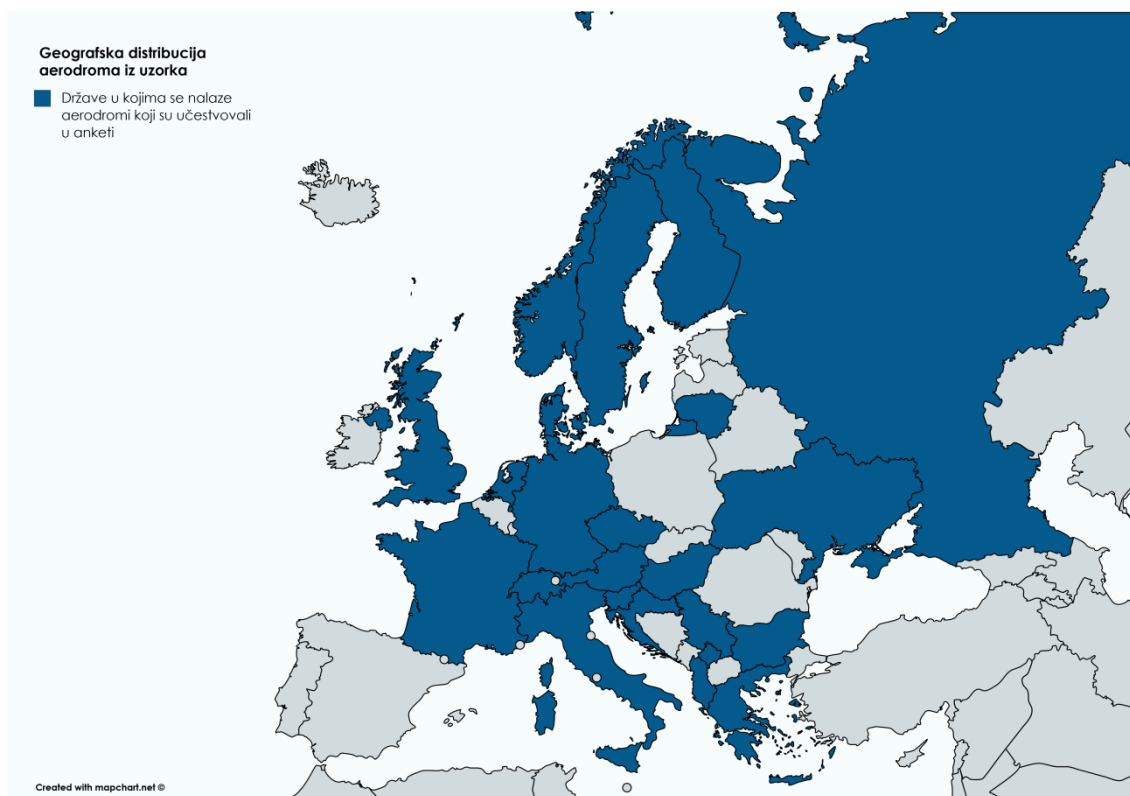
Ukupno 52 aerodroma iz 22 evropske države učestvovalo je u ovom istraživanju. Prikaz država u kojima se nalaze aerodromi koji su učestvovali u anketi dat je na Slici 18.

Stopa odgovora za anketu na planiranom uzorku, uključujući i odgovore prikupljene pilot-anketom, prikazana je u Tabeli 19.

Tabela 19. Stopa odgovora za anketu na planiranom uzorku

Faza istraživanja	Delimičan odgovor	Potpun odgovor	Neodgovor	Ukupno
Pilot-anketa	1	9	30	40
Pozivno pismo	8	19	168	195
Prvi podsetnik	0	21	155	176
Drugi podsetnik	8	3	144	155
Ukupno	17	52	166	235

Pregled dobijenih odgovora po svakom pitanju iz upitnika dat je u Prilogu 19.



Slika 18. Geografska distribucija aerodroma iz uzorka

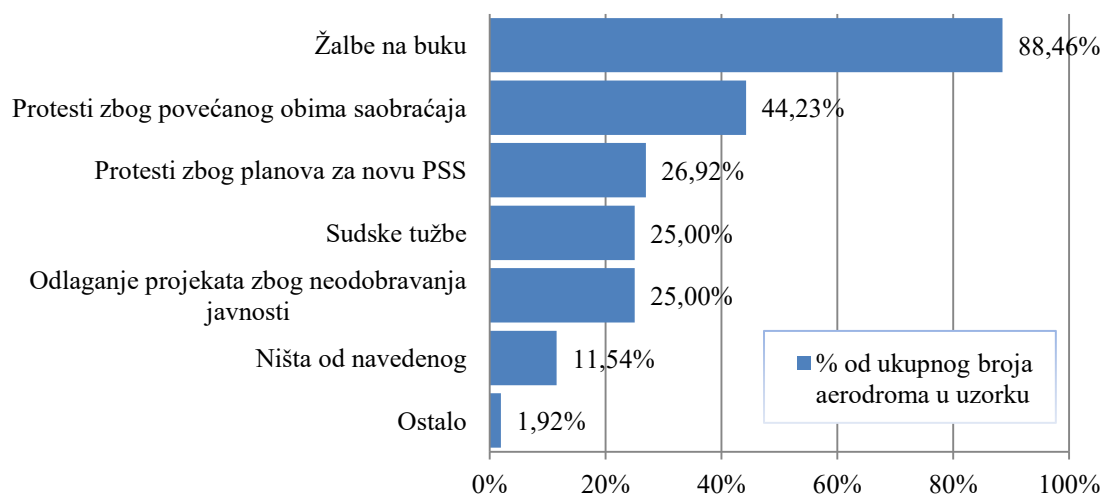
4.3.4. Rezultati istraživanja

Deskriptivnom statistikom ovde su detaljnije opisani odgovori koji se neposredno tiču ciljeva istraživanja. Na osnovu odgovora dobijenih anketom sprovedene su statističke analize radi određivanja faktora koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima i dobijeni rezultati prikazani su u okviru ovog poglavlja.

Glavni problemi u vezi s bukom vazduhoplova na aerodromima

Druga grupa pitanja u okviru upitnika bila je posvećena problemima buke na aerodromu. Od ukupnog broja ispitanika, četvrtina njih je odgovorila da problem buke trenutno nije prisutan na njihovom aerodromu, iako primenjuju mere za smanjenje uticaja buke. Kao razlog za to navedeno je da je problem buke postojao ranije, a da se s primenom mera nastavilo. Ostalih 75% ispitanika konstatovalo je da je problem buke na njihovom aerodromu prisutan trenutno. Na Slici 19 prikazani su glavni problemi buke na aerodromima u relativnim vrednostima dok su apsolutne vrednosti prikazane u pregledu odgovora u okviru ankete (Prilog 19, pitanje 3). Ispitanici su imali na

raspolaganju da izaberu više ponuđenih odgovora i/ili da izborom opcije „ostalo” na svoj način opišu problem buke na svom aerodromu. Čak 88,46% aerodroma koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke imalo je pritužbe stanovništva na buku. Povećani obim saobraćaja u 44,23% slučajeva uzrokovao je proteste stanovništva zbog buke koju takav saobraćaj generiše. Proteste stanovništva zbog planova za izgradnju nove poletno-sletne staze imalo je 26,92% aerodroma. Problem buke kod svakog četvrtog aerodroma dovede do sudske tužbe koju građani pokreću protiv aerodroma. Takođe, 25% aerodroma je navelo da je zbog negodovanja javnosti zbog buke bilo primorano da odloži sprovođenje određenih projekata. U 11,54% slučajeva aerodromi nisu imali nijedan od navedenih problema u vezi s bukom, dok je 1,92% aerodroma prijavilo drugačije probleme od navedenih, kao npr. zahtevi stanovništva za dodatnim ograničenjima saobraćaja tokom noćnih časova.

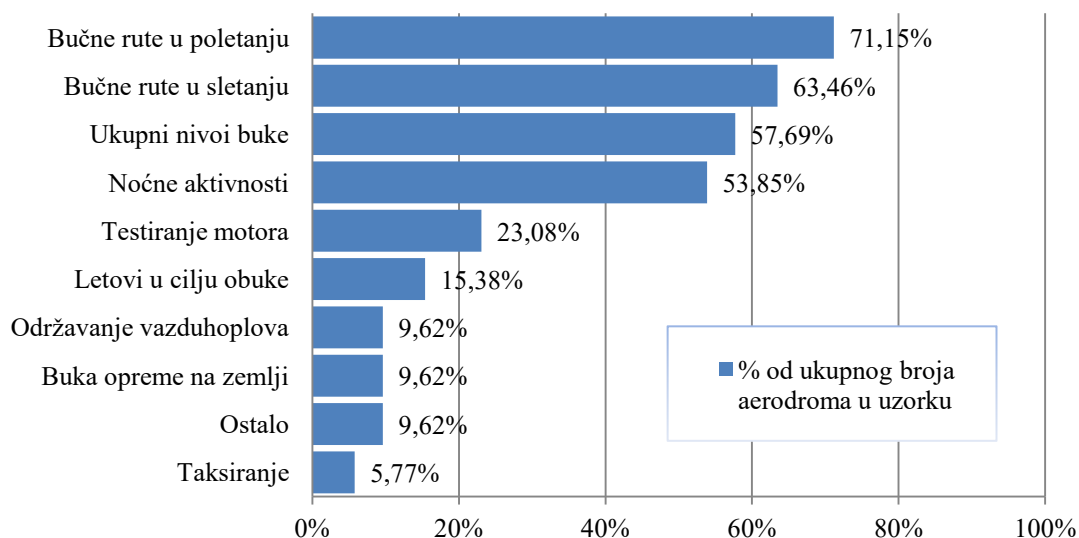


Slika 19. Glavni problemi u vezi s bukom na aerodromima

Na Slici 20 dat je pregled aktivnosti koje su navedene kao razlozi za žalbe stanovništva na avio-buku na aerodromima. I u ovom slučaju ispitanici su imali na raspolaganju izbor više ponuđenih odgovora. Na 71,15% aerodroma stanovnici su kao razlog za žalbe naveli buku koju generišu vazduhoplovi na rutama u poletanju, dok je u 63,46% razlog bila buka pri sletanju vazduhoplova. Jedan od glavnih razloga žalbi je ukupan nivo buke u okolini aerodroma koji je izražen na 57,69% aerodroma. Na više od pola posmatranih aerodroma (53,85%) razlog za žalbe stanovništva bile su aktivnosti tokom noćnih časova. Pored navedenih, neki od razloga za žalbe stanovništva na buku bili su i sledeći:

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

testiranje motora (23,08%), letovi radi obuke (15,38%), održavanje vazduhoplova (9,62%), buka opreme na zemlji (9,62%), taksiranje (5,77%). Pod ostalim aktivnostima koje su bile razlog za žalbe stanovništva na 9,62% aerodroma navedeno je sledeće: vazduhoplovi nisko lete; procedure u vezi s početnim penjanjem se ne primenjuju kao što je opisano u AIP-u; promena staze u upotrebi; helikopterska buka; nedostak preciznog pridržavanja zadatih putanja.



Slika 20. Razlozi za žalbe stanovništva na avio-buku

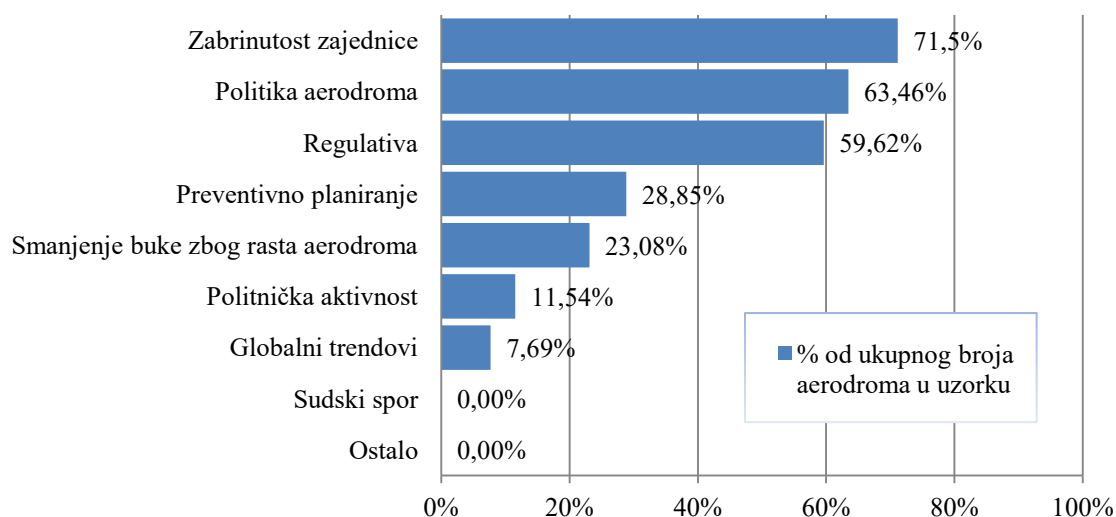
Motivacija za rešavanje problema buke

Kao što je ranije pomenuto, glavni cilj istraživanja jeste da se odrede faktori koji utiču na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke. Zato je jedno od pitanja u okviru ankete bilo da ispitanici navedu do tri glavna motiva za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke od ukupno osam ponuđenih ili da dodaju svoje ako ponuđeni motivi nisu odgovarajući u njihovom slučaju.

Na Slici 21 prikazani su različiti motivi za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke i u kom procentu su zastupljeni na aerodromima koji su učestvovali u anketi. Najveći broj aerodroma u uzorku (71,15%) naveo je zabrinutost zajednice kao jedan od razloga zbog kojeg su mere za smanjenje buke uvedene. Na drugom mestu po učestalosti odgovora (63,46% aerodroma) politika aerodroma je navedena kao motiv za rešavanje problema buke. Iako se očekivalo da će u skoro svim slučajevima regulativa biti glavni motiv za

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

uvođenje mera, ona je navedena kao jedan od razloga na 59,62% aerodroma. Od ostalih motiva za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke navedeni su sledeći: globalni trendovi (7,69%), smanjenje buke zbog rasta aerodroma (23,08%), politička aktivnost (11,54%), preventivno planiranje (28,85%), dok nijedan aerodrom nije naveo sudski spor kao motiv.



Slika 21. Motivacija za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke

Zbog detaljnije analize uticaja regulative na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke jedno od pitanja u upitniku bilo je da se navede da li postoji zakonska obaveza za aerodrom da uvede određene mere. U Tabeli 20 naveden je udeo aerodroma za koji postoji zakonska obaveza za uvođenje određenih mera za smanjenje uticaja buke.

Tabela 20. Zakonska obaveza za uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke

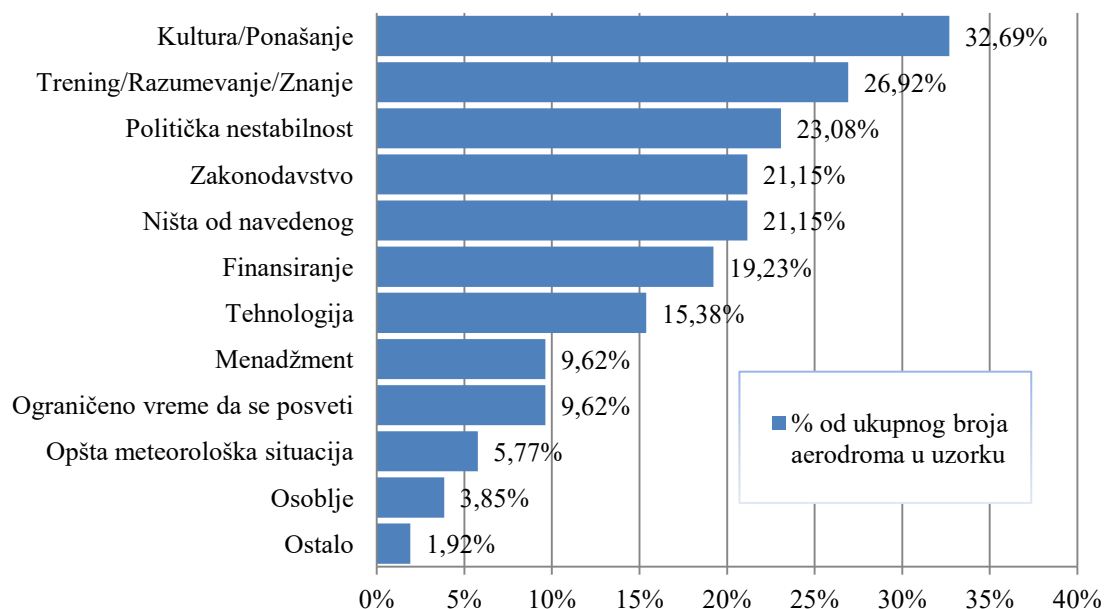
	Da	Nije poznato	Ne	Bez odgovora
Praćenje (monitoring) buke	69,23%	11,54%	15,38%	3,85%
Mapiranje buke	76,92%	9,62%	9,62%	3,85%
Akcioni planovi buke	50,00%	13,46%	32,69%	3,85%
Naplata buke	23,08%	13,46%	59,62%	3,85%
Ograničenja nivoa buke	53,85%	13,46%	28,85%	3,85%
Ograničenje operacija (broj, doba dana...)	42,31%	7,69%	46,15%	3,85%
Procedure za smanjenje buke	51,92%	13,46%	30,77%	3,85%

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Tabela 20 prikazuje da najveći broj aerodroma (76,92%) ima zakonsku obavezu izrade mapa buke što je u skladu sa zahtevima Uputstva 2002/49/EZ. Uvođenje sistema za praćenje (monitoring) buke navedeno je kao zakonska obaveza za 69,23% aerodroma, dok je ograničenje nivoa buke zakonom regulisano za 53,85% aerodroma. Za 51,92% aerodroma uvođenje procedura za smanjenje buke je definisano propisima, dok svaki drugi aerodrom u uzorku ima obavezu izrade akcionih planova buke. Ograničenja broja operacija, doba dana kada se operacija obavlja ili slična ograničenja pravno su obavezujuća za 42,31% aerodroma, dok se naplata buke sprovodi kao deo zakonskih odredbi na 23,08% aerodroma.

Neophodni resursi i glavne barijere za primenu mera za smanjenje uticaja buke

Prilikom primene mera za smanjenje uticaja buke aerodromi nailaze na razne prepreke i barijere. Otežavajuće okolnosti mogu biti nedostatak finansijskih resursa, osoblja, treninga, ali i politička nestabilnost, meteorološka situacija, zakonodavstvo, tehnologija, itd. Na Slici 22 prikazane su glavne barijere za primenu mera za smanjenje uticaja buke koje su uočene kod aerodroma u uzorku.



Slika 22. Glavne barijere za primenu mera za smanjenje uticaja buke

Ispitanici su imali na raspolaganju tri od deset ponuđenih odgovora ili da opišu svojim rečima barijere na koje su naišli. Na osnovu prikupljenih odgovora, obrasci ponašanja i

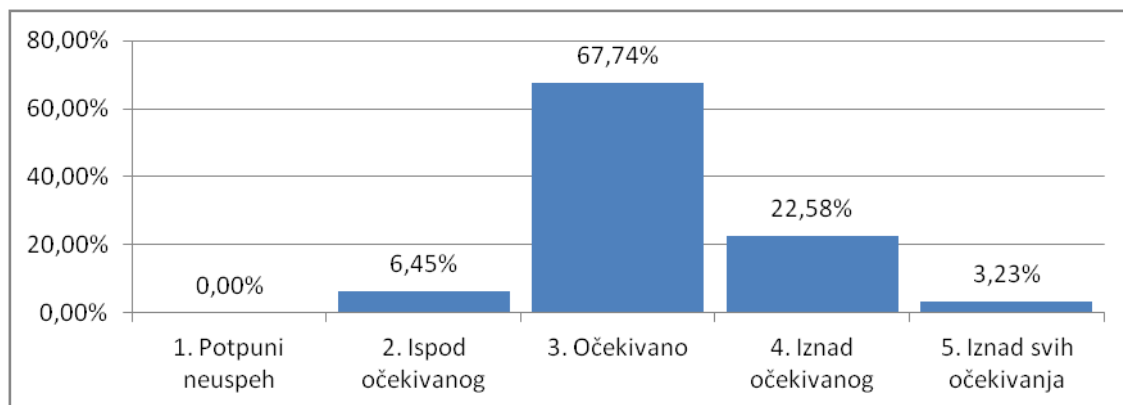
4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

kultura bavljenja problemima buke navedeni su kao najčešća barijera za primenu mera za smanjenje uticaja buke (na 32,69% aerodroma). Nedostatak treninga i znanja, kao i nedovoljno razumevanje problema prepoznati su kao prepreka za primenu mera za smanjenje uticaja buke na 26,92% aerodroma. Politička nestabilnost u državi ili na nivou grada ima uticaj na akcije koje aerodromi preduzimaju i to je navedeno kao jedna od barijera na 23,08% aerodroma. Ostale barijere koje su navedene uključuju: zakonodavstvo (21,15%), finansiranje (19,23%), tehnologiju (15,38%), menadžment (9,62%), ograničeno vreme da se posveti problemu buke (9,62%), opštu meteorološku situaciju (5,77%) i osoblje (3,85%). Među ostalim barijerama, 1,92% aerodroma navelo je kapacitet kao prepreku zbog koje je primena određenih mera za smanjenje uticaja buke otežana ili nemoguća. Na 21,15% aerodroma nisu uočene nikakve barijere u primeni mera za smanjenje uticaja buke.

Efekti primenjenih mera za smanjenje uticaja buke

Dva pitanja u okviru upitnika bila su posvećena efektima dosadašnjih mera za smanjenje uticaja buke. Rezultati ovog dela istraživanja predstavljaju subjektivnu ocenu ispitanika o stepenu uspešnosti mera za smanjenje uticaja buke. Prvo pitanje imalo je za cilj da utvrdi da li se na aerodromu uopšte prati kakvi su efekti primenjenih mera za smanjenje uticaja buke da bi imalo smisla izmeriti stepen uspešnosti primene mera. U okviru ovog pitanja, 40,38% ispitanika je odgovorilo da ne meri efekte primenjenih mera za smanjenje uticaja buke. Preostalih 59,62% ispitanika potvrdilo je da prati efekte primenjenih mera i od njih je zatraženo da na skali od 1 do 5 navedu stepen uspeha ili neuspeha koje su primenjene mere imale u smanjenju uticaja buke u okolini njihovog aerodroma. Efekti primenjenih mera za smanjenje uticaja buke prikazani su na Slici 23.

Ispitanici su u najvećoj meri (67,74%) odgovorili da su efekti mera za smanjenje uticaja buke u skladu s očekivanim. Nijedan ispitanik ne smatra da su preduzete mere doživele potpuni neuspeh, dok 6,45% ispitanika smatra da su efekti primenjenih mera ispod očekivanog nivoa. U 22,58% slučajeva efekti mera su ocenjeni iznad očekivanog, a u 3,23% slučajeva efekti su ocenjeni najvišom ocenom pet, tj. iznad svih očekivanja.



Slika 23. Efekti primenjenih mera za smanjenje uticaja buke

Trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima u bliskoj budućnosti

Jedan od ciljeva istraživanja bila je težnja da se saznaju planovi aerodroma u bližoj budućnosti i odrede trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke. Od ispitanika je bilo traženo da navedu koje nove mere za smanjenje uticaja buke planiraju da primene u toku naredne dve godine. Pored toga ispitanici su navodili i mere koje već primenjuju, a planiraju da ih unaprede (npr. uvođenje nove procedure za smanjenje buke u dolasku ili odlasku pored već postojećih, ili uvođenje novih monitoring stanica). U Tabeli 21 su predstavljeni odgovori ispitanika o trendovima i prioritetima u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke. Posmatrano na grupnom nivou, prioritet u primeni u narednom periodu imaće mere koje se tiču tehnika upravljanja letom i upravljanja programima buke. Najmanji broj aerodroma planira da smanjuje buku razvojem objekata i infrastrukture, što je i očekivano s obzirom na potrebna finansijska ulaganja. U naredne dve godine najveći broj aerodroma iz uzorka (26,92%) planira da uvede ili unapredi postojeći sistem za praćenje (monitoring) buke, dok svaki četvrti aerodrom planira da primeni operacije kontinualnog poniranja. Nijedan od aerodroma iz uzorka nije naveo da će u narednom periodu primeni izmeštanje pragova PSS-a. Nešto više od petine aerodroma (21,15%) ne planira uvođenje novih mera za smanjenje uticaja buke u narednom periodu.

Tabela 21. Trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke

Ponuđeni odgovori	Ukupno	% od ukupnog broja aerodroma u uzorku
RAZVOJ OBJEKTA/INFRASTRUKTURE		
Dodavanje, preseljenje ili produženje PSS-a ili rulne staze	4	7,69%
Izmeštanje pragova PSS	0	0,00%
Barijere/Bedemi/Zakloni od buke	6	11,54%
TEHNIKE UPRAVLJANJA LETOM		
Operacije kontinualnog poniranja (CDO)	13	25,00%
Procedure za smanjenje buke u odlasku	12	23,08%
Procedure za smanjenje buke u dolasku	9	17,31%
Program upotrebe preferentnih PSS-a	8	15,38%
Preferentne odlazne i dolazne rute	10	19,23%
TEHNIKE ZEMALJSKIH OPERACIJA		
Ograničenje kretanja vazduhoplova na zemlji	4	7,69%
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	5	9,62%
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	6	11,54%
Ograničena upotreba obrnutog potiska	5	9,62%
OPERATIVNA OGRANIČENJA		
Ograničenje vremena rada aerodroma	4	7,69%
Ograničenje nivoa buke	5	9,62%
Ograničenje po tipu ili klasi vazduhoplova	7	13,46%
Operativne norme	4	7,69%
Ograničenje „budžeta” buke	3	5,77%
PLANIRANJE I UPRAVLJANJE KORIŠĆENJEM ZEMLJIŠTA		
Kupovina nekompatibilnog zemljišta	3	5,77%
Sticanje olakšica za buku i prelet	3	5,77%
Kupovina garancija i pomoć pri prodaji	3	5,77%
Zvučna izolacija zgrada	10	19,23%
UPRAVLJANJE PROGRAMIMA BUKE		
Naplata buke	10	19,23%
Praćenje (monitoring) buke	14	26,92%
Praćenje putanja leta	12	23,08%
Programi podizanja svesti pilota	9	17,31%
Uspostavljen mehanizam za žalbe stanovništva	5	9,62%
Uspostavljen program učešća zajednice	4	7,69%
Ništa od navedenog	11	21,15%
Ostalo	2	3,85%

Faktori koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Na osnovu odgovora dobijenih anketom (Prilog 19) prikupljeni su brojni podaci koji u prethodnim istraživanjima nisu bili dostupni za veći broj aerodroma (kao npr. broj žalbi,

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

dužina trajanja problema buke, kvantifikacija problema buke, stepen tolerancije okolnog stanovništva na buku, struktura flote, broj monitoring stanica...). U istraživanju opisanom u ovom poglavlju testiran je stepen povezanosti većeg broja faktora s merama za smanjenje uticaja buke.

Od svih aerodroma koji su učestovali u anketi, zbog niske stope odgovora aerodroma s malim brojem operacija, u daljim statističkim analizama posmatrani su samo aerodromi s preko 50.000 operacija poletanja i sletanja (ukupno 31 aerodrom).

Kolmogorov-Smirnovljevim testom, koji utvrđuje stepen slaganja između raspodele vrednosti uzorka (dobijeni rezultati) i neke određene teorijske raspodele, utvrđeno je da je za većinu promenljivih uzorak došao iz populacije koja nema normalnu raspodelu. Pošto je uzorak mali ($n=31$), analize su vršene neparametarskim testovima.

Mann-Whitney testom izvršeno je testiranje hipoteze da postoji razlika među aerodromima koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke u odnosu na one koji tu meru nisu primenili, i to na osnovu razlika između medijane za sledeće odabrane karakteristike aerodroma:

Promenljive s intervalnom skalom:

1. BDP po stanovniku (GDP PPP),
2. Broj operacija (poletanja i sletanja),
3. Prosečno rastojanje između aerodroma i gradova koje opslužuje,
4. Broj stanovnika u opslužnom području aerodroma,
5. Broj stanovnika izložen buci preko 55dB u okolini aerodroma,
6. Broj žalbi stanovništva na buku,
7. Broj stanica za praćenje (monitoring) buke,
8. Broj operacija vazduhoplova velike mase u poletanju (WTC kategorija H),
9. Broj operacija vazduhoplova srednje mase u poletanju (WTC kategorija M),
10. Broj operacija vazduhoplova srednje/male mase u poletanju (WTC kategorija L/M),
11. Broj operacija vazduhoplova male mase u poletanju (WTC kategorija L).

Promenljive s ordinalnom skalom:

12. Broj poletno-sletnih staza,
13. Dužina trajanja problema buke,
14. Problem buke na skali od 1 do 10,
15. Tolerancija stanovništva na skali od 1 do 10,
16. Step en efikasnosti primenjenih mera,
17. Grupa prihoda prema BND po stanovniku (*GNI per capita Income Group*),
18. Broj različitih problema buke na aerodromu,
19. Broj različitih aktivnosti koje je aerodrom naveo kao uzrok žalbi na buku,
20. Broj žalbi podeljen u četiri grupe⁴.

U svakoj posebnoj analizi aerodromi su podeljeni u dve grupe na osnovu toga da li su primenili neku od mera (ili grupu mera) za smanjenje uticaja buke ili ne. Mann-Whitney test je rađen samo ukoliko je broj aerodroma u ovim grupama bio jednak ili veći od deset (približno trećina ukupnog uzorka). Dobijeni zbirni rezultati prikazani su u Tabeli 22. Iz ove tabele može se uočiti da za sve testirane mere i grupe mera, osim za Preferentne odlazne i dolazne rute, Procedure za smanjenje buke u dolasku i Ograničenje nivoa buke, postoji barem jedna karakteristika aerodroma za koju je razlika u medijani značajna između aerodroma koji su primenili tu meru ili grupu mera i onih koji to nisu učinili. Pozitivan znak („+” ili „++”) označava da su parametri populacije aerodroma koji su primenili neku meru ili grupu mera za smanjenje uticaja buke veći od parametara populacije koji tu meru ili grupu mera nisu primenili, dok negativan („-” ili „--”) označava suprotnu tvrdnju. Znak „+” simbolizuje nivo značajnosti $p < 0,05$, dok znak „++” simbolizuje nivo značajnosti $p < 0,01$. Ista logika primenjena je i za negativne znakove.

Na primer, za meru Programi podizanja svesti pilota karakteristike za koje su uočene razlike u parametrima populacije su broj stanica za praćenje (monitoring) buke i broj operacija vazduhoplova velike mase u poletanju (WTC kategorija H). To znači da s nivoom značajnosti $p < 0,01$ možemo tvrditi da je za 10 aerodroma, koji su primenili meru Programi podizanja svesti pilota, medijana za broj stanica za praćenje (monitoring) buke znatno veća u odnosu na 21 aerodrom iz uzorka koji nisu primenili

⁴ Zbog velike razlike u broju žalbi među aerodromima (što može uticati na rezultat regresije) aerodromi su podeljeni u 4 grupe prema broju žalbi: do 100, od 100 do 1000, od 1000 do 7000 i preko 7000 žalbi godišnje.

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

ovu meru. Isto važi i za broj operacija vazduhoplova velike mase u poletanju (WTC kategorija H) uz nivo značajnosti $p < 0,05$.

Tabela 22. Zbirni rezultat Mann-Whitney testa za karakteristike aerodroma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BDP po stanovniku PPP			+									
Broj operacija			++									
Prosečno rastojanje												
Broj stanovnika												
Broj stanovnika izložen buci preko 55dB							+	++				
Broj žalbi stanovništva na buku	+		++							++		++
Broj stanica za praćenje (monitoring) buke			+				+				++	
Broj operacija (WTC kategorija H)		+	++				+				+	
Broj operacija (WTC kategorija M)			+									
Broj operacija (WTC kategorija L/M)												
Broj operacija (WTC kategorija L)												
Broj PSS												
Trajanje problema buke		+								+		
Problem buke na skali od 1 do 10						+						
Tolerancija stanovništva na skali od 1 do 10			+									
Stepen efikasnosti primenjenih mera												
Grupa prihoda prema BND po stanovniku												
Broj različitih problema buke			++				+	+		+		
Broj različitih aktivnosti kao uzrok žalbi na buku		+	+			+	+	++				
Broj žalbi podeljen u 4 grupe	+		++							++		++

Legenda:

1 – Grupa mera 1 (Razvoj objekata/infrastrukture)

2 – Barijere, bedemi, zakloni od buke

3 – Operacije kontinualnog poniranja (CDO)

4 – Procedure za smanjenje buke u dolasku

5 – Preferentne odlazne i dolazne rute

6 – Ograničenje kretanja vazduhoplova na zemlji

7 – Ograničenje testiranja motora vazduhoplova

8 – Ograničenje vremena rada aerodroma

9 – Ograničenje nivoa buke

10 – Naplata buke

11 – Programi podizanja svesti pilota

12 – Uspostavljen program učešća zajednice

+ značajno veća medijana prve grupe, nivo značajnosti $p < 0,05$;

++ značajno veća medijana prve grupe, nivo značajnosti $p < 0,01$;

- značajno veća medijana druge grupe, nivo značajnosti $p < 0,05$;

-- značajno veća medijana druge grupe, nivo značajnosti $p < 0,01$;

Radi testiranja hipoteze da postoji značajna korelacija između primenjenih mera za smanjenje uticaja buke i predloženih karakteristika aerodroma i njegovog okruženja korišćen je Spirmanov koeficijent korelacije rangova, koji predstavlja neparametrijski ekvivalent Pirsonovom koeficijentu korelacije.

4. Analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke

Spirmanovi koeficijenti korelacije rangova prikazani su u Tabeli 23. Najveći koeficijent korelacije rangova dobijen je između broja primenjenih mera u grupi 6 (Programi upravljanja bukom) i broja žalbi stanovništva na buku i on iznosi 0,601, uz nivo značajnosti $p < 0,01$. To znači da nezavisna promenljiva broj žalbi objašnjava 60% varijabiliteta zavisne promenljive broja mera u grupi 6.

Tabela 23. Spirmanov koeficijent korelacije rangova

	Broj mera u grupi 1	Broj mera u grupi 2	Broj mera u grupi 3	Broj mera u grupi 4	Broj mera u grupi 5	Broj mera u grupi 6	Ukupan broj mera
BDP po stanovniku PPP	0,304	0,260	0,162	0,259	0,457**	0,334	0,318
Broj operacija	0,253	0,483**	0,223	0,364*	0,178	0,299	0,429*
Prosečno rastojanje	0,172	0,157	-0,084	-0,196	-0,015	-0,112	-0,027
Broj stanovnika	0,279	-0,048	0,137	0,178	-0,052	0,069	0,169
Broj stanovnika izložen buci preko 55dB	-0,068	0,107	0,385	0,292	0,372	0,540*	0,379
Broj žalbi stanovništva na buku	0,369*	0,413*	0,172	0,500**	0,455*	0,601**	0,552**
Broj stanica za praćenje (monitoring) buke	0,308	0,490**	0,414*	0,473**	0,248	0,524**	0,561**
Broj operacija (WTC kategorija H)	0,293	0,490**	0,364*	0,369*	0,178	0,337	0,451*
Broj operacija (WTC kategorija M)	0,244	0,468**	0,315	0,436*	0,152	0,260	0,426*
Broj operacija (WTC kategorija L/M)	-0,036	-0,094	-0,129	-0,060	0,233	0,038	-0,072
Broj operacija (WTC kategorija L)	-0,009	-0,139	0,006	0,299	0,175	0,012	0,053
Broj PSS-a	0,164	0,284	0,156	0,072	0,117	0,018	0,133
Trajanje problema buke	0,351	0,430*	0,308	0,562**	0,271	0,495**	0,568**
Problem buke na skali od 1 do 10	0,122	0,126	0,302	0,162	0,195	0,321	0,257
Tolerancija stanovništva na skali od 1 do 10	0,045	0,462*	0,148	0,024	0,262	0,346	0,307
Stepen efikasnosti primenjenih mera	0,200	0,380	0,331	0,035	0,054	0,297	0,341
Grupa prihoda prema BND po stanovniku	0,300	0,474**	0,173	0,239	0,434*	0,486**	0,453*
Broj različitih problema buke	0,110	0,480**	0,352	0,321	0,328	0,391*	0,489**
Broj različitih aktivnosti kao uzrok žalbi na buku	0,317	0,318	0,354	0,387*	0,315	0,394*	0,466**
Broj žalbi podeljen u 4 grupe	0,426*	0,452*	0,231	0,493**	0,491**	0,570**	0,575**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

5. PREDLOG NOVE MERE ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE

U Poglavlju 2.5 dat je detaljan prikaz literature iz oblasti mera za smanjenje buke s posebnim naglaskom na prikaz radova u kojima je kao mera za smanjenje buke korišćeno raspoređivanje vazduhoplova na rute koje se koriste za poletanje i sletanje kako bi se smanjio nivo buke u okolini aerodroma. Iako je važnost analiziranja vremenskih i prostornih varijacija u broju stanovnika tokom dana prepoznata u mnogim istraživanjima (Hao et al., 2010; Hatzopoulou and Miller, 2010; Jiang et al., 2017, 2012; Kaddoura et al., 2016; Novák and Sýkora, 2007), nijedna od postojećih strategija za raspodelu vazdušnog saobraćaja nije se bavila dnevnim migracijama stanovnika u blizini aerodroma niti se broju ljudi koji su stvarno izloženi buci u pojedinim delovima dana i noći poklanjala adekvatna pažnja.

Broj ljudi izloženih buci na nekom području je jedan od pokazatelja koji se koristi u mnogim zemljama za izračunavanje, predviđanje ili merenje odgovarajućih štetnih efekata buke. Zato ovaj pokazatelj treba uzeti u obzir prilikom donošenja bilo kakve odluke u vezi s raspoređivanjem vazduhoplova na rute koje se koriste za odlazak i dolazak. U skladu s postojećom praksom za procenu izloženosti buci, broj ljudi izloženih različitim nivoima buke, prezentovan na mapama kontura buke, računat je na osnovu broja stanovnika s popisa i posmatran kao konstantan. Međutim, zbog dnevnih migracija stanovništva, broj ljudi koji se u određenom periodu dana nalazi u pojedinim delovima naselja može znatno da odstupa od podataka s popisa, naročito u periodima

dana kada se zaposleni nalaze na svojim radnim mestima, a đaci i studenti u obrazovnim institucijama.

Imajući napred navedeno u vidu, u tekstu koji sledi biće prikazana mera za smanjenje buke koja se predlaže u ovoj disertaciji, a koja upravo uzima u obzir dnevne migracije stanovništva. Prvo će biti definisan problem koji se istražuje, a zatim će biti prikazno predloženo rešenje definisanog problema (matematički model i heuristički algoritam). Primena predloženog heurističkog algoritama biće ilustrovana na primeru Aerodroma „Nikola Tesla” u Beogradu sa realnim podacima.

5.1. Definisanje problema i matematički model

Problem koji se razmatra u ovom istraživanju može se definisati na sledeći način: za poznatu vremensku i prostornu varijaciju u populaciji tokom dana koja živi u blizini aerodroma (pristup koji se temelji na aktivnostima), poznati red letenja u toku dana i poznate rute koje se koriste u odlasku i dolasku odrediti raspoređivanje vazduhoplova na rute u odlasku i dolasku tokom dana tako da se broj ljudi izloženih buci svede na najmanju moguću meru.

Pretpostavke na kojima se bazira ovo istraživanje su sledeće:

- Poznate su odlazne i dolazne rute na aerodromu.
- Poznato je planirano vreme poletanja i sletanja, aerodrom poletanja i sletanja, kao i tip vazduhoplova za svaki let u okviru posmatranog reda letenja.
- Poznate su konfiguracije korišćenja staza u upotrebi.
- Poznate su lokacije u okolini aerodroma na kojima ljudi borave, rade ili se školuju, itd.
- Poznat je broj stanovnika za svaku lokaciju u okolini aerodroma (prema popisu stanovništva).
- Poznate su dnevne migracije stanovništva po lokacijama u okolini aerodroma.
- Za svaku odlaznu i dolaznu rutu i tip vazduhoplova poznat je nivo izloženosti buci za svaku lokaciju prilikom preleta.
- Poznate su dozvoljene granične vrednosti buke za dan i veče za svaku lokaciju.

Radi formulacije matematičkog modela postavljenog problema uvedene su sledeće oznake:

Parametri:

O je skup operacija, $i \in O$;

R je skup ruta, $j \in R$;

$Q(i)$ je skup svih ruta j iz skupa R na koje operacija i može biti raspoređena, $i \in O$, $j \in Q(i)$;

L je skup lokacija, $k \in L$;

t je period posmatranja;

p_k je broj ljudi na lokaciji k tokom perioda t , $k \in L$;

k_k je granična vrednost buke na lokaciji k , $k \in L$;

l_{ijk} je nivo buke na lokaciji k kada je operacija i raspoređena na rutu j , $i \in O, j \in Q(i), k \in L$;

Promenljive:

$X = \{x_{ij}, i \in O, j \in Q(i)\}$ predstavlja raspoređivanje operacije i na rutu j , $i \in O, j \in Q(i)$;

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{kada je operacija } i \in O \text{ raspoređena na rutu } j \in Q(i); \\ 0, & \text{drugačije} \end{cases}$$

Funkcije:

$N_k(X)$ je A-ponderisani ekvivalentni nivo buke u dB na lokaciji k za raspoređivanje X tokom perioda t , $k \in L$;

$$N_k(X) = 10 \log\left(\frac{1}{t} \cdot \left(\sum_{i \in O} \sum_{j \in Q(i)} 10^{0,1 \cdot l_{ijk}} \cdot x_{ij}\right)\right), \quad \forall k \quad (1)$$

$S_k(X)$ je koeficijent sličan sonima⁵ koji se koristi da opiše subjektivno opažanje glasnosti nivoa buke na lokaciji k za raspoređivanje X u poređenju sa graničnom vrednošću buke na lokaciji k .

$$S_k(X) = 2^{0,1 \cdot (N_k(X) - k_k)}, \forall k \quad (2)$$

Koeficijent $S_k(X)$ jednak je 1 kada je nivo buke na lokaciji k za raspoređivanje X jednak graničnoj vrednosti buke na lokaciji k . Sa svakim povećanjem nivoa buke na lokaciji k od 10 dB u poređenju sa graničnom vrednošću buke na lokaciji k , vrednost koeficijenta $S_k(X)$ se duplira. Ukoliko je razlika između nivoa buke i granične vrednosti buke na lokaciji k manja od nule, tada je vrednost koeficijenta $S_k(X)$ između nule i jedinice. Ovaj metod je korišćen kako bi se izrazila logaritamska priroda buke, gde se s povećanjem nivoa buke od 10 dB duplira glasnost zvuka.

$F(X)$ je funkcija cilja za raspoređivanje X . Ona predstavlja ocenu izloženosti buci populacije kao zbir proizvoda između broja ljudi na lokaciji k (p_k) u posmatranom periodu i koeficijenta $S_k(X)$ za sve lokacije (jednačina 3). Svrha koeficijenta $S_k(X)$ jeste da uzme u obzir različite nivoe buke i različit broj ljudi na lokacijama prilikom ocene ukupnog broja ljudi izloženog različitim nivoima buke.

$$F(X) = \sum_{k \in L} p_k \cdot S_k \quad (3)$$

Razmatrani problem može se matematički formulisati na sledeći način:

$$\min F(X) = \sum_{k \in L} p_k \cdot S_k = \sum_{k \in L} p_k \cdot 2^{0,1 \cdot (N_k(X) - k_k)} \quad (4)$$

p.o.:

$$\sum_{j \in Q(i)} x_{ij} = 1, \forall i \in O \quad (5)$$

Ograničenje opisano u Jednačini (5) označava da jedna operacija može biti raspoređena samo na jednu rutu.

⁵ Nemogućnost da se fonskom skalom izvrši subjektivna komparacija jačine zvuka dovela je do uvođenja sonske skale, odnosno veličine glasnosti zvuka, s jedinicom [son]. Skala u sonima je dobijena eksperimentalnim putem. Glasnost zvuka definiše koliko je neki zvuk glasniji od zvuka čija je glasnost 1 son. Pomoću sonske skale može se izvršiti gradacija glasnosti zvuka: zvuk koji ima 8 sona je dvostruko glasniji od zvuka čija je glasnost 4 sona (Praščević and Cvetković, 2005). Izračunato je da zvuk od 1 sona odgovara zvuku od 40 fona, tj. nivou glasnosti od 1kHz čistog tona na 40 dB nivoa zvučnog pritiska (SPL) (Stevens, 1936).

5.2. Heuristički algoritam

Imajući u vidu da je ovakav problem nelinearnog programiranja prepoznat kao NP-težak⁶, bilo je neophodno razviti ili nove heuristike ili koristiti neke od već postojećih heurističkih algoritama kako bi se pronašlo „dovoljno dobro” rešenje u razumnom vremenu.

Za rešavanje ovog problema matematički model predstavljen u Poglavlju 5.1 korišćenjem AMPL jezika za modeliranje za matematičko programiranje napisan je u AMPL formatu (Prilog 20). AMPL jezik se može koristiti u kombinaciji s mnogo različitih solvera za nelinearno programiranje. Nakon sprovedenih testiranja mogućnosti jedanaest različitih solvera (CONOPT, Knitro, MINOS, BARON, LOQO, SNOPT...), BARON solver (*The Branch-And-Reduce Optimization Navigator*) pokazao je najbolje performanse tokom pronalaženja optimalnog rešenja i biće korišćen u ovom istraživanju.

BARON solver primenjuje determinističke algoritme za globalnu optimizaciju tipa grananja i ograničavanja koji garantuju pronalaženje globalnog optimuma pod prilično opštim pretpostavkama (Sahinidis, 2017). Međutim, globalni optimum je moguće dobiti samo za probleme manjih dimenzija. Za realne probleme velikih dimenzija koji su i predmet ovog istraživanja, BARON je korišćen kao heuristički solver, postavljanjem različitih opcija koje će biti objašnjene u daljem tekstu.

Jedna od opcija BARON solvera omogućava korisniku da definiše broj lokalnih pretraga koje se izvršavaju u preprocesiranju, kao i početnu tačku za prvu pretragu. Naredne lokalne pretrage vrše se od razumno izabranih polaznih tačaka (Sahinidis, 2017).

Druga opcija koja se može smatrati heurističkim pristupom nalaže da BARON prekine pretragu ako se ne postigne dovoljan napredak tokom δt uzastopnih sekundi. Napredak se meri pomoću apsolutnog i relativnog praga poboljšanja δa i δr . BARON će prestati da pretražuje prostor dopustivih rešenja ako, u periodu od δt uzastopnih sekundi, vrednost najboljeg pronađenog rešenja nije poboljšana za najmanje apsolutnu vrednost

⁶ „Problem koji nije problem odlučivanja a čije rešavanje nije jednostavnije od rešavanja nekog NP-potpunog problema, naziva se NP-težak” (Cvetković et al., 1996).

da ili vrednost koja je jednaka proizvodu δ i vrednosti aktuelnog rešenja u trenutku t - δ t. Ovaj uslov za prekid pretrage se sprovodi nakon obrade početnog δ vora i tek nakon što se dobije dopustivo rešenje. Pošto se oslanja na merenja vremena rada procesora (*CPU time*), što može zavisiti od opterećenja računara, ova opcija može dovesti do nedeterminističkog ponašanja (Sahinidis, 2017). Pored toga, BARON će završiti pretragu ako je apsolutna razlika između aktuelne i najbolje procenjene vrednosti, za optimizacioni problem na trenutnoj iteraciji, jednaka ili manja od vrednosti definisane od strane korisnika kao apsolutna tolerancija prekida (eng. *absolute termination tolerance*). Povećanjem vrednosti apsolutne tolerancije prekida, može se smanjiti vreme koje je solveru potrebno da pronađe rešenje, ali se optimalnost takvog rešenja ne može dokazati. Međutim, prikaz donje i gornje granice skupa dopustivih rešenja može ukazati na to koliko je pronađeno rešenje „daleko” od optimalnog. Sličan pristup podrazumeva definisanje relativne tolerancije prekida (eng. *relative termination tolerance*), gde je apsolutna razlika između donje i gornje granice skupa dopustivih rešenja jednaka ili manja od proizvoda vrednosti relativne tolerancije prekida i apsolutne vrednosti donje granice skupa dopustivih rešenja.

Još jedan od načina koji omogućava da BARON solver pronađe „dovoljno dobro” rešenje u razumnom vremenu podrazumeva ignorisanje delova prostora pretraživanja koji sadrže rešenja koja nisu bolja od neke zadate vrednosti. Ovu vrednost definiše sam korisnik, na osnovu znanja i iskustva, prethodnih istraživanja ili slobodne procene.

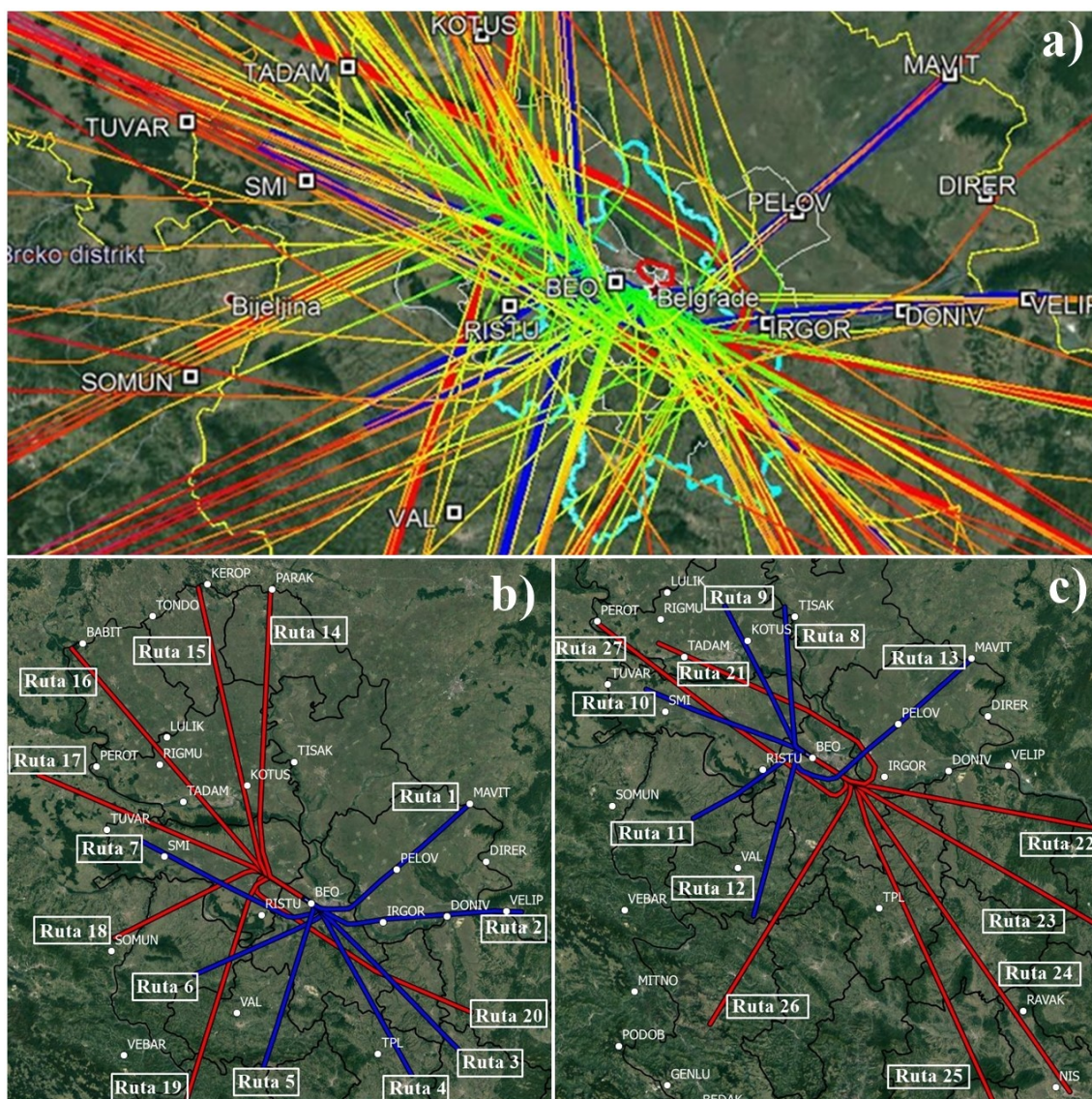
Sve prethodno navedene opcije testirane su na realnom primeru korišćenjem NEOS servera⁷ koji predstavlja besplatni internet servis za rešavanje numeričkih problema optimizacije (Czyzyk et al., 1998). Dobijeni rezultati su prikazani u Poglavlju 5.4.

5.3. Studija slučaja na Aerodromu „Nikola Tesla” Beograd

Realni podaci o vazdušnom saobraćaju na Aerodromu „Nikola Tesla” u Beogradu (ANT) prikupljeni su za jedan letnji dan sa relativno gustim saobraćajem (16. 09. 2016. godine). Tokom posmatranog perioda izvršeno je 220 operacija, odnosno 109 poletanja i 111 sletanja. Staza 12 korišćena je za 128 operacija (58,2%), a staza 30 za 92 operacije

⁷ NEOS server (Network-Enabled Optimization System) <https://neos-server.org/neos/>, posećen 12.09.2017. godine

(41,8%). Na osnovu radarskih podataka (Slika 24a), sve putanje u odlasku i dolasku klasifikovane su u 27 ruta, i to: sedam ruta u odlasku i sedam ruta u dolasku sa staze 12 (Slika 24b) i šest ruta u odlasku i sedam ruta u dolasku sa staze 30 (Slika 24c). Plavom bojom označene su rute u odlasku, dok su crvenom bojom označene rute u dolasku.



Slika 24. Odlazne i dolazne rute na Aerodromu „Nikola Tesla” (izvor: Flightradar24.com, pomoću Google Earth-a)

Posmatrana flota sastojala se od 25 različitih tipova vazduhoplova. Za potrebe ovog istraživanja vazduhoplovi su klasifikovani u 11 grupa, s obzirom na to da se nivo izloženosti zvuku/buci (eng. *Sound Exposure Level*, skraćeno SEL) za neke tipove vazduhoplova razlikuje za manje od 1dB na istoj lokaciji. Na ovaj način 85% operacija prezentovano je tipovima vazduhoplova koji su zaista i leteli tog dana, dok je preostalih

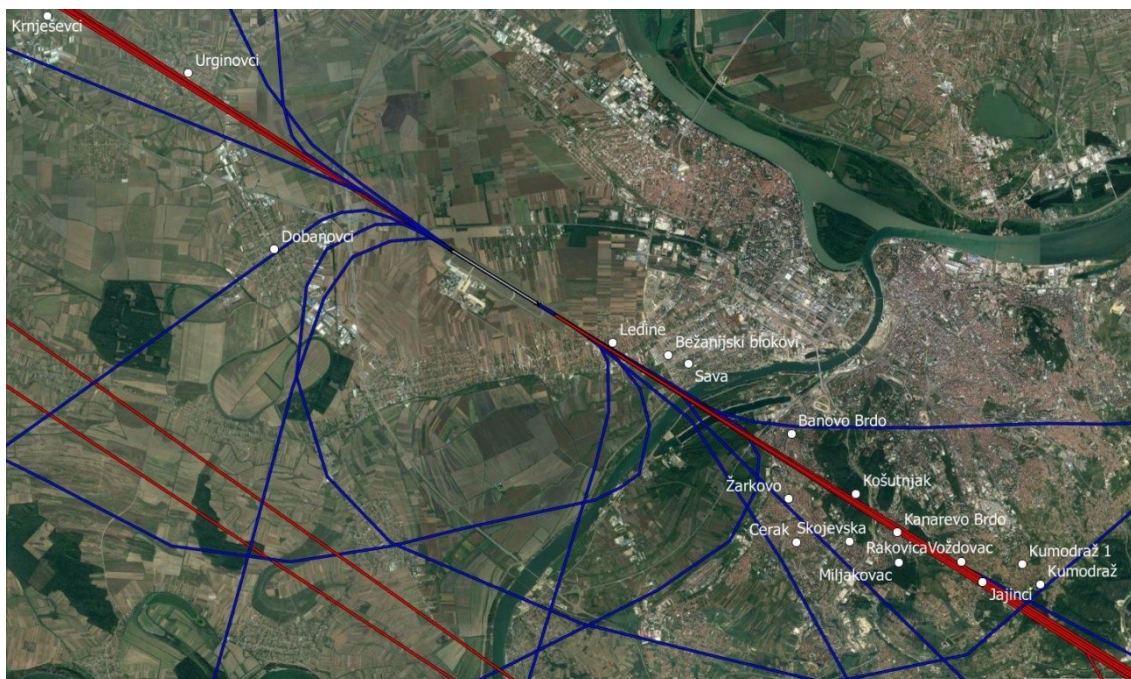
15% prezentovano tipovima vazduhoplova koji imaju približno isti nivo izloženosti buci kao i tipovi vazduhoplova koji su izabrani da ih predstavljaju.

Da bi se procenila izloženost stanovništva buci, bilo je neophodno odabrati lokacije za koje će se računati nivo buke i za koje će se prikupljati podaci o stvarnom broju ljudi koji su izloženi određenim nivoima buke u posmatranim periodima. Za ovo istraživanje nivo detaljnosti ne zahteva posebno razmatranje svake stambene jedinice kao što je slučaj pri izradi mapa buke. Zbog toga je dovoljno da svako naselje u gradu bude predstavljeno kao jedna lokacija.

Prvobitno je smatrano da se stanovništvo koje živi u blizini aerodroma a koje bi moglo da bude izloženo buci koju generišu vazduhoplovi nalazi na teritoriji 23 opštine u okolini aerodroma: 17 gradskih opština u Beogradu i u opštinama Stara Pazova, Indija, Irig, Ruma, Pećinci i Pančevo. Koristeći konzervativni pristup, izloženost svake lokacije u okolini aerodroma izračunata je na sledeći način: pretpostavljeno je da će u najnepovoljnijem slučaju po neku proizvoljno odabranu lokaciju sve operacije biti raspoređene na rute u odlasku i dolasku koje su najbliže toj lokaciji i da se sve operacije obavljaju najbučnijim tipom vazduhoplova (prema podacima iz INM-a za ovu studiju to je „Airbus A330-200”). Na osnovu prethodno opisanog postupka izračunata je izloženost buci za 306 lokacija (naselja) koje se nalaze na teritorijama pomenute 23 opštine. Za potrebe ove studije slučaja izabrano je 17 lokacija u kojima je dobijen nivo buke iznad 55dB L_{den} i/ili 45dB L_{night} . Pozicije ovih lokacija u odnosu na aerodrom, produženu osu PSS i rute u dolasku i odlasku prikazane su na Slici 25 dok se u Tabeli 24 nalaze podaci o lokacijama potrebni za dalju analizu.

U Tabeli 24 prikazani su podaci o broju stanovnika za svaku lokaciju i svaki period u skladu s obrascima kretanja stanovništva na osnovu popisa iz 2011. godine (Republički zavod za statistiku, 2013). Za demonstriranje razlike u broju ljudi na ovim lokacijama između različitih perioda, dan je podeljen na tri osmočasovna perioda, i to: Period 1 od 8 do 16 časova (90 operacija), Period 2 od 16 časova do ponoći (79 operacija) i Period 3 od ponoći do 8 časova (51 operacija). Cilj je bio da se simulira osmočasovno radno vreme u smenama.

5. Predlog nove mere za smanjenje uticaja buke



Slika 25. Pozicija lokacija (naselja) u odnosu na aerodrom i rute u dolasku i odlasku

Tabela 24. Podaci o lokacijama i broju stanovnika

Br.	Opština	Naselje	Granična vrednost buke (dB)		Broj stanovnika			
			Dan i veče	Noć	Popis 2011	Period 1	Period 2	Period 3
1	Čukarica	Banovo brdo	55	45	44.669	40.098	40.790	43.978
2	Čukarica	Cerak	55	45	43.993	39.492	40.172	43.312
3	Čukarica	Žarkovo	55	45	30.979	27.809	28.289	30.500
4	Novi Beograd	Bežanijski blokovi	55	45	22.455	22.725	22.610	22.570
5	Novi Beograd	Ledine	55	45	6.813	6.895	6.860	6.848
6	Novi Beograd	Sava	55	45	18.899	19.126	19.029	18.996
7	Rakovica	Kanarevo brdo	55	45	11.389	9.975	10.194	11.170
8	Rakovica	Košutnjak	55	45	4.944	4.330	4.425	4.849
9	Rakovica	Miljakovac	55	45	7.622	6.676	6.822	7.476
10	Rakovica	Skojevska	55	45	4.739	4.151	4.242	4.648
11	Surčin	Dobanovci	55	45	8.503	8.055	8.089	8.469
12	Voždovac	Jajinci	55	45	8.876	8.672	8.733	8.815
13	Voždovac	Kumodraž	55	45	6.064	5.924	5.966	6.022
14	Voždovac	Kumodraž 1	55	45	3.852	3.763	3.790	3.826
15	Voždovac	Rakovica	55	45	3.292	3.216	3.239	3.269
16	Zemun	Ugrinovci	55	45	10.807	10.585	10.616	10.776
17	Stara Pazova	Krnješevci	55	45	845	809	813	841
Ukupno					238.741	222.301	224.679	236.365

Na osnovu ličnog zahteva za posebnu obradu podataka prikupljenih u popisu 2011, upućenog Zavodu za statistiku Republike Srbije, dobijeni su podaci o dnevnim migracijama aktivnog stanovništva koje obavlja zanimanje (zaposleno stanovništvo), učenika i studenata za svaku od 23 opštine u okolini aerodroma (Prilog 21). Za svaku opštinu posebno dat je broj zaposlenih, učenika i studenata koji svakodnevno zbog rada ili školovanja prelaze iz jednog u drugo naseljeno mesto.

Na osnovu dobijenih podataka izračunati su ukupni dnevni priliv i odliv stanovnika za svaku opštinu i na osnovu toga izvršena je aproksimacija ukupnih dnevnih priliva i odliva stanovnika za svako naselje u okviru opštine srazmerno broju stanovnika u naselju. Da bi se iz dobijenih podataka o dnevnim migracijama generisali obrasci kretanja stanovništva, u nedostatku realnih podataka, korišćene su neke opšte grube pretpostavke, i to: da 50% zaposlenih radi u prvoj smeni, 40% u drugoj, a 10% u noćnoj, dok đaci i učenici u škole i na fakultete idu u dve smene (Period 1 i 2) podjednako. Primer izračunavanja broja stanovnika za sva tri perioda za naselje Banovo brdo prikazan je u Prilogu 21. Na osnovu podataka iz popisa, u 17 izabranih lokacija (naselja) živi ukupno 238.741 stanovnik.

Zakonski dozvoljene granične vrednosti buke za dan, veče i noć, prikazane u Tabeli 24, predstavljaju granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru u Republici Srbiji, za naseljena područja (Službeni glasnik RS br. 75, 2010). Ove vrednosti obuhvataju ukupnu buku iz svih izvora na posmatranom području. Zakonom dozvoljene granične vrednosti buke za dan i veče (55dB) korišćene su za Period 1 i 2, dok je za Period 3 korišćena granična vrednost buke za noć (45dB).

Pomoću softvera *Integrated Noise Model* (INM), za svaki tip vazduhoplova u floti koji leti preko svake od ruta izračunati su nivoi izloženosti buci (SEL) za svaku lokaciju zasebno, a isti su korišćeni i kao ulazni podaci u optimizacioni model.

5.4. Rezultati

U ovom poglavlju predstavljani su rezultati analize izloženosti buci. Kako bi se procenila upotrebnost vrednost predloženog modela za određivanje raspoređivanja vazduhoplova na dolazne i odlazne rute s aspekta smanjenja izloženosti stanovništva

buci, izvršeno je poređenje raspoređivanja vazduhoplova na dolazne i odlazne rute koje je dobijeno heurističkim algoritmom (heuristički scenario) s postojećim (snimljenim) raspoređivanjem (osnovni scenario). Pri tome je dat uporedni prikaz broja ljudi koji su izloženi različitim opsezima buke za ova dva različita scenarija (osnovni i heuristički scenario). Takođe je prikazana i razlika u dužini ruta i potrošnji goriva koja je nastala kao posledica različitih rešenja u ova dva scenarija.

5.4.1. Analiza izloženosti buci

Primenom BARON-ovih determinističkih algoritama za globalnu optimizaciju tipa grananja i ograničavanja (eng. *branch-and-bound*) prvo je pokušano pronalaženje optimalnih rešenja za sva tri perioda. Međutim, globalni optimum dobijen je samo za Period 3 jer je veličina problema za ovaj period bila najmanja (51 operacija). Primenom napred opisanog heuristikog pristupa, pronađena su dopustiva rešenja za Periode 1 i 2, ali globalni optimum nije bilo moguće dobiti. Rezultati sprovedene analize za dva napred navedena scenarija prikazani su u Tabeli 25.

Za svaki period i za svaku lokaciju izračunat je A-ponderisani ekvivalentni nivo buke u dB ($N_k(X)$). Sabiranjem broja stanovnika na lokacijama u okviru istih opsega buke određen je broj ljudi izloženih različitim opsezima buke od po 5dB (Tabela 25). To je omogućilo upoređivanje rezultata dobijenih u ova dva scenarija, kao i zaključak da nijedna populacija nije bila izložena buci većoj od 60dB u oba scenarija.

Tabela 25. Poređenje osnovnog i heurističkog scenarija

	Osnovni scenario						F(X)
	Broj ljudi izložen različitim opsezima buke ($N_k(X)$)						
	<40	40–45	45–50	50–55	55–60	>60	
Period 1	68.061	90.579	56.766	0	6.895	0	103.541
Period 2	69.081	92.058	56.680	0	6.860	0	103.506
Period 3	74.594	127.504	27.419	6.848	0	0	197.999
	Heuristički scenario						F(X)
	Broj ljudi izložen različitim opsezima buke ($N_k(X)$)						
	<40	40–45	45–50	50–55	55–60	>60	
Period 1	204.012	0	809	17.480	0	0	58.187
Period 2	116.399	90.804	10.616	6.860	0	0	78.332
Period 3	217.900	841	17.624	0	0	0	115.514

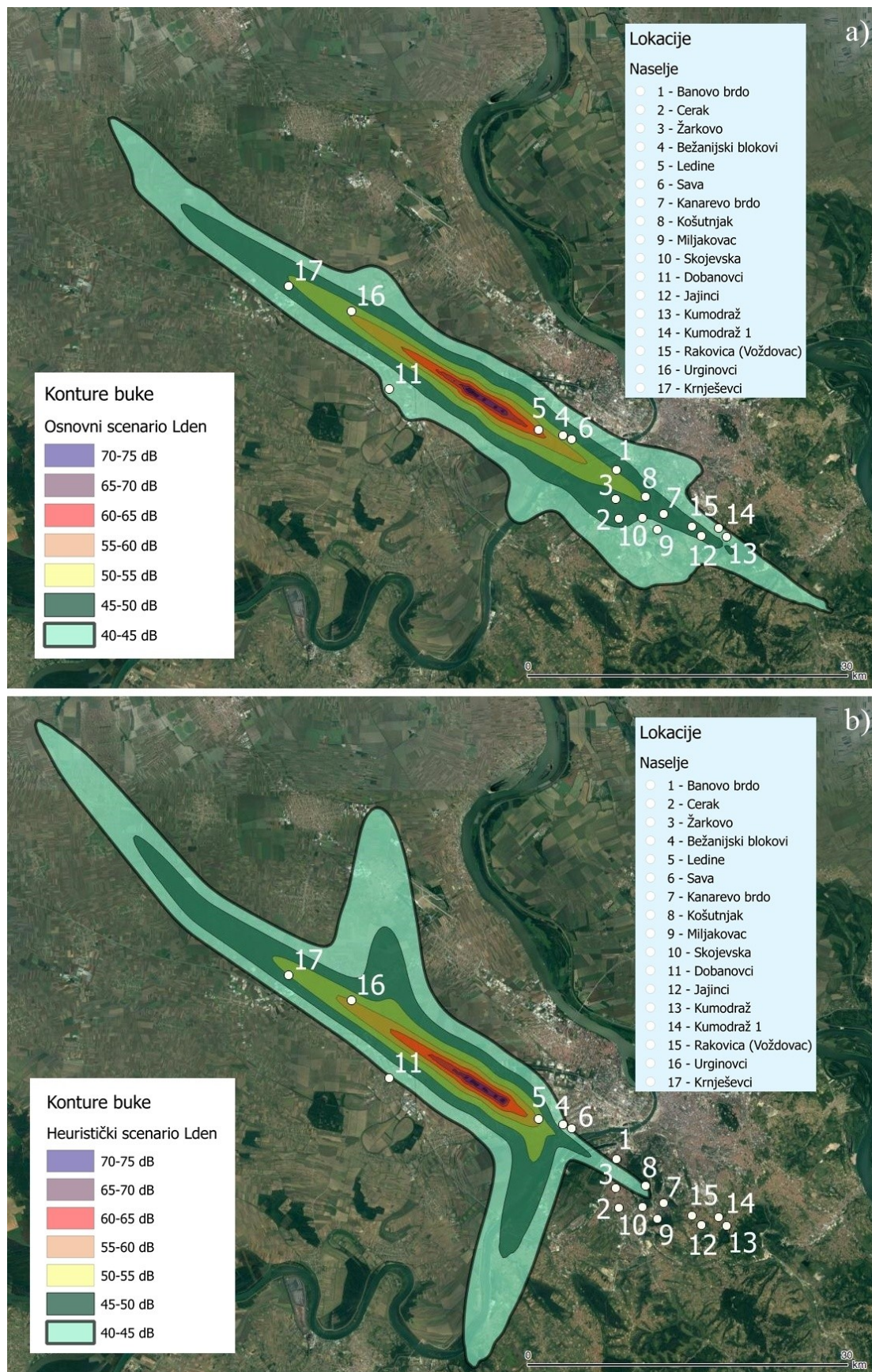
Pored toga, broj ljudi izloženih buci između 55 dB i 60 dB za osnovni scenario iznosio je 6.895 za period Period 1, 6.860 za Period 2, dok je za iste periode ovaj broj u heurističkom scenariju jednak nuli. Tabela 25 prikazuje da su i funkcija cilja $F(X)$ i broj ljudi izložen različitim opsezima buke bili značajno niži u slučaju s heurističkim algoritmom u odnosu na osnovni scenario.

Slično se može zaključiti i prikazom L_{den} i L_{night} kontura buke za osnovni scenario (Slike 26a i 27a) i heuristički scenario (Slike 26b i 27b). Pri izračunavanju ovih kontura buke, za određivanje topografije terena u okolini aerodroma korišćena je NASA SRTM (eng. Shuttle Radar Topography Mission) baza podataka verzija 2.1 (Farr et al., 2007; USGS, 2009). Podaci o nadmorskoj visini za svaku lokaciju preuzeti su s *Google Earth*-a i korišćeni su samo prilikom izračunavanja nivoa buke u lokacijama. Svrha prikaza ovih kontura buke je samo da ukaže na promene u smerovima prostiranja buke u osnovnom i heurističkom scenariju i ne mogu se koristiti u druge svrhe⁸.

Slike 26b i 27b pokazuju da je sav odlazni saobraćaj sa staze 12 raspoređen na jednu rutu (ruta 5, Slika 24b). Postupkom odleta sa desnim zaokretom nakon poletanja sa staze 12 buka je u većini slučajeva raspoređena tako da izbegava posmatrana naseljena područja s većim brojem stanovnika. Sav odlazeći saobraćaj sa staze 30 raspoređen je na dve rute (rute 8 i 9, Slika 24c) koje karakteriše desni zaokret nakon poletanja kako bi se izbegla naseljena područja. Na sličan način, heuristički algoritam predložio je dve preferentne dolazne rute (rute 16 i 22, Slike 24b i 24c) s manjom bukom za sav dolazeći saobraćaj.

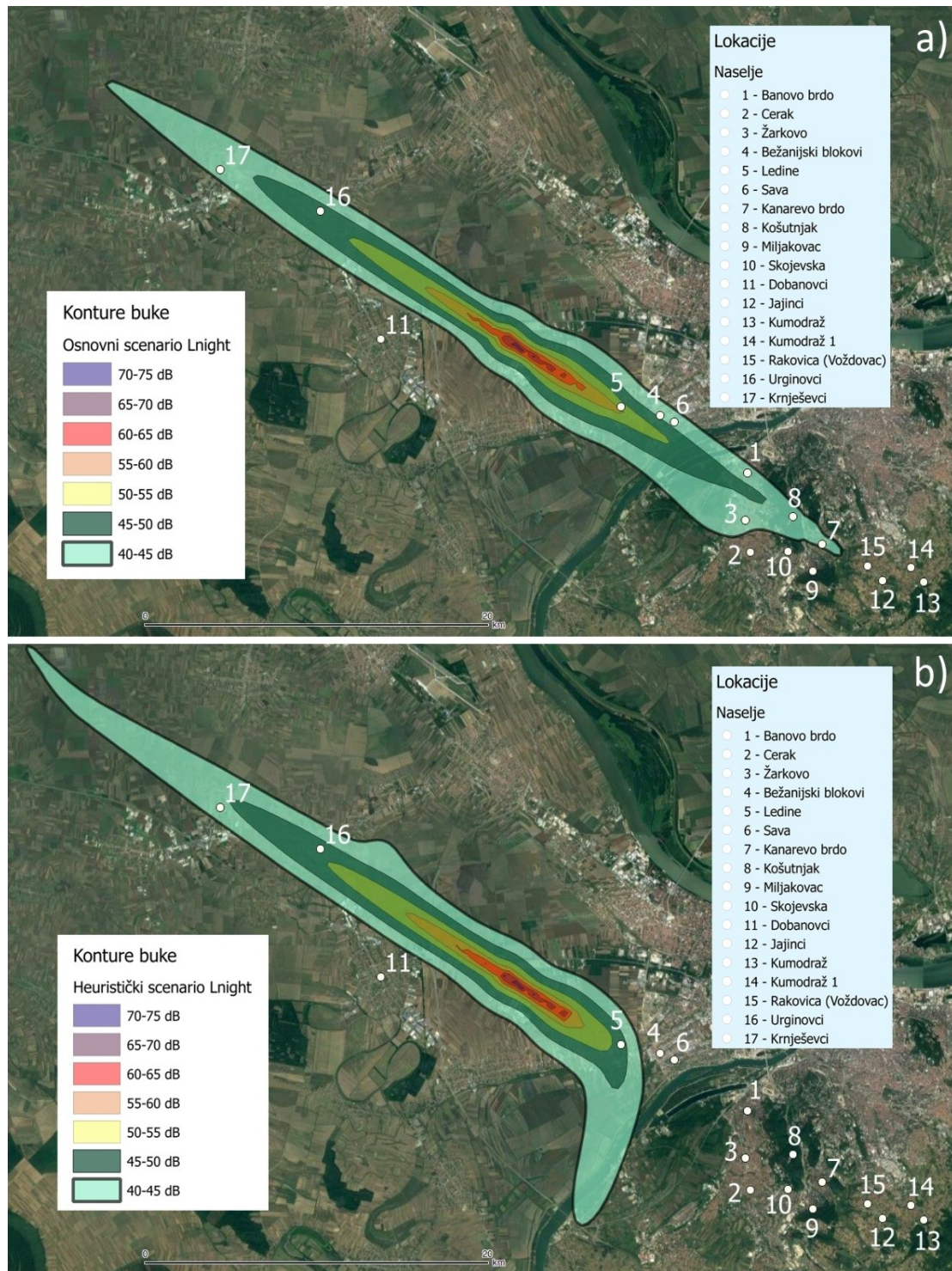
⁸ Za konure buke za Aerodrom „Nikola Tesla” Beograd pogledati studiju koju je izradio Institut Saobraćajnog fakulteta (1990).

5. Predlog nove mere za smanjenje uticaja buke



Slika 26. Konture buke L_{den} za osnovni i heuristički scenario

5. Predlog nove mere za smanjenje uticaja buke



Slika 27. Konture buke L_{night} za osnovni i heuristički scenario

Za ocenu uznemiravanja i štetnih efekata buke vazdušnog saobraćaja na stanovništvo primenjuje se odnos doza buke-efekat koji predstavlja (European Commission, 2002; Službeni glasnik RS br. 75, 2010):

- vezu između ometanja stanovništva bukom i L_{den} za buku vazdušnog saobraćaja;
- vezu između remećenja sna stanovništva i L_{night} za buku vazdušnog saobraćaja.

Procenat stanovništva ugroženog bukom od vazdušnog saobraćaja u toku dana, se u državama evropske zajednice procenjuje sledećim jednačinama (European Commission, 2002; Službeni glasnik RS br. 75, 2010):

$$\% A = 8,588 \cdot 10^{-6} \cdot (L_{den}-37)^3 + 1,777 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{den}-37)^2 + 1,221 \cdot (L_{den}-37) \quad (6)$$

$$\% HA = 9,199 \cdot 10^{-5} \cdot (L_{den}-42)^3 + 3,932 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{den}-42)^2 + 0,2939 \cdot (L_{den}-42) \quad (7)$$

U toku noći, procenat stanovništva koji može biti uznemiren bukom vazdušnog saobraćaja, procenjuje se sledećim jednačinama⁹ (European Commission, 2002; Službeni glasnik RS br. 75, 2010):

$$\% A = 13,714 - 0,807 L_{eq} + 0,01555 L_{eq}^2 \quad (8)$$

$$\% HA = 18,1478 - 0,956 L_{eq} + 0,01482 L_{eq}^2 \quad (9)$$

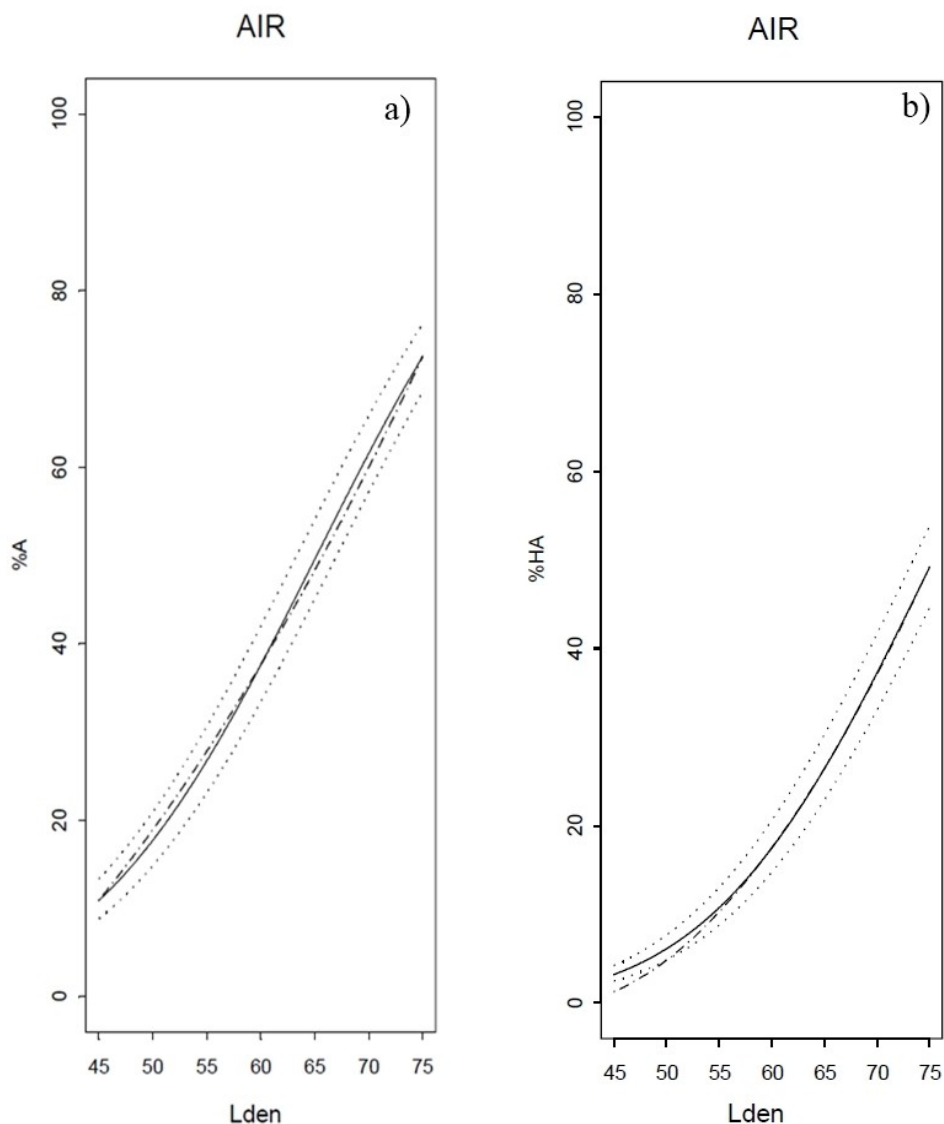
gde je:

%A – procenat ugroženog stanovništva

%HA – procenat veoma ugroženog stanovništva.

Procenat ugroženog stanovništva (%A) u funkciji izloženosti buci (L_{den}) prikazan je na Slici 28a, dok je procenat veoma ugroženog stanovništva (%HA) prikazan na Slici 28b. Puna linija predstavlja krivu procenjenu na bazi empirijskih podataka (podaci dobijeni uglavnom anketiranjem stanovništva koje živi u okolini aerodroma) dok isprekidana linija prikazuje polinomijalne aproksimacije (date u jednačinama iznad) koje su lakše za korišćenje i dovoljno precizne za praktičnu upotrebu. Tačkastim linijama na Slici 28 su prikazani 95% intervali poverenja.

⁹ U Službenom glasniku RS br.75, 2010 se umesto L_{night} koristi indikator L_{eq} . U slučaju osmočasovnog vremena trajanja noći oba indikatora imaju istu vrednost.



Slika 28. Procenat ugroženog stanovništva (%A) i veoma ugroženog stanovništva (%HA) u funkciji izloženosti buci (L_{den}) (European Commission, 2002)

U Tabeli 26 prikazane su izračunate vrednosti indikatora buke L_{den} i L_{night} na posmatranim lokacijama za osnovni i heuristički scenario. Iz Tabele 26 se može uočiti da su vrednosti oba indikatora znatno niže u heurističkom scenariju u odnosu na osnovni scenario za sve lokacije osim za naselja Dobanovci, Ugrinovci i Krnješevci.

Primenom prethodno opisanih formula za proračun uznemiravanja bukom od vazdušnog saobraćaja, na osnovu vrednosti indikatora buke L_{den} i L_{night} i broja stanovnika prema popisu iz 2011. godine za svaku lokaciju utvrđen je broj ljudi uznemirenih bukom od vazdušnog saobraćaja za osnovni i heuristički scenario (Tabela 27). Na primer, na

osnovu vrednosti L_{den} indikatora za naselje Banovo brdo koja za osnovni scenario iznosi 49,4 dB (Tabela 26), sa Slike 28a i pomoću Jednačine (6) se može izračunati procenat ugroženog stanovništva (%A) koji na ovoj lokaciji iznosi 17,89% što znači da je približno 7991 stanovnik ugrožen bukom (izračunato na osnovu ukupnog broja stanovnika u ovom naselju koji prema popisu iz 2011. godine iznosi 44.669, videti Tabelu 24), dok procenat veoma ugroženog stanovništva (%HA) iznosi približno 4% (pomoću Jednačine 7). Na osnovu vrednosti L_{night} indikatora od 42,2 dB za isto naselje za osnovni scenario Jednačinom (8) se dobija da procenat ugroženog stanovništva (%A) iznosi približno 7%, dok procenat veoma ugroženog stanovništva (%HA) iznosi približno 4% (Jednačina 9). Na sličan način izračunat je i procenat ugroženog i veoma ugroženog stanovništva za ostale lokacije. Sabiranjem dobijenih vrednosti na svim lokacijama dobija se broj ugroženog i veoma ugroženog stanovništva bukom koji je prikazan u Tabeli 27.

Tabela 26. Vrednosti indikatora buke L_{den} i L_{night} za osnovni i heuristički scenario

Br.	Opština	Naselje	Osnovni scenario		Heuristički scenario	
			L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}
1	Čukarica	Banovo brdo	49,4	42,2	37,2	20,1
2	Čukarica	Cerak	45,7	39,1	29,7	19,3
3	Čukarica	Žarkovo	48,1	41,1	36,4	20,3
4	Novi Beograd	Bežanijski blokovi	51,8	44,5	42,5	34,5
5	Novi Beograd	Ledine	60,3	53,2	54,5	46,9
6	Novi Beograd	Sava	50,7	43,4	40,2	31,5
7	Rakovica	Kanarevo brdo	47,8	40,5	39,3	12,9
8	Rakovica	Košutnjak	50,6	43,4	40,6	15,2
9	Rakovica	Miljakovac	43,6	36,6	32,4	13,6
10	Rakovica	Skojevska	45,3	38,3	34,3	15,7
11	Surčin	Dobanovci	41,4	29,8	40,0	31,1
12	Voždovac	Jajinci	45,8	38,5	37,3	8,9
13	Voždovac	Kumodraž	43,1	36,0	32,5	6,8
14	Voždovac	Kumodraž 1	41,8	34,5	30,9	7,4
15	Voždovac	Rakovica	46,6	39,2	37,2	9,8
16	Zemun	Ugrinovci	54,0	47,4	54,9	48,3
17	Stara Pazova	Krnješevci	48,9	42,4	50,2	43,6

Tabela 27 prikazuje da je i broj ljudi uznemiren bukom znatno niži u slučaju s heurističkim algoritmom u odnosu na osnovni scenario.

Tabela 27. Broj ugroženog i veoma ugroženog stanovništva za osnovni i heuristički scenario

	Broj ugroženog stanovništva bukom		Broj veoma ugroženog stanovništva bukom	
	L _{den}	L _{night}	L _{den}	L _{night}
Osnovni scenario	39.094	16.882	9.572	9.620
Heuristički scenario	8.411	3.943	1.898	1.779

5.4.2. Analiza potrošnje goriva

S obzirom na to da je u rešenju koje je dobijeno u studiji slučaja za Aerodrom „Nikola Tesla” Beograd (heuristički algoritam) sav saobraćaj raspoređen na manji broj ruta koje se koriste za poletanje i sletanje u odnosu na osnovni scenario (Slika 26), takav pristup bi mogao imati uticaj na vreme trajanja leta, a time i na potrošnju goriva. Zato je sprovedeno dodatno istraživanje kako bi se procenila razlika u potrošnji goriva između osnovnog i heurističkog scenarija.

Potrošnja goriva izračunata je pomoću smernica koje su zajednički izdale Evropska agencija za zaštitu životne sredine i Evropski program za monitoring i evaluaciju a koje se odnose na emisiju aerozagađivača (*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016, Part B: sectoral guidance chapters, 1.A.3.a Aviation 2016*) (Winther et al., 2017). Aneks 5 tog dokumenta sadrži kalkulatora za emisije u poletanju i sletanju (eng. *Landing and Take-Off*, skraćeno LTO) i ukupne emisije za sve faze leta od aerodroma poletanja do aerodroma sletanja i oni su korišćeni za ovo istraživanje. Ovi kalkulatori koriste podatke o emisijama iz motora vazduhoplova iz banke podataka Međunarodne organizacije civilnog vazduhoplovstva (eng. *ICAO Aircraft Engine Emissions Databank*) (ICAO, 2017b).

Podaci o korišćenim dolaznim i odlaznim rutama, navigacionim tačkama i dužinama ruta za svaku od operacija u osnovnom scenariju dobijeni su iz alata za modeliranje Evropske organizacije za bezbednost vazdušne plovidbe (Eurocontrol) pod nazivom NEST (eng. *Network Strategic Tool*).

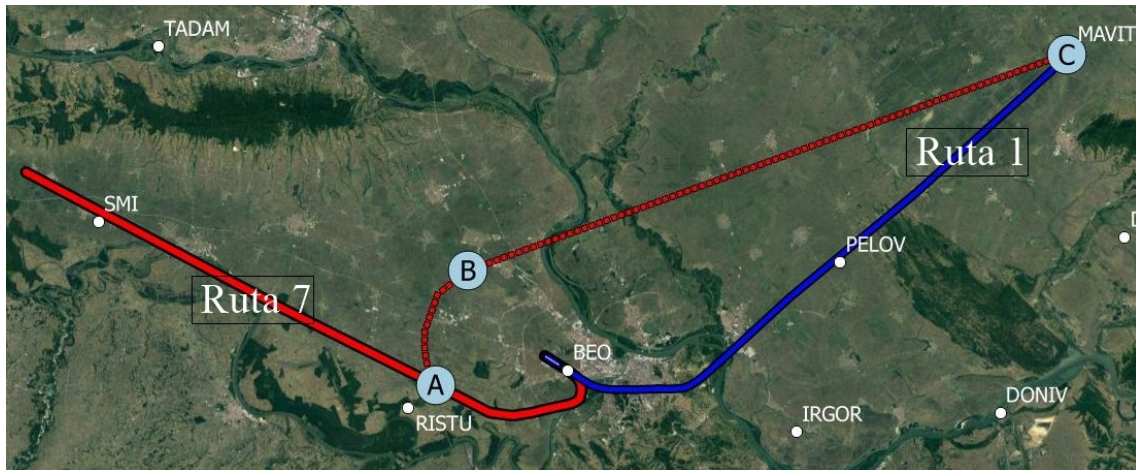
Bez obzira na dodeljenu dolaznu odnosno odlaznu rutu u osnovnom i heurističkom scenariju, u ovoj disertaciji je pretpostavljeno da će vazduhoplov biti usmeren ka/od vazdušnog puta kojim je leteo u osnovnom scenariju, čime će proći istu navigacionu

tačku prema/od vazdušnog puta. Imajući to na umu, za svaku operaciju posebno, odabrana je jedna navigaciona tačka na ruti za dolazak odnosno odlazak. U primeru koji je razmatran u ovoj disertaciji ova tačka u najvećem broju slučajeva predstavlja granični ulazno/izlazni koridor preko koga/od koga je vazduhoplov u odlasku/dolasku u osnovnom scenariju leteo od/ka Aerodroma „Nikola Tesla”. S obzirom na to da su u heurističkom scenariju za određeni broj operacija u dolasku/odlasku korišćene rute za dolazak/odlazak koje nisu korišćene u osnovnom scenariju, rute koje su prikazane na Slikama 24b i 24c (rute korišćene u osnovnom scenariju) dopunjene su delovima rute koji ih povezuju s graničnim ulazno/izlaznim koridorima koji su korišćeni u osnovnom scenariju. Na Slici 29 je ilustrovano kako je ova dopuna urađena. Sa Slike 29 se vidi da je u osnovnom scenariju vazduhoplov u odlasku koristio Rutu 1 koja je prikazana plavom bojom, a u heurističkom scenariju Rutu 7 koja je prikazana crvenom bojom.

Ruta 7 u odlasku koja je u ovom slučaju korišćena u heurističkom scenariju je do tačke A ista kao i u osnovnom scenariju, a posle tačke A je dopunjena delom rute (prikazano crvenim tačkama na Slici 29) koji je povezuje sa graničnim koridorom C (navigaciona tačka MAVIT) na sledeći način:

- na osnovu razgovora s kontrolorima letenja koji rade kao prilazni radarski kontrolori letenja na ANT, na odlaznoj ruti 7 (crvena boja) definisana je tačka A na kojoj vazduhoplov započinje desni zaokret ka tački B. Tačka A se nalazi na mestu gde je buka vazduhoplova u poletanju manja od zakonski dozvoljene granične vrednosti za noć od 45dB;
- od tačke B, vazduhoplov se instrukcijom kontrolora letenja *direct to C* upućuje ka graničnom koridoru C. Ovaj deo odlazne rute je definisan uz pretpostavku da to saobraćajna situacija u okolini aerodroma omogućava.

Sličnim postupkom dopunjene su sve rute u dolasku/odlasku koje su korišćene u heurističkom scenariju, a nisu u osnovnom scenariju. Pomoću alata *Google Earth* izvršena je procena dužine svih dolaznih/odlaznih ruta koje su korišćene i u osnovnom i u heurističkom scenariju od ANT do graničnog koridora.



Slika 29. Ilustracija kreiranja rute za heuristički scenario

Na osnovu dobijenih podataka i podataka procenjenih na prethodno opisani način izračunata je potrošnja u LTO i za faze leta penjanje, krstarenje i poniranje (CCD) za oba scenarija – i osnovni i heuristički, a rezultate prikazuje Tabela 28. Ova tabela pokazuje da je ukupna dužina rute za sve operacije u heurističkom scenariju veća za 1,16% (1.432NM u apsolutnom iznosu) od ukupne dužine rute za sve operacije u osnovnom scenariju. Kao rezultat toga povećala se i potrošnja goriva za CCD i to za 0,85%, dok je potrošnja goriva za LTO ostala ista. Razlika između ukupne potrošnje goriva za heuristički i osnovni scenario iznosi 5.566kg, što predstavlja povećanje od 0,72%.

Tabela 28. Razlike u potrošnji goriva i ukupnoj dužini ruta između osnovnog i heurističkog scenarija

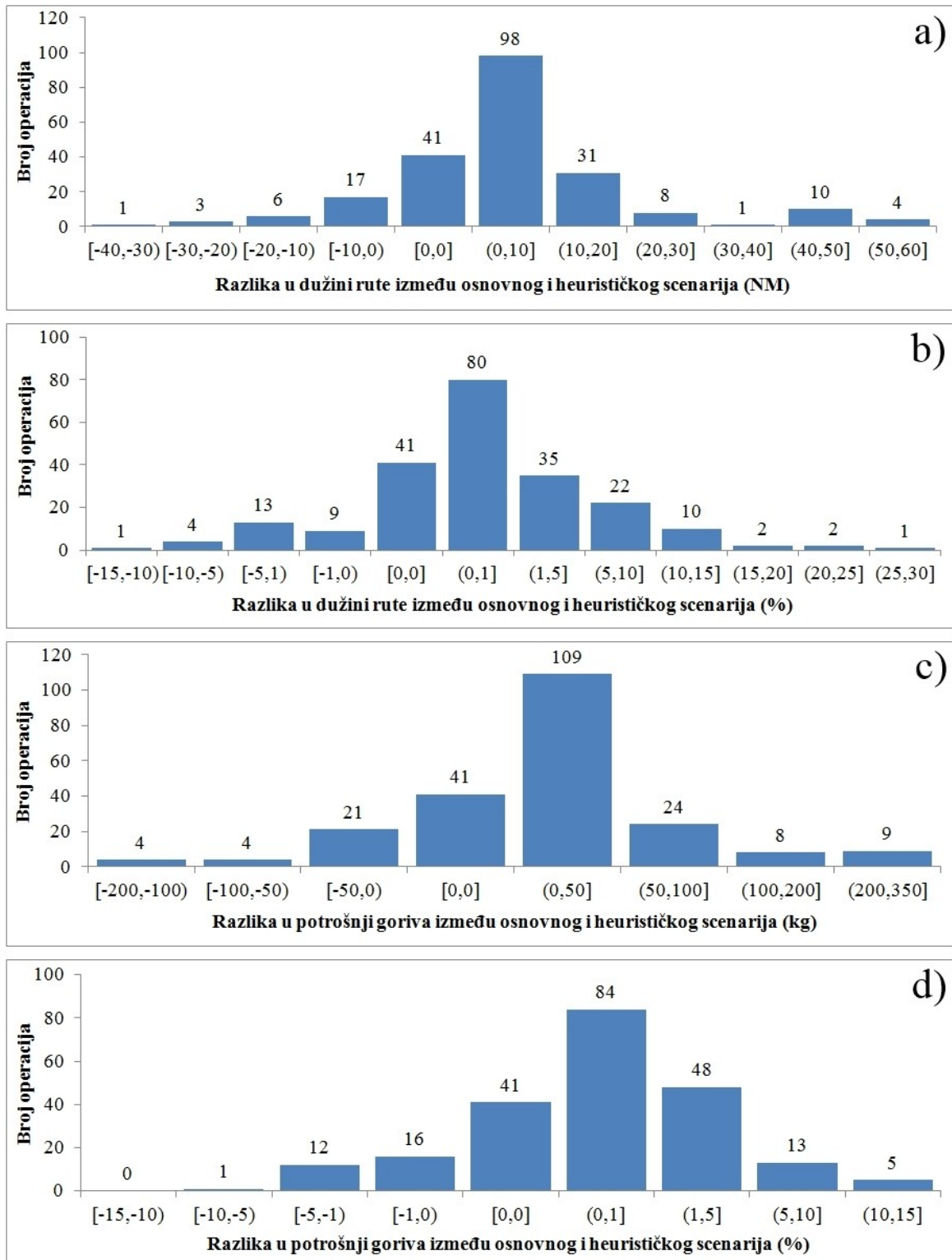
	Scenario		Razlika	
	Osnovni	Heuristički	Apsolutna	Procentualna
Ukupna dužina ruta (NM)	123.836	125.268	1.432	1,16%
Potrošnja goriva za CCD (kg)	656.233	661.799	5.566	0,85%
Potrošnja goriva za LTO (kg)	115.873	115.873	0	0
Ukupna potrošnja goriva (kg)	772.106	777.672	5.566	0,72%

Iako je ukupno povećanje potrošnje goriva iznosilo manje od 1%, najveće povećanje za pojedinačan let u heurističkom scenariju iznosilo je 13,97%. S druge strane, nekoliko letova raspoređeno je na rute koje su kraće od onih kojima se zaista letelo, što znači da je došlo do smanjenja potrošnje goriva. Najveće smanjenje goriva za pojedinačan let iznosilo je 8,13%. Generalno posmatrano, od 220 operacija, u 29 slučajeva (13,18%)

dodeljena ruta u heurističkom scenariju bila je kraća od one u osnovnom scenariju, u 41 slučaju (18,64%) dodeljena ruta u heurističkom scenariju bila je iste dužine kao i u osnovnom scenariju, dok je u 150 slučajeva (68,18%) dodeljena ruta u heurističkom scenariju bila duža od rute u osnovnom scenariju. Slika 30 prikazuje distribuciju razlika u dužini rute i potrošnji goriva po operaciji u apsolutnom i relativnom iznosu.

Slika 30a pokazuje da je za većinu operacija (njih 98), razlika u dužini rute u heurističkom i osnovnom scenariju između nule i 10 NM, dok je najveća razlika zabeležena za četiri operacije (50–60 NM). Procentualno izražena razlika u dužini rute koju prikazuje Slika 30b ukazuje na to da je za većinu operacija (njih 80), razlika u dužini rute u heurističkom i osnovnom scenariju između nula i 1%, za 35 operacija ova razlika između 1% i 5%, dok za 37 operacija ova razlika iznosi preko 5%. Razliku u potrošnji goriva prikazuju Slika 30c (apsolutni iznos) i Slika 30d (relativni iznos). Povećanje u potrošnji goriva za većinu operacija u heurističkom scenariju kreće se između nula i 50 kg, dok je najveće zabeleženo povećanje između 200–350 kg. Slika 30d pokazuje da je za 84 operacije razlika u potrošnji goriva u heurističkom i osnovnom scenariju između nule i 1%, za 48 operacija između 1 i 5%, dok za 18 operacija ova razlika iznosi preko 5%.

Napomena: Zbog specifičnog rasporeda lokacija koje su izložene buci u okolini aerodroma i broja stanovnika u naseljima, primer ANT ne pokazuje prave efekte nove mere jer dodeljuje sve vazduhoplove na jednu/dve rute u odlasku i dolasku. S obzirom na to da se sve lokacije (naselja) koje su razmatrane u ovom primeru nalaze uglavnom u pravcu produžetka PSS-a, algoritam u svakom periodu kao optimalno rešenje nudi rute koje zaobilaze skoro sve lokacije (sem naselja Ledine) i samim tim daje isto rešenje bez obzira na promenu broja stanovnika na lokacijima. U slučaju postojanja veće migracije stanovništva i ravnomernijeg rasporeda lokacija oko aerodroma, efekti primene mere bi bili znatno veći. U tom slučaju bi se tokom jednog dela dana koristile jedne rute a tokom drugog druge zbog migracija stanovništva.



Slika 30. Distribucija razlika u dužini rute i potrošnji goriva između osnovnog i heurističkog scenarija po operaciji u apsolutnom i relativnom iznosu

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji predstavljaju mere za smanjenje uticaja buke na aerodromima. Mnogi aerodromi u svetu suočeni su s problemima u vezi s bukom vazduhoplova i odavno primenjuju mere za smanjenje uticaja buke. Prema podacima iz baze podataka proizvođača aviona *Boeing*, u 2010. godini 630 aerodroma širom sveta primenjuje jednu ili više od ukupno 18 različitih mera za smanjenje uticaja buke.

Cilj istraživanja je bio da se utvrde faktori koji utiču na broj i vrstu primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima, tj. da se utvrdi da li je moguće pronaći međuzavisnosti (između faktora i mera, kao i između samih mera) na osnovu kojih se određeni aerodromi odlučuju da uvedu određenu meru za smanjenje uticaja buke. Krajnji cilj pronalaženja ovih međuzavisnosti bio je razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na postojećim ili planiranim aerodromima. Dodatni ciljevi istraživanja su bili da se anketiranjem zaposlenih na aerodromu odgovornih za sprovođenje mera utvrde: glavni problemi u vezi s bukom vazduhoplova na aerodromima; neophodni resursi i glavne barijere za primenu mera; efekti dosadašnjih mera u rešavanju problema buke na aerodromima; trendovi i prioriteti u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima u bliskoj budućnosti. Takođe, cilj istraživanja je bio i definisanje nove mere za smanjenje uticaja buke na osnovu analiziranja efekata postojećih mera i problema u primeni istih.

Radi sistematizacije i kritičke analize dosadašnjih teorijskih i praktičnih doprinosa u oblasti koja je bila predmet istraživanja, izvršen je pregled regulative u oblasti buke vazduhoplova s posebnim osvrtom na mere za smanjenje uticaja buke koje se primenjuju na aerodromima, kao i analiza faktora koji utiču na mere za smanjenje uticaja buke; dat je pregled istraživanja koja su za cilj imala razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera, kao i pregled do sada sprovedenih anketa u vezi s merama za smanjenje uticaja buke. U okviru disertacije dat je pregled primenjenih mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima širom sveta, izvršena je klasifikacija mera prema različitim kriterijumima, a zatim su analizirani potrebni uslovi za primenu mera kako bi se ustanovilo da li svaki aerodrom može da primeni svaku meru.

Radi ostvarivanja postavljenih ciljeva disertacije izvršena je analiza međuzavisnosti mera i faktora koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke. Prvo je istraživana veza između ukupnog broja primenjenih mera za smanjenje uticaja buke i predloženih faktora, a zatim je istraživana veza između pojedinačnih mera i predloženih faktora. Na osnovu ustanovljenih međuzavisnosti između mera i faktora kao i između samih mera za smanjenje uticaja buke razvijen je i prikazan alat za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima. Pored toga, dat je opis sprovedene ankete u okviru disertacije i prikaz rezultata dobijenih anketom koji daju odgovor na postavljene ciljeve istraživanja. Nova mera za smanjenje uticaja buke koja je predložena u ovoj disertaciji sastoji se od određivanja raspoređivanja vazduhoplova na rute koje se koriste za poletanje i sletanje vodeći pri tome računa o vremenskoj i prostornoj varijaciji u broju stanovnika u naseljima u okolini aerodroma tako da se broj stanovnika izloženih buci svede na najmanju moguću meru.

Na osnovu sprovedenog istraživanja i ostvarenih rezultata u ovoj doktorskoj disertaciji mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Iako statistički značajni koeficijenti korelacije podržavaju testirane hipoteze (osim hipoteze u vezi s blizinom naselja), dobijeni rezultati regresione analize, kao i analize na osnovu grupisanja aerodroma ukazuju da je **veza između broja primenjenih mera i predloženih faktora slabog intenziteta** što pokazuju niski koeficijenti determinacije, osim za određene grupe aerodroma.

- Samo je promenljiva broj operacija pokazala umerenu povezanost sa brojem mera, uz koeficijent korelacije od 0,503 dok promenljive **broj operacija i BDP po stanovniku zajedno objašnjavaju oko 28% varijabiliteta zavisne promenljive broja mera.**
- Grupisanjem aerodroma prema državi u kojoj se nalaze dobijeni su veći koeficijenti korelacije od onih dobijenih na osnovu testirane linearne zavisnosti za ceo uzorak, što pokazuje da **na nivou država postoji veća povezanost između posmatranih promenljivih.** U slučaju aerodroma u Španiji, dobijeni rezultat ukazuje da broj operacija objašnjava 72% varijabiliteta zavisne promenljive broja mera. Ako se izuzme ovaj izolovani slučaj, rezultati do kojih se došlo grupisanjem aerodroma su takođe pokazali da veza između broja mera za smanjenje uticaja buke i posmatranih faktora većini slučajeva slaba.
- Testiranjem koeficijenta korelacije između broja stanovnika izloženih različitim opsezima buke indikatora L_{den} i L_{night} , dobijenih na osnovu podataka iz strateških karata buke za 73 evropska aerodroma za 2007. godinu i broja uvedenih mera za smanjenje uticaja buke u 2009. godini **pokazano je da je povezanost između posmatranih promenljivih veoma slaba.** Broj stanovnika u opsegu buke preko 55 dB, preko 65 dB i ukupan broj stanovnika za indikator buke L_{den} uključujući aglomeracije su jedine nezavisne promenljive za koje su dobijeni statistički značajni koeficijenti korelacije.
- Na osnovu svih analiza sprovedenih u Poglavlju 4.1 zaključeno je da je **bolje posmatrati svaku meru za smanjenje uticaja buke posebno,** nego tražiti faktore koji utiču na ukupan broj primenjenih mera.
- Analiziranjem pojedinačnih mera i predloženih faktora pokazano je da **postoji veza između primenjenih mera za smanjenje buke i predloženih karakteristika aerodroma.** Pored toga, pokazano je da **postoji međuzavisnost između samih mera za smanjenje uticaja buke.** Hi-kvadrat testom nezavisnosti (Poglavlje 4.2) pokazano je da statistička značajnost na nivou $p < 0,01$ postoji između devet parova mera, na nivou $p < 0,05$ postoji između 14 parova, dok između preostalih parova mera ne postoji statistički značajna veza.
- **Rezultati binarne logističke regresione analize (Poglavlje 4.2) ukazuju na sledeće zaključke:**

- Verovatnije je da će aerodromi sa više operacija primeniti Operativna ograničenja pogonske grupe, Naplatu prekoračenja buke i Ograničenje nivoa buke.
- Verovatnije je da će aerodromi koji se nalaze u državama sa većim BDP po stanovniku primeniti Naplatu prekoračenja buke i Operativno ograničenje u korišćenju APU-a.
- Manje je verovatno da će aerodromi sa većim brojem PSS primeniti Operativne norme i Ograničenje vremena rada aerodroma, dok je veća verovatnoća da će isti primeniti Preferentne poletno-sletne staze, Ograničenje za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3 i Ograničenje „budžeta” buke.
- Verovatnije je da će aerodromi sa većim brojem stanovnika u okolini aerodroma primeniti Operativne norme i Procedure za smanjenje buke.
- Nezavisna promenljiva rastojanje aerodroma od centra grada ne utiče ni na jednu meru za smanjenje uticaja buke.
- Primena određene mere uslovljava primenu neke druge mere.
- Sve značajne korelacije između mera za smanjenje uticaja buke su pozitivne, osim onih između Naplate prekoračenja buke i Operativnog ograničenja u korišćenju APU-a, i između Ograničenje vremena rada aerodroma i Procedure za smanjenje buke.
- Navedeni zaključci ukazuju da su **sve hipoteze postavljene na početku ovog istraživanja potvrđene, osim hipoteze u vezi s rastojanjem aerodroma od centra grada.**
- **Utvrđene međuzavisnosti (između faktora i mera, kao i između samih mera) iskorišćene su za razvoj alata za pomoć u odlučivanju pri uvođenju mera za smanjenje uticaja buke.** Predloženi alat treba koristiti samo kao pomoćno sredstvo za menadžere aerodroma pri donošenju odluke o izboru mera za smanjenje uticaja buke čije se uvođenje planira. Za svaki aerodrom pojedinačno odluka o tome koja će mera ili kombinacija mera biti primenjena zavisi od specifičnosti koje ga odlikuju.
- Na osnovu odgovora ispitanika koji su učestvovali u anketi koja je sprovedena u okviru istraživanja glavnih problema vezanih za buku vazduhoplova na

aerodromima (poglavlje 4.3) utvrđeno je da je čak **88,5% aerodroma koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke imalo pritužbe stanovništva na buku**, dok je u 44,2% slučajeva povećani obim saobraćaja uzrokovao proteste stanovništva zbog buke koju takav saobraćaj generiše. Na 71,2% aerodroma stanovnici su kao razlog za žalbe naveli buku koju generišu vazduhoplovi na rutama u poletanju, dok je u 63,5% razlog bila buka pri sletanju vazduhoplova. Jedan od glavnih razloga žalbi je ukupan nivo buke u okolini aerodroma koji je izražen na 57,7% aerodroma. Na više od pola posmatranih aerodroma (53,9%) razlog za žalbe stanovništva bile su aktivnosti na aerodromu tokom noćnih časova.

- **Najveći broj aerodroma u uzorku (71,2%) naveo je zabrinutost zajednice kao jedan od razloga zbog kojeg su mere za smanjenje buke uvedene.** Na drugom mestu po učestalosti odgovora (63,5% aerodroma) politika aerodroma je navedena kao motiv za rešavanje problema buke. Iako se očekivalo da će skoro u svim slučajevima regulativa biti glavni motiv za uvođenje mera, ona je navedena kao jedan od razloga za 59,6% aerodroma. Uvođenje sistema za praćenje (monitoring) buke navedeno je kao zakonska obaveza za 69,2% aerodroma, dok je ograničenje nivoa buke zakonom regulisano na 53,9% aerodroma. Za 51,9% aerodroma uvođenje procedura za smanjenje buke je definisano propisima, dok svaki drugi aerodrom u uzorku ima obavezu izrade akcionih planova buke. Ograničenja broja operacija, doba dana kada se operacija obavlja ili slična odgraničenja pravno su obavezujuća za 42,3% aerodroma, dok se naplata buke sprovodi kao deo zakonskih odredbi na 23,1% aerodroma. Dodatnom analizom utvrđeno je da u 2010. godini 73% aerodroma na teritoriji Evropske unije koji imaju preko 50.000 operacija primenjuje meru naplate prekoračenja buke na osnovu sistema za praćenje buke, naspram 30% aerodroma van EU. Razlog za to može biti zakonska obaveza za uvođenjem sistema za praćenje buke, ali je potrebno analizirati i uticaj nekih drugih faktora.
- Na osnovu prikupljenih odgovora u okviru sprovedene ankete, **obrasci ponašanja i kultura bavljenja problemima buke** navedeni su kao **najčešća barijera za primenu mera za smanjenje uticaja buke** (na 32,7% aerodroma). Nedostatak obuke i znanja, kao i nedovoljno razumevanje problema buke

prepoznati su kao prepreka za primenu mera za smanjenje uticaja buke na 26,9% aerodroma. Politička nestabilnost u državi ili na nivou grada ima uticaj na akcije koje aerodromi preduzimaju u vezi s bukom i to je navedeno kao jedna od barijera na 23,1% aerodroma.

- U okviru analize efekata dosadašnjih mera u rešavanju problema buke, utvrđeno je da čak **40,4% aerodroma ne meri efekte primenjenih mera za smanjenje uticaja buke. Od preostalih 59,6% ispitanika** koji su potvrdili da prate efekte primenjenih mera **najveći broj njih (67,74%) je odgovorio da su efekti mera za smanjenje uticaja buke u skladu s očekivanim.** Nijedan ispitanik ne smatra da su preduzete mere doživele potpuni neuspeh, dok 6,5% ispitanika smatra da su efekti primenjenih mera ispod očekivanog nivoa. U 22,6% slučajeva, efekti mera su ocenjeni iznad očekivanog, a u 3,2% slučajeva efekti mera su iznad svih očekivanja.
- Na osnovu odgovora ispitanika o trendovima i prioritetima u vezi s uvođenjem mera za smanjenje uticaja buke, posmatrano na grupnom nivou, **utvrđeno je da će prioritet u primeni u narednom periodu imati mere koje se tiču tehnika upravljanja letom i upravljanja programima buke.** Najmanji broj aerodroma planira da smanjuje buku razvojem objekata i infrastrukture, što je i očekivano s obzirom na potrebna finansijska ulaganja. **U naredne dve godine, najveći broj aerodroma iz uzorka (26,9%) planira da uvede ili unapredi postojeći sistem za praćenje buke,** dok svaki četvrti aerodrom planira da primeni operacije kontinualnog poniranja. Nijedan od aerodroma iz uzorka nije naveo da će u narednom periodu da primeni izmeštanje pragova PSS-a. Nešto više od petine aerodroma (21,2%) ne planira uvođenje novih mera za smanjenje uticaja buke u narednom periodu.
- Na osnovu odgovora dobijenih anketom, testiran je stepen povezanosti između 20 karakteristika aerodroma i primenjenih mera za smanjenje uticaja buke. **Za većinu mera i grupa mera pokazano je da postoji barem jedna karakteristika aerodroma za koju je razlika u medijani značajna između aerodroma koji su primenili tu meru ili grupu mera i onih koji to nisu učinili.** Spirmanovim koeficijentom korelacije rangova uočeni su statistički

značajni koeficijenti korelacije između određenih mera za smanjenje uticaja buke i određenih karakteristika aerodroma i njegovog okruženja.

- Istraživanje u vezi s predlogom nove mere za smanjenje uticaja buke (Poglavlje 5) pokazalo je da se izloženost stanovništva buci može smanjiti ukoliko se raspoređivanje letova na rute koje se koriste u odlasku i dolasku sa/na aerodrom uskladi s obrascima kretanja stanovništva. U predloženoj meri broj stanovnika se posmatra kao dinamički ulazni podatak za proračun broja ljudi izloženih buci od vazdušnog saobraćaja. **Numerički primer na kome je ilustrovana primena nove mere na Aerodromu „Nikola Tesla” u Beogradu pokazao je da je za sve posmatrane periode tokom dana broj ljudi izložen različitim opsezima buke koju generiše vazdušni saobraćaj manji u slučaju da se primenjuje nova mera** (heuristički algoritam: $L_{Aeq8hr} > 55\text{dB}$, nema izloženih stanovnika) **nego u osnovnom scenariju** ($L_{Aeq8hr} > 55\text{dB}$, izloženo više od 6.850 ljudi). Raspoređivanje vazduhoplova na rute za poletanje i sletanje koje je rezultat primene nove mere može da utiče na vreme trajanja leta, a samim tim i na potrošnju goriva. Na numeričkom primeru za ANT Beograd pokazano je da razlika u ukupnoj potrošnji goriva između heurističkog i osnovnog scenarija iznosi 5.566kg, što predstavlja povećanje od 0,72%. Ova razlika je nastala zbog povećanja ukupne dužine ruta za sve operacije u heurističkom algoritmu od 1,16% (1.432NM u apsolutnom iznosu).

Pored opisanih analiza, postoje brojni načini da se sprovedeno istraživanje unapredi. Detaljna analiza regulative i njen uticaj na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke svakako može biti jedna od tema budućeg istraživanja. Umereni koeficijenti korelacije i udeo varijabiliteta zavisne promenljive ukazuju da postoje dodatni faktori koji utiču na primenu mera za smanjenje uticaja buke a koji nisu uzeti u obzir u ovom istraživanju. Visok koeficijent korelacije za španske aerodrome koji su većinom pod nadležnošću istog operatera ukazuje da bi uzimanje u obzir vlasničke strukture u budućim istraživanjima moglo ukazati na veći koeficijent korelacije. Pored toga, pregledom literature je pokazano da neakustički faktori mogu imati veliki uticaj na primenu mera. Buduća istraživanja bi mogla biti usmerena na proces kvantifikacije neakustičkih faktora i testiranje korelacije s primenjenim merama. Istraživanja na osnovu odgovora prikupljenih anketom bila su ograničena zbog malog uzorka. Radi dobijanja značajnijih

rezultata, potrebno je povećati uzorak i izvršiti nove analize što može biti predmet budućih istraživanja. Osim toga, uvid u dinamiku uvođenja mera na aerodromu i raspolaganje s dužim nizom podataka vremenske serije za sve predložene faktore može ukazati na trendove koje nije bilo moguće uočiti analiziranjem podataka za samo jednu godinu.

Predloženi model za određivanje raspoređivanja vazduhoplova na rute u odlasku i dolasku moguće je unaprediti na više načina. Broj letova koji dolaze/odlaze preko iste rute u sletanju/poletanju tokom određenog perioda trebalo bi ograničiti, zato što velika frekventnost saobraćaja preko određenog naseljenog područja u kraćem intervalu može dovesti do povećanja broja pritužbi građana na buku bez obzira što je ekvivalentni (prosečni) nivo buke na datoj lokaciji nizak. Iako povećanje u potrošnji goriva u prikazanoj studiji slučaja za Aerodrom „Nikola Tesla” nije bilo značajno, buduća istraživanja mogu razmotriti integrisanje potrošnje goriva u model buke. Jedan ovakav problem mogao bi se modelirati i rešiti pomoću metoda višekriterijumske optimizacije. Na taj način bilo bi moguće naći kompromis između ovakva dva suprotstavljena cilja kao što su smanjenje buke i potrošnja goriva, i što je još važnije, smanjenje karbonskog otiska. U obzir se može uzeti i veličina populacije koja je izložena aero-zagađenju. Istraživanje može ići i u pravcu određivanja šta je važnije – buka ili emisije gasova. Pored toga, buduća istraživanja bi svakako trebala da uzmu u obzir preciznije podatke o dnevnim migracijama stanovništva kojima bi i dobijeni rezultati na bolji način oslikavali stvarnu izloženost stanovništva buci.

LITERATURA

- [1] ACI, 2004. Airports and Environmental Legislation. Bruxelles, Belgium.
- [2] ACRP, 2016. ACRP 2016 Annual Report of Progress.
- [3] Airbus, 2017. Airbus Global Market Forecast: Growing Horizons 2017/2036.
- [4] ANOTEC Consulting, 2003. Study on Current and Future Aircraft Noise Exposure at and around Community Airports - Final Report.
- [5] Asensio, C., Recuero, M., Pavón, I., 2014. Citizens' perception of the efficacy of airport noise insulation programmes in Spain. *Applied Acoustics* 84, 107–115. doi:10.1016/j.apacoust.2014.03.020
- [6] ATAG, 2016. Aviation: Benefits Beyond Borders.
- [7] Berry, F., Gillhespy, S., Rogers, J., 2008. ACRP Synthesis 10: Airport Sustainability Practices, Transportation Research Board of the National Academies Washington DC. The National Academies Press, Washington, D.C.
- [8] Black, D.A., Black, J.A., Issarayangyun, T., Samuels, S.E., 2007. Aircraft noise exposure and resident's stress and hypertension: A public health perspective for airport environmental management. *Journal of Air Transport Management* 13, 264–276. doi:10.1016/j.jairtraman.2007.04.003
- [9] Boeing, 2016. Airports with Noise and Emissions Restrictions [WWW Document]. URL <http://www.boeing.com/commercial/noise/list.page> (accessed 1.28.16).
- [10] Borst, J., Lohman, W.J., Eisses, A.R., Miedema, H.M., 2008. Decision support system for Action Planning in the framework of the European Noise Directive. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123, 3025. doi:10.1121/1.2932655
- [11] Brace, I., 2008. Questionnaire Design: How to Plan, Structure and Write Survey Material for Effective Market Research, 2nd ed. Kogan Page Limited, London.
- [12] Brooker, P., 2009. Do people react more strongly to aircraft noise today than in the past? *Applied Acoustics* 70, 747–752. doi:10.1016/j.apacoust.2008.08.008
- [13] Burn, M.M., 2005. An assessment of airport community involvement efforts.
- [14] CANSO, ACI, 2015. Managing the Impacts of Aviation Noise - A Guide for Airport Operators and Air Navigation Service Providers.
- [15] Capozzi, B., Augustine, S., Thompson, T., Robinson, J., 2002. An Initial

- Assessment of Benefits for Noise-Aware Decision-Support Tools, in: AIAA's Aircraft Technology, Integration, and Operations (ATIO) 2002 Technical Forum, Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conferences. American Institute of Aeronautics and Astronautics. doi:10.2514/6.2002-5870
- [16] Cvetković, D., Čangalović, M., Dugošija, Đ., Kovačević-Vujčić, V., Simić, S., Vuleta, J., 1996. Kombinatorna optimizacija: matematička teorija i algoritmi, Biblioteka Operaciona istraživanja i informacioni sistemi. Društvo operacionih istraživača Jugoslavije - DOPIS, Beograd.
- [17] Czyzyk, J., Mesnier, M.P., More, J.J., 1998. The NEOS Server. IEEE Computational Science and Engineering 5, 68–75. doi:10.1109/99.714603
- [18] Eagan, M.E., Gardner, R., 2009. ACRP Synthesis 16: Compilation of Noise Programs in Areas Outside DNL 65 - A Synthesis of Airport Practice. Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C.
- [19] EC, 2015. COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union.
- [20] EC, 2014. REGULATION (EU) No 598/2014 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 April 2014 on the establishment of rules and procedures with regard to the introduction of noise-related operating restrictions at Union airports within a Balanced Approach an. Official Journal of the European Union 1, 65–78.
- [21] EC, 2011. Report from the Commission to the European Parliament and the Council On the implementation of the Environmental Noise Directive in accordance with Article 11 of Directive 2002/49/EC. Brussels, Belgium.
- [22] EC, 2002a. Directive 2002/49/EC of the European parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal of the European Communities.
- [23] EC, 2002b. Directive 2002/30/EC of The European Parliament and of The Council of 26 March 2002 on the establishment of rules and procedures with regard to the introduction of noise-related operating restrictions at Community airports,. Official Journal of the European Communities.

-
- [24] EEA, 2014. Good practice guide on quiet areas. doi:10.2800/12611
- [25] EEA, 2012. Electronic Noise Data Reporting Mechanism. A handbook for delivery of data in accordance with Directive 2002/49/EC. Luxemburg. doi:10.2800/55226
- [26] Eglin, O., Rotureau, M., Savidan, P.-Y., Desgranges, J.-P., Hellot, R., 2004. Study on the different aspects of Noise Limits at Airports. Brussels, Belgium.
- [27] EUROCONTROL, 2016. The STATFOR Interactive Dashboard [WWW Document]. URL <http://www.eurocontrol.int/statfor> (accessed 1.28.16).
- [28] European Commission, 2002. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance.
- [29] Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., Alsdorf, D., 2007. The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics* 45. doi:10.1029/2005RG000183
- [30] Federal Aviation Administration, 2007. INM v7.0 User's Guide.
- [31] Fields, J.M., De Jong, R.G., Gjestland, T., Flindell, I.H., Job, R.F.S., Kurra, S., Lercher, P., Vallet, M., Yano, T., Guski, R., Felscher-Suhr, U., Schumer, R., 2001. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration* 242, 641–679. doi:10.1006/jsvi.2000.3384
- [32] Flindell, I.H., Witter, I.J., 1999. Non-acoustical factors in noise management at Heathrow Airport. *Noise & health* 1, 27–44.
- [33] GAO, 2000a. Aviation and the Environment - Airport Operations and Future Growth Present Environmental Challenges.
- [34] GAO, 2000b. Aviation and the Environment - Results From a Survey of the Nation's 50 Busiest Commercial Service Airports. Washington, D.C.
- [35] Grampella, M., Martini, G., Scotti, D., Zambon, G., 2016. The factors affecting pollution and noise environmental costs of the current aircraft fleet: An econometric analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. doi:10.1016/j.tra.2016.06.013
- [36] Gulfstream Aerospace Corporation, 2013. Gulfstream Noise Information Manual, Revision 13.

-
- [37] Guski, R., 1999. Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise & health* 1, 45–56.
- [38] Hao, J., Hatzopoulou, M., Miller, E., 2010. Integrating an Activity-Based Travel Demand Model with Dynamic Traffic Assignment and Emission Models Implementation in the Greater Toronto, Canada, Area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2176, 1–13. doi:10.3141/2176-01
- [39] Hao, Y., Kang, J., 2014. Influence of mesoscale urban morphology on the spatial noise attenuation of flyover aircrafts. *Applied Acoustics* 84, 73–82. doi:10.1016/j.apacoust.2013.12.001
- [40] Hatzopoulou, M., Miller, E.J., 2010. Linking an activity-based travel demand model with traffic emission and dispersion models: Transport’s contribution to air pollution in Toronto. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 15, 315–325. doi:10.1016/j.trd.2010.03.007
- [41] Heblj, S.J., Hanenburg, V., Wijnen, R.A.A., Visser, H.G., 2007. Development of a Noise Allocation Planning Tool, in: 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reno, Nevada, pp. 1–7. doi:10.2514/6.2007-1335
- [42] Heblj, S.J., Wijnen, R.A.A., 2008. Development of a runway allocation optimisation model for airport strategic planning. *Transportation Planning and Technology* 31, 201–214. doi:10.1080/03081060801948191
- [43] ICAO, 2017a. ICAO Circular 351 - Community Engagement for Aviation Environmental Management. Montreal, Canada.
- [44] ICAO, 2017b. ICAO Aircraft Engine Emissions Databank [WWW Document]. Emissions Databank. URL <http://www.easa.europa.eu/document-library/icao-aircraft-engine-emissions-databank> (accessed 1.1.17).
- [45] ICAO, 2016a. Doc 10069 - Report of the Tenth Meeting of the Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP). Montreal, Canada.
- [46] ICAO, 2016b. ICAO Environmental Report 2016.
- [47] ICAO, 2015. Doc 9501 - Environmental Technical Manual - Volume I Procedures for the Noise Certification of Aircraft, Second. ed. Montreal, Canada.
- [48] ICAO, 2014a. Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation, Vol.

- 1, Aircraft Noise, Seventh. ed. International Civil Aviation Organisation, Montreal, Canada.
- [49] ICAO, 2014b. Doc 10031 - Guidance on Environmental Assessment of Proposed Air Traffic Management Operational Changes, First. ed. Montreal, Canada.
- [50] ICAO, 2013. Doc 9993 - Continuous Climb Operations (CCO) Manual, First. ed. Montreal, Canada.
- [51] ICAO, 2010a. Doc 9931 - Continuous Descent Operations (CDO) Manual, First. ed. Montreal, Canada.
- [52] ICAO, 2010b. Doc 9888 - Noise Abatement Procedures: Review of Research, Development and Implementation Projects — Discussion of Survey Results, First. ed. International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- [53] ICAO, 2008a. Doc 9829 - Guidance on the balanced approach to aircraft noise management, Second. ed. International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- [54] ICAO, 2008b. Doc 9911 - Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports, First. ed. Montreal, Canada.
- [55] ICAO, 2008c. ICAO Circular 317-AT/136 - Effects of PANS-OPS Noise Abatement Departure Procedures on Noise and Gaseous Emissions.
- [56] ICAO, 2006. Doc 7300/9 - Convention on International Civil Aviation, Ninth. ed. International Civil Aviation Organisation.
- [57] ICAO, 2002. Doc 9184 - Airport Planning Manual - Part 2 Land Use and Environmental Control, Third. ed. International Civil Aviation Organisation, Montreal, Canada.
- [58] ICAO, 2001. Doc 9790. Assembly Resolutions in Force (as of 5 October 2001). International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- [59] ICAO, 1989. ICAO Circular 218-AT/86 - Economic implications of future noise restrictions on subsonic jet aircraft. Montreal, Canada.
- [60] ICAO, 1988. ICAO Circular 205-AN/1/25 - Recommended Method for Computing Noise Contours around Airports. Montreal, Canada.
- [61] ICAO, 1974. ICAO Circular 116-AN/86 - Noise assessment for land-use planning. Montreal, Canada.
- [62] Institut Saobraćajnog fakulteta, 1990. Studija aviobuke u okolini aerodroma

- Beograd i mere zaštite od ove buke. Beograd.
- [63] Issarayangyun, T., 2005. Aircraft Noise and Public Health: Acoustical Measurement and Social Survey around Sydney (Kingsford Smith) Airport. The University of New South Wales.
- [64] Janić, M., 1999. Aviation and externalities: the accomplishments and problems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 4, 159–180. doi:10.1016/S1361-9209(99)00003-6
- [65] Jiang, S., Ferreira, J., Gonzalez, M.C., 2017. Activity-Based Human Mobility Patterns Inferred from Mobile Phone Data: A Case Study of Singapore. *IEEE Transactions on Big Data* 3, 208–219. doi:10.1109/TBDDATA.2016.2631141
- [66] Jiang, S., Ferreira, J., González, M.C., 2012. Clustering daily patterns of human activities in the city. *Data Mining and Knowledge Discovery* 25, 478–510. doi:10.1007/s10618-012-0264-z
- [67] Job, R.F.S., 1999. Noise sensitivity as a factor influencing human reaction to noise. *Noise & health* 1, 57–68.
- [68] Job, R.F.S., 1988. Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *The Journal of the Acoustical Society of America* 83, 991–1001. doi:10.1121/1.396524
- [69] Kaddoura, I., Kröger, L., Nagel, K., 2017. An activity-based and dynamic approach to calculate road traffic noise damages. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 54, 335–347. doi:10.1016/j.trd.2017.06.005
- [70] Kaddoura, I., Kröger, L., Nagel, K., 2016. User-specific and Dynamic Internalization of Road Traffic Noise Exposures. *Networks and Spatial Economics*. doi:10.1007/s11067-016-9321-2
- [71] Kaltenbach, M., Maschke, C., Heß, F., Niemann, H., Führ, M., 2016. Health Impairments, Annoyance and Learning Disorders Caused by Aircraft Noise-Synopsis of the State of Current Noise Research. *International Journal of Environmental Protection* 6, 15–46. doi:10.5963/IJEP0601003
- [72] Kuiper, B.R., Visser, H.G., Hebliij, S.J., 2013. Efficient use of an allotted airport annual noise budget through minimax optimization of runway allocations. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering* 227, 1021–1035. doi:10.1177/0954410012447767

- [73] Lawton, R.N., Fujiwara, D., 2016. Living with aircraft noise: Airport proximity, aviation noise and subjective wellbeing in England. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 42, 104–118. doi:10.1016/j.trd.2015.11.002
- [74] Marques de Sá, J., 2007. *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R*, Second. ed, *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. Springer, Berlin.
- [75] Miedema, H.M.E., Vos, H., Jong, R.G. De, 2000. Community reaction to aircraft noise: Time-of-day penalty and tradeoff between levels of overflights. *The Journal of the Acoustical Society of America* 107, 3245–3253.
- [76] Mirković, B., 2016. Airport apron size and structure: sensitivity to traffic characteristics, in: *Proceedings of XLIII International Symposium on Operational Research*. Tara, Serbia, pp. 559–562.
- [77] Mirković, B., 2015. Pregled prakse i regulative u oblasti zaštite od buke izazvane vazдушnim saobraćajem u Srbiji. *Tehnika* 70, 501–508.
- [78] Mirković, B., Tošić, V., Babić, O., 2010. *Vazduhoplovna pristaništa – praktikum, II dopunje*. ed. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [79] Netjasov, F., 2012. Contemporary measures for noise reduction in airport surroundings. *Applied Acoustics* 73, 1076–1085. doi:10.1016/j.apacoust.2012.03.010
- [80] Netjasov, F., 2008. A Model of Air Traffic Assignment as a Measure for Mitigating Noise at Airports: The Zurich Airport Case. *Transportation Planning and Technology* 31, 487–508. doi:10.1080/03081060802364448
- [81] Netjasov, F., 2006. Air Traffic Assignment As A Noise Abatement Measure Case Study: Zurich Airport, Switzerland, in: *Second International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT)*. Belgrade, Serbia, pp. 13–18.
- [82] Nibourg, J.M., Hesselink, H.H., Vijver, Y.A.J.R. van de, 2012. Environment-Aware Runway Allocation Advice System (No. NLR-TP-2008-506). Amsterdam, the Netherlands.
- [83] Novák, J., Sýkora, L., 2007. A City in Motion: Time-Space Activity and Mobility Patterns of Suburban Inhabitants and the Structuration of the Spatial Organization of the Prague Metropolitan Area. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography* 89, 147–168. doi:10.1111/j.1468-0467.2007.00245.x

- [84] Pallant, J.F., 2016. Spss survival manual, Sixth. ed. Allen & Unwin Academic.
- [85] Paskota, M., 2007. Metodologija kvantitativnih istraživanja, 1. izd. ed. Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- [86] Prašćević, M., Cvetković, D., 2005. Buka u životnoj sredini. Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, Srbija.
- [87] QCITY project, 2009. Executive Summary for QCITY project.
- [88] Republički zavod za statistiku, 2013. Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. u Republici Srbiji - Knjiga 11: Dnevni migranti. Republički zavod za statistiku, Beograd, Srbija.
- [89] Sahinidis, N. V., 2017. BARON 17.4.1: Global Optimization of Mixed-Integer Nonlinear Programs, User's manual.
- [90] Sánchez, D., Naumann, J., Porter, N., Knowles, A., 2015. Current issues in aviation noise management: A non-acoustic factors perspective, in: Proceedings from The 22nd International Congress on Sound and Vibration. Florence, Italy.
- [91] Schmitz, C., 2017. LimeSurvey Manual [WWW Document]. URL <https://manual.limesurvey.org/> (accessed 12.1.17).
- [92] Schreckenber, D., Meis, M., Kahl, C., Peschel, C., Eikmann, T., 2010. Aircraft Noise and Quality of Life around Frankfurt Airport. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7, 3382–3405. doi:10.3390/ijerph7093382
- [93] Službeni glasnik RS, 2015. Zakon o vazdušnom saobraćaju.
- [94] Službeni glasnik RS, 2010. Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini.
- [95] Službeni glasnik RS br. 75, 2010. Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini, Službeni glasnik RS br. 75. Srbija.
- [96] Stevens, S.S., 1936. A scale for the measurement of a psychological magnitude: loudness. *Psychological Review* 43, 405–416. doi:10.1037/h0058773
- [97] Suau-Sanchez, P., Pallares-Barbera, M., Paül, V., 2011. Incorporating annoyance in airport environmental policy: noise, societal response and community participation. *Journal of Transport Geography* 19, 275–284. doi:10.1016/j.jtrangeo.2010.02.005
- [98] Swinscow, T.D.V., 2002. Statistics at square one, Ninth. ed. British medical

- journal, London, UK.
- [99] U.S. Department of Transportation, F.A.A. (FAA), 1983. Advisory Circular - Noise control and compatibility planning for airports.
- [100] USGS, 2009. Shuttle Radar Topography Mission [WWW Document]. URL <https://dds.cr.usgs.gov/srtm/> (accessed 5.12.17).
- [101] Visser, H.G., 2005. Generic and site-specific criteria in the optimization of noise abatement trajectories. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 10, 405–419. doi:10.1016/j.trd.2005.05.001
- [102] Visser, H.G., Heblj, S.J., Wijnen, R.A.A., 2008. Improving the management of the environmental impact of airport operations, in: Gustavsson, F.N. (Ed.), *New Transportation Research Progress*. Nova Publishers, pp. 1–65.
- [103] Visser, H.G., Wijnen, R.A.A., 2003. Optimisation of noise abatement arrival trajectories. *The Aeronautical Journal* 107, 607–615. doi:10.1017/S0001924000013828
- [104] Visser, H.G., Wijnen, R.A.A., 2001. Optimization of Noise Abatement Departure Trajectories. *Journal of Aircraft* 38, 620–627. doi:10.2514/2.2838
- [105] Weissenberger, J., 2013. New rules on EU airport noise restrictions. Library of the European Parliament.
- [106] Wijnen, R.A.A., 2013. Decision support for collaborative airport strategic planning.
- [107] Wijnen, R.A.A., 2006. Adopting the Agile Unified Process for Developing a DSS for Airport Strategic Planning, in: *Proceedings of the International Conference on Research in Air Transportation*. Belgrade, Serbia and Montenegro, pp. 385–390.
- [108] Winther, M., Rypdal, K., Sørensen, L., Kalivoda, M., Bukovnik, M., Kilde, N., Lauretis, R. De, Falk, R., Romano, D., Deransy, R., Box, L., Carbo, L., Meana, N.T., Whiteley, M., 2017. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Update July 2017 - 1.A.3.a, 1.A.5.b Aviation. European Environment Agency.
- [109] Woodward, J.M., Briscoe, L.L., Dunholter, P., 2009. ACRP Report 15: Aircraft Noise: A Toolkit for Managing Community Expectations. The National Academies Press, Washington, D.C.
- [110] Xie, H., Li, H., Kang, J., 2014. The characteristics and control strategies of

aircraft noise in China. *Applied Acoustics* 84, 47–57.
doi:10.1016/j.apacoust.2014.01.011

- [111] Zaporozhets, O.I., Tokarev, V.I., 1998. Predicted flight procedures for minimum noise impact. *Applied Acoustics* 55, 129–143. doi:10.1016/S0003-682X(97)00108-4

BIBLIOGRAFIJA

- [1] Abbaspour, M., Karimi, E., Nassiri, P., Monazzam, M.R., Taghavi, L., 2015. Hierarchical assessment of noise pollution in urban areas – A case study. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 34, 95–103. doi:10.1016/j.trd.2014.10.002
- [2] Aluko, E., Nna, V., 2015. Impact of Noise Pollution on Human Cardiovascular System. *Int. J. Trop. Dis. Heal.* 6, 35–43. doi:10.9734/IJTDH/2015/13791
- [3] Arntzen, M., Simons, D.G., 2014. Modeling and synthesis of aircraft flyover noise. *Appl. Acoust.* 84, 99–106. doi:10.1016/j.apacoust.2013.09.002
- [4] Atkins, E.M., Xue, M., 2004. Noise-Sensitive Final Approach Trajectory Optimization for Runway-Independent Aircraft. *J. Aerosp. Comput. Information, Commun.* 1, 269–287. doi:10.2514/1.3924
- [5] Australian Government Department of Transport and Regional Services, 2002. Restricting Operations by Marginally Compliant Chapter 3 Aircraft: A Proposed Airport by Airport Approach.
- [6] Baranzini, A., Ramirez, J., 2005. Paying for quietness: The impact of noise on Geneva rents. *Urban Stud.* 42, 633–646. doi:10.1080/00420980500060186
- [7] Belojevic, G., Paunovic, K., 2016. Recent advances in research on non-auditory effects of community noise. *Srp. Arh. Celok. Lek.* 144, 94–98. doi:10.2298/SARH1602094B
- [8] Bentes, F.M., Slama, J.G., 2011. Sensitivity analysis of airport noise using computer simulation. *J. Aerosp. Technol. Manag.* 3, 295–300. doi:10.5028/jatm.2011.03033011
- [9] Bernardo, J.E., Kirby, M., Mavris, D., 2015. Development of generic airport categories for rapid fleet-level noise modeling. *J. Aerosp. Oper.* 3, 91–119. doi:10.3233/AOP-150045
- [10] Bertsch, L., Looye, G., Anton, E., Schwanke, S., 2011. Flyover Noise Measurements of a Spiraling Noise Abatement Approach Procedure. *J. Aircr.* 48, 436–448. doi:10.2514/1.C001005
- [11] Bertsch, L., Simons, D.G., Snellen, M., 2015. Aircraft Noise: The major sources, modelling capabilities, and reduction possibilities. Göttingen.

-
- [12] Blokland, G. van, 2015. Progress report on aircraft noise abatement in Europe v3. European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network) Progress, Berlin, Maastricht.
- [13] Brooker, P., 2010. Aircraft noise annoyance estimation: UK time-pattern effects. *Appl. Acoust.* 71, 661–667. doi:10.1016/j.apacoust.2010.01.010
- [14] Brueckner, J.K., Girvin, R., 2008. Airport noise regulation, airline service quality, and social welfare. *Transp. Res. Part B Methodol.* 42, 19–37. doi:10.1016/j.trb.2007.05.005
- [15] Burton, N.J.S., 2004. Methods of assessment of aircraft noise. London South Bank Univ. Dep. Eng. Syst.
- [16] CAA, 2013. Environmental charging – Review of impact of noise and NOx landing charges.
- [17] Casalino, D., Diozzi, F., Sannino, R., Paonessa, A., 2008. Aircraft noise reduction technologies: A bibliographic review. *Aerosp. Sci. Technol.* 12, 1–17. doi:10.1016/j.ast.2007.10.004
- [18] Celikel, A., Hustache, J.-C., De Lepinay, I., Martin, K., Melrose, A., 2005. Environmental tradeoffs assessment around airports. Proc. 6th FAA/EUROCONTROL Air Traffic Manag. R&D Semin.
- [19] Clarke, J.-P., 2003. The role of advanced air traffic management in reducing the impact of aircraft noise and enabling aviation growth. *J. Air Transp. Manag.* 9, 161–165. doi:10.1016/S0969-6997(02)00080-7
- [20] Clarke, J.-P.B., 2000. Systems Analysis of Noise Abatement Procedures Enabled by Advanced Flight Guidance Technology. *J. Aircr.* 37, 266–273. doi:10.2514/2.2590
- [21] D'Alessandro, F., Schiavoni, S., 2015. A review and comparative analysis of European priority indices for noise action plans. *Sci. Total Environ.* 518–519, 290–301. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.02.102
- [22] De Blok, S., 2015. Developing a data based method to quantify the effects of flight track, aircraft weight and engine setting on the received aircraft noise levels. Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering.
- [23] Defra, 2014. Environmental Noise Directive Implementation of Round 1 Noise Action Plans : Progress Report. London, UK.

-
- [24] Dekkers, J.E.C., van der Straaten, J.W., 2009. Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam airport. *Ecol. Econ.* 68, 2850–2858. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.06.002
- [25] Dickson, C., Bolin, K., 2014. Continuous judgment by category-ratio scaling of aircraft noise. *Appl. Acoust.* 84, 3–8. doi:10.1016/j.apacoust.2014.02.013
- [26] Eagan, M.E., Nicholas, B., McIntosh, S., Clark, C., Evans, G., 2017. Assessing Aircraft Noise Conditions Affecting Student Learning Case Studies. Transportation Research Board, Washington, D.C. doi:10.17226/24941
- [27] ECAC, 2005. ECAC.CEAC Doc 29 3rd Edition Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports Volume 1: Applications Guide.
- [28] ECAC, 2005. ECAC.CEAC Doc 29 3rd Edition Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports Volume 2: Technical Guide.
- [29] Environmental Impacts of Aviation Committee, 2014. Critical Issues in Aviation and the Environment 2014, Transportation Research Circular E-C184.
- [30] Errico, A., Di Vito, V., Federico, L., 2016. Study on Continuous Descent Operation for Efficient Air Transport System, in: 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, Virginia. doi:10.2514/6.2016-3157
- [31] European Environment Agency, 2014. Noise in Europe 2014. doi:10.2800/763331
- [32] European Environment Agency, 2016. Quiet areas in Europe - The environment unaffected by noise pollution.
- [33] Eves, C., Blake, A., 2016. The impact of aircraft noise and complaints on Brisbane residential property performance, in: 22nd Annual Pacific-Rim Real Estate Society Conference. Sunshine Coast, Australia.
- [34] Fahrländer, S.S., Gerfin, M., Lehner, M., 2015. The influence of noise on net revenue and values of investment properties investment properties: Evidence from Switzerland. doi:10.1177/104649647600700108
- [35] Fernández, H.A.L., 2015. Noise Abatement 3D Path Planning Using a Snake Algorithm. Delft University of Technology.
- [36] Fichert, F., 2006. Economic instruments for reducing aircraft noise: theoretical framework and recent experience, in: Perspectives on Competition in Transportation. pp. 56–71.

- [37] Fichert, F., 2012. Effectiveness and Efficiency of Noise Surcharges at European Airports, in: Air Transport Research Society World Conference. Tainan.
- [38] Filippone, A., 2014. Aircraft noise prediction. *Prog. Aerosp. Sci.* 68, 27–63. doi:10.1016/j.paerosci.2014.02.001
- [39] Filippone, A., 2016. Development of a New Aircraft Noise Prediction Program, in: 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, Virginia, p. 3902. doi:10.2514/6.2016-3902
- [40] GAO, 2000. Aviation and the Environment - FAA's Role in Major Airport Noise Programs. Washington D.C.
- [41] GAO, 2007. Aviation and the Environment - Impact of Aviation Noise on Communities Presents Challenges for Airport Operations and Future Growth of the National Airspace System.
- [42] Garreau, P., 2015. Noise Policies in Airport Regions - A Benchmark of Noise Management in EU Airport Regions.
- [43] Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E., 2007. Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. *Landsc. Urban Plan.* 83, 115–126. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.03.003
- [44] Girvin, R., 2006. Economic Analysis of Aircraft and Airport Noise Regulations. University of California, Irvine.
- [45] Girvin, R., 2009. Aircraft noise-abatement and mitigation strategies. *J. Air Transp. Manag.* 15, 14–22. doi:10.1016/j.jairtraman.2008.09.012
- [46] Girvin, R., 2009. FAA efforts to characterize and mitigate aircraft noise impacts. *Proc. 8th Eur. Conf. Noise Control – EuroNoise 2009* 31.
- [47] Goodman, J.C., 2009. Aviation and the Environment. Nova Science Publishers, New York, USA.
- [48] Gössling, S., Upham, P., 2009. Climate change and aviation: Issues, challenges and solutions. Earthscan.
- [49] Graham, W.R., Hall, C.A., Vera Morales, M., 2014. The potential of future aircraft technology for noise and pollutant emissions reduction. *Transp. Policy* 34, 36–51.

-
- [50] Hammad, A.W.A., Akbarnezhad, A., Rey, D., 2016. Accounting for Noise Pollution in Planning of Smart Cities, in: *Smart Cities as a Solution for Reducing Urban Waste and Pollution*. IGI Global, pp. 149–196. doi:10.4018/978-1-5225-0302-6.ch006
- [51] Hansell, A.L., Blangiardo, M., Fortunato, L., Floud, S., de Hoogh, K., Fecht, D., Ghosh, R.E., Laszlo, H.E., Pearson, C., Beale, L., Beevers, S., Gulliver, J., Best, N., Richardson, S., Elliott, P., 2014. Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. *BMJ* 348, g3504–g3504. doi:10.1136/bmj.g3504
- [52] Hartjes, S., Visser, H.G., Hebly, S.J., 2009. Optimization of RNAV Noise and Emission Abatement Departure Procedures, in: *9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference (ATIO)*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, Virginia. doi:10.2514/6.2009-6953
- [53] Hartjes, S., Visser, H.G., Pavel, M.D., 2011. Environmental optimization of rotorcraft approach trajectories.
- [54] Heathrow Airport, 2013. A quieter Heathrow.
- [55] Hebly, S.J., Visser, H.G., 2008. Advanced Noise Abatement Departure Procedures: Custom Optimized Departure Profiles, in: *Proceedings of the AIAA Guidance, Navigation and Control Conference*. Honolulu, Hawaii, pp. 1–11.
- [56] Hind, P., 2016. The sustainability of UK Aviation: Trends in the mitigation of noise and emissions. Independent Transport Commission, London, UK.
- [57] Hochfeld, C., Hermann LL.M, A., Schmied, M., 2004. Economic measures for the reduction of the environmental impact of air transport: noise-related landing charges. Berlin.
- [58] Hogenhuis, R.H., Hebly, S.J., Visser, H.G., 2008. Optimization of RNAV noise abatement arrival trajectories, in: *Proceedings of 26th International Congress of the Aeronautical Sciences*. pp. 1–9.
- [59] Ho-Huu, V., Hartjes, S., Visser, H., Curran, R., 2017. An Efficient Application of the MOEA/D Algorithm for Designing Noise Abatement Departure Trajectories. *Aerospace* 4, 54. doi:10.3390/aerospace4040054

-
- [60] Holt, J.B., Zhang, X., Sizov, N., Croft, J.B., 2015. Airport Noise and Self-Reported Sleep Insufficiency, United States, 2008 and 2009. *Prev. Chronic Dis.* 12. doi:10.5888/pcd12.140551
- [61] Horonjeff, R., McKelvey, F., Sproule, W., Young, S., 2010. *Planning and Design of Airports*, Fifth. ed. Granite Hill Publishers, New York, USA.
- [62] Hsu, C.-I., Lin, P.-H., 2005. Performance assessment for airport noise charge policies and airline network adjustment response. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 10, 281–304. doi:10.1016/j.trd.2005.04.009
- [63] Hullah, P.H.C., Thompson, T., de Lépinay, I., Gjestland, T., 2007. *MIME–Noise trading for aircraft noise mitigation*. Brétigny-sur-Orge, France.
- [64] ICAO, 1981. *ICAO Circular 157-AN/101 - Assessment of technological progress made in reduction of noise from subsonic and supersonic jet aeroplanes*. Montreal, Canada.
- [65] ICAO, 2012. *Doc 9968 - Report on Environmental Management System (EMS) Practices in the Aviation Sector*, First. ed. Montreal, Canada.
- [66] ICAO, 2014. *Doc 10017 - Report by the Second CAEP Noise Technology Independent Expert Panel. Novel Aircraft-Noise Technology Review and Medium- and Long-Term Noise Reduction Goals*.
- [67] Ignaccolo, M., 2000. Environmental capacity: noise pollution at Catania-Fontanarossa international airport. *J. Air Transp. Manag.* 6, 191–199. doi:10.1016/S0969-6997(00)00013-2
- [68] ISO 1996-2 *Acoustics - Description, assessment and measurement of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels*, 2007.
- [69] Jagniatinskis, A., Fiks, B., Zaporozhets, O.I., van Oosten, N., 2016. Annual noise assessment in the vicinity of airports with different flights' intensity. *Appl. Acoust.* 101, 168–178. doi:10.1016/j.apacoust.2015.08.017
- [70] Janssen, S.A., Centen, M.R., Vos, H., van Kamp, I., 2014. The effect of the number of aircraft noise events on sleep quality. *Appl. Acoust.* 84, 9–16. doi:10.1016/j.apacoust.2014.04.002
- [71] Jelinek-Nigitz, H., 2016. Vienna international airport noise abatement. *J. Airl. Airpt. Manag.* 6, 61. doi:10.3926/jairm.34

- [72] Jenkins, J.J.J., 1993. Airport Noise and Capacity Act of 1990: Has Congress Finally Solved the Aircraft Noise Problem? *J. Air Law Commer.* 59, 1023–1055.
- [73] Jurin, G., Pavlović, M., 2005. Određivanje buke radi sertifikacije mlaznih aviona. *Vojnoteh. Glas.* 53, 36–50.
- [74] Kaddoura, I., Nagel, K., 2016. Activity-Based Computation of Marginal Noise Exposure Costs: Implications for traffic management. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2597, 116–122. doi:10.3141/2597-15
- [75] Kageyama, T., 2016. Adverse effects of community noise as a public health issue. *Sleep Biol. Rhythms* 14, 223–229. doi:10.1007/s41105-016-0069-3
- [76] Kaltenbach, M., Maschke, C., Klinke, R., 2008. Health consequences of aircraft noise. *Dtsch. Arztebl. Int.* 105, 548–556.
- [77] Kephelopoulos, S., Paviotti, M., 2016. Common Noise Assessment Methods for Europe (Cnossos-Eu): Implementation Challenges in the Context of Eu Noise Policy Developments and Future Perspectives, in: *The 23rd International Congress on Sound and Vibration*. Athens, Greece.
- [78] Kephelopoulos, S., Paviotti, M., Anfosso-Lédée, F., 2012. JRC Reference report on Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). Luxemburg. doi:10.2788/31776
- [79] Kim, J.H., Lim, D., Min, S., Mavris, D.N., 2016. Prediction of Community Noise Impacts from Commercialization of Vertical Takeoff and Landing Personal Air Vehicles, in: *16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, Virginia. doi:10.2514/6.2016-4365
- [80] King, E.A., Murphy, E., Rice, H.J., 2011. Implementation of the EU environmental noise directive: lessons from the first phase of strategic noise mapping and action planning in Ireland. *J. Environ. Manage.* 92, 756–64. doi:10.1016/j.jenvman.2010.10.034
- [81] Kopsch, F., 2016. The cost of aircraft noise – Does it differ from road noise? A meta-analysis. *J. Air Transp. Manag.* 57, 138–142. doi:10.1016/j.jairtraman.2016.05.011

- [82] Kuijpers, H.M.J., Visser, H.G., 2014. Noise abatement path planning using virtual forces, in: 29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences. St. Petersburg, Russia.
- [83] Lavandier, C., Sedoarisoa, N., Desponds, D., Dalmas, L., 2016. A new indicator to measure the noise impact around airports: The Real Estate Tolerance Level (RETL) – Case study around Charles de Gaulle Airport. *Appl. Acoust.* 110, 207–217. doi:10.1016/j.apacoust.2016.03.014
- [84] Leeuwen, H.J.A. Van, Erwin, S., Banda, H. Van, 2015. Noise mapping - State of the art - Is it just as simple as it looks ?, in: EuroNoise 2015. Maastricht, pp. 433–438.
- [85] Lei, B., Yang, X., Yang, J., 2009. Noise prediction and control of Pudong International Airport expansion project. *Environ. Monit. Assess.* 151, 1–8. doi:10.1007/s10661-008-0282-x
- [86] LeVine, M.J., 2015. A framework for technology exploration of aviation environmental mitigation strategies. Georgia Institute of Technology.
- [87] Levine, N., 1981. The development of an annoyance scale for community noise assessment. *J. Sound Vib.* 74, 265–279. doi:10.1016/0022-460X(81)90509-5
- [88] Leylekian, L., Lebrun, M., Lempereur, P., 2014. An Overview of Aircraft Noise Reduction Technologies. *Aerosp. Lab* 1–15. doi:10.12762/2014.AL07-01
- [89] Li, J., Chen, N., Ng, H.K., Sridhar, B., 2015. Simple Tool for Aircraft Noise-Reduction Route Design, in: 15th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. Dallas.
- [90] Li, J., Sridhar, B., Xue, M., Ng, H., 2016. AIRNOISE: a Tool for Preliminary Noise-Abatement Terminal Approach Route Design, in: 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, Virginia. doi:10.2514/6.2016-3905
- [91] Licitra, G., Gagliardi, P., Fredianelli, L., Simonetti, D., 2014. Noise mitigation action plan of Pisa civil and military airport and its effects on people exposure. *Appl. Acoust.* 84, 25–36. doi:10.1016/j.apacoust.2014.02.020
- [92] Lijesen, M., Straaten, W. van der, Dekkers, J., Elk, R. van, Blokdijk, J., 2010. How much noise reduction at airports? *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 15, 51–59. doi:10.1016/j.trd.2009.07.006

- [93] Lu, C., 2014. Combining a theoretical approach and practical considerations for establishing aircraft noise charge schemes. *Appl. Acoust.* 84, 17–24. doi:10.1016/j.apacoust.2014.03.015
- [94] Lu, C., Morrell, P., 2006. Determination and Applications of Environmental Costs at Different Sized Airports – Aircraft Noise and Engine Emissions. *Transportation (Amst)*. 33, 45–61. doi:10.1007/s11116-005-2300-y
- [95] Lu, C., Shon, J.Z., 2008. The study of global airport noise charge schemes, in: *World Conference of Air Transport Research Society*. Athens, Greece.
- [96] Márquez-Molina, M., Sánchez-Fernández, L.P., Suárez-Guerra, S., Sánchez-Pérez, L.A., 2014. Aircraft take-off noises classification based on human auditory's matched features extraction. *Appl. Acoust.* 84, 83–90. doi:10.1016/j.apacoust.2013.12.003
- [97] Matos, J.C.B., Flindell, I., Le Masurier, P., Pownall, C., 2013. A comparison of hedonic price and stated preference methods to derive monetary values for aircraft noise disturbance and annoyance. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 20, 40–47.
- [98] Mestre, V., Transportation Research Board, 2008. *ACRP Synthesis 9: Effects of Aircraft Noise: Research Update on Select Topics*. Transportation Research Board, Washington, D.C.
- [99] Mieszkowski, P., Saper, A.M., 1978. An estimate of the effects of airport noise on property values. *J. Urban Econ.* 5, 425–440. doi:10.1016/0094-1190(78)90002-5
- [100] Mongeau, L., Huff, D., Tester, B., 2013. Aircraft noise technology review and medium and long term noise reduction goals, in: *Proceedings of Meetings on Acoustics*. Acoustical Society of America, pp. 040041–040041. doi:10.1121/1.4800944
- [101] Morrell, P., Lu, C.H.-Y., 2000. Aircraft noise social cost and charge mechanisms – a case study of Amsterdam Airport Schiphol. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 5, 305–320. doi:10.1016/S1361-9209(99)00035-8
- [102] Murphy, E., King, E.A., 2010. Strategic environmental noise mapping: methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. *Environ. Int.* 36, 290–8. doi:10.1016/j.envint.2009.11.006

- [103] Murphy, E., King, E.A., 2014. Noise Mitigation Approaches, in: Environmental Noise Pollution. Elsevier, pp. 203–245. doi:10.1016/B978-0-12-411595-8.00007-0
- [104] Nelson, J.P., 1979. Airport noise, location rent, and the market for residential amenities. *J. Environ. Econ. Manage.* 6, 320–331. doi:10.1016/0095-0696(79)90011-1
- [105] Nero, G., Black, J.A., 1998. Hub-and-Spoke Networks and the Inclusion of Environmental Costs on Airport Pricing. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 3, 275–296. doi:10.1016/S1361-9209(98)00007-8
- [106] Netjasov, F., 2006. Savremene mere za smanjenje buke u okolini aerodroma, in: XX Konferencija Sa Međunarodnim Učešćem, Buka I Vibracije. Tara.
- [107] Netjasov, F., 2011. Savremene mere za smanjenje buke u okolini aerodroma. *Tehnika* 66, 459–464.
- [108] Nijland, H. a., Van Kempen, E.E.M.M., Van Wee, G.P., Jabben, J., 2003. Costs and benefits of noise abatement measures. *Transp. Policy* 10, 131–140. doi:10.1016/S0967-070X(02)00064-1
- [109] NRC, 2002. For Greener Skies: Reducing Environmental Impacts of Aviation. The National Academies Press, Washington, D.C.
- [110] O’Byrne, P.H., Nelson, J.P., Seneca, J.J., 1985. Housing values, census estimates, disequilibrium, and the environmental cost of airport noise: A case study of Atlanta. *J. Environ. Econ. Manage.* 12, 169–178. doi:10.1016/0095-0696(85)90026-9
- [111] Oppio, A., Mattia, S., 2015. How to assess the compensations for home relocation: the case of the Malpensa airport. *Aestimum* 77–87.
- [112] Ozkurt, N., Hamamci, S.F., Sari, D., 2015. Estimation of airport noise impacts on public health. A case study of İzmir Adnan Menderes Airport. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 36, 152–159. doi:10.1016/j.trd.2015.02.002
- [113] Ozkurt, N., Sari, D., Akdag, A., Kutukoglu, M., Gurarslan, A., 2014. Modeling of noise pollution and estimated human exposure around İstanbul Atatürk Airport in Turkey. *Sci. Total Environ.* 482–483, 486–92. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.08.017

- [114] Pàmies, T., Romeu, J., Genescà, M., Arcos, R., 2014. Active control of aircraft fly-over sound transmission through an open window. *Appl. Acoust.* 84, 116–121. doi:10.1016/j.apacoust.2014.02.018
- [115] Park, S.H., Lee, P.J., Yang, K.S., Kim, K.W., 2016. Relationships between non-acoustic factors and subjective reactions to floor impact noise in apartment buildings. *J. Acoust. Soc. Am.* 139, 1158–1167. doi:10.1121/1.4944034
- [116] Passchier-Vermeer, W., Vos, H., Steenbekkers, J., van der Ploeg, F., Groothuis-Oudshoorn, K., 2002. Sleep disturbance and aircraft noise exposure.
- [117] Pavlović, M., Jurin, G., 2007. Primena sistema za monitoring buke i MATLAB-a za proračun nivoa avionske buke. *Vojnoteh. Glas.* 55, 320–328.
- [118] Pedersen, T.H., 2007. The “Genlyd” Noise Annoyance Model: Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions. Hørsholm, Denmark.
- [119] Phun, V.K., Hirata, T., Yai, T., 2016. Effects of noise information provision on aircraft noise tolerability: Results from an experimental study. *J. Air Transp. Manag.* 52, 1–10. doi:10.1016/j.jairtraman.2015.11.005
- [120] Post, S., 2015. Incivility in Controversies: The Influence of Presumed Media Influence and Perceived Media Hostility on the Antagonists in the German Conflict Over Aircraft Noise. *Communic. Res.* 1–27. doi:10.1177/0093650215600491
- [121] Postorino, M.N., Mantecchini, L., 2016. A systematic approach to assess the effectiveness of airport noise mitigation strategies. *J. Air Transp. Manag.* 50, 71–82. doi:10.1016/j.jairtraman.2015.10.004
- [122] Prakash, T.N., Veerappa, B.N., 2015. Interpretation of noise pollution effects on human being using fuzzy logic techniques. *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.* 4, 670–683.
- [123] Prašević, M., Cvetković, D., Mihajlov, D., Holoček, N., 2012. The acoustic zoning - A comparasion of legislation and experiences in Italy and Serbia, in: *Proc. of the 4th International and 23rd National Conference Noise and Vibration.* pp. 21–28.
- [124] Prats, X., Puig, V., Quevedo, J., 2011. A multi-objective optimization strategy for designing aircraft noise abatement procedures. Case study at Girona airport. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 16, 31–41. doi:10.1016/j.trd.2010.07.007

- [125] Prats, X., 2010. Contributions to the Optimisation of Aircraft Noise Abatement Procedures. Technical University of Catalonia.
- [126] Prats, X., Puig, V., Quevedo, J., Nejjarı, F., 2008. Optimal departure aircraft trajectories minimising population annoyance, in: 3rd International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT). Fairfax, Virginia, USA.
- [127] Prats, X., Quevedo, J., Puig, V., 2009. Trajectory Management for Aircraft Noise Mitigation, in: ENRI International Workshop on ATM/CNS. Tokyo, Japan.
- [128] Püschel, R., Evangelinos, C., 2012. Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 17, 598–604. doi:10.1016/j.trd.2012.07.002
- [129] Ragettli, M., Goudreau, S., Plante, C., Perron, S., Fournier, M., Smargiassi, A., 2015. Annoyance from Road Traffic, Trains, Airplanes and from Total Environmental Noise Levels. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 13, 90. doi:10.3390/ijerph13010090
- [130] Ramasamy, S., Sabatini, R., Marino, M., Gardi, A., Kistan, T., 2015. Aircraft Noise Modelling and 4D Trajectory Optimisation Methods for Reduced Environmental Impacts at Airports, in: International Symposium on Sustainable Aviation. Istanbul, Turkey. doi:10.13140/RG.2.1.1425.4245
- [131] Salah, K., 2014. Environmental impact reduction of commercial aircraft around airports. Less noise and less fuel consumption. *Eur. Transp. Res. Rev.* 6, 71–84. doi:10.1007/s12544-013-0106-0
- [132] Salomons, E.M., Janssen, S.A., Verhagen, H.L.M., 2014. Local impact assessment of urban traffic noise. *Noise Control Eng. J.* 62, 449–466. doi:10.3397/1/376242
- [133] Sari, D., Ozkurt, N., Akdag, A., Kutukoglu, M., Gurarslan, A., 2014. Measuring the levels of noise at the İstanbul Atatürk Airport and comparisons with model simulations. *Sci. Total Environ.* 482–483, 472–479. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.07.091
- [134] Scatolini, F., Alves, C.J.P., Eller, R. de A.G., 2016. Easing the concept “Balanced Approach” to airports with densely busy surroundings – The case of Congonhas Airport. *Appl. Acoust.* 105, 75–82. doi:10.1016/j.apacoust.2015.11.017

- [135] Schaal, J., Veric, S., Vogelsang, B., 2014. Aircraft noise calculation on the basis of radar tracks with ECAC Doc 29, 3rd edition - chances and problems, in: Forum Acusticum. Krakow.
- [136] Schäffer, B., Plüss, S., Thomann, G., 2014. Estimating the model-specific uncertainty of aircraft noise calculations. *Appl. Acoust.* 84, 58–72. doi:10.1016/j.apacoust.2014.01.009
- [137] Schäffer, B., Thomann, G., Huber, P., Brink, M., Plüss, S., Hofmann, R., 2012. Zurich Aircraft Noise Index: An Index for the Assessment and Analysis of the Effects of Aircraft Noise on the Population. *Acta Acust. united with Acust.* 98, 505–519. doi:10.3813/AAA.918533
- [138] Schipper, Y., Nijkamp, P., Rietveld, P., 1998. Why do aircraft noise value estimates differ? A meta-analysis. *J. Air Transp. Manag.* 4, 117–124. doi:10.1016/S0969-6997(98)00005-2
- [139] Smith, M.J.T., 2004. *Aircraft Noise*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- [140] Sombilla, A.R.L., Paciente, A.P.R., Masalta, C.M.C., Sorolla, M.C., Pausta, C.J.J., Villanueva, M.R.C., 2016. Level of Aviation Noise: Their Effects on the Inhabitants near Francisco Bangoy International Airport. *UIC Res. J.* 19. doi:10.17158/478
- [141] Tagusari, J., Takashima, T., Furukawa, S., Matsui, T., 2016. Night-Time Noise Index Based on the Integration of Awakening Potential. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 13, 272. doi:10.3390/ijerph13030272
- [142] Taha, H.A., 2007. *Operations Research: An Introduction*, Eighth. ed. Pearson/Prentice Hall.
- [143] Tenailleau, Q.M., Bernard, N., Pujol, S., Houot, H., Joly, D., Mauny, F., 2015. Assessing residential exposure to urban noise using environmental models: does the size of the local living neighborhood matter? *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 25, 89–96. doi:10.1038/jes.2014.33
- [144] Teoh, L.E., Khoo, H.L., 2016. Green air transport system: An overview of issues, strategies and challenges. *KSCE J. Civ. Eng.* 20, 1040–1052. doi:10.1007/s12205-016-1670-3

- [145] Thanos, S., Wardman, M., Bristow, A.L., 2011. Valuing Aircraft Noise: Stated Choice Experiments Reflecting Inter-Temporal Noise Changes from Airport Relocation. *Environ. Resour. Econ.* 50, 559–583. doi:10.1007/s10640-011-9482-x
- [146] Thomas, C., Raper, D., Upham, P., Gillingwater, D., Yang, Y., Hinde, C., 2001. A strategic decision support tool for indicating airport sustainability. *Environ. Model. Softw.* 16, 297–298. doi:10.1016/S1364-8152(00)00069-4
- [147] Timmis, A., 2015. A stakeholder approach to sustainable development in UK aviation. University of Sheffield.
- [148] U.S. Congress, 1990. Airport Noise and Capacity Act.
- [149] Upham, P., Maughan, J., Raper, D., Thomas, C., 2003. Towards Sustainable Aviation. Earthscan, London, UK.
- [150] van Praag, B.M.S., Baarsma, B.E., 2005. Using happiness surveys to value intangibles: The case of airport noise. *Econ. J.* 115, 224–246. doi:10.1111/j.1468-0297.2004.00967.x
- [151] Visser, H.G., Rizzi, S.A., Arntzen, M., Simons, D.G., 2014. Framework for Simulating Aircraft Flyover Noise Through Nonstandard Atmospheres. *J. Aircr.* 51, 956–966.
- [152] Vogelsang, B., Eray, T., Sansal, A., 2007. Assessment of aircraft noise in Istanbul, in: *Inter-Noise 2007*. Istanbul, Turkey.
- [153] Vogiatzis, K., 2012. Airport environmental noise mapping and land use management as an environmental protection action policy tool. The case of the Larnaka International Airport (Cyprus). *Sci. Total Environ.* 424, 162–73. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.02.036
- [154] Vogiatzis, K., 2014. Assessment of environmental noise due to aircraft operation at the Athens International Airport according to the 2002/49/EC Directive and the new Greek national legislation. *Appl. Acoust.* 84, 37–46. doi:10.1016/j.apacoust.2014.02.019
- [155] Vogiatzis, K., Remy, N., 2014. Strategic Noise Mapping of Herakleion: The Aircraft Noise Impact as a factor of the Int. Airport relocation. *Noise Mapp.* 1, 15–31. doi:10.2478/noise-2014-0003

- [156] Wijnen, R.A.A., Visser, H.G., 2003. Optimal departure trajectories with respect to sleep disturbance. *Aerosp. Sci. Technol.* 7, 81–91. doi:10.1016/S1270-9638(02)01183-5
- [157] Wolfe, P.J., Malina, R., Barrett, S.R.H., Waitz, I.A., 2016. Costs and benefits of US aviation noise land-use policies. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 44, 147–156. doi:10.1016/j.trd.2016.02.010
- [158] Yan, H.-K., Wang, N., Wei, L., Fu, Q., 2013. Comparing aircraft noise pollution and cost-risk effects of inland and offshore airports: The case of Dalian International Airport, Dalian, China. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 24, 37–43. doi:10.1016/j.trd.2013.05.005
- [159] Yeahiya, M., 1995. *Noise Landing Charges and Passengers' Choice of Airport*. Cranfield University.
- [160] Yu, M.-M., Hsu, S.-H., Chang, C.-C., Lee, D.-H., 2008. Productivity growth of Taiwan's major domestic airports in the presence of aircraft noise. *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.* 44, 543–554. doi:10.1016/j.tre.2007.01.005
- [161] Zaharia, S.M., 2015. Evaluation and impact of noise pollution caused by turbojet engines on people and the environment. *J. Environ. Res. Prot.* 12, 19–25.
- [162] Zaporozhets, O.I., Tokarev, V., Attenborough, K., 2011. *Aircraft Noise: Assessment, Prediction and Control*. CRC Press.
- [163] Zaporozhets, O.I., Tokarev, V.I., 1998. Aircraft noise modelling for environmental assessment around airports. *Appl. Acoust.* 55, 99–127. doi:10.1016/S0003-682X(97)00101-1
- [164] Zou, K.F., Clarke, J.-P., 2003. Adaptive Real-Time Optimization Algorithm for Noise Abatement Approach Procedures, in: *AIAA's 3rd Annual Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Forum, Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conferences*. American Institute of Aeronautics and Astronautics. doi:doi:10.2514/6.2003-6771
- [165] Zurich Airport, 2016. *Regulations for Airport of Zurich Noise Fund (AZNF)*.

PRILOG 1. PODELA MERA ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE

Nešto drugačija podela mera za smanjenje uticaja buke u odnosu na mere prikazane u *Boeing*-ovoj bazi data je u ACRP Izveštaju br. 15 u vezi s bukom vazduhoplova i skupa alata za upravljanje očekivanjima zajednice (Woodward et al., 2009). Za svaku od mera, u izveštaju je dat kratak opis svrhe mere, ograničenja primene, strane odgovorne za primenu i upravljanje, reakcije javnosti na primenu mere i izvor dodatnih informacija o meri. Ovde su mere navedene u izvornom obliku (na engleskom jeziku):

- **NOISE ABATEMENT (AIRSIDE) TECHNIQUES**
 - Flight Management Techniques
 - Continuous Descent Approach (CDA)
 - Preferential Runway Use Program
 - Flight Track Modifications to Fly Over Compatible Uses
 - Take Off Thrust and Flap Management Procedures
 - Approach Thrust and Flap Management Procedures
 - Ground Operations Techniques
 - Limit the Use of Reverse Thrust on Arrival
 - Restrict Ground Run-up Activity
 - Limit Taxiing Power
 - Facility Development Actions
 - Runway or Taxiway Addition or Relocation
 - Displaced Threshold – Landings
 - Relocated Runway End – Takeoffs
 - High Speed Exit Taxiways
 - Noise Barriers/Berms/Shielding
 - Restrict Apron/Gate Power
 - Enhanced Navigational Aids
 - Airport Access Restrictions
 - Pilot Awareness Programs
- **LAND USE MANAGEMENT TECHNIQUES FOR NOISE ABATEMENT**
 - Land Management Actions an Airport May Implement
 - Purchase of Non-Compatible Land

- Acquisition of Noise and Overflight Easements
- Waiver of Claim
- Development Rights Transactions
- Purchase Assurance/Sales Assistance
- Sound Insulation of Noise-Sensitive Noncompatible Structures
- Land Use Actions Requiring Implementation by Others
 - Comprehensive Community Planning
 - Compatible Land Use Zoning
 - Noise Impact Overlay Zoning
 - Subdivision Code Modifications
 - Dedication of Noise and Overflight Easements
 - Noise Level/Nuisance Disclosure Statement
 - Development Density Restrictions in High Noise Areas
 - Plat Modifications to Move Open Space into Noisiest Areas
 - Building Code Modifications
 - Review of Development Proposals

U okviru ove disertacije predstavljena je još jedna podela mera koju predlaže civilna vazduhoplovna vlast SAD (FAA) (U.S. Department of Transportation, 1983). Na Slici 31 predstavljeno je sedam problema u vezi s bukom vazduhoplova na aerodromu i 23 različite mere kao predlog rešenja problema.

				IF YOU HAVE THIS PROBLEM						
				NOISE FROM: TAXIING	DEPARTURE	APPROACH	LANDING ROLL	TRAINING FLIGHTS	MAINTENANCE	GROUND EQUIPMENT
AIRPORT PLAN	Changes in Runway Location, Length or Strength	1	●	●	●	●	●			
	Displaced Thresholds	2			●		●			
	High-Speed Exit Taxiways	3	●			●				
	Relocated Terminals	4	●					●	●	
	Isolating Maintenance Runups or Use of Test Stand Noise Suppressors and Barriers	5	●					●	●	
AIRPORT AND AIRSPACE USE	Preferential or Rotational Runway Use *	6	●	●	●	●	●			
	Preferential Flight Track Use or Modification to Approach and Departure Procedures *	7		●	●		●			
	Restrictions on Ground Movement of Aircraft *	8	●							
	Restrictions on Engine Runups or Use of Ground Equipment	9						●	●	
	Limitations on Number or Types of Operations or Types of Aircraft	10	●	●	●	●	●	●	●	
	Use Restrictions Rescheduling Move Flights to Another Airport	11	●	●	●	●	●	●	●	
	Raise Glide Slope Angle or Intercept *	12			●		●			
AIRCRAFT OPERATION	Power and Flap Management *	13		●	●		●			
	Limited Use of Reverse Thrust *	14				●				
LAND USE	Land or Easement Acquisition	15	●	●	●	●	●	●	●	
	Joint Development of Airport Property	16	●	●	●	●	●	●	●	
	Compatible Use Zoning	17	●	●	●	●	●	●	●	
	Building Code Provisions and Sound Insulation of Buildings	18	●	●	●	●	●	●	●	
	Real Property Noise Notices	19		●	●	●	●	●	●	
	Purchase Assurance	20		●	●	●	●	●	●	
NOISE PROGRAM MANAGEMENT	Noise-Related Landing Fees	21	●	●	●	●	●			
	Noise Monitoring	22		●	●		●	●		
	Establish Citizen Complaint Mechanism Establish Community Participation Program	23	●	●	●	●	●	●	●	

Slika 31. Moguća rešenja za različite probleme buke (U.S. Department of Transportation, 1983)

PRILOG 2. PODELA MERA ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE PREDLOŽENA U DISERTACIJI

Za potrebe sprovođenja ankete i istraživanja u okviru ove disertacije predložena je klasifikacija koja prepoznaje 27 različitih mera za smanjenje uticaja buke, podeljenih u šest grupa mera. Za svaku meru dat je kratak opis. Imajući u vidu da je sprovedena anketa bila na engleskom jeziku i definisane mere predstavljene su ovde u izvornom obliku na engleskom jeziku.

FACILITY DEVELOPMENT ACTIONS

1. **Runway or Taxiway Addition, Relocation or Extension.** Process of addition, relocation or extension of runway or taxiway in order to achieve more compatible relationship between post-construction noise patterns and underlying land uses.
2. **Displaced Thresholds (Landings).** Relocation of landing threshold farther from the overflight end of the runway than the normal touchdown zone to seek noise abatement. This action may be implemented to raise altitude of aircraft as they pass over areas on final approach.
3. **Noise Barriers/Berms/Shielding.** Barrier used to interrupt the flow of noise from the source to noise-sensitive locations around the airport. This includes Ground Run-up Enclosures (GREs), Test Stand Noise Suppressors, Noise Barriers, Berms, Shielding, etc. A barrier of any type does not stop the transmission of noise, but rather reflects, absorbs, or redirects parts of the noise energy.

FLIGHT MANAGEMENT TECHNIQUES

4. **Continuous Descent Operations (CDO).** An automated arrival procedure designed to reduce noise impacts on communities located under the approach path to a runway. The procedure is designed for aircraft to utilize a continuous descent of aircraft on a gradual slope while idling without the deployment of flaps and landing gear to reduce airframe noise.
5. **Noise Abatement Departure Procedures.** Refers to take off thrust and flap management procedures that provide noise reduction for noise-sensitive areas around airport. International Civil Aviation Organization (ICAO) developed two

noise abatement departure procedures (NADPs) designed generally to mitigate noise either close in (NADP 1) to the airport or further out (NADP 2) along the departure path.

6. **Noise Abatement Approach Procedures.** Refers to approach thrust and flap management procedures (low power/low drag approach profiles), modified approach angles (steeper approaches) and similar modification of approach procedures to minimize exposure to noise on the ground.
7. **Preferential Runway Use Program.** An airport-initiated program that describes selection procedures for the use of each runway at an airport. This program attempts to manage the number of aircraft that fly over areas along the approach and departure routes leading to or from each runway end. By doing so, the programs manage the overall noise energy present, over time, in those areas.
8. **Noise Preferred Arrival and Departure Routes.** Refers to flight track modifications to fly over compatible uses or to avoid flying over certain settlements.

GROUND OPERATIONS TECHNIQUES

9. **Restrictions on Ground Movement of Aircraft.** Restriction of aircraft operations on the ground, such as limiting taxiing speed/power, restrict use of some airport facilities (stands, taxiways, terminal) or restrict use of aircraft engines to, from or onto stands.
10. **Engine Run-up Restrictions.** Restrictions on the engine testing. Usually the specific facilities and location at the airports are intended for that.
11. **Auxiliary Power Unit (APU) Operating Restrictions.** Prohibition of the APU (Auxiliary Power Unit) use while the aircraft is on the ground and recommends the use of fixed or mobile GPU (Ground Power Units).
12. **Limited Use of Reverse Thrust.** Restriction of the use of thrust reversers after landing and utilization of the entire runway for arrival to minimize noise impacts.

OPERATIONAL RESTRICTIONS

13. **Airport Curfews.** Refers to the time intervals in which takeoff or landing are not allowed for some or all types of aircraft (usually time intervals during the night or weekend) and they can be changed seasonally (summer, winter).
14. **Noise Level Limits.** Noise level limits are noise value ceiling above which an aircraft may not be allowed to operate at airport. The noise level may be based on certificated noise levels or measured single events, with penalties assessed against those who exceed the established levels. Noise level limits could be set per movement or over a time period.
15. **Restriction by aircraft type or class.** A ban on operations by a given group of aircraft such as those certified in accordance with Chapters 2 or 3 of ICAO Annex 16, Volume 1 or prohibition of flying for specific aircraft type (e.g. Tu-154, Tu-134, Il-76, Il-62,...). Any measure that restricts access by a user group such as general aviation jet aircraft, cargo operators, helicopters, etc., may also be categorized as a type or class restriction.
16. **Noise Quota.** A noise quota caps the total noise level from aircraft operations within a given area over or around the airport to some established total value over a given period of time (six months, a year, etc.). This may be expressed in the allocation of a maximum number of operations weighted by noise certification levels of the aircraft over a period of time.
17. **Noise Budget Restrictions.** A noise budget allocates the total noise energy present at the airport among its users, with a given amount of noise assumed for an operation by each aircraft type. Each operator is provided a “budget” and allowed to distribute that budget across its operations in any manner, so long as the total is not exceeded.

LAND USE PLANNING AND MANAGEMENT

18. **Purchase of Non-Compatible Land.** Refers to acquisition of property by an airport and relocation of any occupants who reside within contours of significant noise.
19. **Acquisition of Noise and Overflight Easements.** Refers to noise or overflight (aviation) easement that may be purchased by the airport on properties that are noise-impacted, but will not be mitigated through other means. It grants permission to the airport for aircraft to fly over the property while using the

airport, and in most cases to make noise of a given level or less. A noise easement transfers with any change of property ownership. Easement purchase programs may be designed for homeowners who are either not eligible for other mitigation programs or choose to not participate.

20. **Purchase Assurance/Sales Assistance.** Refers to programs that are intended to provide homeowners in noise-impacted areas an assurance they will be able to sell their property for fair market value. Under purchase assurance the airport proprietor agrees to acquire the property as a purchaser of last resort if the homeowner was unable to sell on the open market.
21. **Sound Insulation of Buildings.** Refers to technique which provides the addition of insulation, noise attenuation baffles, solid core doors, double paned windows, and possibly air conditioning units to incompatible buildings located within the specific noise contour at airports.

NOISE PROGRAM MANAGEMENT

22. **Noise-Related Fees (Noise Charges).** Refers to additional charge to airlines whose aircraft exceed the allowable values of noise as well as additional charge to companies using older types of aircraft (louder), where the amount of charge can vary with the time of the day (e.g. more expensive during the peak period) and the weight of the aircraft (e.g. more expensive for the heavier aircraft).
23. **Noise Monitoring.** This includes the installation of noise monitoring system that allows airport to monitor the noise levels from aircraft operations around airport. The data obtained from this system could be used for computing landing charges (partly), forecasting noise data, testing and monitoring flight procedures, dealing with complaints from residents.
24. **Flight Track Monitoring.** This includes the installation of system that collects both the data about flight tracks in order to monitor the aircraft trajectories.
25. **Pilot Awareness Programs.** These programs are designed to provide pilots with specifics about an airport's noise abatement program and other information, as deemed desirable. Airports publish a handout describing the noise abatement procedures for pilots to carry in their flight manuals, hold pilot training meetings, and develop information posters for placement in flight planning rooms.

26. **Established Citizen Complaint Mechanism.** Refers to mechanism established by airport that allows making noise complaint by citizens (via online form, email or by phone), record and respond to complaints received and to provide a full and comprehensive information concerning aircraft noise.
27. **Established Community Participation Program.** Refers to program established by airport in which community members take part in making decisions, initiate noise actions and work with airport towards a commonly defined goals concerning noise issue around airport.

PRILOG 3. KONCEPT BAZE PODATAKA

U ovom prilogu detaljnije je objašnjen koncept baze podataka opisan u Poglavlju 4.1.1 i način prikupljanja podataka o faktorima za koje se pretpostavlja da utiču na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke.

Broj operacija poletanja i sletanja

Broj operacija poletanja i sletanja za aerodrome preuzet je iz *EUROCONTROL*-ove statističke baze podataka o vazдушnom saobraćaju *STATFOR Interactive Dashboard* (EUROCONTROL, 2016). Ova baza nudi prosečan broj poletanja dnevno za svaki mesec u toku godine za preko 3.000 aerodroma širom sveta. Broj operacija u toku meseca se dobija kada se prosečan broj poletanja dnevno pomnoži s dva (zbog broja sletanja) i množenjem sa brojem dana za taj mesec, a onda se sabiranjem mesečnog broja operacija dobija broj operacija u toku godine koji je potreban za ovo istraživanje. *STATFOR* baza podataka uzima u obzir samo IFR letove (tradicionalni i niskotarifni redovni saobraćaj, čarter-letovi, biznis avijacija, kargo). Zato se podaci o ukupnom broju operacija znatno razlikuju na godišnjem nivou za neke aerodrome na kojima je dominantan VFR saobraćaj.

Za 2010. godinu, podaci o broju operacija za Aerodrom *Kahul* (Moldavija) nisu bili dostupni. Pošto *STATFOR* baza podataka uzima u obzir samo aerodrome na kojima se obavlja barem jedan let dnevno i, uzimajući u obzir da Aerodrom *Kahul* nema redovan saobraćaj, pretpostavlja se da je broj operacija na ovom aerodromu maksimalno 364. Upravo zbog toga je ta vrednost uzeta za ovaj aerodrom.

BDP po stanovniku

Podaci o BDP po stanovniku za npr. Gibraltar i Ostrvo Men (Isle of Man) nisu bili dostupni na sajtu Svetske banke. Za njih su podaci preuzeti sa sajta CIA World Factbook¹⁰ za godine koje su bile dostupne (u oba slučaja to je 2007. godina). Isti podaci su korišćeni i za 2010. godinu zbog nedostatka boljih podataka, uz pretpostavku da se BDP po stanovniku za Gibraltar i Ostrvo Men nije znatno promenio u odnosu na 2007. godinu.

¹⁰ CIA World Factbook: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

Blizina opslužnog područja u odnosu na aerodrom

Jedan aerodrom može da opslužuje više gradova. Podaci za 2010. godinu ukazuju da 246 aerodroma opslužuje 273 grada, od čega 204 aerodroma opslužuju samo jedan grad, a 42 aerodroma između dva i četiri grada.

Zbog postojanja više gradova u opslužnom području za određene aerodrome, potrebno je definisati kako će biti izraženo rastojanje od opslužnog područja. Pored toga, postavlja se pitanje relevantnosti analiziranja gradova koji se nalaze „daleko” od aerodroma, s obzirom da je uticaj buke ograničen rastojanjem od izvora buke. Za potrebe ovog rada pretpostavljeno je da buka koju proizvode vazduhoplovi u odlasku ili dolasku koji se nalaze na visini od 1.000 m iznad nivoa zemlje ne utiče znatno na stanovništvo. U većini slučajeva, vazduhoplov koji poleće dostići će ovu visinu na udaljenosti do 20 km od aerodroma, zavisno od postupka za odlet. Isti je slučaj za vazduhoplov koji ponire u završnom prilazu pod uglom od 3 stepena. Pored toga, analizom mapa kontura buke za nekoliko najvećih evropskih aerodroma, utvrđeno je da je izvan radijusa od 20 km od aerodroma, na svim posmatranim mapama, indikator buke L_{den} imao vrednost manju od 55dB, što ukazuje da na tom području vazdušni saobraćaj nije glavni izvor buke. Zato je uvedena pretpostavka da je uticaj buke na stanovništvo u okolini aerodroma relevantan samo u krugu poluprečnika 20 km od aerodroma.

Međutim, treba imati u vidu i činjenicu da u određenim slučajevima deo grada čiji se centar nalazi dalje od zadatog rastojanja od 20 km može biti veoma blizu aerodroma, zbog velike površine grada. Tako posmatrano, broj stanovnika dela grada (u slučaju velikih gradova), koji se nalazi u krugu poluprečnika 20 km od aerodroma (iako se centar grada nalazi dalje od 20 km od aerodroma), može biti mnogo veći od ukupnog broja stanovnika nekog manjeg grada koji se nalazi u blizini aerodroma. Na taj način, ako se posmatraju samo gradovi u krugu poluprečnika 20 km od aerodroma, postoji mogućnost da se izuzme iz analize neki veliki grad čiji se centar nalazi malo dalje od zadatog rastojanja, a buka vazduhoplova ipak znatno utiče na veliki deo stanovništva tog grada. Iz tog razloga, u okviru ovog istraživanja analizirane su obe mogućnosti.

U prvom slučaju, uzeti su u obzir svi gradovi koje aerodromi opslužuju, dok su u drugom slučaju posmatrani samo gradovi koji se nalaze u krugu poluprečnika 20 km od

aerodroma. Ovi principi su primenjivani samo kod aerodroma koji opslužuju više gradova. Kod aerodroma koji opslužuju samo jedan grad uzeto je rastojanje od centra grada bez obzira na to da li se grad nalazi u krugu poluprečnika 20 km od aerodroma. Za aerodrome koji opslužuju više gradova uzeto je prosečno rastojanje od gradova koje aerodrom opslužuje. Pri određivanju prosečnog rastojanja opslužnog područja od aerodroma nije dovoljno uzeti samo srednju vrednost rastojanja svih gradova u opslužnom području, već je potrebno uzeti u obzir i broj stanovnika tih gradova. Imajući to u vidu, prosečno rastojanje od gradova se računa prema sledećoj formuli:

$$d_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

gde je:

d_{avg} – prosečno rastojanje opslužnog područja od aerodroma,

d_i – rastojanje i -tog grada od aerodroma,

P_i – broj stanovnika i -tog grada,

n – broj gradova.

Izuzetak od svih pomenutih slučajeva su aerodromi *Malme* i *Stokholm-Arlanda* (Švedska) koji opslužuju po dva grada čiji se centri nalaze na udaljenosti većoj od 20 km od aerodroma. U oba slučaja za analizu su uzeti gradovi koji su bliži aerodromu (Malme i Stokholm).

Za određivanje gradova opsluge za svaki aerodrom korišćeni su podaci s Vikipedije. Takođe, za većinu posmatranih aerodroma Vikipedija pruža podatke o udaljenosti aerodroma od centra grada, i oni su korišćeni u ovoj disertaciji. Svi podaci o udaljenosti su predstavljeni u kilometrima. Za određene parove gradova i aerodroma, za koje nisu pronađeni podaci na Vikipediji, za procenu rastojanja korišćen je sajt www.distance.to.

Broj stanovnika naselja u blizini aerodroma

Broj stanovnika za svaki grad utvrđuje se na osnovu popisa stanovnika. Pošto se popis ne vrši svake godine, nije bilo moguće dobiti podatke za svaki grad za istu godinu. S druge strane, pretpostavljeno je da broj stanovnika jednog grada ne varira u velikoj meri iz godine u godinu. Na osnovu toga, za potrebe ovog rada za svaki grad uzeti su približni podaci o broju stanovnika na osnovu raspoloživih informacija. Za posmatranu godinu uzete su vrednosti za one gradove za koje postoji podatak za tu godinu, a za ostale gradove najbliža godina za koju postoji podatak. Broj stanovnika opslužnog područja za svaki aerodrom je računat kao zbir broja stanovnika gradova koje aerodrom opslužuje. Potrebno je napomenuti da se podaci o broju stanovnika iz različitih izvora često veoma razlikuju zbog korišćenja različitih metodologija, nedostatka jedinstvene definicije grada i kriterijuma za izdvajanje grada i gradskih područja.

PRILOG 4. PODACI O AERODROMIMA I OPSLUŽNOM PODRUČJU ZA 2010. GODINU

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
1.	Aalborg Airport	4	2	20234	56486	6,5	163231	6,5	163231
2.	Aarhus Airport	4	2	11953	56486	35,9	293510	35,9	293510
3.	Aberdeen Airport	8	1	62965	36703	9,3	213800	9,3	213800
4.	Agen-La Garenne Airport	2	1	4990	39186	3,0	33920	3,0	33920
5.	Ajaccio Airport	2	1	15002	39186	4,7	79501	4,7	79501
6.	Albacete Airport	2	1	1624	29863	6,0	170475	6,0	170475
7.	Alghero Fertilia Airport	5	1	14371	33761	8,0	40641	8,0	40641
8.	Alicante	2	1	74132	29863	9,4	565240	9,4	565240
9.	Allgau Airport	2	1	10666	40145	3,8	41551	3,8	41551
10.	Ancona Airport	3	1	11854	33761	12,0	102521	12,0	102521
11.	Antalya	1	3	145043	10135	13,0	994890	13,0	994890
12.	Antwerp Airport	4	1	16268	42960	5,5	483505	5,5	483505
13.	Ataturk International	4	3	278180	10135	24,0	14160467	24,0	14160467
14.	Athens International	4	2	187703	25851	20,0	799979	20,0	799979
15.	Augsburg Airport	2	1	6432	40145	7,0	264708	7,0	264708
16.	Bacau	1	1	4542	7670	4,6	175191	4,6	175191
17.	Balaton	1	1	567	12750	1,0	22743	1,0	22743
18.	Balti International	1	1	6	1632	15,0	144800	15,0	144800
19.	Barajas-Madrid Airport	7	4	433836	29863	9,0	3273048	9,0	3273048
20.	Barcelona	6	3	277799	29863	12,0	1619337	12,0	1619337
21.	Bari - Palese	3	1	34284	33761	8,0	320150	8,0	320150
22.	Basel-Mulhouse Airport	7	2	63692	70370	15,6	418517	6,0	168010
23.	Bastia Poretta	1	1	13682	39186	17,0	43477	17,0	43477
24.	Beauvais Airport	5	2	22365	39186	3,5	79380	3,5	79380
25.	Belfast City Airport	8	1	39997	36703	5,0	268400	5,0	268400
26.	Belfast International	2	2	43023	36703	21,3	268400	21,3	268400

Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
27.	Benbecula Airport	1	2	3529	36703	3,3	1303	3,3	1303
28.	Bergamo Orio al Serio	4	2	67135	33761	41,6	1425514	3,7	118019
29.	Bergen	2	1	89448	86156	12,5	256600	12,5	256600
30.	Bern-Belp	6	1	12074	70370	5,3	130289	5,3	130289
31.	Biarritz Bayonne Anglet	5	1	12083	39186	5,3	147519	5,3	147519
32.	Biggin Hill Airport	7	2	11024	36703	21,9	7400000	21,9	7400000
33.	Bilbao	4	2	47543	29863	9,0	353187	9,0	353187
34.	Billund Airport	4	1	42268	56486	1,9	6155	1,9	6155
35.	Birmingham International	9	1	92683	36703	10,2	1055600	10,2	1055600
36.	Blackpool Airport	4	2	6187	36703	4,1	142700	4,1	142700
37.	Bodo	2	1	39416	86156	2,1	49400	2,1	49400
38.	Bologna G Marconi Airport	6	1	68743	33761	6,5	377220	6,5	377220
39.	Bordeaux Airport	6	2	53256	39186	12,0	714191	12,0	714191
40.	Boryspil International	2	2	97678	2974	28,6	2902200	6,0	55000
41.	Bournemouth Intl. Airport	5	1	18198	36703	6,5	176800	6,5	176800
42.	Bratislava M.R. Stefanik	4	2	23941	16036	9,0	432801	9,0	432801
43.	Bremen-Neuland	5	2	38654	40145	3,5	547340	3,5	547340
44.	Brindisi-Casale	3	2	14973	33761	2,5	89846	2,5	89846
45.	Bristol International	8	1	58662	36703	13,0	421000	13,0	421000
46.	Bromma	8	1	49340	49360	7,4	847073	7,4	847073
47.	Brussels Airport	10	3	218776	42960	11,1	1089538	11,1	1089538
48.	Bucharest Baneasa	6	1	26227	7670	8,5	1937421	8,5	1937421
49.	Bucharest Henri Coanda Intl	5	2	76951	7670	16,5	1937421	16,5	1937421
50.	Budapest	6	2	105050	12750	16,0	1721556	16,0	1721556
51.	Burgas Airport	4	1	15418	6335	10,0	193765	10,0	193765
52.	Cagliari Airport	1	1	36688	33761	6,2	156951	6,2	156951
53.	Cahul International	1	1	364	1632	8,0	41100	8,0	41100
54.	Cambridge Airport (UK)	5	1	2835	36703	2,8	118500	2,8	118500

Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
55.	Cannes	4	2	14158	39186	5,0	72939	5,0	72939
56.	Cardiff International	2	1	19577	36703	19,0	339500	19,0	339500
57.	Charleroi	8	1	39224	42960	39,8	1292136	6,4	202598
58.	Charles de Gaulle	6	4	500325	39186	25,0	2243718	25,0	2243718
59.	Chisinau	1	1	13569	1632	13,0	671800	13,0	671800
60.	Ciampino Airport	5	1	59317	33761	12,0	2743796	12,0	2743796
61.	Clermont-Ferrand/Auvergne	4	1	16525	39186	6,7	280219	6,7	280219
62.	Cluj-Napoca	1	1	15769	7670	9,0	307136	9,0	307136
63.	Copenhagen	8	3	245830	56486	8,0	569557	8,0	569557
64.	Copenhagen Airport Roskilde	6	2	8683	56486	27,5	617743	7,4	48186
65.	Cork	1	2	25196	46492	6,5	118713	6,5	118713
66.	Cote D'Azur	6	2	129921	39186	5,9	521673	5,9	521673
67.	Coventry Airport	5	1	794	36703	5,6	309500	5,6	309500
68.	Cuneo Airport	2	1	2784	33761	18,5	55308	18,5	55308
69.	Dijon Bourgogne Airport	3	2	2540	39186	6,4	243959	6,4	243959
70.	Dinard-Pleurtuit	1	2	3955	39186	6,4	47045	6,4	47045
71.	Donetsk Airport	1	1	13839	2974	10,0	975959	10,0	975959
72.	Dortmund Airport	4	1	19645	40145	10,0	580444	10,0	580444
73.	Dresden	4	1	28046	40145	9,0	517052	9,0	517052
74.	Dublin	3	2	159109	46492	10,0	516255	10,0	516255
75.	Dubrovnik Airport	4	1	14508	13327	15,5	28434	15,5	28434
76.	Durham Tees Valley	2	1	7085	36703	11,7	242200	11,7	242200
77.	Dusseldorf	5	2	214990	40145	7,0	586217	7,0	586217
78.	Dusseldorf Monchengladbach	6	1	5234	40145	11,9	844210	11,9	844210
79.	Dusseldorf Niederrhein Weeze	3	1	22662	40145	41,0	692765	6,4	37871
80.	East Midlands	7	1	60943	36703	19,6	865100	16,2	542800
81.	Edinburgh	4	2	108037	36703	9,3	477700	9,3	477700
82.	Egelsbach Airport	4	1	3889	40145	16,6	682993	16,6	682993

Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
83.	Eindhoven Airport	2	1	20902	46468	7,4	213809	7,4	213809
84.	Erfurt	5	1	6391	40145	5,0	204994	5,0	204994
85.	Esbjerg Airport	1	1	6624	56486	9,3	71491	9,3	71491
86.	Exeter Airport	4	1	16121	36703	6,4	115100	6,4	115100
87.	Farnborough Airport	5	1	22743	36703	2,7	90987	2,7	90987
88.	Faro Airport	4	1	41175	21382	4,0	64032	4,0	64032
89.	Fiumicino	4	4	329343	33761	35,0	2743796	35,0	2743796
90.	Forli International	1	1	9982	33761	3,5	117550	3,5	117550
91.	Francisco Sá Carneiro-Porto	6	1	56579	21382	11,0	241254	11,0	241254
92.	Frankfurt	8	4	464275	40145	12,0	671927	12,0	671927
93.	Friedrichshafen Airport	7	1	18931	40145	3,0	59002	3,0	59002
94.	Fuerteventura Airport	4	1	38401	29863	5,0	36285	5,0	36285
95.	Gatwick Airport Limited	8	2	240997	36703	46,9	7504700	4,9	104700
96.	Geneva-Cointrin	6	1	164482	70370	4,0	189313	4,0	189313
97.	Genova Airport	4	1	21806	33761	7,4	609746	7,4	609746
98.	Gibraltar Airport	1	1	3270	43000	1,8	30001	1,8	30001
99.	Girona-Costa Brava	1	1	37265	29863	12,5	96236	12,5	96236
100.	Glasgow	6	1	74970	36703	11,1	588500	11,1	588500
101.	Goteborg City Airport	5	2	10065	49360	9,3	513751	9,3	513751
102.	Gran Canaria Airport	3	2	101754	29863	19,0	383308	19,0	383308
103.	Graz Airport	4	1	23043	44723	9,3	253994	9,3	253994
104.	Guernsey Airport	3	1	44616	36703	4,6	65345	4,6	65345
105.	Hahn Airport	5	1	32971	40145	16,7	11375	16,7	11375
106.	Hamburg	7	2	148727	40145	8,0	1774224	8,0	1774224
107.	Hannover-Langenhagen	6	3	67060	40145	11,0	522686	11,0	522686
108.	Heathrow	9	2	455320	36703	22,2	7400000	22,2	7400000
109.	Helsinki-Vantaa	6	3	170647	43846	17,0	576632	17,0	576632
110.	Heydar Aliyev Intl.	3	2	37701	5843	20,0	2122300	20,0	2122300

Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
111.	Humberside International	1	2	5858	36703	18,4	416188	18,0	343674
112.	Ibiza Airport	3	1	53232	29863	7,0	49768	7,0	49768
113.	Innsbruck Airport	6	1	22263	44723	4,0	118035	4,0	118035
114.	Isle of Mann Airport	1	2	28236	53800	11,1	27938	11,1	27938
115.	Jerez Airport	1	1	13000	29863	8,0	208896	8,0	208896
116.	Jersey Airport	4	1	44867	36703	7,4	33522	7,4	33522
117.	Jonkoping	4	1	7903	49360	8,0	127382	8,0	127382
118.	Kalmar Airport	4	2	4711	49360	5,0	36392	5,0	36392
119.	Karlsruhe-Baden	1	1	19793	40145	23,7	520827	12,0	52585
120.	Karlstad	5	1	3864	49360	16,0	61685	16,0	61685
121.	Kaunas Intl.	1	1	8332	11046	14,0	329542	14,0	329542
122.	Keflavik	4	2	21839	39507	3,1	14000	3,1	14000
123.	Kent International Airport	7	1	2271	36703	20,4	43432	20,4	43432
124.	Kerry Airport	1	1	5416	46492	13,5	17625	13,5	17625
125.	Kiel Holtenau Airport	4	1	856	40145	8,3	239526	8,3	239526
126.	Kiruna Airport	3	1	3121	49360	10,0	18148	10,0	18148
127.	Kittilä Airport	1	1	2342	43846	1,5	6315	1,5	6315
128.	Klagenfurt	2	1	12234	44723	2,8	95450	2,8	95450
129.	Koln-Bonn/Cologne-Bonn	6	3	130922	40145	15,1	1317946	15,1	1317946
130.	Koltsovo Airport	2	2	6702	10710	16,0	1349772	16,0	1349772
131.	Kristiandand	1	1	14528	86156	16,0	81295	16,0	81295
132.	Lampedusa Airport	2	1	2994	33761	0,8	5000	0,8	5000
133.	Landvetter	6	1	61058	49360	20,4	513751	20,4	513751
134.	Lappeenranta Airport	4	1	1912	43846	2,3	72678	2,3	72678
135.	Le Bourget	5	3	56591	39186	11,1	2243718	11,1	2243718
136.	Leeds-Bradford Intl.	8	1	37205	36703	13,3	1585900	10,8	1260900
137.	Leipzig Halle Airport	4	2	61158	40145	15,4	751825	15,4	751825
138.	Liege Airport	7	2	31857	42960	9,1	371880	9,1	371880

Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
139.	Lille Airport	3	2	20544	39186	7,0	1112454	7,0	1112454
140.	Linate Airport	5	2	118448	33761	7,8	1307495	7,8	1307495
141.	Linz Blue Danube Airport	5	1	21082	44723	10,9	189122	10,9	189122
142.	Lisbon International	8	2	142271	21382	7,0	549998	7,0	549998
143.	Liverpool John Lennon	5	1	47480	36703	12,0	459500	12,0	459500
144.	Ljubljana JP	2	1	34111	22898	22,3	316782	9,5	37129
145.	London City Airport	6	1	67961	36703	11,1	7400000	11,1	7400000
146.	London Southend Airport	2	1	2714	36703	3,3	171100	3,3	171100
147.	Londonderry	1	1	4180	36703	11,3	109600	11,3	109600
148.	Lourdes-Pyrenees	1	1	7682	39186	9,0	48166	9,0	48166
149.	Luebeck Airport	2	1	6623	40145	8,0	210232	8,0	210232
150.	Lugano Airport	5	1	10254	70370	4,0	57528	4,0	57528
151.	Luleå - Kallax	2	1	14460	49360	5,0	46607	5,0	46607
152.	Luton	5	1	95043	36703	2,8	197500	2,8	197500
153.	Luxembourg International	6	1	53690	102009	6,0	89836	6,0	89836
154.	Lviv Airport	2	1	9939	2974	6,0	729842	6,0	729842
155.	Lyon Saint Exupery	7	2	119708	39186	20,0	1293288	20,0	1293288
156.	Maastricht Aachen	3	1	12208	46468	22,0	377197	9,3	118533
157.	Madeira Airport	8	1	22721	21382	13,2	111599	13,2	111599
158.	Malaga Airport	5	2	105095	29863	8,0	568507	8,0	568507
159.	Malmo Airport	3	2	26954	49360	27,5	406314	28,0	298963
160.	Malpensa Airport	6	2	194262	33761	40,0	1307495	40,0	1307495
161.	Malta International	3	2	32820	19625	6,5	203250	6,5	203250
162.	Manchester	10	2	158162	36703	13,9	488200	13,9	488200
163.	Marculesti Airport	1	1	6	1632	7,0	15400	7,0	15400
164.	Maribor Airport	1	1	1961	22898	9,0	112364	9,0	112364
165.	Marseille-Provence Intl	7	2	103444	39186	27,0	1041294	27,0	1041294
166.	Menorca Airport	2	2	27798	29863	4,5	29125	4,5	29125

Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
167.	Metz-Nancy-Lorraine	1	1	6283	39186	25,2	476308	16,5	219236
168.	Molde Airport	1	1	7893	86156	5,0	25936	5,0	25936
169.	Montpellier Airport	4	2	27528	39186	7,0	417540	7,0	417540
170.	Moron Airport	1	1	2290	29863	15,7	28390	15,7	28390
171.	Munich	7	2	386886	40145	27,8	1375667	6,0	45227
172.	Munster	3	1	24485	40145	27,1	474586	6,9	34924
173.	Nantes Atlantique Airport	7	1	43966	39186	8,0	587478	8,0	587478
174.	Naples International	4	1	64043	33761	5,9	962940	5,9	962940
175.	Neubrandenburg Airport	1	1	2165	40145	6,0	65282	6,0	65282
176.	Newcastle Airport	3	1	51308	36703	9,3	275100	9,3	275100
177.	Nikola Tesla Airport	1	1	46438	5073	12,0	1166763	12,0	1166763
178.	Norrkoping	4	1	5171	49360	3,0	128060	3,0	128060
179.	Norwich International	5	1	10909	36703	5,2	130100	5,2	130100
180.	Nuremberg	6	1	60773	40145	5,0	505664	5,0	505664
181.	Odense Airport	6	1	1145	56486	9,7	185206	9,7	185206
182.	Okecie Warsaw Frederic Chopin	5	2	136816	12302	7,7	1714446	7,7	1714446
183.	Olbia-Costa Smeralda	3	1	26756	33761	3,6	54833	3,6	54833
184.	Orly	7	3	219549	39186	13,0	2243718	13,0	2243718
185.	Oslo Gardermoen Airport	7	2	217390	86156	35,2	586860	35,2	586860
186.	Ostend International	6	1	7960	42960	17,0	187025	4,1	70284
187.	Oulu Airport	1	1	11721	43846	10,6	133550	10,6	133550
188.	Paderborn-Lippstadt	4	1	15765	40145	18,6	212383	18,0	146283
189.	Pafos International	2	1	13699	27889	6,5	32754	6,5	32754
190.	Palma de Mallorca	5	2	174455	29863	8,0	404681	8,0	404681
191.	Pardubice Airport	3	1	1105	18867	4,1	90401	4,1	90401
192.	Pescara - Abruzzo	3	1	7045	33761	4,0	123062	4,0	123062
193.	Pisa Galileo Galilei Airport	4	2	42685	33761	2,0	87440	2,0	87440
194.	Pontoise	2	2	2631	39186	25,7	2274094	7,0	30376

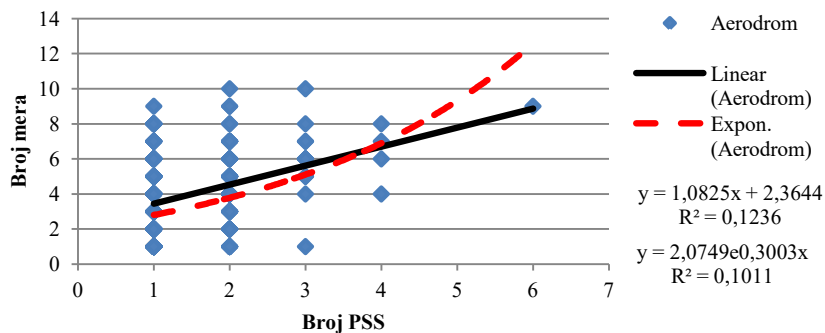
Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
195.	Prague Ruzyne	9	2	151977	18867	10,0	1257158	10,0	1257158
196.	Prestwick International	2	2	16416	36703	50,3	603434	1,9	14934
197.	Reykjavik Airport	5	3	3056	39507	2,0	119108	2,0	119108
198.	Riga International	2	1	68169	10723	10,0	673433	10,0	673433
199.	Rimini - Federico Fellini	1	1	8959	33761	7,1	174081	7,1	174081
200.	Robin Hood	7	1	8312	36703	20,6	842200	5,6	300700
201.	Rodez Marcillac Airport	3	1	5884	39186	10,0	24540	10,0	24540
202.	Rotterdam	5	1	24332	46468	10,6	1101083	10,6	1101083
203.	Rovaniemi	1	1	4245	43846	10,0	60896	10,0	60896
204.	Saarbruecken-Ensheim	3	1	13911	40145	8,6	175741	8,6	175741
205.	Salzburg Airport WA Mozart	6	1	30814	44723	3,1	147732	3,1	147732
206.	Samedan Airport	6	1	3313	70370	5,0	5147	5,0	5147
207.	San Sebastian	1	1	7251	29863	16,0	185506	16,0	185506
208.	Santander Airport	1	1	13463	29863	4,4	181589	4,4	181589
209.	Schiphol	9	6	396836	46468	9,1	767457	9,1	767457
210.	Schonefeld	3	1	72328	40145	18,0	3442674	18,0	3442674
211.	Sevilla - San Pablo	3	1	45613	29863	9,4	704198	9,4	704198
212.	Shannon	1	1	23315	46492	17,1	66653	17,1	66653
213.	Sheremetyevo	4	2	103714	10710	28,6	11710926	8,9	207425
214.	Sion Airport	5	1	4887	70370	2,5	31207	2,5	31207
215.	Sofia Airport	4	1	46499	6335	5,0	1165503	5,0	1165503
216.	Southampton Intl.	7	1	43955	36703	6,5	231600	6,5	231600
217.	Split Airport	2	1	15536	13327	10,4	219048	10,4	219048
218.	Stansted Airport Limited	8	1	153849	36703	47,7	7481100	16,3	81100
219.	Stavanger Airport	3	2	66576	86156	11,1	123850	11,1	123850
220.	Stockholm Skavsta	1	2	21540	49360	6,7	29891	6,7	29891
221.	Stockholm Vasteras	1	1	4735	49360	5,5	134684	5,5	134684
222.	Stockholm-Arlanda	7	3	191025	49360	37,6	1044860	37,0	847073

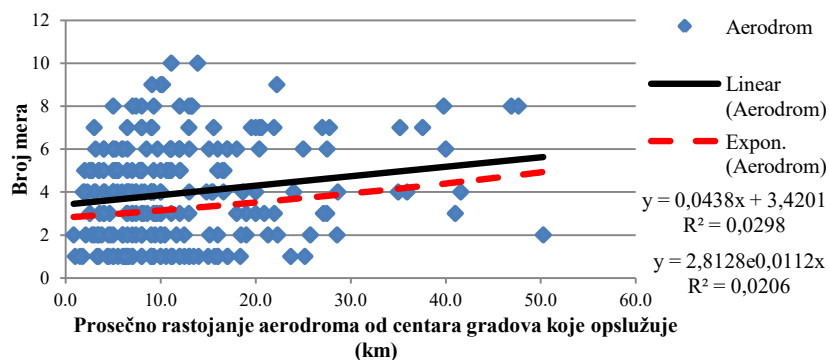
Prilog 4. Podaci o aerodromima i opslužnom području za 2010. godinu

Br.	Naziv aerodroma	Broj mera	Broj PSS	Broj operacija	BDP po stanovniku (\$)	Prosečno rastojanje (km)	Broj stanovnika (svi gradovi)	Prosečno rastojanje do 20 km (km)	Broj stanovnika (gradovi do 20 km)
223.	Strasbourg Airport	5	1	27281	39186	10,0	468242	10,0	468242
224.	Stuttgart Airport	4	1	123337	40145	13,0	601646	13,0	601646
225.	Sundsvall-Härnösand	2	1	7990	49360	15,1	61155	15,1	61155
226.	Tampere-Pirkkala	3	1	11411	43846	13,0	211507	13,0	211507
227.	Tegel	5	2	156010	40145	8,0	3442674	8,0	3442674
228.	Tenerife Sur-Reina Sofia	3	1	50005	29863	8,2	42545	8,2	42545
229.	Timisoara International	3	1	25092	7670	9,6	306854	9,6	306854
230.	Tirana International	1	1	21013	3764	11,1	321546	11,1	321546
231.	Torino Caselle Airport	4	1	49460	33761	14,8	909538	14,8	909538
232.	Torp Airport	3	1	23639	86156	7,4	44629	7,4	44629
233.	Toulouse-Blagnac	4	2	88474	39186	6,7	704454	6,7	704454
234.	Treviso Airport	3	1	8597	33761	20,9	353009	3,0	82208
235.	Umea Airport	5	1	15752	49360	5,4	115473	5,4	115473
236.	Vaasa Airport	2	1	8607	43846	9,0	65414	9,0	65414
237.	Valencia Airport	2	1	67099	29863	8,0	809267	8,0	809267
238.	Växjö Smaland	2	1	5674	49360	10,0	60887	10,0	60887
239.	Venice Marco Polo	5	2	74450	33761	8,0	270801	8,0	270801
240.	Verona - Valerio Catullo	1	1	37104	33761	5,0	264475	5,0	264475
241.	Vienna International	6	2	264098	44723	18,0	1687271	18,0	1687271
242.	Visby Airport	2	1	14022	49360	3,5	22593	3,5	22593
243.	Vitoria Airport	1	1	5617	29863	6,3	238247	6,3	238247
244.	Wroclaw - Strachowice	2	1	22080	12302	10,0	632146	10,0	632146
245.	Zurich Airport	6	3	256836	70370	13,0	382906	13,0	382906
246.	Zvartnots	1	1	20382	3125	12,0	1060138	12,0	1060138

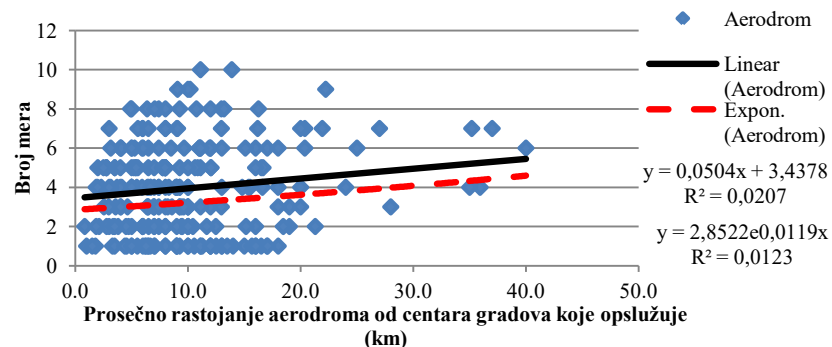
PRILOG 5. JEDNOSTRUKA REGRESIONA ANALIZA (UZORAK ZA 2010. GODINU)



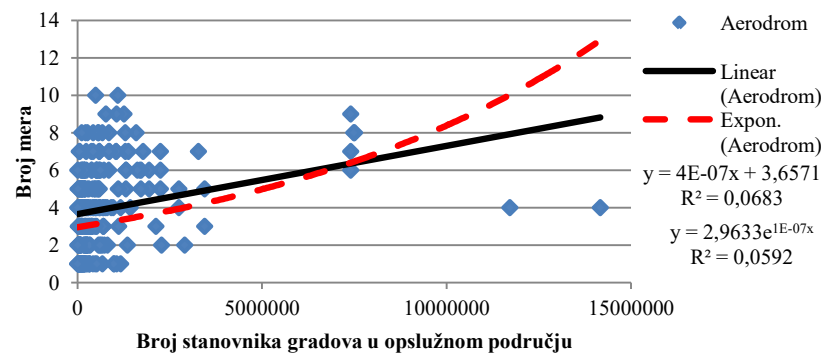
Slika 32. Uticaj broja PSS-a na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)



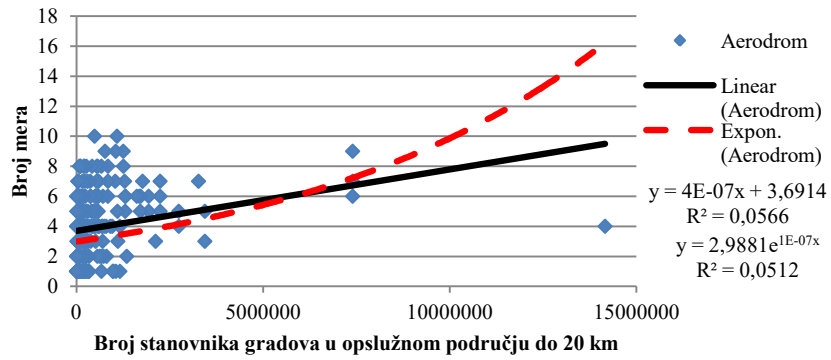
Slika 33. Uticaj prosečnog rastojanja aerodroma od centara gradova opsluge na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)



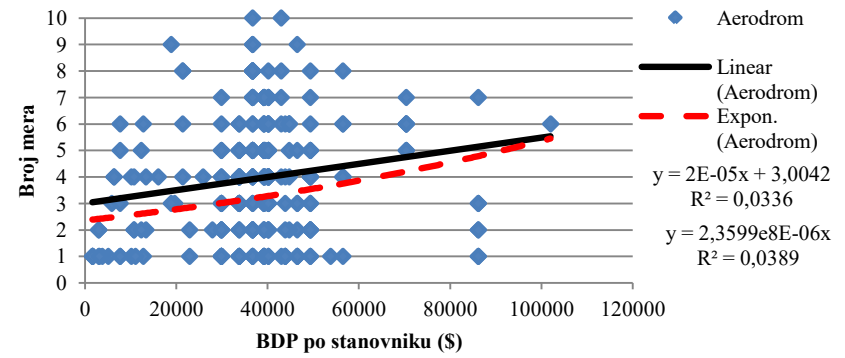
Slika 34. Uticaj prosečnog rastojanja aerodroma od centara gradova opsluge (do 20 km) na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)



Slika 35. Uticaj broja stanovnika svih gradova u opsluznom području na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)

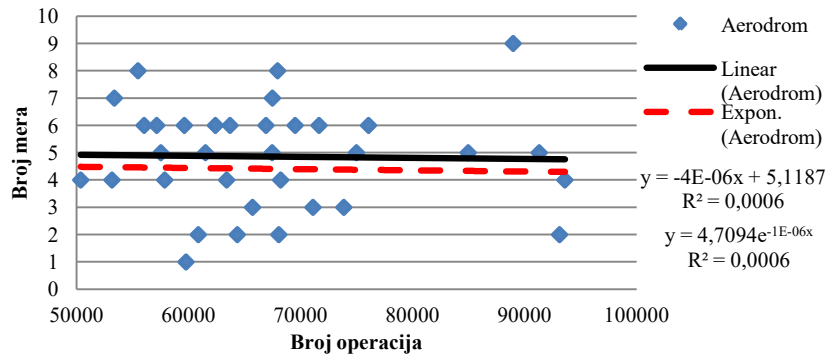


Slika 36. Uticaj broja stanovnika gradova u opslužnom području do 20 km na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)

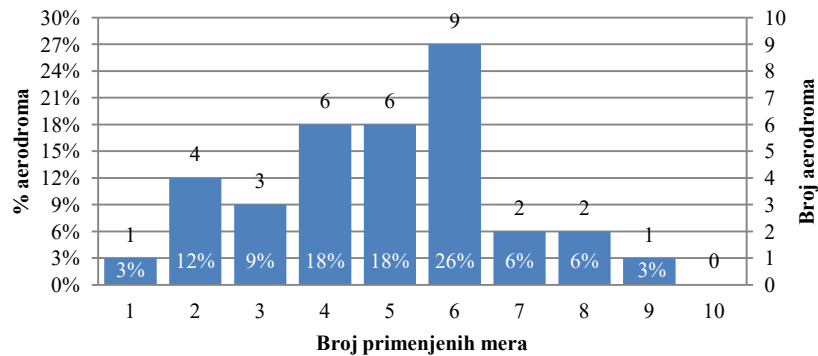


Slika 37. Uticaj BDP-a po stanovniku na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)

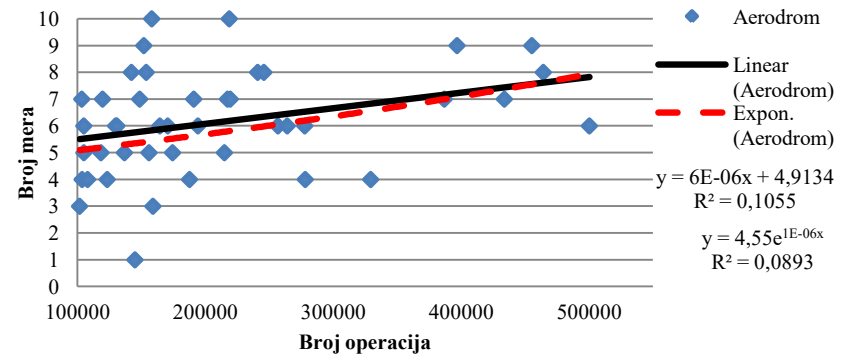
PRILOG 6. GRUPISANJE AERODROMA PREMA BROJU OPERACIJA



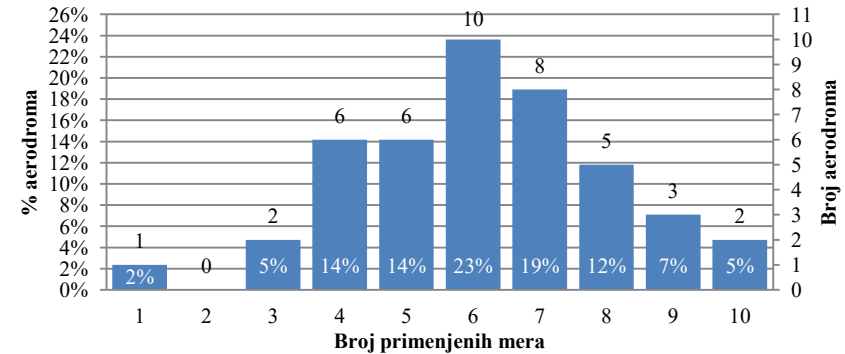
Slika 38. Uticaj broja operacija (50.000–100.000) na broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (2010. godina)



Slika 39. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s brojem operacija od 50.000 do 100.000 (2010. godina)

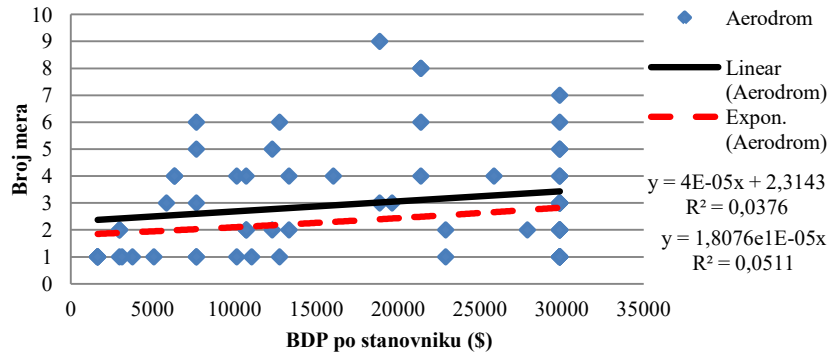


Slika 40. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji broja operacija (preko 100.000) za 2010. godinu

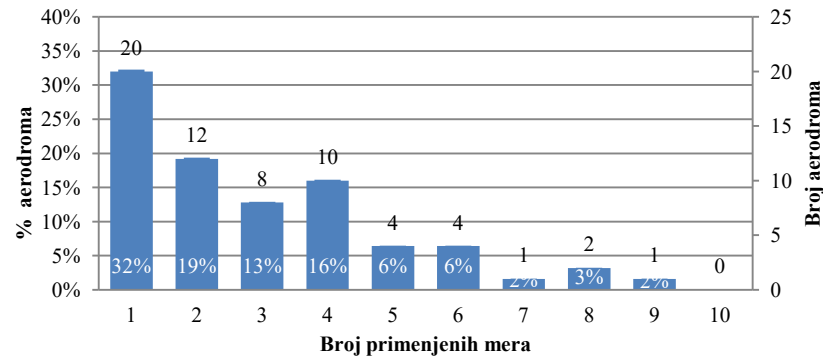


Slika 41. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s brojem operacija preko 100.000 (2010. godina)

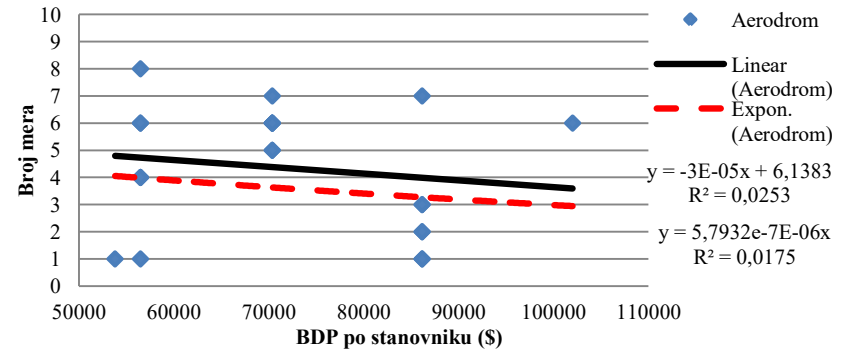
PRILOG 7. GRUPISANJE AERODROMA PREMA BDP-U PO STANOVNIKU



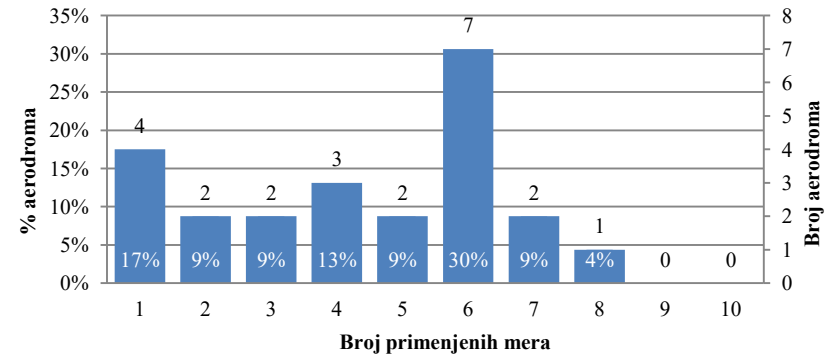
Slika 42. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji BDP-a po stanovniku (do 30.000 \$) za 2010. godinu



Slika 43. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s BDP-om po stanovniku do 30.000 \$ (podaci za 2010. godinu)

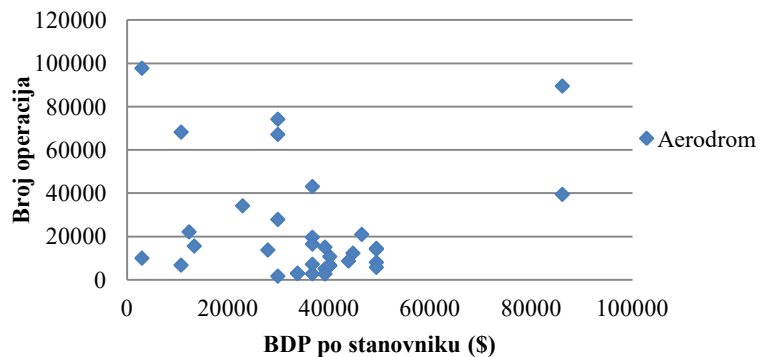


Slika 44. Broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke u funkciji BDP-a po stanovniku (preko 50.000 \$) za 2010. godinu

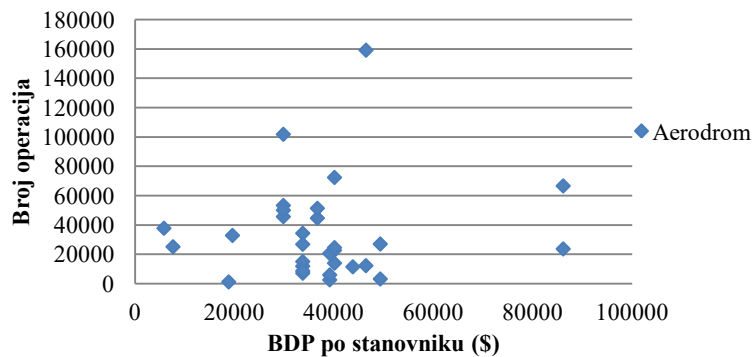


Slika 45. Raspodela frekvencija mera za smanjenje uticaja buke za aerodrome s BDP-om po stanovniku preko 50.000 \$ (podaci za 2010. godinu)

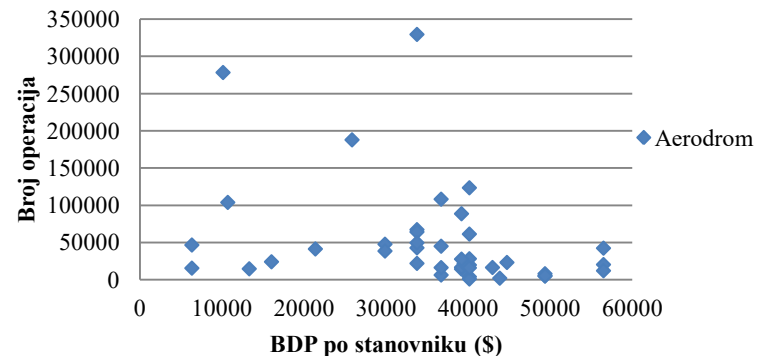
PRILOG 8. BROJ OPERACIJA I BDP PO STANOVNIKU ZA AERODROME S ISTIM BROJEM PRIMENJENIH MERA ZA SMANJENJE UTICAJA BUKE (PODACI ZA 2010. GODINU)



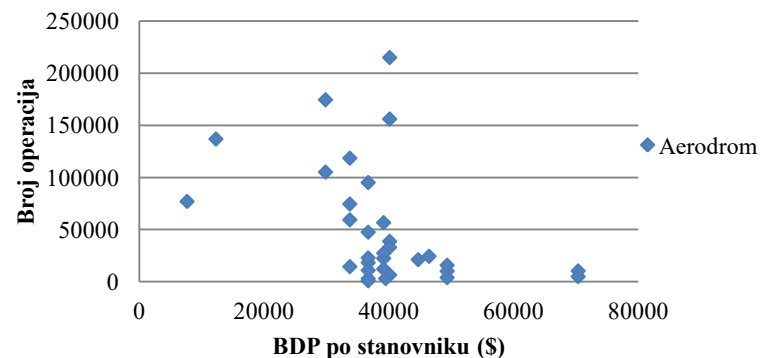
Slika 46. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s dve primenjene mere (podaci za 2010. godinu)



Slika 47. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s tri primenjene mere (podaci za 2010. godinu)

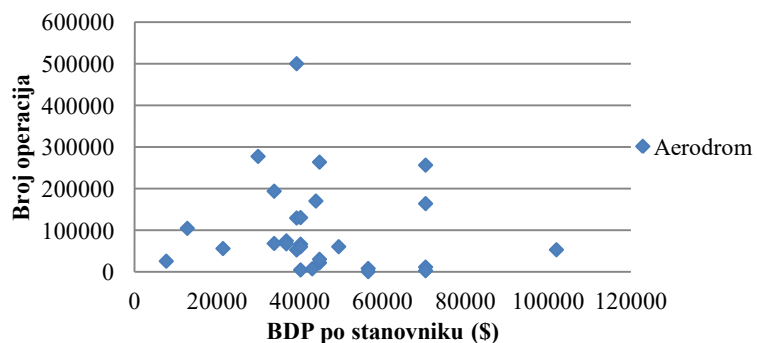


Slika 48. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s četiri primenjene mere (podaci za 2010. godinu)

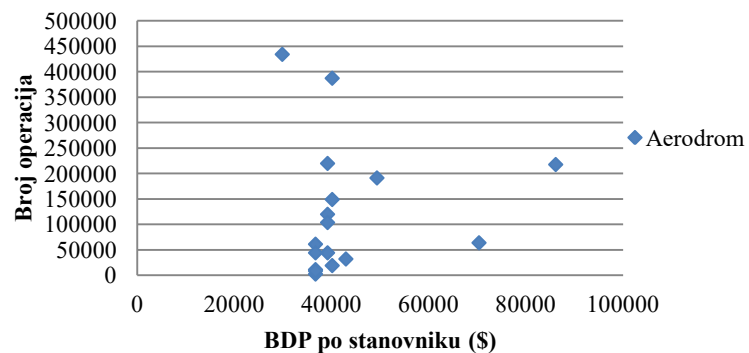


Slika 49. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s pet primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)

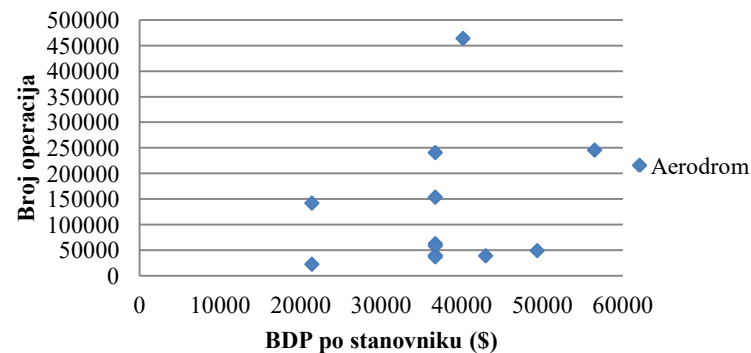
Prilog 8. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s istim brojem primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (podaci za 2010. godinu)



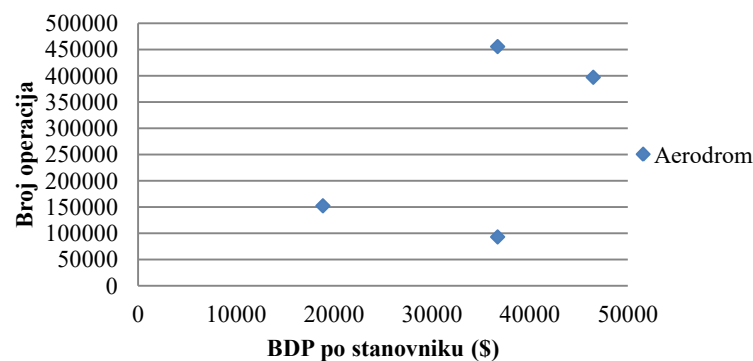
Slika 50. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s šest primenjenih (podaci za 2010. godinu)



Slika 51. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s sedam primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)

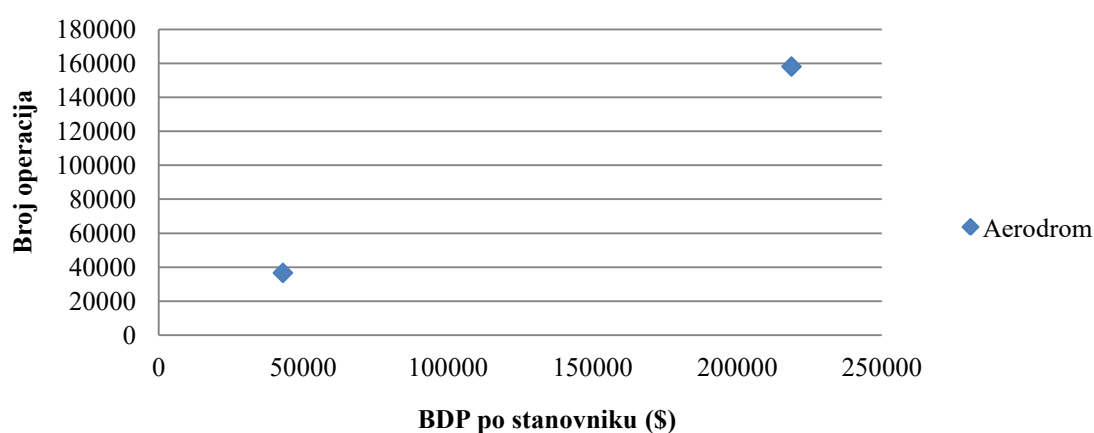


Slika 52. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s osam primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)



Slika 53. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s devet primenjenih mera (podaci za 2010. godinu)

Prilog 8. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s istim brojem primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (podaci za 2010. godinu)



Slika 54. Broj operacija i BDP po stanovniku za aerodrome s deset primenjenih mera za smanjenje uticaja buke (podaci za 2010. godinu)

Grupisanje aerodroma prema broju primenjenih mera prikazana je i tabelarno. U Tabeli 29 aerodromi su grupisani prema broju uvedenih mera i za svaku grupu aerodroma dat je procenat aerodroma koji su primenili određenu meru. Pored toga, u tabeli su prikazane minimalne i maksimalne vrednosti broja operacija i BDP po stanovniku za svaku grupu aerodroma. Sivom bojom obeležene su mere koje su aerodromi u određenoj grupi najčešće primenjivali.

Za grupu aerodroma sa istim brojem primenjenih mera može se videti da se određene mere izdvajaju kao najčešće primenjivane. Na primer, od svih aerodroma koji su primenili samo jednu meru u 2010. godini njih 72% je primenilo procedure za smanjenje buke. U slučaju aerodroma koji su primenili osam mera za smanjenje uticaja buke svaki od njih je primenio meru ograničenja radnog vremena aerodroma i procedure za smanjenje buke.

Može se uočiti da od 34 aerodroma u 2010. godini koji su primenili dve mere nijedan aerodrom nema više od 100.000 operacija, dok u slučaju aerodroma koji su primenili deset mera nijedan nema manje od 158.000 operacija. Ipak, zbog velikog preklapanja opsega ne može se s velikom tačnošću tvrditi koliko bi aerodrom trebalo da ima uvedenih mera za smanjenje buke samo na osnovu podataka o broju operacija na aerodromu i BDP po stanovniku zemlje u kojoj se aerodrom nalazi.

Tabela 29. Raspodela broja mera za smanjenje uticaja buke po aerodromima u Evropi za 2010. godinu

Broj mera	Broj aerodroma	Min. broj operacija	Maks. broj operacija	Min. BDP (\$)	Maks. BDP (\$)	Mera 1	Mera 2	Mera 3	Mera 4	Mera 5	Mera 6	Mera 7	Mera 8	Mera 9	Mera 10
1	46	6	145043	1632	86156	0%	7%	72%	0%	4%	2%	7%	0%	9%	0%
2	34	1624	97678	2974	86156	3%	12%	82%	0%	35%	0%	26%	0%	41%	0%
3	30	1105	159109	5843	86156	40%	43%	70%	0%	30%	0%	37%	3%	77%	0%
4	41	856	329343	6335	56486	46%	56%	98%	0%	32%	20%	59%	7%	78%	5%
5	32	794	214990	7670	70370	59%	81%	88%	0%	56%	31%	66%	19%	78%	22%
6	28	1145	500325	7670	102009	71%	86%	96%	0%	71%	54%	68%	14%	89%	50%
7	17	2271	433836	29863	86156	71%	88%	100%	12%	82%	35%	82%	53%	100%	76%
8	12	22721	464275	21382	56486	83%	100%	100%	17%	67%	83%	75%	92%	92%	92%
9	4	92683	455320	18867	46468	100%	100%	100%	25%	100%	100%	100%	75%	100%	100%
10	2	158162	218776	36703	42960	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Legenda:

Mera 1 – Operativna ograničenja u korišćenju APU-a

Mera 2 – Ograničenje vremena rada aerodroma

Mera 3 – Procedure za smanjenje buke

Mera 4 – Ograničenja „budžeta” buke

Mera 5 – Naplata prekoračenja buke

Mera 6 – Ograničenje nivoa buke

Mera 7 – Preferentne poletno-sletne staze

Mera 8 – Operativne norme

Mera 9 – Ograničenje testiranja motora vazduhoplova

Mera 10 – Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3

PRILOG 9. GRUPISANJE AERODROMA PREMA DRŽAVAMA

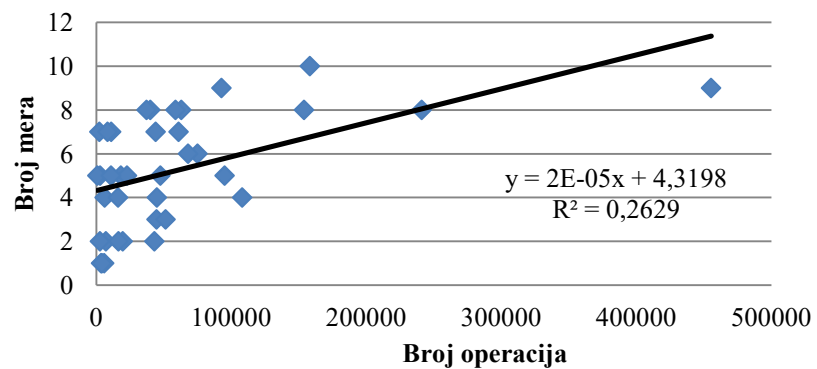
U Tabeli 30 dat je prikaz broja aerodroma, ukupan broj mera koje su ti aerodromi primenili i BDP po stanovniku po državama za 2010. godinu. Prosečan broj primenjenih mera za svaku državu izračunat je deljenjem ukupnog broja mera sa brojem aerodroma.

Tabela 30. Uporedni prikaz broja mera i broja evropskih aerodroma (po državama) koji su uveli neku od mera za smanjenje uticaja buke u 2010. godini

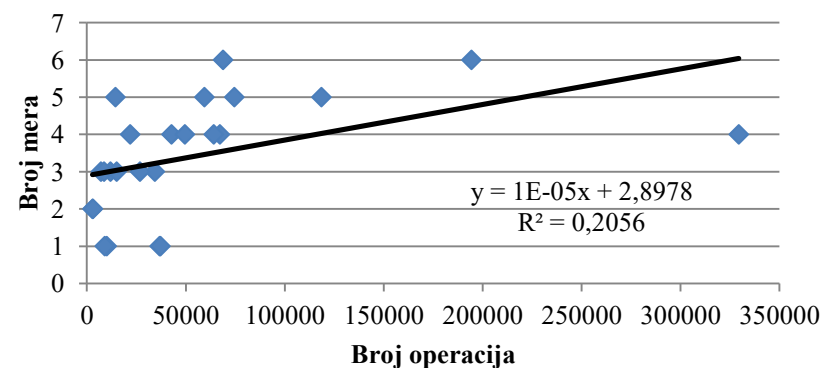
Drzava	Broj mera	Broj aerodroma	BDP po stanovniku	Prosečan broj primenjenih mera
Velika Britanija	193	37	36703	5
Nemačka	126	29	40145	4
Francuska	101	25	39186	4
Italija	82	24	33761	3
Španija	57	20	29863	3
Švedska	64	17	49360	4
Danska	33	7	56486	5
Finska	18	7	43846	3
Norveška	19	7	86156	3
Švajcarska	41	7	70370	6
Austrija	29	6	44723	5
Belgija	35	5	42960	7
Rumunija	16	5	7670	3
Holandija	19	4	46468	5
Irska	6	4	46492	2
Moldavija	4	4	1632	1
Portugalija	26	4	21382	7
Ukrajina	5	3	2974	2
Bugarska	8	2	6335	4
Češka	12	2	18867	6
Hrvatska	6	2	13327	3
Island	9	2	39507	5
Mađarska	7	2	12750	4
Poljska	7	2	12302	4
Rusija	6	2	10710	3
Slovenija	3	2	22898	2
Turska	5	2	10135	3
Albanija	1	1	3764	1
Azerbejdžan	3	1	5843	3
Gibraltar*	1	1	43000	1
Grčka	4	1	25851	4
Jermenija	1	1	3125	1
Kipar	2	1	27889	2
Letonija	2	1	10723	2
Litvanija	1	1	11046	1
Luksemburg	6	1	102009	6
Malta	3	1	19625	3
Ostrvo Men**	1	1	53800	1
Slovačka	4	1	16036	4
Srbija	1	1	5073	1

* Gibraltar je prekomorska teritorija Ujedinjenog Kraljevstva na Pirinejskom poluostrvu

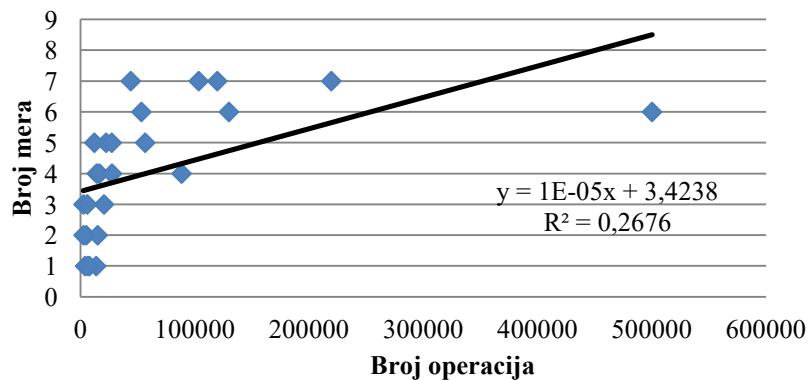
** Ostrvo Men (eng. Isle of Man) ima status samoupravnog krunskog poseda koji nije u sastavu Ujedinjenog Kraljevstva



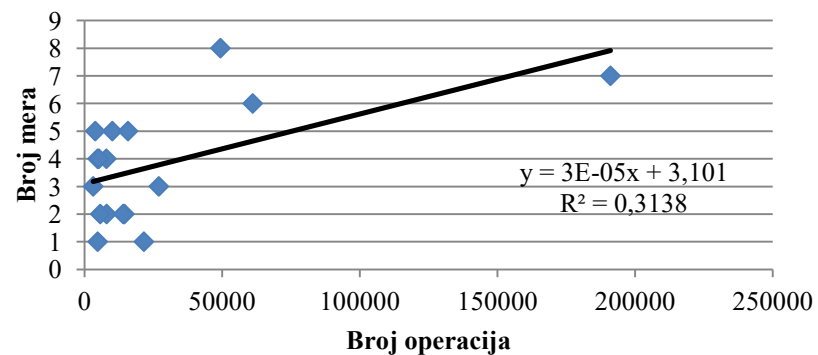
Slika 55. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Velikoj Britaniji (2010. godina)



Slika 57. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Italiji (2010. godina)



Slika 56. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Francuskoj (2010. godina)



Slika 58. Uticaj broja operacija na broj primenjenih mera na aerodromima u Švedskoj (2010. godina)

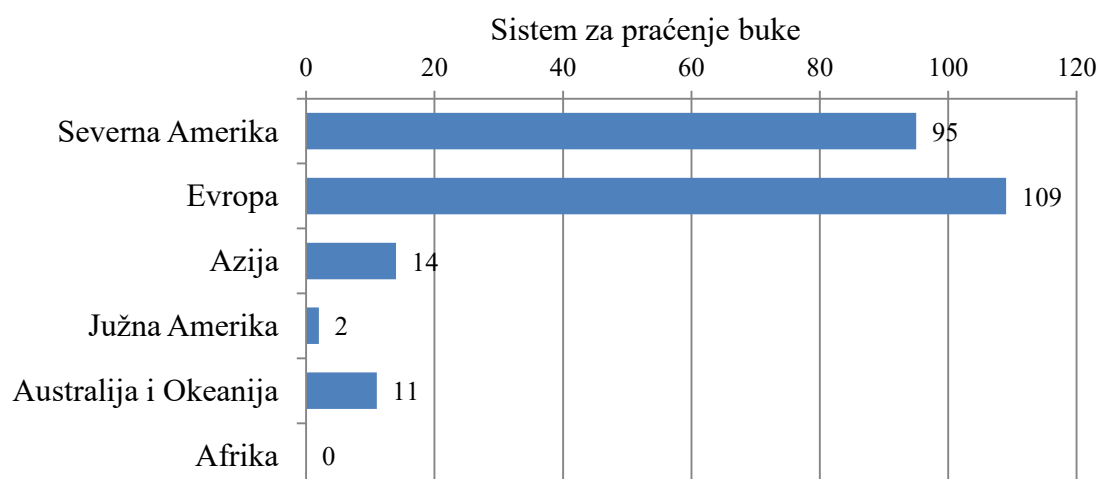
PRILOG 10. GRUPISANJE AERODROMA U VEZI S PRAĆENJEM BUKE

Pretpostavka na kojoj se bazira ova analiza jeste da je većina aerodroma koji su uveli sistem za praćenje (monitoring) buke (zbog zakonske obaveze ili dobrovoljno) iskoristila taj sistem za uspostavljanje određenih mera za smanjenje uticaja buke, kao što su ograničenje nivoa buke ili naplata prekoračenja buke. Obe mere podrazumevaju uspostavljanje dozvoljenih vrednosti buke u pojedinim tačkama sistema za praćenje buke (najčešće po operaciji), čije prekoračenje vodi ka primeni dodatnih naplata vazduhoplovnim prevoziocima.

Iako nije izvršena detaljna analiza regulative za sve evropske države po pitanju buke, pretpostavka u ovom istraživanju je da za glavne aerodrome postoji zakonska obaveza uvođenja sistema za praćenje buke u većini država Evropske unije, za razliku od aerodroma koji se nalaze u državama koje nisu članice Evropske unije. Iako je u Republici Srbiji prema čl. 203 Zakona o vazdušnom saobraćaju, operater aerodroma na kojem je obavljeno više od 50.000 poletanja i sletanja vazduhoplova dužan da obezbedi stalno merenje buke koja se na aerodromu i njegovoj okolini stvara pri poletanju i sletanju vazduhoplova, još uvek nijedan aerodrom nije uveo sistem za praćenje buke (Službeni glasnik RS, 2015).

Iz tog razloga, hipoteza u ovom istraživanju je da će procenat evropskih aerodroma sa preko 50.000 operacija koji se ne nalaze na teritoriji Evropske unije, a koji su primenili dve pomenute mere za smanjenje buke biti mnogo manji u odnosu na aerodrome u Evropskoj uniji, zbog nedostatka zakonske obaveze za uvođenjem sistema za praćenje buke. Na taj način bi mogao da se dokaže uticaj regulative na uvođenje mera za smanjenje uticaja buke.

Na Slici 59 predstavljen je broj aerodroma po regionima koji poseduju sistem za praćenje buke. Primećuje se da se najveći broj aerodroma s uvedenim sistemom za praćenje buke nalazi u Evropi (109), iako Severna Amerika (95) generalno ima mnogo više aerodroma (Netjasov, 2012). Razlog za to može biti regulativa.



Slika 59. Broj aerodroma po regionima s uvedenim sistemom za praćenje buke (Netjasov, 2012)

U Tabeli 31, na osnovu podataka iz *Boeing*-ove baze za 2010. godinu, prikazan je broj aerodroma koji su grupisani u zavisnosti da li se nalaze na teritoriji Evropske unije ili ne i u odnosu na broj operacija (preko 50.000).

Tabela 31. Broj EU i ne EU aerodroma s preko 50.000 operacija koji su primenili mere za smanjenje uticaja buke (2010. godina)

	EU	ne EU
Svi aerodromi	211	35
Aerodromi sa preko 50.000 operacija	66	10

Prema podacima iz 2010. godine, od 211 aerodroma na teritoriji Evropske unije koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke, njih 66 ima preko 50.000 operacija. Na osnovu podataka predstavljenih na Slici 59 može se pretpostaviti da se u pomenutih 109 aerodroma u Evropi koji imaju sistem za praćenje (monitoring) buke nalazi 66 aerodroma Evropske unije.

U Tabeli 32 predstavljen je broj evropskih aerodroma koji su primenili određenu meru za smanjenje uticaja buke u 2010. godini. Aerodromi su grupisani u zavisnosti od toga da li se nalaze na teritoriji Evropske unije ili ne i u odnosu na broj operacija (preko 50.000). Za svaku meru predstavljen je procenat aerodroma s preko 50.000 operacija koji su primenili tu meru.

Iz Tabele 32 se može videti da je u 2010. godini 73% aerodroma s preko 50.000 operacija koji se nalaze na teritoriji Evropske unije primenilo meru Naplate prekoračenja buke, dok se 45% njih odlučilo da uvede Ograničenje nivoa buke. Od svih aerodroma koji se ne nalaze na teritoriji Evropske unije a imaju preko 50.000 operacija, njih 30% je uvelo pomenute mere u vezi s praćenjem buke. Iz prikazanih rezultata u slučaju naplate prekoračenja buke vidi se jasna razlika između aerodroma koji se nalaze na teritoriji Evropske unije i ostalih aerodroma u Evropi. Razlog za to može biti pomenuta regulativa, ali je potrebno analizirati i uticaj nekih drugih faktora.

Tabela 32. Broj aerodroma koji su primenili određenu meru za smanjenje uticaja buke (zasnovano na podacima iz (Boeing, 2014))

Naziv mere	2010. godina					
	EU aerodromi			ne EU aerodromi		
	Svi	> 50000 operacija	> 50000 operacija (%)	Svi	> 50000 operacija	> 50000 operacija (%)
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	87	37	56%	12	5	50%
Ograničenje vremena rada aerodroma	114	48	73%	12	4	40%
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	143	61	92%	14	8	80%
Procedure za smanjenje buke	178	63	95%	34	10	100%
Ograničenja „budžeta” buke	7	5	8%	0	0	0%
Ograničenje nivoa buke	51	30	45%	5	3	30%
Naplata prekoračenja buke	94	48	73%	8	3	30%
Operativne norme	38	17	26%	1	1	10%
Preferentne poletno-sletne staze	102	42	64%	14	6	60%
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	50	30	45%	3	2	20%

PRILOG 11. LINEARNA REGRESIJA NA OSNOVU PODATAKA IZ STRATEŠKIH KARATA BUKE

Osnovna ideja posmatranja broja stanovnika u opslužnom području i blizine u odnosu na aerodrom jeste da se predstavi broj ljudi koji su izloženi negativnom uticaju buke. Na osnovu toga, cilj je da se odgovori na pitanje da li je to jedan od razloga koji navodi aerodrome da uvode mere za smanjenje uticaja buke, tj. da li veći broj stanovnika ugroženog bukom stimuliše uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke.

Pored podataka o udaljenosti i veličini opslužnog područja koji su prikupljeni za sve pomenute aerodrome u Evropi, u radu su takođe analizirani i podaci iz strateških karata buke za određene evropske aerodrome. Evropska unija je 2002. godine donela direktivu o proceni i upravljanju bukom u životnoj sredini 2002/49/EC, koja zahteva izradu strateških karata buke i akcionih planova radi smanjenja buke u životnoj sredini (EC, 2002a). Izrada strateških karata buke definiše se kao predstavljanje podataka o postojećim ili procenjenim nivoima buke, uključujući prekoračenja propisanih graničnih vrednosti, broja ljudi izloženih buci na nekom području ili broja domaćinstava izloženih određenim vrednostima indikatora buke na određenom području (EC, 2002). Pored toga, pomenuta direktiva nalaže da svaka država na svojoj teritoriji odredi aglomeracije koje su definisane kao deo teritorije s preko 100.000 stanovnika i s takvom gustinom stanovništva da se može smatrati urbanizovanim područjem. Na osnovu definisanih aglomeracija, posmatra se broj stanovnika izložen različitim opsezima buke izvan aglomeracije i uključujući aglomeracije.

U Evropskoj uniji prvi krug strateških karata buke izrađen je 2007. godine i, na osnovu njega, godinu dana kasnije doneti su akcioni planovi koji podrazumevaju uvođenje mera za smanjenje uticaja buke. Obavezu izrade strateških karata buke u prvom krugu imali su samo aerodromi s preko 50.000 operacija godišnje. U strateškim kartama buke predstavljen je ocenjeni broj ljudi koji su izloženi buci iznad određenog nivoa. Ovi podaci su dobijeni proračunom, uzimajući u obzir realne karakteristike saobraćaja (broj poletanja i sletanja, distribucija saobraćaja tokom dana i noći), strukturu flote (tipovi vazduhoplova) koja koristi aerodrom, oblik i karakteristike putanja za poletanje i sletanje, topografiju terena kao i podatke o broju stanovnika. One predstavljaju mnogo precizniji i detaljniji način za određivanje broja stanovnika opslužnog područja koje je

izloženo negativnom uticaju buke. Podaci o strateškim kartama buke mogu se pronaći na sajtu Informativnog servisa za posmatranje buke za Evropu (NOISE¹¹), a u radu su predstavljeni u Prilogu 12.

Linearna regresija na osnovu podataka iz strateških karata buke izvršena je na skupu od 73 evropska aerodroma za koje su podaci bili dostupni. Za razliku od prosečnog rastojanja i broja stanovnika opslužnog područja koji su korišćeni u prethodnim analizama, ovde je kao nezavisna promenljiva posmatran broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora L_{den} i L_{night} . Za indikator L_{den} predstavljen je broj stanovnika izvan aglomeracije i uključujući aglomeracije u opsezima buke od po 5 dB, počevši od 55 dB. Za indikator L_{night} predstavljen je samo broj stanovnika izvan aglomeracije u opsezima buke od po 5 dB počevši od 50 dB.

Kao i u prethodnim analizama, zavisna promenljiva je broj primenjenih mera za smanjenje uticaja buke. Analizirano je ukupno 16 nezavisnih promenljivih koje predstavljaju broj stanovnika izložen različitim opsezima buke tokom dana ili noći, izvan ili uključujući aglomeracije.

Linearnom regresijom izvršeno je ispitivanje koeficijenta korelacije između nezavisnih promenljivih i broja uvedenih mera za smanjenje uticaja buke u 2009. godini. Pošto je u svim analizama ista zavisna promenljiva broj mera, rezultati 16 analiza predstavljeni su zajedno u Tabeli 33. Analizirani statistički pokazatelji su aritmetička sredina i standardna devijacija za zavisnu i nezavisnu promenljivu, koeficijenti korelacije i determinacije, kao i značajnost. U posmatranom uzorku, 73 aerodroma su u proseku primenila 5,6 mera za smanjenje uticaja buke, sa standardnom devijacijom 2,041.

Pirsonovi koeficijenti korelacije prikazani u Tabeli 33 uzimaju vrednosti u rasponu od -0,11 do 0,28 što ukazuje da je povezanost između nezavisnih i zavisne promenljive slaba ili veoma slaba. Za tri nezavisne promenljive („> 75 dB L_{den} ”, „65–69 dB L_{night} ” i „>70 dB L_{night} ”) uočena je negativna korelacija koja je u suprotnosti s hipotezom da će veći broj stanovnika u blizini aerodroma uticati na uvođenje većeg broja mera za smanjenje uticaja buke. Negativna korelacija je dobijena zato što je za većinu aerodroma broj stanovnika u opsegu buke preko 75 dB za L_{den} i preko 70 dB za L_{night}

¹¹ NOISE: <http://noise.eionet.europa.eu/viewer.html>

jednak nula, a malobrojni aerodromi koji imaju ovu vrednost iznad nule su primenili broj mera ispod proseka.

Tabela 33. Rezultati statističkih analiza u vezi sa strateškim kartama buke

Analiza	Zavisna promenljiva (Broj mera)		Deskriptivna statistika		Korelacija		Značajnost	
			Srednja vrednost	Standardna devijacija	Pirsonov koeficijent korelacije (r)	Koeficijent determinacije (r ²)		
1	Nezavisna izvan	55–59 dB L _{den}	5,56	2,041	1	1	-	
2	promenljiva aglomeracije (broj stanovnika)	60–64 dB L _{den}	15196	30570	0,152	0,023	0,102	
3		65–69 dB L _{den}	4649	12845	0,074	0,005	0,269	
4		70–74 dB L _{den}	906	2846	0,057	0,003	0,317	
5		> 75 dB L _{den}	92	291	0,055	0,003	0,322	
6		ukupno L _{den}	3	24	-0,091	0,008	0,223	
7		50–54 dB L _{night}	20559	43624	0,122	0,015	0,152	
8		55–69 dB L _{night}	5430	14511	0,132	0,018	0,135	
9		60–64 dB L _{night}	860	1861	0,128	0,016	0,142	
10		65–69 dB L _{night}	133	330	0,012	0,000	0,461	
11		>70 dB L _{night}	14	59	-0,065	0,004	0,293	
12		ukupno L _{night}	7	48	-0,111	0,012	0,177	
13		uključujući aglomeracije	>55 dB L _{den}	6281	15827	0,130	0,017	0,137
14			> 65 dB L _{den}	43151	97601	0,281	0,079	0,009
15			> 75 dB L _{den}	1940	7090	0,280	0,078	0,009
16			ukupno L _{den}	33	182	0,141	0,020	0,122
				43270	102131	0,278	0,077	0,009

Za većinu nezavisnih promenljivih, koeficijent korelacije nije pokazao statističku značajnost, pošto je u većini slučajeva $p > 0,05$. Broj stanovnika u opsegu buke preko 55 dB, preko 65 dB i ukupan broj stanovnika za indikator buke L_{den} uključujući aglomeracije su jedine tri nezavisne promenljive za koje je uočen statistički značajan koeficijent korelacije sa zavisnom promenljivom. Koeficijent korelacije za ove tri promenljive je veoma sličan i iznosi oko 0,28 dok je koeficijent determinacije nešto manji od 8%.

PRILOG 12. PODACI IZ STRATEŠKIH KARATA BUKE ZA GLAVNE AERODROME U EVROPI

Naziv aerodroma	ICAO oznaka	Broj mera 2009	Izvan aglomeracije										Uključujući aglomeracije		
			Broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora (L _{den})					Broj stanovnika izložen opsezima buke indikatora (L _{night})					Broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora (L _{den})		
			55-59	60-64	65-69	70-74	>75	50-55	55-59	60-64	65-69	>70	>55	>65	>75
Brussels National Airport	EBBR	10	35100	10500	3800	300	0	17600	5600	600	100	0	49700	4000	0
Frankfurt am Main Airport	EDDF	8	180800	44400	0	0	0	102700	4500	0	0	0	238700	0	0
Hamburg Airport	EDDH	8	38700	10000	2300	100	0	4300	1100	0	0	0	51100	2400	0
Cologne/Bonn Airport	EDDK	6	23400	7000	1000	0	0	13700	5800	400	0	0	77300	1100	0
Düsseldorf International Airport	EDDL	5	19300	9900	1700	0	0	4600	2000	0	0	0	38300	3400	0
Munich International Airport	EDDM	7	6400	1300	100	0	0	700	100	0	0	0	7800	100	0
Nurember Airport	EDDN	6	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10700	200	0
Stuttgart Airport	EDDS	4	36000	7300	200	0	0	5600	100	0	0	0	44200	200	0
Berlin Tegel Airport	EDDT	5	133100	96600	20100	1500	0	61400	12000	600	0	0			
Hannover Langenhagen Airport	EDDV	6	18600	7000	700	0	0	8300	2100	100	0	0	26000	700	0
Helsinki Vantaa Airport	EFHK	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Belfast International Airport	EGAA	2	500	100	0	0	0	100	0	0	0	0	600	0	0
Birmingham International Airport	EGBB	9	600	200	0	0	0	200	0	0	0	0	47900	2300	0
Manchester International Airport	EGCC	10	9500	2000	100	0	0	2300	200	0	0	0	94000	4500	0
Bristol International Airport	EGGD	7	3200	800	0	0	0	1100	0	0	0	0	4100	0	0
Liverpool John Lennon Airport	EGGP	5	1600	1300	100	0	0	1200	500	0	0	0	5700	100	0
London Luton Airport	EGGW	5	6500	2000	100	0	0	2400	500	0	0	0	8600	100	0
Bournemouth Airport	EGHH	5	500	100	0	0	0	100	0	0	0	0	3400	0	0
Southampton Airport	EGHI	7	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12100	0	0
London Gatwick Airport	EGKK	8	8700	2600	500	100	0	3900	700	200	0	0	11900	600	0
London City Airport	EGLC	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12200	100	0
London Heathrow Airport	EGLL	9	81100	21200	4100	600	0	18800	2400	300	0	0	725500	56400	600
Blackpool International Airport	EGNH	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700	0	0
Leeds Bradford International Airport	EGNM	7	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8400	0	0
Newcastle Airport	EGNT	3	4400	1400	0	0	0	2100	0	0	0	0	5900	0	0
Nottingham East Midlands Airport	EGNX	7	8000	1700	700	0	0	4100	1400	400	0	0	10500	700	0
Aberdeen Airport	EGPD	6	13000	3200	200	0	0	3300	100	0	0	0	16300	200	0
Glasgow International Airport	EGPF	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63600	400	0
Edinburgh Airport	EGPH	4	7700	400	400	0	0	500	400	0	0	0	12300	500	0
Glasgow Prestwick International Airport	EGPK	2	2300	1700	100	0	0	2300	600	100	0	0	4100	100	0
London Stansted Airport	EGSS	7	7300	1700	300	0	0	3300	700	100	0	0	9400	400	0
Amsterdam Schipol Airport	EHAM	9	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43700	300	0
Dublin International Airport	EIDW	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3100	100	0
Billund Airport	EKBI	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Copenhagen Airport	EKCH	8	200	300	100	0	0	200	300	0	0	0	2600	300	0
Roskilde Airport	EKRK	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0

Prilog 12. Podaci iz strateških karata buke za glavne aerodrome u Evropi

Naziv aerodroma	ICAO oznaka	Broj mera 2009	Izvan aglomeracije										Uključujući aglomeracije		
			Broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora (L _{den})					Broj stanovnika izložen opsezima buke indikatora (L _{night})					Broj stanovnika izložen različitim opsezima buke indikatora (L _{den})		
			55-59	60-64	65-69	70-74	>75	50-55	55-59	60-64	65-69	>70	>55	>65	>75
Luxembourg International Airport	ELLX	6	15600	14500	2100	1800	0	17700	5000	2100	200	0	34100	3900	0
Bergen/Flesland Airport	ENBR	2	2100	600	300	0	0	500	300	0	0	0	3100	300	0
Oslo/Gardermoen Airport	ENGM	8													
Stavanger/ Sola Airport	ENZV	3	2800	400	0	0	0	500	100	0	0	0	3200	0	0
Warszaw F.Chopin Airport	EPWA	5	7500	1000	0	0	0	1800	0	0	0	0	41800	800	0
Göteborg-Landvetter Airport	ESGG	6	200	100	0	0	0	100	100	0	0	0	300	0	0
Stockholm-Arlanda Airport	ESSA	6	1300	100	0	0	0	100	0	0	0	0	1400	0	0
Gran Canaria Airport	GCLP	3	2200	900	400	100	0	900	500	200	0	0	3600	400	0
Tenerife Sur Airport	GCTS	3	11100	400	100	0	0	2600	100	100	0	0	11500	100	0
Alicante Airport	LEAL	2	6600	1700	100	100	0	1900	100	100	0	0	11100	100	0
Bilbao Airport	LEBB	1	5100	4300	500	0	0	3600	100	0	0	0	10100	700	0
Barcelona International Airport	LEBL	6	6400	1100	200	100	0	900	100	100	0	0	7800	200	0
Madrid Barajas Airport	LEMD	7	39000	1600	2600	100	0	4100	600	100	0	0	43300	2600	0
Málaga Airport	LEMG	5	200	100	100	100	0	100	200	100	0	0	6900	500	100
Palma de Mallorca Airport	LEPA	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12100	200	0
València Airport	LEVC	2	34900	3700	100	0	0	8500	100	0	0	0	48700	100	0
Bordeaux Mérignac Airport	LFBD	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000	0	0
Toulouse Blagnac Airport	LFBO	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35900	500	0
Lyon Saint Exupéry Airport	LFLL	7	3900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3900	0	0
Marseille Provence Airport	LFML	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16000	900	0
Nice Côte d'Azur Airport	LFMN	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6600	0	0
Paris Le Bourget Airport	LFPB	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67600	700	0
Paris Charles de Gaulle Airport	LFPG	6	106000	8100	12100	0	0	0	0	0	0	0	171300	1500	0
Paris Orly Airport	LFPO	7	1100	900	0	0	0	0	0	0	0	0	109300	16900	1400
EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg	LFSB	7	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700	0	0
Athens International Airport	LGAV	4	12700	2300	0	0	0	4500	200	0	0	0			
Budapest Ferihegy International Airport	LHBP	5	10300	5000	0	0	0	6400	1400	0	0	0	281700	2600	0
Milan Malpensa International Airport	LIMC	6	26000	10300	800	100	0	13000	1900	300	0	0	37200	900	0
Bergamo Orio al Serio Airport	LIME	4	30800	7900	1400	200	0	13500	1600	1100	0	0	40300	1600	0
Turin International Airport	LIMF	4	3000	1600	900	400	0		1800	1000	400	400	7600	1300	0
Milan Linate Airport	LIML	5	47700	21100	4900	200	0	21500	2900	200	0	0	73800	5100	0
Roma Fiumicino - Leonardo da Vinci Airport	LIRF	4	25300	6800	1600	500	200	11000	1700	900	200	100	34400	2300	200
Naples International Airport	LIRN	4	24700	1500	200	0	0	200	0	0	0	0	86500	700	0
Prague Ruzyně International Airport	LKPR	9	3900	1600	0	0	0	1600	300	0	0	0	5800	0	0
Vienna International Airport	LOWW	6	8300	500	0	0	0	300	200	0	0	0	8800	0	0
Lisbon Airport	LPPT	8	2800	1400	100	300	0	1500	200	400	0	0	136500	11500	0
Bucharest Henry Coanda International Airport	LROP	4	2400	500	100	0	0	3900	1300	100	100	0	3000	200	0

PRILOG 13. PRIMENJENE MERE NA EVROPSKIM AERODROMIMA (2010. GODINA)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoračenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno- sletne staze
1	Aalborg Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
2	Aarhus Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
3	Aberdeen Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da
4	Agen-La Garenne Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
5	Ajaccio Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
6	Albacete Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
7	Alghero Fertilia Airport	Da	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da
8	Alicante	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
9	Allgau Airport	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
10	Ancona Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
11	Antalya	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
12	Antwerp Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
13	Ataturk International	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Da
14	Athens International	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
15	Augsburg Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
16	Bacau	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
17	Balaton	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
18	Balti International	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
19	Barajas-Madrid Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
20	Barcelona	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da
21	Bari - Palese	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
22	Basel-Mulhouse Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
23	Bastia Poretta	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
24	Beauvais Airport	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
25	Belfast City Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Da
26	Belfast International	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
27	Benbecula Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
28	Bergamo Orio al Serio	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
29	Bergen	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
30	Bern-Belp	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da
31	Biarritz Bayonne Anglet	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
32	Biggin Hill Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Ne
33	Bilbao	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
34	Billund Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne
35	Birmingham International	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
36	Blackpool Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da

Prilog 13. Primjenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoracjenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno-sletne staze
37	Bodo	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
38	Bologna G Marconi Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
39	Bordeaux Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da
40	Boryspil International	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
41	Bournemouth Intl. Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
42	Bratislava M.R. Stefanik	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
43	Bremen-Neuland	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
44	Brindisi-Casale	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
45	Bristol International	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
46	Bromma	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne
47	Brussels Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
48	Bucharest Banegasa	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
49	Bucharest Henri Coanda Intl	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
50	Budapest	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
51	Burgas Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
52	Cagliari Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
53	Cahul International	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
54	Cambridge Airport (UK)	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
55	Cannes	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
56	Cardiff International	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
57	Charleroi	Da	Ne	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da
58	Charles de Gaulle	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
59	Chisinau	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
60	Ciampino Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
61	Clermont-Ferrand/Auvergne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
62	Cluj-Napoca	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
63	Copenhagen	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne
64	Copenhagen Airport Roskilde	Ne	Ne	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Da
65	Cork	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
66	Cote D'Azur	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Da
67	Coventry Airport	Da	Ne	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Ne
68	Cuneo Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
69	Dijon Bourgogne Airport	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
70	Dinard-Pleurtuit	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
71	Donetsk Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
72	Dortmund Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
73	Dresden	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
74	Dublin	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
75	Dubrovnik Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da

Prilog 13. Primjenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoracenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno-sletne staze
76	Durham Tees Valley	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
77	Dusseldorf	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne
78	Dusseldorf Monchengladbach	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
79	Dusseldorf Niederrhein Weeze	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
80	East Midlands	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da
81	Edinburgh	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
82	Egelsbach Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
83	Eindhoven Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
84	Erfurt	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Da	Ne	Da
85	Esbjerg Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
86	Exeter Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
87	Farnborough Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
88	Faro Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
89	Fiumicino	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
90	Forli International	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
91	Francisco Sá Carneiro-Porto	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
92	Frankfurt	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
93	Friedrichshafen Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da
94	Fuerteventura Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
95	Gatwick Airport Limited	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne
96	Geneva-Cointrin	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
97	Genova Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
98	Gibraltar Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
99	Girona-Costa Brava	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
100	Glasgow	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne
101	Goteborg City Airport	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
102	Gran Canaria Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
103	Graz Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
104	Guernsey Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
105	Hahn Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
106	Hamburg	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
107	Hannover-Langenhagen	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
108	Heathrow	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
109	Helsinki-Vantaa	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da
110	Heydar Aliyev Intl.	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
111	Humberside International	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
112	Ibiza Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
113	Innsbruck Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
114	Isle of Mann Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Prilog 13. Primjenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoracenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno-sletne staze
115	Jerez Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
116	Jersey Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne
117	Jonkoping	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
118	Kalmar Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Da
119	Karlsruhe-Baden	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
120	Karlstad	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne
121	Kaunas Intl.	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne
122	Keflavik	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
123	Kent International Airport	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da
124	Kerry Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
125	Kiel Holtenau Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
126	Kiruna Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Da
127	Kittilä Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
128	Klagenfurt	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
129	Koln-Bonn/Cologne-Bonn	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
130	Koltsovo Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
131	Kristiandand	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
132	Lampedusa Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
133	Landvetter	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
134	Lappeenranta Airport	Ne	Ne	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
135	Le Bourget	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
136	Leeds-Bradford Intl.	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
137	Leipzig Halle Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
138	Liege Airport	Ne	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
139	Lille Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
140	Linate Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
141	Linz Blue Danube Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
142	Lisbon International	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Da
143	Liverpool John Lennon	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Da
144	Ljubljana JP	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
145	London City Airport	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Ne
146	London Southend Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
147	Londonderry	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
148	Lourdes-Pyrenees	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
149	Luebeck Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
150	Lugano Airport	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
151	Luleå - Kallax	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
152	Luton	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
153	Luxembourg International	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne

Prilog 13. Primjenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoracjenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno-sletne staze
154	Lviv Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
155	Lyon Saint Exupery	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da
156	Maastricht Aachen	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
157	Madeira Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Da	Da
158	Malaga Airport	Ne	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne
159	Malmo Airport	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
160	Malpensa Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
161	Malta International	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
162	Manchester	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
163	Marculesti Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
164	Maribor Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
165	Marseille-Provence Intl	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
166	Menorca Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
167	Metz-Nancy-Lorraine	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
168	Molde Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
169	Montpellier Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
170	Moron Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
171	Munich	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da
172	Munster	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
173	Nantes Atlantique Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne
174	Naples International	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
175	Neubrandenburg Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
176	Newcastle Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
177	Nikola Tesla Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
178	Norrkoping	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
179	Norwich International	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
180	Nuremberg	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
181	Odense Airport	Da	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
182	Okecie Warsaw Frederic Chopin	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
183	Olbia-Costa Smeralda	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
184	Orly	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
185	Oslo Gardermoen Airport	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
186	Ostend International	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
187	Oulu Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
188	Paderborn-Lippstadt	Da	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
189	Pafos International	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
190	Palma de Mallorca	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
191	Pardubice Airport	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
192	Pescara - Abruzzo	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Prilog 13. Primjenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoracjenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno-sletne staze
193	Pisa Galileo Galilei Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
194	Pontoise	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
195	Prague Ruzyně	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da
196	Prestwick International	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
197	Reykjavik Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
198	Riga International	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
199	Rimini - Federico Fellini	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
200	Robin Hood	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Da
201	Rodez Marcillac Airport	Ne	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
202	Rotterdam	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne
203	Rovaniemi	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
204	Saarbruecken-Ensheim	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
205	Salzburg Airport WA Mozart	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne
206	Samedan Airport	Ne	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
207	San Sebastian	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
208	Santander Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
209	Schiphol	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da
210	Schonefeld	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
211	Sevilla - San Pablo	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Da
212	Shannon	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
213	Sheremetyevo	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
214	Sion Airport	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
215	Sofia Airport	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
216	Southampton Intl.	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne
217	Split Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
218	Stansted Airport Limited	Da	Da	Da	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne
219	Stavanger Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
220	Stockholm Skavsta	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
221	Stockholm Vasteras	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
222	Stockholm-Arlanda	Ne	Da	Da	Ne	Da	Da	Da	Da	Ne	Da
223	Strasbourg Airport	Da	Da	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
224	Stuttgart Airport	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
225	Sundsvall-Härnösand	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
226	Tampere-Pirkkala	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
227	Tegel	Da	Ne	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
228	Tenerife Sur-Reina Sofia	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
229	Timisoara International	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
230	Tirana International	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
231	Torino Caselle Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Prilog 13. Primenjene mere na evropskim aerodromima (2010. godina)

Br.	Naziv aerodroma	Ograničenje vremena rada aerodroma	Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	Procedure za smanjenje buke	Ograničenja „budžeta” buke	Naplata prekoračenja buke	Ograničenje nivoa buke	Operativne norme	Preferentne poletno-sletne staze
232	Torp Airport	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
233	Toulouse-Blagnac	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
234	Treviso Airport	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
235	Umea Airport	Da	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
236	Vaasa Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
237	Valencia Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
238	Växjö Smaland	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
239	Venice Marco Polo	Ne	Da	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da	Ne	Da
240	Verona - Valerio Catullo	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
241	Vienna International	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
242	Visby Airport	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Ne
243	Vitoria Airport	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
244	Wroclaw - Strachowice	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da
245	Zurich Airport	Da	Da	Da	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Ne	Da
246	Zvartnots	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

PRILOG 14. REZULTATI BINARNIH LOGISTIČKIH REGRESIONIH MODELA I TAČNOST KLASIFIKACIJE

Tabela 34. Rezultati binarnih logističkih regresionih modela

Mera Nezavisna promenljiva	Regresioni koeficijenti	Wald test	Značajnost
Broj operacija	0,014	9,957	0,002
Ograničenje vremena rada aerodroma	0,662	4,395	0,036
1 Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	1,075	9,962	0,002
Operativne norme	1,424	4,745	0,029
Konstanta	-0,791	10,829	0,001
Broj PSS	0,812	8,541	0,003
Ograničenje vremena rada aerodroma	1,897	11,975	0,001
2 Naplata prekoračenja buke	0,981	4,959	0,026
Ograničenje nivoa buke	1,344	9,027	0,003
Operativne norme	2,488	25,790	0,000
Konstanta	-5,408	46,897	0,000
Populacija – svi gradovi (u hiljadama)	0,002	6,849	0,009
Ograničenje vremena rada aerodroma	-0,926	4,996	0,025
3 Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	1,484	8,859	0,003
Konstanta	1,230	15,185	0,000
Broj PSS	0,973	7,148	0,008
4 Preferentne poletno-sletne staze	17,864	0,000	0,996
Konstanta	-22,581	0,000	0,995
Broj operacija (u hiljadama)	0,008	12,167	0,000
5 BDP po stanovniku (u hiljadama)	0,026	7,587	0,006
Ograničenje vremena rada aerodroma	1,166	15,714	0,000
Konstanta	-2,428	29,470	0,000
Broj operacija (u hiljadama)	0,005	5,380	0,020
6 Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	1,605	18,330	0,000
Preferentne poletno-sletne staze	0,810	5,180	0,023
Konstanta	-2,451	63,956	0,000
Broj PSS	-0,710	5,193	0,023
Populacija – svi gradovi (u hiljadama)	0,000	6,712	0,010
7 Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	1,646	5,494	0,019
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	2,635	30,755	0,000
Ograničenje nivoa buke	0,965	4,109	0,043
Konstanta	-3,549	22,364	0,000
Broj PSS	0,833	12,326	0,000
8 Ograničenje vremena rada aerodroma	0,808	7,826	0,005
Operativna ograničenja u korišćenju APU-a	1,087	13,758	0,000
Konstanta	-2,159	28,344	0,000

1 – Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	5 – Naplata prekoračenja buke
2 – Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	6 – Ograničenje nivoa buke
3 – Procedure za smanjenje buke	7 – Operativne norme
4 – Ograničenja „budžeta” buke	8 – Preferentne poletno-sletne staze

Tabela 35. Tačnost klasifikacije

Mere za smanjenje uticaja buke	Posmatrani	Predviđeni		% Tačnosti
		0	1	
Ograničenje testiranja motora vazduhoplova	0	62	27	69,7
	1	24	133	84,7
	Ukupno %			79,3
		0	1	
Ograničenja za vazduhoplove Poglavlja 2 i 3	0	188	5	97,4
	1	22	31	58,5
	Ukupno %			89,0
		0	1	
Procedure za smanjenje buke	0	0	34	0,0
	1	0	212	100,0
	Ukupno %			86,2
		0	1	
Ograničenja „budžeta” buke	0	239	0	100,0
	1	6	1	14,3
	Ukupno %			97,6
		0	1	
Naplata prekoračenja buke	0	117	27	81,3
	1	42	60	58,8
	Ukupno %			72,0
		0	1	
Ograničenje nivoa buke	0	176	14	92,6
	1	38	18	32,1
	Ukupno %			78,9
		0	1	
Operativne norme	0	196	11	94,7
	1	17	22	56,4
	Ukupno %			88,6
		0	1	
Preferentne poletno-sletne staze	0	96	34	73,8
	1	46	70	60,3
	Ukupno%			67,5

0 – mera nije primenjena
1 – mera je primenjena

PRILOG 15. DEFINISANJE POPULACIJE, UZORAČKOG OKVIRA I PLANIRANJE UZORKA

Definisanje populacije

Prostorno ograničenje populacije navodi na razmišljanje da li je cilj da se posmatraju svi aerodromi u svetu ili samo na određenom geografskom prostoru (npr. aerodromi u Evropi). Vremensko ograničenje populacije podrazumeva posmatranje poslovanja aerodroma samo u nekom određenom periodu, npr. u 2014. godini ili u proteklih deset godina. Populaciju je moguće ograničiti na osnovu neke precizno definisane karakteristike koja jasno razdvaja elemente na one koji poseduju takvu karakteristiku i čine populaciju, i ostale koji ne poseduju definisanu karakteristiku. Jedna od karakteristika kojom bi mogla da se ograniči populacija jeste broj operacija poletanja i sletanja na aerodromu. Ograničavanje populacije ovakvom karakteristikom omogućava da se ne posmatraju svi aerodromi već samo oni s obimom saobraćaja koji se može smatrati značajnim s aspekta buke. Na taj način bi se iz populacije eliminisali svi aerodromi koji nemaju dovoljan broj operacija da bi mogli da budu kandidati za uvođenje mera za smanjenje uticaja buke, s obzirom na to da se nivo buke na takvim aerodromima može smatrati zanemarljivim. Prilikom uvođenja ovakvog ograničenja populacije, neophodno je precizno definisati granicu u vezi s značajnim obimom saobraćaja s aspekta buke da bi se moglo odrediti koji aerodromi pripadaju populaciji, a koji ne. Kao što je i ranije pomenuto, karakteristika na osnovu koje se populacija može ograničiti jeste primena mera za smanjenje uticaja buke na aerodromu. Moguće je posmatrati sve aerodrome ili samo one za koje je ustanovljeno da primenjuju neke od mera za smanjenje uticaja buke. Kombinacijom razmatranih ograničenja moguće je definisati potpuno različite populacije.

Definisanje uzoračkog okvira

Najbliža ciljnoj populaciji jeste *Boeing*-ova baza podataka koja sadrži osnovne informacije o aerodromima i opis mera za smanjenje uticaja buke koje taj aerodrom primenjuje. Za dato istraživanje, ova baza može predstavljati populaciju za uzorkovanje, tj. uzorački okvir. Prema podacima iz *Boeing*-ove baze, 630 aerodroma širom sveta primenilo je 18 različitih mera za smanjenje uticaja buke u 2010. godini (Boeing, 2016; Netjasov, 2012). Poslednje ažuriranje podataka u ovoj bazi izvršeno je 2010. godne.

Ova informacija se mora uzeti u obzir prilikom definisanja greške nepokrivenosti koja po definiciji predstavlja razliku između ciljne populacije i uzoračkog okvira. Drugim rečima, ne može se tvrditi sa velikom sigurnošću da je lista evropskih aerodroma koji primenjuju neku od mera za smanjenje uticaja buke koje je *Boeing* popisao 2010. godine ostala ista i u 2014. godini. Velika je verovatnoća da je u ovom petogodišnjem periodu porastao broj aerodroma koji su primenili neku od mera za smanjenje uticaja buke, na osnovu pozitivnog trenda u prethodnim godinama.

Da bi se greška nepokrivenosti smanjila, predloženo je da se kao uzorački okvir, pored aerodroma u *Boeing*-ovoj bazi, posmatraju i aerodromi u Evropi koji bi na osnovu određenih kriterijuma mogli da imaju razlog za primenu neke od mera za smanjenje uticaja buke. Neki od razloga za primenu mera za smanjenje uticaja buke mogu biti značajan obim saobraćaja, značajan noćni saobraćaj, veliki udeo „bučnih” vazduhoplova u saobraćaju, žalbe stanovništva, javni protesti zbog buke vazduhoplova, tužbe, neusaglašenost sa zakonom po pitanju buke ili zakonska regulativa, a sve to uz pretpostavku da postoje stambeni objekti u okolini aerodroma koji su izloženi buci vazduhoplova.

Na osnovu dodatne analize, ustanovljeno je da postoje aerodromi u Evropi koji zadovoljavaju neki od navedenih kriterijuma i za koje je pokazano da primenjuju neku od mera za smanjenje uticaja buke, a ne nalaze se u *Boeing*-ovoj bazi. Analizom AIP-ova za aerodrome u Finskoj, uočeno je da objavljene SID i STAR rute za sve aerodrome predstavljaju rute minimalne buke. Pored toga, na svakom aerodromu u Finskoj primenjuje se ista procedura za smanjenje buke prema preporukama ICAO-a. Analizom aerodroma u Švedskoj uočeno je pet aerodroma koji naplaćuju naknade za buku a ne nalaze se u *Boeing*-ovoj bazi.

Za dobijanje podataka o obimu saobraćaja za aerodrome u Evropi, veoma precizan okvir predstavlja EUROCONTROL-ova statistička baza podataka o vazdušnom saobraćaju STATFOR Interactive Dashboard (EUROCONTROL, 2016). STATFOR baza podataka uzima u obzir aerodrome na kojima se obavlja barem jedan let dnevno. U okviru INM uputstva za korisnike (Federal Aviation Administration, 2007) navodi se da INM poseduje podatke samo za američke aerodrome sa 100 ili više operacija dnevno (ukupno 1.136 aerodroma). Takav podatak navodi na zaključak da aerodromi s

godišnjim brojem operacija manjim od 36.500 nisu značajni za ovu analizu. Međutim, utvrđeno je da čak 152 aerodroma iz *Boeing*-ove baze koji primenjuju mere za smanjenje uticaja buke imaju manje od 100 operacija dnevno, od čega 23 manje od deset operacija dnevno. Zato je sprovedena sveobuhvatna analiza AIP-ova za sve evropske države kako bi se pronašli aerodromi koji primenjuju mere za smanjenje buke bez obzira na ostvaren godišnji broj operacija. Prilikom pretrage AIP-ova prvenstveno je analiziran deo u vezi s procedurama za smanjenje buke (*AD 2.21 Noise Abatement Procedure*). Pored toga, vršena je pretraga celokupnog teksta po ključnim rečima koje asociraju na mere za smanjenje uticaja buke (na primer eng. *noise, preferential, curfew, quota, ban, prohibit, not allowed, not permitted, forbidden...*). Na ovaj način ustanovljeno je da je 421 aerodrom u AIP-u naveo da primenjuje neku od mera za smanjenje uticaja buke. Upoređivanjem ovih aerodroma s *Boeing*-ovom bazom uočava se da 181 aerodrom primenjuje neku od mera za smanjenje uticaja buke a nije naveden u *Boeing*-ovoj bazi, dok za pet aerodroma iz *Boeing*-ove baze mere za smanjenje uticaja buke nisu navedene u okviru AIP-a. Dodatnom analizom uočeno je da od 111 evropskih aerodroma koji prema STATFOR bazi imaju preko 100 operacija dnevno samo četiri aerodroma nisu navedena u *Boeing*-ovoj bazi niti imaju navedene mere za smanjenje uticaja buke u svom AIP-u. To opravdava pretpostavku da su aerodromi sa 100 i više operacija dnevno značajni sa aspekta buke.

PRILOG 16. UKUPNA POPULACIJA ZA UZORKOVANJE

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
1	Aalborg Airport	EKYT	Da	Da	Ne	20104
2	Aarhus Airport	EKAH	Da	Da	Ne	9302
3	Aberdeen Airport	EGPD	Da	Da	Da	73062
4	Adler Sochi	URSS	Ne	Da	Ne	5006
6	Ajaccio Napoleon Bonaparte Airport	LFKJ	Da	Da	Ne	16664
7	Aktion National Airport	LGPZ	Ne	Da	Ne	3806
8	Albacete Airport	LEAB	Da	Da	Ne	730
9	Albenga Airport	LIMG	Da	Da	Ne	176
10	Alderney Airport	EGJA	Ne	Da	Ne	7118
11	Alghero Fertilia Airport	LIEA	Da	Da	Ne	13786
12	Alicante-Elche Airport	LEAL	Da	Da	Da	71220
13	Allgau Airport	EDJA	Da	Da	Ne	8770
14	Altenrhein	LSZR	Ne	Da	Ne	9094
15	Ancona Airport	LIPY	Da	Da	Ne	9144
16	Angelholm	ESTA	Ne	Da	Ne	7032
17	Angouleme Airport	LFBU	Ne	Da	Ne	1076
18	Ankara Esenboga Airport	LTAC	Ne	Da	Da	89416
19	Antalya Airport	LTAI	Da	Da	Da	172576
20	Antwerp Airport	EBAW	Da	Da	Ne	13560
21	Arad	LRAR	Ne	Da	Ne	1044
22	Åre Östersund Airport	ESNZ	Ne	Da	Ne	8616
23	Arvidsjaur	ESNX	Ne	Da	Ne	1802
24	Ataturk Airport	LTBA	Da	Da	Da	429266
25	Athens International Airport	LGAV	Da	Da	Da	148802
26	Augsburg Airport	EDMA	Da	Da	Ne	7088
27	Bacau Airport	LRBC	Da	Da	Ne	3194
28	Baia Mare Ta.Mag	LRBM	Ne	Da	Ne	254
29	Baku Airport Heydar Aliyev	UBBB	Da	Da	Da	46318
30	Barajas-Madrid Airport	LEMD	Da	Da	Da	342620
31	Barcelona El Prat Airport	LEBL	Da	Da	Da	283784
32	Bari Karol Wojtyła Airport	LIBD	Da	Da	Ne	31942
33	Basel-Mulhouse Airport	LFSB	Da	Da	Da	75900
34	Bastia Poretta Airport	LFKB	Da	Da	Ne	14920
35	Beauvais Airport	LFOB	Da	Da	Ne	27148
36	Beja Airport	LPBJ	Ne	Da	Ne	64
37	Belfast City Airport	EGAC	Da	Da	Da	37106
38	Belfast International Airport	EGAA	Da	Da	Da	38436
39	Benbecula Airport	EGPL	Da	Da	Ne	2660
40	Bergamo Orio al Serio Airport	LIME	Da	Da	Da	67426
41	Bergen Airport	ENBR	Da	Da	Da	97556
42	Berlin Schonefeld Airport	EDDB	Da	Da	Da	66922
43	Berlin Tegel Airport	EDDT	Da	Da	Da	180288
44	Bern-Belp Airport	LSZB	Da	Da	Ne	16568
45	Biarritz Bayonne Anglet Airport	LFBZ	Da	Da	Ne	12618
46	Biggin Hill Airport	EGKB	Da	Da	Ne	12054
47	Bilbao Airport	LEBB	Da	Da	Da	39182
48	Billund Airport	EKBI	Da	Da	Da	39814
49	Birmingham International Airport	EGBB	Da	Da	Da	95360
50	Blackbushe Airport	EGLK	Ne	Da	Ne	1266

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
51	Blackpool Airport	EGNH	Da	Da	Ne	4250
52	Bodø Airport	ENBO	Da	Da	Da	40906
53	Bologna Airport	LIPE	Da	Da	Da	64314
54	Bolzano	LIPB	Ne	Da	Ne	4042
55	Bordeaux Airport	LFBD	Da	Da	Da	57682
56	Borlange	ESSD	Ne	Da	Ne	2560
57	Bornholm/Ronne	EKRN	Ne	Da	Ne	5188
58	Boryspil International Airport	UKBB	Da	Da	Da	72604
59	Bournemouth Airport	EGHH	Da	Da	Ne	16382
60	Bratislava M.R. Stefanik	LZIB	Da	Da	Ne	17870
61	Braunschweig	EDVE	Ne	Da	Ne	11810
62	Bremen Airport	EDDW	Da	Da	Ne	36366
63	Brescia Airport	LIPO	Ne	Da	Ne	5432
64	Brest-Guipavas	LFRB	Ne	Da	Ne	14858
65	Brindisi – Salento Airport	LIBR	Da	Da	Ne	17398
66	Bristol Airport	EGGD	Da	Da	Da	56030
67	Brno Turany	LKTB	Ne	Da	Ne	7124
68	Bromma Stockholm Airport	ESSB	Da	Da	Da	50582
69	Brussels Airport	EBBR	Da	Da	Da	225336
70	Bucharest Baneasa Airport	LRBS	Da	Da	Ne	3868
71	Bucharest Henri Coanda Airport	LROP	Da	Da	Da	91240
72	Budapest Airport	LHBP	Da	Da	Da	86388
73	Buochs	LSZC	Ne	Da	Ne	2162
74	Burgas Airport	LBBG	Da	Da	Ne	18926
75	Burgos Airport	LEBG	Ne	Da	Ne	794
76	Cagliari Airport	LIEE	Da	Da	Ne	32060
77	Cambridge Airport	EGSC	Da	Da	Ne	4322
78	Cannes – Mandelieu Airport	LFMD	Da	Da	Ne	13086
79	Carcassonne Salvaza	LFMK	Ne	Da	Ne	5134
80	Cardiff International Airport	EGFF	Da	Da	Ne	16588
81	Cascais Airport	LPCS	Ne	Da	Ne	2524
82	Catania Fontanarossa Airport	LICC	Ne	Da	Da	60770
83	Charleroi Airport	EBCI	Da	Da	Da	47154
84	Chateauroux Deols	LFLX	Ne	Da	Ne	2724
85	Chisinau Airport	LUKK	Da	Da	Ne	19278
86	Ciampino Airport	LIRA	Da	Da	Da	52364
87	Clermont-Ferrand Auvergne Airport	LFCL	Da	Da	Ne	13282
88	Cluj-Napoca	LRCL	Da	Da	Ne	12702
89	Cologne Bonn Airport	EDDK	Da	Da	Da	120182
90	Constanta	LRCK	Ne	Da	Ne	3520
91	Copenhagen Airport	EKCH	Da	Da	Da	251732
92	Copenhagen Airport Roskilde	EKRK	Da	Da	Ne	6662
93	Cork Airport	EICK	Da	Da	Ne	23292
94	Corvo	LPCR	Ne	Da	Ne	144
95	Coventry Airport	EGBE	Da	Da	Ne	3310
96	Craiova	LRCV	Ne	Da	Ne	1292
97	Cranfield Airport	EGTC	Ne	Da	Ne	746
98	Cuneo Airport	LIMZ	Da	Da	Ne	2894
99	Debrecen	LHDC	Ne	Da	Ne	1282
100	Den Helder/De Kooy	EHKD	Ne	Da	Ne	22432
101	Denham Aerodrome	EGLD	Ne	Da	Ne	1254
102	Deventer-Teuge	EHTE	Ne	Da	Ne	216

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
103	Dijon Bourgogne Airport	LFSD	Da	Da	Ne	2798
104	Dinard Bretagne Airport	LFRD	Da	Da	Ne	3310
105	Dnepropetrovsk	UKDD	Ne	Da	Ne	8882
107	Dortmund Airport	EDLW	Da	Da	Ne	20004
108	Dresden Airport	EDDC	Da	Da	Ne	23436
109	Dublin Airport	EIDW	Da	Da	Da	179150
110	Dubrovnik Airport	LDDU	Da	Da	Ne	15638
111	Dundee Airport	EGPN	Ne	Da	Ne	2280
112	Durham Tees Valley Airport	EGNV	Da	Da	Ne	5544
113	Dusseldorf Airport	EDDL	Da	Da	Da	210066
114	Dusseldorf Monchengladbach	EDLN	Da	Da	Ne	5980
115	East Midlands Airport	EGNX	Da	Da	Da	65798
116	Edinburgh Airport	EGPH	Da	Da	Da	107818
118	Eggenfelden	EDME	Ne	Da	Ne	502
119	Eindhoven Airport	EHEH	Da	Da	Ne	31000
120	Enontekio Airport	EFET	Ne	Da	Ne	104
121	Erfurt-Weimar Airport	EDDE	Da	Da	Ne	5050
122	Esbjerg Airport	EKEB	Da	Da	Ne	10398
123	Exeter Airport	EGTE	Da	Da	Ne	14818
124	Fairoaks Airport	EGTF	Ne	Da	Ne	1460
125	Farnborough Airport	EGLF	Da	Da	Ne	23582
126	Faro Airport	LPFR	Da	Da	Da	43964
127	Fiumicino Airport	LIRF	Da	Da	Da	312148
128	Florence Airport	LIRQ	Ne	Da	Ne	31954
129	Flores Airport	LPFL	Ne	Da	Ne	1182
130	Forli International	LIPK	Da	Da	Ne	1034
131	Frankfurt Airport	EDDF	Da	Da	Da	468980
132	Friedrichshafen Airport	EDNY	Da	Da	Ne	15588
133	Fuerteventura Airport	GCFV	Da	Da	Da	39134
134	Gabala	UBBQ	Ne	Da	Ne	818
135	Ganja	UBBG	Ne	Da	Ne	3162
136	Gatwick Airport	EGKK	Da	Da	Da	259920
137	Gavle/Sandviken	ESSK	Ne	Da	Ne	146
138	Gdansk Lech Walesa Airport	EPGD	Ne	Da	Ne	35978
139	Geneva Airport	LSGG	Da	Da	Da	181126
140	Genova Airport	LIMJ	Da	Da	Ne	17328
142	Girona-Costa Brava Airport	LEGE	Da	Da	Ne	17330
143	Glasgow Airport	EGPF	Da	Da	Da	79594
144	Glasgow Prestwick Airport	EGPK	Da	Da	Ne	10074
145	Gloucestershire Airport	EGBJ	Ne	Da	Ne	3462
146	Gomel/Obukhovo Airport	UMGG	Ne	Da	Ne	806
147	Goteborg City Airport	ESGP	Da	Da	Ne	11128
148	Göteborg Landvetter Airport	ESGG	Da	Da	Da	61450
149	Graciosa	LPGR	Ne	Da	Ne	948
150	Gran Canaria Airport	GCLP	Da	Da	Da	99992
151	Graz Airport	LOWG	Da	Da	Ne	18272
152	Grenchen	LSZG	Ne	Da	Ne	5288
153	Groningen-Eelde	EHGG	Ne	Da	Ne	13440
154	Grosseto	LIRS	Ne	Da	Ne	1624
155	Guernsey Airport	EGJB	Da	Da	Ne	34142
156	Hagfors Airport	ESOH	Ne	Da	Ne	1362
157	Hahn Airport	EDFH	Da	Da	Ne	20526

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
158	Halmstad Airport	ESMT	Ne	Da	Ne	4100
159	Hamburg Airport	EDDH	Da	Da	Da	146502
160	Hamburg Finkenwerder	EDHI	Ne	Da	Ne	5378
161	Hannover Airport	EDDV	Da	Da	Da	62922
162	Hawarden Airport	EGNR	Ne	Da	Ne	3928
163	Heathrow Airport	EGLL	Da	Da	Da	472738
164	Helsinki-Malmi Airport	EFHF	Ne	Da	Ne	726
165	Helsinki-Vantaa Airport	EFHK	Da	Da	Da	167940
166	Heraklion Airport	LGIR	Ne	Da	Da	46774
167	Hévíz–Balaton Airport	LHSM	Da	Da	Ne	752
168	Hornafjordur Airport	BIHN	Da	Da	Ne	934
169	Horta Airport	LPHR	Ne	Da	Ne	4030
170	Humberside International Airport	EGNJ	Da	Da	Ne	5324
171	Iasi	LRIA	Ne	Da	Ne	4832
172	Ibiza Airport	LEIB	Da	Da	Da	57418
173	Ingolstadt	ETSI	Ne	Da	Ne	6438
174	Innsbruck Airport	LOWI	Da	Da	Ne	17920
175	Isle of Mann Airport	EGNS	Da	Da	Ne	21868
176	Istanbul Sabiha Gokcen Airport	LTFJ	Ne	Da	Da	179704
177	Ivalo Airport	EFIV	Ne	Da	Ne	1648
178	Ivano-Frankovsk	UKLI	Ne	Da	Ne	1046
179	Izmir Adnan Menderes Airport	LTBJ	Ne	Da	Da	75008
180	Jerez Airport	LEJR	Da	Da	Ne	12104
181	Jersey Airport	EGJJ	Da	Da	Ne	35492
182	Joensuu Airport	EFJO	Ne	Da	Ne	2922
183	Jonkoping	ESGJ	Da	Da	Ne	4914
184	Jyvaskyla Airport	EFJY	Ne	Da	Ne	3930
185	Kajaani Airport	EFKI	Ne	Da	Ne	2158
186	Kaliningrad	UMKK	Ne	Da	Ne	16410
187	Kalmar Airport	ESMQ	Da	Da	Ne	6872
188	Karlovy Vary	LKKV	Ne	Da	Ne	2052
189	Karlsruhe-Baden	EDSB	Da	Da	Ne	16286
190	Karlstad	ESOK	Da	Da	Ne	2878
191	Karup	EKKA	Ne	Da	Ne	4386
192	Kassel-Calden	EDVK	Ne	Da	Ne	3240
193	Katowice/Pyrzowice	EPKT	Ne	Da	Ne	25202
194	Kaunas Airport	EYKA	Da	Da	Ne	6638
195	Kazan	UWKD	Ne	Da	Ne	5502
196	Kbely	LKKB	Ne	Da	Ne	1274
197	Keflavik Airport	BIKF	Da	Da	Ne	34280
198	Kemi-Tornio Airport	EFKE	Ne	Da	Ne	1844
199	Kerry Airport	EIKY	Da	Da	Ne	4018
200	Kharkov	UKHH	Ne	Da	Ne	5692
201	Kiel Holtenau Airport	EDHK	Da	Da	Ne	958
202	Kiev - Zhulyany	UKKK	Ne	Da	Ne	23346
203	Kirkwall Airport	EGPA	Ne	Da	Ne	8648
204	Kiruna Airport	ESNQ	Da	Da	Ne	3912
205	Kittilä Airport	EFKT	Da	Da	Ne	2562
206	Klagenfurt	LOWK	Da	Da	Ne	7630
207	Kokkola-Pietarsaari Airport	EFKK	Ne	Da	Ne	3208
208	Koltsovo Airport	USSS	Da	Da	Ne	8890
209	Krakow Airport	EPKK	Ne	Da	Da	39510

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
210	Krasnodar	URKK	Ne	Da	Ne	7222
211	Kristiansand Airport	ENCN	Da	Da	Ne	17374
212	Kristianstad/Everod	ESMK	Ne	Da	Ne	1864
213	Kuopio Airport	EFKU	Ne	Da	Ne	5404
214	Kuusamo Airport	EFKS	Ne	Da	Ne	622
215	La Coruna Airport	LECO	Ne	Da	Ne	10820
216	La Palma Airport	GCLA	Ne	Da	Ne	14342
217	La Rochelle Laleu	LFBH	Ne	Da	Ne	5834
218	Lajes Terceira Airport	LPLA	Ne	Da	Ne	11458
219	Lampedusa Airport	LICD	Da	Da	Ne	3708
221	Lappeenranta Airport	EFLP	Da	Da	Ne	530
223	Leeds Bradford Airport	EGNM	Da	Da	Ne	33458
224	Leipzig Halle Airport	EDDP	Da	Da	Da	60520
225	Lenkoran	UBBL	Ne	Da	Ne	134
226	Les Eplatures Airport	LSGC	Ne	Da	Ne	2078
227	Liege Airport	EBLG	Da	Da	Ne	30528
228	Lille Airport	LFQQ	Da	Da	Ne	22104
229	Linkoping/Malmen	ESCF	Ne	Da	Ne	624
230	Linkoping/Saab	ESSL	Ne	Da	Ne	4456
231	Linz Blue Danube Airport	LOWL	Da	Da	Ne	16274
232	Lisbon Airport	LPPT	Da	Da	Da	156560
233	Liverpool John Lennon Airport	EGGP	Da	Da	Ne	33036
234	Ljubljana Jože Pučnik Airport	LJLJ	Da	Da	Ne	26106
235	Ljungbyhed Airport	ESTL	Ne	Da	Ne	914
236	London City Airport	EGLC	Da	Da	Da	75728
237	London Luton Airport	EGGW	Da	Da	Da	103476
238	London Southend Airport	EGMC	Da	Da	Ne	14016
239	Londonderry Airport	EGAE	Da	Da	Ne	2764
240	Luebeck Airport	EDHL	Da	Da	Ne	5338
241	Lugano Airport	LSZA	Da	Da	Ne	9110
242	Luleå Airport	ESPA	Da	Da	Ne	15106
243	Luxembourg Airport	ELLX	Da	Da	Da	59026
244	Lviv Airport	UKLL	Da	Da	Ne	7830
245	Lydd Airport	EGMD	Ne	Da	Ne	1106
246	Lyon Saint Exupery Airport	LFLL	Da	Da	Da	108088
247	Maastricht Aachen	EBBK	Da	Da	Ne	8920
248	Madeira Airport	LPMA	Da	Da	Ne	21612
249	Malaga Airport	LEMG	Da	Da	Da	105654
250	Malmo Airport	ESMS	Da	Da	Ne	30682
251	Malta Airport	LMML	Da	Da	Da	38550
252	Manchester Airport	EGCC	Da	Da	Da	170402
253	Maribor Airport	LJMB	Da	Da	Ne	1348
254	Mariehamn Airport	EFMA	Ne	Da	Ne	4076
255	Marseille-Provence Airport	LFML	Da	Da	Da	97346
256	Melilla Airport	GEML	Ne	Da	Ne	8528
257	Menorca Airport	LEMH	Da	Da	Ne	24332
258	Metz-Nancy-Lorraine	LFJL	Da	Da	Ne	5936
259	Milano Linate Airport	LIML	Da	Da	Da	111616
260	Milano Malpensa Airport	LIMC	Da	Da	Da	166650
261	Minsk 1	UMMM	Ne	Da	Ne	448
262	Minsk National Airport	UMMS	Ne	Da	Da	37588
263	Modlin	EPMO	Ne	Da	Ne	12066

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
264	Molde Airport	ENML	Da	Da	Ne	8388
265	Montpellier Airport	LFMT	Da	Da	Ne	26012
266	Moron Airport	LEMO	Da	Da	Ne	5072
267	Moscow Domodedovo Airport	UUDD	Ne	Da	Da	105188
268	Moscow Vnukovo Airport	UUWW	Ne	Da	Da	67418
269	Munich Airport	EDDM	Da	Da	Da	374250
270	Munster Airport	EDDG	Da	Da	Ne	17778
271	Nakhchivan	UBBN	Ne	Da	Ne	4436
272	Nantes Airport	LFRS	Da	Da	Da	51174
273	Naples International Airport	LIRN	Da	Da	Da	58074
274	Nevşehir Kapadokya Airport	LTAZ	Ne	Da	Ne	2644
275	Newcastle Airport	EGNT	Da	Da	Da	46384
276	Newquay Cornwall Airport	EGHQ	Ne	Da	Ne	3848
277	Nice Cote D'Azur Airport	LFMN	Da	Da	Da	136640
278	Niederstetten	ETHN	Ne	Da	Ne	1154
279	Nikola Tesla Airport	LYBE	Da	Da	Da	62158
280	Nîmes Airport	LFTW	Ne	Da	Ne	3762
281	Norrköping	ESSP	Da	Da	Ne	4168
282	Norwich International Airport	EGSH	Da	Da	Ne	11058
283	Novosibirsk	UNNT	Ne	Da	Ne	5938
284	Nurnberg Airport	EDDN	Da	Da	Da	49768
285	Oberpfaffenhofen Airport	EDMO	Ne	Da	Ne	3412
286	Odense Airport	EKOD	Da	Da	Ne	886
287	Odessa	UKOO	Ne	Da	Ne	11650
288	Olbia-Costa Smeralda	LIEO	Da	Da	Ne	27456
289	Oradea	LROD	Ne	Da	Ne	1398
290	Orebro Bofors	ESOE	Ne	Da	Ne	5208
291	Orland	ENOL	Ne	Da	Ne	1482
292	Oslo Gardermoen Airport	ENGM	Da	Da	Da	247678
293	Ostend International	EBOS	Da	Da	Ne	5210
294	Ostrava International Airport	LKMT	Da	Da	Ne	6180
295	Oulu Airport	EFOU	Da	Da	Ne	10922
296	Oxford Airport	EGTK	Ne	Da	Ne	10910
297	Paderborn-Lippstadt	EDLP	Da	Da	Ne	12834
298	Pafos International	LCPH	Da	Da	Ne	13646
299	Pajala	ESUP	Ne	Da	Ne	954
300	Palanga International Airport	EYPA	Da	Da	Ne	2450
301	Palermo Punta Raisi Airport	LICJ	Ne	Da	Da	41908
302	Palma de Mallorca Airport	LEPA	Da	Da	Da	172440
303	Pardubice Airport	LKPD	Da	Da	Ne	2092
304	Paris Charles de Gaulle Airport	LFPG	Da	Da	Da	471494
305	Paris Orly Airport	LFPO	Da	Da	Da	231040
306	Paris-Le Bourget Airport	LFPB	Da	Da	Da	54386
307	Pescara - Abruzzo	LIBP	Da	Da	Ne	5202
308	Pico Island	LPPI	Ne	Da	Ne	1456
309	Pirmasens-Zweibr.	EDRZ	Ne	Da	Ne	3778
310	Pisa Airport	LIRP	Da	Da	Da	41546
311	Plovdiv	LBPD	Ne	Da	Ne	1414
312	Ponta Delgada Airport	LPPD	Ne	Da	Ne	12050
314	Pori Airport	EFPO	Ne	Da	Ne	3384
315	Porto Airport	LPPR	Da	Da	Da	63398
316	Porto Santo Airport	LPPS	Ne	Da	Ne	3186

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
317	Portoroz	LJPZ	Ne	Da	Ne	1090
318	Poznan/Lawica	EPPO	Ne	Da	Ne	18202
319	Prague Ruzyne Airport	LKPR	Da	Da	Da	121164
320	Pulkovo Airport	ULLI	Ne	Da	Da	58736
321	Quimper–Cornouaille Airport	LFRQ	Ne	Da	Ne	2776
322	RAF Northolt	EGWU	Ne	Da	Ne	11058
323	Reus Airport	LERS	Ne	Da	Ne	8096
324	Reykjavik Airport	BIRK	Da	Da	Ne	16042
326	Riga International Airport	EVRA	Da	Da	Da	65394
327	Rimini - Federico Fellini	LIPR	Da	Da	Ne	4548
328	Robin Hood Airport Doncaster Sheffield	EGCN	Da	Da	Ne	6474
329	Rodez Marcillac Airport	LFCR	Da	Da	Ne	3908
330	Ronneby Airport	ESDF	Ne	Da	Ne	4886
331	Røros Airport	ENRO	Ne	Da	Ne	1360
332	Rostov Na Donu	URRR	Ne	Da	Ne	6882
333	Rotterdam The Hague Airport	EHRD	Da	Da	Ne	25274
334	Rovaniemi Airport	EFRO	Da	Da	Ne	5212
335	Rygge	ENRY	Ne	Da	Ne	14152
336	Saarbruecken-Ensheim	EDDR	Da	Da	Ne	8696
337	Sabadell Airport	LELL	Ne	Da	Ne	2142
338	Saint-Nazaire Montoir Airport	LFRZ	Ne	Da	Ne	2762
339	Salzburg Airport	LOWS	Da	Da	Ne	29384
340	Samara/Kurumoch	UWWW	Ne	Da	Ne	5826
341	Samedan Airport	LSZS	Da	Da	Ne	2280
342	San Sebastian Airport	LESO	Da	Da	Ne	4714
343	Santa Maria Airport	LPAZ	Ne	Da	Ne	2580
344	Santander Airport	LEXJ	Da	Da	Ne	8250
345	Santiago Airport	LEST	Ne	Da	Ne	17910
346	Sao Jorge Airport	LPSJ	Ne	Da	Ne	1174
347	Satenas	ESIB	Ne	Da	Ne	452
348	Satu Mare	LRSM	Ne	Da	Ne	64
349	Savonlinna Airport	EFSA	Ne	Da	Ne	404
350	Schiphol Airport	EHAM	Da	Da	Da	448874
351	Schwaeb.Hall-Hessent	EDTY	Ne	Da	Ne	5482
352	Seinajoki Airport	EFSI	Ne	Da	Ne	72
353	Sevilla Airport	LEZL	Da	Da	Ne	34992
354	Shannon	EINN	Da	Da	Ne	23346
355	Sheremetyevo Airport	UUEE	Da	Da	Da	133748
356	Shoreham Airport	EGKA	Ne	Da	Ne	1342
357	Siauliai	EYSA	Ne	Da	Ne	2482
358	Sibiu	LRSB	Ne	Da	Ne	4410
359	Sion Airport	LSGS	Da	Da	Ne	5480
360	Skien Airport Geitryggen	ENSN	Ne	Da	Ne	1524
361	Skovde	ESGR	Ne	Da	Ne	62
362	Soenderborg	EKSB	Ne	Da	Ne	3756
363	Sofia Airport	LBSF	Da	Da	Da	41172
364	Southampton Airport	EGHI	Da	Da	Da	39416
365	Split Airport	LDSP	Da	Da	Ne	18552
366	Stansted Airport	EGSS	Da	Da	Da	155930
367	Stapleford Aerodrome	EGSG	Ne	Da	Ne	966
368	Stavanger Airport	ENZV	Da	Da	Da	81986
369	Stockholm Arlanda Airport	ESSA	Da	Da	Da	228262

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
370	Stockholm Skavsta	ESKN	Da	Da	Ne	14026
371	Stockholm Vasteras	ESOW	Da	Da	Ne	6410
372	Stord/Sorstokken	ENSO	Ne	Da	Ne	1554
373	Strasbourg Airport	LFST	Da	Da	Ne	22660
374	Stuttgart Airport	EDDS	Da	Da	Da	114030
375	Sumburgh Airport	EGPB	Ne	Da	Ne	12700
376	Sundsvall-Härnösand	ESNN	Da	Da	Ne	8288
377	Tallinn Airport	EETN	Ne	Da	Ne	34446
378	Tampere-Pirkkala Airport	EFTP	Da	Da	Ne	8734
379	Taranto-Grottaglie Airport	LIBG	Ne	Da	Ne	282
380	Tarbes-Lourdes-Pyrénées Airport	LFBT	Da	Da	Ne	7296
381	Tartu/Ulenurme Airport	EETU	Ne	Da	Ne	844
382	Tbilisi International Airport	UGTB	Ne	Da	Ne	20662
383	Tenerife Norte Airport	GCXO	Ne	Da	Da	49182
384	Tenerife South Airport	GCTS	Da	Da	Da	58606
386	Timisoara International	LRTR	Da	Da	Ne	9792
387	Tirana International Airport	LATI	Da	Da	Ne	18058
388	Tirgu Mures Vidrasau	LRTM	Ne	Da	Ne	2946
389	Torino Airport	LIMF	Da	Da	Da	39974
390	Torp Airport	ENTO	Da	Da	Ne	24738
391	Toulon-Hyères Airport	LFTH	Ne	Da	Ne	10538
392	Toulouse-Blagnac Airport	LFBO	Da	Da	Da	88962
393	Trabzon	LTCG	Ne	Da	Ne	21304
394	Treviso Airport	LIPH	Da	Da	Ne	16604
395	Trieste Airport	LIPQ	Ne	Da	Ne	9900
396	Trollhatan/Vanersbor	ESGT	Ne	Da	Ne	2008
397	Tromsø Airport	ENTC	Ne	Da	Da	40842
398	Trondheim Airport	ENVA	Ne	Da	Da	57212
399	Turku Airport	EFTU	Ne	Da	Ne	8916
400	Ufa	UWUU	Ne	Da	Ne	3986
401	Umeå Airport	ESNU	Da	Da	Ne	17644
402	Uzhgorod	UKLU	Ne	Da	Ne	476
403	Vaasa Airport	EFVA	Da	Da	Ne	6754
404	Vadsø Airport	ENVD	Ne	Da	Ne	6926
405	Valencia Airport	LEVC	Da	Da	Da	48118
406	Varna Airport	LBWN	Ne	Da	Ne	11978
407	Växjö Smaland	ESMX	Da	Da	Ne	5184
408	Venice Marco Polo Airport	LIPZ	Da	Da	Da	77744
409	Verona - Valerio Catullo	LIPX	Da	Da	Ne	30402
410	Vestmannaeyjar	BIVM	Ne	Da	Ne	1724
411	Vienna Airport	LOWW	Da	Da	Da	247182
412	Vilnius Airport	EYVI	Ne	Da	Ne	36442
413	Visby Airport	ESSV	Da	Da	Ne	12120
414	Vitoria Airport	LEVT	Da	Da	Ne	5766
415	Vodochody	LKVO	Ne	Da	Ne	70
416	Voslau	LOAV	Ne	Da	Ne	874
417	Warsaw Chopin Airport	EPWA	Da	Da	Da	138706
418	Warton Aerodrome	EGNO	Ne	Da	Ne	1848
419	Weert/Budel	EHBD	Ne	Da	Ne	760
420	Weeze Airport	EDLV	Da	Da	Ne	13664
421	Westerland Sylt	EDXW	Ne	Da	Ne	5040
422	Wevelgem/Kortrijk	EBKT	Ne	Da	Ne	3826

Prilog 16. Ukupna populacija za uzorkovanje

Br.	Naziv aerodroma	ICAO kod	Boeing	AIP	Preko 100 operacija dnevno	STATFOR broj operacija
423	Wr.Neustadt/Ost	LOAN	Ne	Da	Ne	2532
424	Wroclaw - Strachowice	EPWR	Da	Da	Ne	23652
425	Wycombe Air Park	EGTB	Ne	Da	Ne	74
426	Zagreb Airport	LDZA	Ne	Da	Ne	36074
427	Zaporizhyc	UKDE	Ne	Da	Ne	2182
428	Zaragoza Airport	LEZG	Ne	Da	Ne	7176
429	Zurich Airport	LSZH	Da	Da	Da	257370
430	Zvartnots	UDYZ	Da	Da	Ne	20916

PRILOG 17. IZGLED UPITNIKA



Instructions

Airport personnel who deal with noise issues should complete this survey.

It will take up to 15 minutes to complete, depending on a number of noise abatement measures implemented on your airport.

Please try to answer all questions.

Thank you for agreeing to participate in this study.

**For any questions, please contact me via: e-mail: e.ganic@sf.bg.ac.rs
alt. e-mail: emir.ganic@yahoo.com Emir Ganic, Ph.D. Candidate,
Division of Airports and Air Traffic Safety, Faculty of Transport and
Traffic Engineering, University of Belgrade <http://apatc.sf.bg.ac.rs/>**

Section A: General information

* required

A1. Airport Information

Please enter the Name and ICAO Code of your airport.

Airport Name

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ICAO Code

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Section B: Noise issues

For this research, the term "noise issues" or "noise problems" involves the socioeconomic, political, operational, safety, environmental, and legal impacts of aircraft noise on an airport; the complaints about aircraft noise from neighbors; the effects that noise has on neighbors; and the communication between the airport and its neighbors.

B1. Is noise problem currently present on your airport?

Yes

No

B2. Have you ever experienced some of the following problems (adverse effects) concerning aircraft noise?

Noise complaints

Protest against increased traffic

Protest against new runway plans

Lawsuit



Section C: Noise abatement measures

The following section examines your use of a group of noise management initiatives.

Definition of each noise abatement measure can be found on this link.

C1. What method(s) does your airport use to minimize noise?

FACILITY DEVELOPMENT ACTIONS

Runway or Taxiway Addition, Relocation or Extension

Displaced Thresholds (Landings)

Noise Barriers/Berms/Shielding

FLIGHT MANAGEMENT TECHNIQUES

Continuous Descent Operations (CDO)

Noise Abatement Departure Procedures

Noise Abatement Approach Procedures

Preferential Runway Use Program

Noise Preferred Arrival and Departure Routes

GROUND OPERATIONS TECHNIQUES

Restrictions on Ground Movement of Aircraft

Engine Run-up Restrictions

Auxiliary Power Unit (APU) Operating Restrictions

Limited Use of Reverse Thrust

OPERATIONAL RESTRICTIONS

Airport Curfews

Noise Level Limits

Restriction by aircraft type or class



Noise Quota	<input type="checkbox"/>
Noise Budget Restrictions	<input type="checkbox"/>
LAND USE PLANNING AND MANAGEMENT	<input type="checkbox"/>
Purchase of Non-Compatible Land	<input type="checkbox"/>
Acquisition of Noise and Overflight Easements	<input type="checkbox"/>
Purchase Assurance/Sales Assistance	<input type="checkbox"/>
Sound Insulation of Buildings	<input type="checkbox"/>
NOISE PROGRAM MANAGEMENT	<input type="checkbox"/>
Noise-Related Fees (Noise Charges)	<input type="checkbox"/>
Noise Monitoring	<input type="checkbox"/>
Flight Track Monitoring	<input type="checkbox"/>
Pilot Awareness Programs	<input type="checkbox"/>
Established Citizen Complaint Mechanism	<input type="checkbox"/>
Established Community Participation Program	<input type="checkbox"/>
None of the above	<input type="checkbox"/>
Other	<input type="checkbox"/>

C2. Please describe the other noise abatement measures that are in place on your airport.

C3. What was your main motivation for addressing noise issue?

Regulation	<input type="checkbox"/>
Airport policy	<input type="checkbox"/>
Community concerns	<input type="checkbox"/>
Global trends	<input type="checkbox"/>
Mitigation for airport expansion	<input type="checkbox"/>
Political action	<input type="checkbox"/>
Preventive planning	<input type="checkbox"/>



Section F: Future trends and priorities

The following section examines your plans for introduction of noise management initiatives in the near future.

Definition of each noise abatement measure can be found on this link.

F1. What NEW method(s) does your airport PLAN to implement in the next two years to minimize noise?

- FACILITY DEVELOPMENT ACTIONS
- Runway or Taxiway Addition, Relocation or Extension
- Displaced Thresholds (Landings)
- Noise Barriers/Berms/Shielding
- FLIGHT MANAGEMENT TECHNIQUES
- Continuous Descent Operations (CDO)
- Noise Abatement Departure Procedures
- Noise Abatement Approach Procedures
- Preferential Runway Use Program
- Noise Preferred Arrival and Departure Routes
- GROUND OPERATIONS TECHNIQUES
- Restrictions on Ground Movement of Aircraft
- Engine Run-up Restrictions
- Auxiliary Power Unit (APU) Operating Restrictions
- Limited Use of Reverse Thrust
- OPERATIONAL RESTRICTIONS
- Airport Curfews
- Noise Level Limits
- Restriction by aircraft type or class



	Noise Quota	<input type="checkbox"/>
	Noise Budget Restrictions	<input type="checkbox"/>
	LAND USE PLANNING AND MANAGEMENT	<input type="checkbox"/>
	Purchase of Non-Compatible Land	<input type="checkbox"/>
	Acquisition of Noise and Overflight Easements	<input type="checkbox"/>
	Purchase Assurance/Sales Assistance	<input type="checkbox"/>
	Sound Insulation of Buildings	<input type="checkbox"/>
	NOISE PROGRAM MANAGEMENT	<input type="checkbox"/>
	Noise-Related Fees (Noise Charges)	<input type="checkbox"/>
	Noise Monitoring	<input type="checkbox"/>
	Flight Track Monitoring	<input type="checkbox"/>
	Pilot Awareness Programs	<input type="checkbox"/>
	Established Citizen Complaint Mechanism	<input type="checkbox"/>
	Established Community Participation Program	<input type="checkbox"/>
	None of the above	<input type="checkbox"/>
	Other	<input type="checkbox"/>

F2. Please describe the other planned measure, the reasons for its introduction and when do you plan to implement it.

F3. Information about survey respondent

Name of the respondent

Title of the respondent

F4. E-mail adress of the survey respondent

F5. Airport statistics

Enter the exact or approximate number of passengers and aircraft movements if you know.

Annual Number of Passengers (for year 2014)

Annual Number of Aircraft Movements (for year 2014)



Thank you for taking the time to complete this survey. Your survey responses have been recorded.

If you have any questions about the results of this survey or future stages of the project, please contact:

**Emir Ganic, Ph.D. Candidate, Division of Airports and Air Traffic Safety, Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade <http://apatc.sf.bg.ac.rs/>
e-mail: e.ganic@sf.bg.ac.rs alt. e-mail: emir.ganic@yahoo.com**

PRILOG 18. PROCEDURA ZA SPROVOĐENJE ANKETE

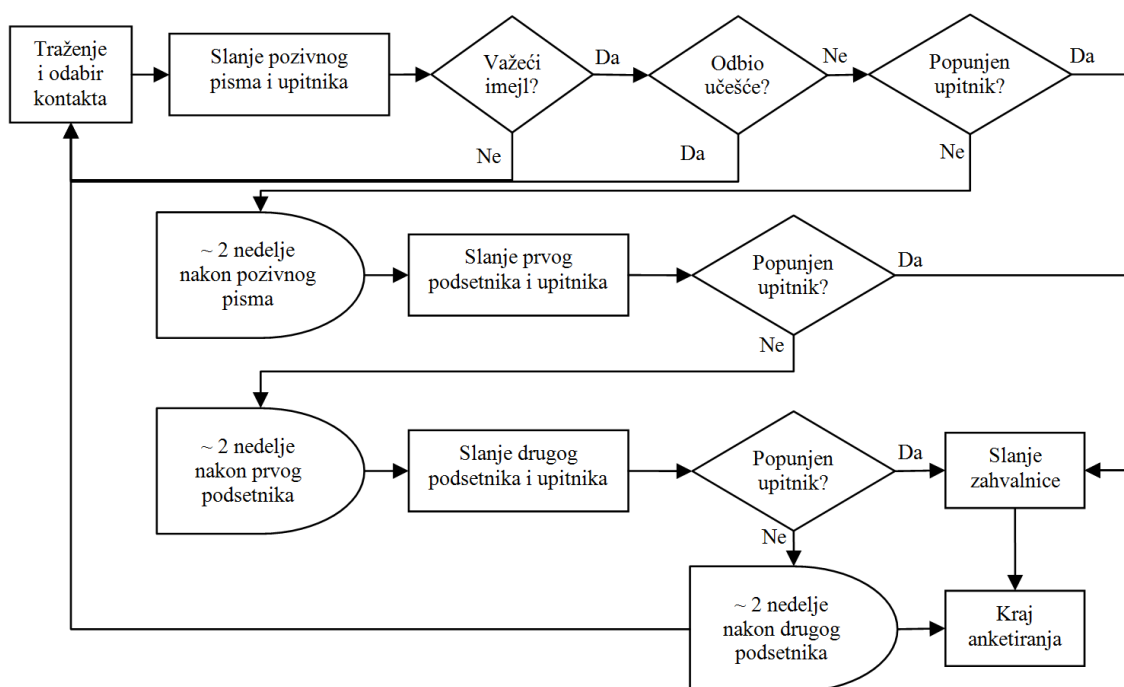
Procedurom za sprovođenje ankete definisan je proces prikupljanja podataka kontaktiranjem zaposlenih na aerodromu. Svi koraci od početka uspostavljanja kontakta s ispitanikom do završetka komunikacije opisani su u proceduri i grafički predstavljeni na Slici 60.

Nakon prikupljanja podataka o kontaktima za određeni aerodrom, izborom adekvatnog kontakta prelazi se na slanje pozivnog pisma i upitnika. Nakon slanja imejla utvrđuje se da li je imejl adresa važeća, tj. da li je imejl uspešno poslat ispitaniku. Ukoliko je ustanovljeno da je imejl adresa nevažeća, bira se novi kontakt i ponavlja se procedura slanja pozivnog pisma i upitnika. Ako je imejl uspešno poslat znači da je komunikacija s ispitanikom ostvarena. Ispitaniku je ostavljena mogućnost da klikom na link odbije da učestvuje u istraživanju. U tom slučaju procedura se vraća na početak i bira se novi kontakt za taj aerodrom. Ukoliko ispitanik nije odbio da učestvuje u istraživanju sledeći korak predstavlja čekanje na odgovor. Ispitanicima koji popune upitnik šalje se zahvalnica i za taj aerodrom se procedura anketiranja završava. Ukoliko nakon dve nedelje od slanja pozivnog pisma upitnik nije popunjen, ispitaniku se šalje prvi podsetnik. Ukoliko nakon dve nedelje od slanja prvog podsetnika ispitanik ne popuni upitnik, šalje se drugi podsetnik. Ako i nakon dve nedelje od slanja drugog podsetnika upitnik ostane nepopunjen anketar može potražiti novi kontakt ili završiti anketu za taj aerodrom. Imajući u vidu da je traženje i odabir kontakta prva aktivnost u predstavljenoj proceduri za sprovođenje ankete, ovde je detaljnije opisan proces prikupljanja adresa ispitanika.

Idealno, upitnik bi trebalo da popune osobe koje su odgovorne za primenu mera za smanjenje uticaja buke na aerodromima (npr. šefovi odeljenja za buku). Pomenuta *Boeing*-ova baza podataka sadrži informacije o kontakt osobama za one aerodrome koji su primenili mere za smanjenje uticaja buke i na te imejl adrese je upitnik poslat. Za ostale aerodrome informacije o kontaktu su prikupljene zvanične internet prezentacije aerodroma, LinkedIn profila za aerodrom i zaposlene, izveštaja aerodroma u vezi s bukom ili zaštitom životne sredine i drugih relevantnih sajtova na kojima se nalaze informacije o aerodromima (npr. *Public Airport Corner*). Pored zvaničnih izveštaja aerodroma gde se mogu pronaći kontakt osobe u vezi s avio-bukom, postoji i nekoliko

studija koje kao prilog dostavljaju listu kontakata za veliki broj aerodroma koji su učestvovali u realizaciji takve studije (ANOTEC Consulting, 2003; Gulfstream Aerospace Corporation, 2013).

Ukoliko informacije o kontaktu nisu bile vidljive na internetu, kontakti su traženi slanjem poruke na opštu imejl adresu aerodroma ili kontakt-formama na sajtu aerodroma. U nekim slučajevima preporuka je dolazila od ljudi koji su već popunili anketu za drugi aerodrom. Za određeni broj aerodroma kontaktirane su i nadležne civilne vazduhoplovne vlasti, kao i operateri aerodroma.



Slika 60. Procedura za sprovođenje ankete

PRILOG 19. PREGLED ODGOVORA U OKVIRU ANKETE

Question 1

All of the participants answered Airport Information question and filled Airport Name and ICAO Code.

Question 2

From all of the participants, 39 (75%) answered that the noise problem is currently present on their airport, while 13 of them (25%) answered that the noise problem is not currently present on their airport.

Question 3

Have you ever experienced some of the following problems (adverse effects) concerning aircraft noise?

Answer	Count	Percentage
Noise complaints (1)	46	88,46%
Protest against increased traffic (2)	23	44,23%
Protest against new runway plans (3)	14	26,92%
Lawsuit (4)	13	25,00%
Project delays due to public disapproval (5)	13	25,00%
None of the above (6)	6	11,54%
Other (7)	1	1,92%

Question 4

Please describe the other noise problems (adverse effects) that you have experienced concerning aircraft noise.

Answer	1	1,92%
No answer	11	21,15%
Not displayed	40	76,92%

Answers for other:

- action plan for additional night flight restrictions

Question 5

How many citizen complaints on aircraft noise on your airport did you have in the year 2014?

Calculation	Result
Count	45
Sum	129209
Standard deviation	13850,98
Average	2871,31
1st quartile (Q1)	11
2nd quartile (Median)	49
3rd quartile (Q3)	929,5

Question 6

Which of the following activity(ies) is cited as reason for public comment about noise on your airport?

Answer	Count	Percentage
Overall noise levels (1)	30	57,69%
Takeoff noise routes (2)	37	71,15%
Arrival noise routes (3)	33	63,46%
Training and traffic pattern operations (4)	8	15,38%
Maintenance (5)	5	9,62%
Ground equipment (6)	5	9,62%
Run-up activity (7)	12	23,08%
Taxiing (8)	3	5,77%
Nighttime activity (9)	27	51,92%
None of the above (10)	0	0,00%
Other	6	11,54%
Not displayed	4	7,69%

Answers for other:

Low flying aircraft; infringements regarding the initial climb on one rwy as described in the a.i.p. ad2; RWY in use change; Helicopter; missing track accuracy

Question 7

On the scale of 1 to 10, how would you rate the level of tolerance between your airport and the surrounding neighbors concerning noise issues?

Answer	Count	Percentage
I don't know (99)	2	3,85%
extremely tolerant 1 (1)	3	5,77%
2 (2)	7	13,46%
3 (3)	8	15,38%
4 (4)	7	13,46%
5 (5)	10	19,23%
6 (6)	4	7,69%
7 (7)	2	3,85%
8 (8)	6	11,54%
9 (9)	0	0,00%
extremely intolerant 10 (10)	0	0,00%
No answer	3	5,77%
Not displayed	0	0,00%

Question 8

On the scale of 1 to 10, how would you rate the noise problem on your airport?

Answer	Count	Percentage
minor problem 1 (1)	1	1,92%
2 (2)	6	11,54%
3 (3)	4	7,69%
4 (4)	4	7,69%
5 (5)	5	9,62%
6 (6)	3	5,77%
7 (7)	6	11,54%
8 (8)	4	7,69%
9 (9)	2	3,85%
major problem 10 (10)	4	7,69%
No answer	6	11,54%
Not displayed	7	13,46%

Question 9

For how long noise problem has been present on your airport?

Answer	Count	Percentage
0–5 years (1)	1	1,92%
5–10 years (2)	5	9,62%
10–15 years (3)	6	11,54%
15–20 years (4)	3	5,77%
Over 20 years (5)	21	40,38%
Occasionally	3	5,77%
No answer	6	11,54%
Not displayed	7	13,46%

Response for “Occasionally”

15 years, but improved

5–10 years during the summer season

Infrequent complaints

Question 10

When did you have noise problem on your airport?

From	To	From	To	From	To
2010	2015	2004	2008	2014	2015
1998	2015	2004	2010	2014	2015
2000	2015	1995	2015	2000	2008

Question 11

What method(s) does your airport use to minimize noise?

Answer	Count	Percentage
FACILITY DEVELOPMENT ACTIONS		
Runway or Taxiway Addition, Relocation or Extension (1)	13	25,00%
Displaced Thresholds (Landings) (2)	5	9,62%
Noise Barriers/Berms/Shielding (3)	14	26,92%
FLIGHT MANAGEMENT TECHNIQUES		
Continuous Descent Operations (CDO) (4)	27	51,92%
Noise Abatement Departure Procedures (5)	40	76,92%
Noise Abatement Approach Procedures (6)	25	48,08%
Preferential Runway Use Program (7)	26	50,00%
Noise Preferred Arrival and Departure Routes (8)	21	40,38%
GROUND OPERATIONS TECHNIQUES		
Restrictions on Ground Movement of Aircraft (9)	14	26,92%
Engine Run-up Restrictions (10)	30	57,69%
Auxiliary Power Unit (APU) Operating Restrictions (11)	29	55,77%
Limited Use of Reverse Thrust (12)	26	50,00%
OPERATIONAL RESTRICTIONS		
Airport Curfews (13)	18	34,62%
Noise Level Limits (14)	18	34,62%
Restriction by aircraft type or class (15)	33	63,46%
Noise Quota (16)	11	21,15%
Noise Budget Restrictions (17)	8	15,38%
LAND USE PLANNING AND MANAGEMENT		
Purchase of Non-Compatible Land (18)	6	11,54%
Acquisition of Noise and Overflight Easements (19)	2	3,85%
Purchase Assurance/Sales Assistance (20)	2	3,85%
Sound Insulation of Buildings (21)	27	51,92%
NOISE PROGRAM MANAGEMENT		
Noise-Related Fees (Noise Charges) (22)	27	51,92%
Noise Monitoring (23)	41	78,85%
Flight Track Monitoring (24)	38	73,08%
Pilot Awareness Programs (25)	13	25,00%
Established Citizen Complaint Mechanism (26)	30	57,69%
Established Community Participation Program (27)	22	42,31%
None of the above (30)	0	0,00%
Other (31)	2	3,85%

Question 12

Please describe the other noise abatement measures that are in place on your airport.

Answer	2	3,85%
No answer	11	21,15%
Not displayed	39	75,00%

Answers for other:

- Temporal (periodical) noise monitoring of the potentially noise polluted populated areas;
- We have a contour noise limit, so with our new expansion our noise contours have limited growth. This can effect which aircraft we are using – encouraging modern quiet aircraft to use the airport.

Question 13

What was your main motivation for addressing noise issue?

Answer	Count	Percentage
Regulation (1)	31	59,62%
Airport policy (2)	33	63,46%
Community concerns (3)	37	71,15%
Global trends (4)	4	7,69%
Mitigation for airport expansion (5)	12	23,08%
Political action (6)	6	11,54%
Preventive planning (7)	15	28,85%
Litigation (8)	0	0,00%
Other	0	0,00%

Question 14

Is there a legal obligation for your airport?		Yes	Uncertain	No	No answer	Not displayed
Noise monitoring	Count	36	6	8	2	0
	%	69,23%	11,54%	15,38%	3,85%	0,00%
Noise mapping	Count	40	5	5	2	0
	%	76,92%	9,62%	9,62%	3,85%	0,00%
Noise action plan	Count	26	7	17	2	0
	%	50,00%	13,46%	32,69%	3,85%	0,00%
Noise charges	Count	12	7	31	2	0
	%	23,08%	13,46%	59,62%	3,85%	0,00%
Noise level limits	Count	28	7	15	2	0
	%	53,85%	13,46%	28,85%	3,85%	0,00%
Limitation on operation (number, time of day,...)	Count	22	4	24	2	0
	%	42,31%	7,69%	46,15%	3,85%	0,00%
Noise abatement procedures	Count	27	7	16	2	0
	%	51,92%	13,46%	30,77%	3,85%	0,00%

Question 15

How many Permanent/Portable noise measurement/monitoring stations does your airport have?

Calculation	Permanent	Portable
Count	40	39
Sum	330	72
Standard deviation	7,75	1,75
Average	8,25	1,85
1st quartile (Q1)	3	1
2nd quartile (Median)	6	1
3rd quartile (Q3)	13	2

Question 16

Does your airport have noise contour maps?

Answer	Count	Percentage
Yes (1)	45	86,54%
Yes, but they are out of date (3)	3	5,77%
No (2)	3	5,77%
They are under development (4)	1	1,92%
I don't know (5)	0	0,00%
No answer	0	0,00%
Not displayed	0	0,00%

Question 17

Do you monitor the effects of the implemented noise abatement measures?

Answer	Count	Percentage
Yes (Y)	31	59,62%
No (N)	21	40,38%
No answer	0	0,00%
Not displayed	0	0,00%

Question 18

Please indicate the degree of success or failure that implemented measures had in contributing to reduction of noise impacts around your airport (from 1 to 5).

[The effects of noise abatement measures]

Answer	Count	Percentage
1. Complete Failure (1)	0	0,00%
2. Under Expectations (2)	2	3,85%
3. Meets Expectations (3)	21	40,38%
4. Exceeds Most Expectations (4)	7	13,46%
5. Exceeds All Expectations (5)	1	1,92%
No answer	6	11,54%
Not displayed	15	28,85%

Question 19

Which of the following barriers or challenges have you encountered (experienced) while implementing your noise abatement measures?

Answer	Count	Percentage
Funding (1)	10	19,23%
Staffing (2)	2	3,85%
Management (3)	5	9,62%
Culture/Behavior (4)	17	32,69%
Overall meteorological situation (5)	3	5,77%
Training/Understanding/Knowledge (6)	14	26,92%
Legislation (7)	11	21,15%
Limited time to devote (8)	5	9,62%
Strong political variability (9)	12	23,08%
Technology (10)	8	15,38%
None of the above (11)	11	21,15%
Other	1	1,92%

Response for other:

- capacity

Question 20

What NEW method(s) does your airport PLAN to implement in the next two years to minimize noise?

Answer	Count	Percentage
FACILITY DEVELOPMENT ACTIONS		
Runway or Taxiway Addition, Relocation or Extension (1)	4	7,69%
Displaced Thresholds (Landings) (2)	0	0,00%
Noise Barriers/Berms/Shielding (3)	6	11,54%
FLIGHT MANAGEMENT TECHNIQUES		
Continuous Descent Operations (CDO) (4)	13	25,00%
Noise Abatement Departure Procedures (5)	12	23,08%
Noise Abatement Approach Procedures (6)	9	17,31%
Preferential Runway Use Program (7)	8	15,38%
Noise Preferred Arrival and Departure Routes (8)	10	19,23%
GROUND OPERATIONS TECHNIQUES		
Restrictions on Ground Movement of Aircraft (9)	4	7,69%
Engine Run-up Restrictions (10)	5	9,62%
Auxiliary Power Unit (APU) Operating Restrictions (11)	6	11,54%
Limited Use of Reverse Thrust (12)	5	9,62%
OPERATIONAL RESTRICTIONS		
Airport Curfews (13)	4	7,69%
Noise Level Limits (14)	5	9,62%
Restriction by aircraft type or class (15)	7	13,46%
Noise Quota (16)	4	7,69%
Noise Budget Restrictions (17)	3	5,77%
LAND USE PLANNING AND MANAGEMENT		
Purchase of Non-Compatible Land (18)	3	5,77%
Acquisition of Noise and Overflight Easements (19)	3	5,77%
Purchase Assurance/Sales Assistance (20)	3	5,77%
Sound Insulation of Buildings (21)	10	19,23%
NOISE PROGRAM MANAGEMENT		
Noise-Related Fees (Noise Charges) (22)	10	19,23%
Noise Monitoring (23)	14	26,92%
Flight Track Monitoring (24)	12	23,08%
Pilot Awareness Programs (25)	9	17,31%
Established Citizen Complaint Mechanism (26)	5	9,62%
Established Community Participation Program (27)	4	7,69%
None of the above (30)	11	21,15%
Other (31)	2	3,85%

Question 21

Please describe the other planned measure, the reasons for its introduction and when do you plan to implement it.

Answer	2	3,85%
No answer	11	21,15%
Not displayed	39	75,00%

Answers for other:

- implementing radius to fix for exact departure procedures
- We only have CDO to on end of the runway, we hope with future airspace changes that this can then be achieved to both ends of the runway

Question 22

From all of the participants answering the question regarding information about survey respondent, 46 (88,46%) provided their name and title, while 6 of them (11,54%) did not answered this question.

Question 23

E-mail adress of the survey respondent

Answer	45	86,54%
No answer	7	13,46%
Not displayed	0	0,00%

Question 24

Airport statistics (for year 2014)

Calculation	Annual Number of Passengers	Annual Number of Aircraft Movements
Count	50	50
Sum	548980725,7	5464979,68
Standard deviation	15156412,22	114066,8
Average	10979614,51	109299,59
1st quartile (Q1)	1710610,5	36824,25
2nd quartile (Median)	4439627	59304
3rd quartile (Q3)	15197347,25	155292

PRILOG 20. AMPL MODEL

```
set OPERATIONS; # skup operacija
set ROUTES; # skup ruta
set LOCATIONS; # skup lokacija
set MOGUCERUTE dimen 2; # dopustivi skup svih pridruzivanja vazduhoplova i
rutama j
set NOISE={OPERATIONS,ROUTES,LOCATIONS}; # skup za nivo buke koju vazduhoplov
i rasporedjen na rutu j generise na lokaciji k

param Populacija{l in LOCATIONS}; # broj stanovnika na lokaciji k
param Buka{(i,j,l) in NOISE}; # nivo buke u lokaciji k kada je vazduhoplov i
dodeljen ruti j
param MaksimalnaBuka{l in LOCATIONS}; # maksimalni dozvoljeni nivo buke u
lokaciji k
param T=28800; # ukupno posmatrano vreme

#Variables
var x{(i,j) in MOGUCERUTE} binary; # xij=1 kada je vazduhoplov i dodeljen na
rutu j, a xij=0 kada nije dodeljen
var OVERALLNOISE {l in LOCATIONS}; # ukupna buka na lokaciji k zbog preleta
svih vazduhoplova u toku posmatranog vremena T
var OVERALLPOPULATION {l in LOCATIONS}; # ukupan ponderisan broj stanovnika
na lokaciji k u odnosu na nivo buke i maksimalni dozvoljeni nivo

Eq1{l in LOCATIONS}:
OVERALLNOISE[l] = 10*log10(((sum{(i,j) in MOGUCERUTE}
x[i,j]*(10^(0.1*Buka[i,j,l])))/T)); # formula za proracun buke u lokaciji k

Eq2{l in LOCATIONS}:
OVERALLPOPULATION[l] = Populacija[l] * 2^((OVERALLNOISE[l]-
MaksimalnaBuka[l])/10); # izracunavanje ponderisanog broja stanovnika na
lokaciji k u odnosu na nivo buke i maksimalni dozvoljeni nivo

#Objective
minimize exposure: sum{l in LOCATIONS} OVERALLPOPULATION[l]; # minimizira
ponderisani broj stanovnika ugrozen bukom

#Constraints
subject to C1{i in OPERATIONS}: sum{j in ROUTES: (i,j) in MOGUCERUTE} x[i,j]
= 1; # ogranicenje da jedan vazduhoplov moze biti dodeljen na samo jednu rutu
```

PRILOG 21. DNEVNE MIGRACIJE

Napomena u vezi s tumačenjem podataka o dnevnim migracijama prikazanim u Tabelama 36 i 37:

Dnevnim migrantima smatraju se osobe koje svakodnevno zbog rada ili školovanja prelaze iz jednog u drugo naseljeno mesto. U skladu s navedenom definicijom dnevnih migranata obrađeni su i objavljeni popisni podaci (štampane knjige popisa, publikacije i tabele na sajtu RZS-a). Prilikom tumačenja objavljenih podataka treba imati u vidu specifičnu administrativnu podelu grada Beograda u kojem postoje naseljena mesta koja se prostiru na teritoriji više gradskih opština. Naseljeno mesto Beograd obuhvata kompletnu teritoriju šest gradskih opština i delove teritorija još četiri gradske opštine grada Beograda. Prema metodologiji popisa, osobe koje svakodnevno zbog rada ili školovanja idu iz tačke A u tačku B (i nazad) u situacijama kada se i tačka A i tačka B nalaze na teritoriji istog naseljenog mesta (Beograd) ne smatraju se dnevnim migrantima jer se kreću u okviru istog naseljenog mesta, bez obzira na to što prelaze granice gradskih opština (Republički zavod za statistiku, 2013).

U skladu sa zahtevom koji je upućen Republičkom zavodu za statistiku Republike Srbije, izvršena je posebna obrada podataka popisa 2011. Dnevnim migrantima smatrani su i svi radnici, učenici i studenti koji svakodnevno prelaze granice gradskih opština grada Beograda u okviru naseljenog mesta Beograd. Stoga se podaci o dnevnim migracijama iz 10 gradskih opština grada Beograda koji su dati u ovim tabelama razlikuju od podataka koji su objavljeni u publikacijama Republičkog zavoda za statistiku.

Gradske opštine koje cele ili delom pripadaju naselju Beograd jesu: Vračar, Novi Beograd, Zvezdara, Stari grad, Savski venac i Rakovica (kompletna teritorija) i opštine Čukarica, Palilula, Voždovac i Zemun (delovi teritorije).

Prilog 21. Dnevne migracije

Tabela 36. Dnevne migracije aktivnog stanovništva koje obavlja zanimanje po izabranim opštinama/gradovima, popis 2011.

Naziv opštine stanovanja	Ukupno	Opština rada																								
		Barajevo	Čukarica	Grocka	Lazarevac	Mladenovac	Novi Beograd	Obrenovac	Palilula	Rakovica	Savski venac	Sopot	Stari grad	Surčin	Voždovac	Vračar	Zemun	Zvezdara	Beograd-nepoznata opština*	Pančevo	Indija	Irig	Pecinci	Ruma	Stara Pazova	ostale opštine i gradovi**
Barajevo	5836	1262	873	16	205	3	445	25	249	327	737	10	386	39	367	141	192	207	293	11	0	0	7	0	7	34
Čukarica	47961	326	2452	215	257	23	7576	425	3514	2329	8482	65	6061	597	3504	2533	2755	1812	3779	170	20	2	72	2	114	876
Grocka	20401	17	407	4897	11	15	1740	20	1471	236	1937	29	1909	145	1983	933	647	2718	951	36	0	1	33	2	23	240
Lazarevac	13076	45	88	8	11424	2	81	77	75	40	146	1	93	9	72	43	44	205	2	1	0	4	1	2	570	
Mladenovac	8597	4	113	44	6	4326	325	12	137	88	570	463	288	31	398	137	162	125	1060	16	0	0	1	1	8	282
Novi Beograd	49659	57	1961	304	80	37	0	144	4417	630	8667	88	9451	1658	3774	3075	7086	2190	4187	260	55	2	141	18	288	1089
Obrenovac	14785	32	1040	21	151	4	776	7492	467	156	1082	0	565	117	462	224	267	259	1336	21	2	0	5	1	18	287
Palilula	45126	40	1256	239	38	23	6490	64	5538	440	6053	40	7838	403	2948	2987	2320	3601	3391	400	12	0	82	14	99	810
Rakovica	29889	115	2972	136	106	21	4197	85	2169	0	5436	48	3616	316	3181	1570	1524	1195	2461	121	10	0	47	6	76	481
Savski venac	9326	17	443	56	19	6	1900	25	922	187	0	17	1819	134	794	836	616	477	656	42	5	1	17	3	51	283
Sopot	4213	31	116	41	43	208	213	2	133	145	514	1308	249	24	401	121	139	142	345	7	0	0	1	0	10	20
Stari grad	11187	8	361	80	30	10	2228	21	1460	121	2288	9	0	138	798	1114	663	645	781	88	11	0	11	3	37	282
Surčin	11026	6	182	24	1	0	2942	11	329	71	892	5	683	2059	339	202	1611	170	1271	20	5	0	74	3	53	73
Voždovac	41912	80	1536	403	65	36	6412	95	3538	1087	7327	93	6021	429	1381	3363	2221	3073	3582	154	19	1	43	10	90	853
Vračar	15668	25	451	119	29	12	2647	35	1534	161	2881	17	2898	139	1221	0	717	1052	1222	70	12	0	19	3	40	364
Zemun	35937	26	986	118	29	16	10031	69	2241	353	4470	66	4771	1380	1992	1557	1233	1256	3649	125	78	3	146	14	697	631
Zvezdara	42074	29	1227	672	63	30	6376	92	4948	510	6172	51	6599	412	4014	3617	2020	0	3903	247	16	1	62	8	110	895
Pančevo	13966	4	117	29	3	1	800	6	1176	77	818	5	618	58	365	253	331	274	1554	6830	3	0	15	0	7	622
Indija	5346	0	22	1	0	6	157	4	29	9	114	16	52	34	31	22	415	17	320	8	1835	13	26	80	808	1327
Irig	1121	0	1	1	0	0	4	0	3	1	3	0	1	5	0	0	6	0	24	2	12	353	3	263	4	435
Pecinci	3521	0	24	3	0	0	350	0	75	15	122	0	153	165	39	29	366	52	116	0	7	1	1732	50	176	46
Ruma	4768	0	13	3	0	0	66	6	13	10	34	0	19	23	18	10	121	10	280	4	110	185	326	2152	136	1229
Stara Pazova	11068	4	91	5	4	2	1189	5	174	26	456	22	412	148	190	94	2662	102	799	16	282	4	135	31	3992	223

* Dobljena je u popisu informacija da lice radi ili se školuje u Beogradu, ali davalac podataka nije mogao da precizira o kojoj se gradskoj opštini radi.

** Uključeno i nepoznato.

Tabela 37. Dnevne migracije učenika i studenata po izabranim opštinama/gradovima, Popis 2011.

Naziv opštine stanovanja	Ukupno	Opština školovanja																								
		Barajevo	Čukarica	Grocka	Lazarevac	Mladenovac	Novi Beograd	Obrenovac	Palilula	Rakovica	Savski venac	Sopot	Stari grad	Surčin	Voždovac	Vračar	Zemun	Zvezdara	Beograd-nepoznata opština*	Pančevo	Indija	Irig	Pecinci	Ruma	Stara Pazova	ostale opštine i gradovi**
Barajevo	2108	871	203	0	22	0	62	6	58	103	144	1	149	0	105	37	77	158	94	4	0	0	0	0	0	14
Čukarica	15500	143	880	7	3	1	1163	55	1465	1128	2238	2	2574	3	1937	624	673	1526	710	23	2	0	0	0	0	343
Grocka	7583	5	115	1975	0	6	200	0	424	63	463	4	759	0	805	358	275	1732	278	4	3	0	0	0	0	114
Lazarevac	4022	66	75	1	1891	1	63	7	162	25	135	19	205	0	139	64	81	136	365	1	0	0	0	0	0	586
Mladenovac	3735	0	40	0	1	1631	50	0	137	7	110	338	146	0	144	53	123	147	575	2	0	0	0	0	0	231
Novi Beograd	17099	6	605	4	1	0	0	0	2007	53	2226	2	3916	19	2217	725	2429	1401	1118	35	2	0	4	0	6	323
Obrenovac	5855	13	157	0	17	0	132	3174	234	14	258	0	261	0	214	97	144	284	557	2	0	0	0	0	0	297
Palilula	15679	3	420	7	1	0	1065	3	1691	60	1622	0	4060	1	1712	1146	723	2400	420	57	0	0	0	0	1	287
Rakovica	8887	79	966	0	1	0	568	2	847	0	1295	1	1437	2	1314	423	316	914	476	18	0	0	0	1	3	224
Savski venac	3503	5	225	1	0	1	333	0	494	52	0	0	881	4	543	384	116	240	148	14	0	0	0	0	0	62
Sopot	1640	42	25	1	61	178	24	0	72	10	64	817	61	0	86	36	33	82	80	0	0	0	0	0	0	28
Stari grad	3527	0	141	1	2	2	384	2	732	28	685	1	0	0	502	344	121	320	185	8	0	0	0	0	0	69
Surčin	3330	0	98	1	0	0	798	0	127	11	263	0	377	162	243	63	736	264	153	1	1	0	2	0	3	27
Voždovac	12956	23	523	27	0	11	857	3	1510	466	1904	46	2315	3	462	1432	523	1668	875	30	0	0	0	0	1	277
Vračar	5196	4	167	2	0	2	401	1	821	22	854	0	963	0	796	0	117	548	407	16	1	0	0	0	1	73
Zemun	11635	2	363	3	0	2	2698	0	947	64	1280	0	2021	21	1199	322	543	1128	661	10	10	1	1	0	102	257
Zvezdara	13438	6	404	136	2	4	932	3	2071	99	1363	0	2585	0	2831	1218	448	0	1032	33	2	0	0	0	0	269
Pančevo	5731	0	94	0	0	0	173	0	473	19	328	0	553	0	307	112	269	330	970	1763	0	0	0	1	0	339
Indija	2147	0	2	0	0	0	24	0	11	0	14	0	29	0	15	3	113	17	169	0	631	1	0	24	79	1015
Irig	699	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	7	1	4	0	20	213	5	116	0	328
Pecinci	1250	0	13	0	0	0	58	0	25	1	46	0	40	0	27	17	164	45	57	0	3	0	567	38	55	94
Ruma	2622	0	1	0	0	0	7	0	7	1	5	0	7	0	5	0	35	9	163	1	105	21	99	780	3	1373
Stara Pazova	4204	0	39	1	0	0	259	0	140	4	207	0	300	0	141	46	668	256	498	4	230	0	37	5	1024	345

* Dobljena je u popisu informacija da lice radi ili se školuje u Beogradu, ali davalac podataka nije mogao da precizira o kojoj se gradskoj opštini radi.

** Uključeno i nepoznato.

Primer izračunavanja broja stanovnika za sva tri perioda za naselje Banovo brdo:

Naselje Banovo brdo pripada beogradskoj opštini Čukarica. Prema popisu iz 2011. godine na opštini Čukarica živeo je 181.231 stanovnik, dok su 24,65% njih (44.669) bili stanovnici Banovog brda. Na osnovu Tabela 36 i 37, sabiranjem svih dnevnih migranata koji dolaze u opštinu Čukarica da obavljaju zanimanje ili da se školuju, izračunat je priliv zaposlenih, učenika i studenata, dok je odliv izračunat sabiranjem svih dnevnih migranata koji zarad pomenutih aktivnosti napuštaju opštinu Čukarica (Tabela 38). Za svaku opštinu prikazano je i krajnje stanje koje pokazuje koliko se broj stanovnika na toj opštini povećao ili smanjio zbog dnevnih migracija. Iz Tabele 38 vidi se da je priliv zaposlenih, učenika i studenata za opštinu Čukarica veći od odliva. Zbog toga, na osnovu pretpostavki u vezi s obrascima kretanja stanovništva procenjeni broj stanovnika za prvi period dana dobijen je na sledeći način:

$$BSP1 = BSN - SDMZ * \%ZP1 * \%NO - SDMUS * \%USP1 * \%NO$$

gde je:

BSP1 – procenjeni broj stanovnika za period 1

BSN – broj stanovnika u naselju prema popisu

SDMZ – stanje dnevnih migracija zaposlenih

%ZP1 – procenat zaposlenih koji rade u prvoj smeni

%NO – udeo broja stanovnika naselja u ukupnom broju stanovnika opštine

SDMUS – stanje dnevnih migracija učenika i studenata

%USP1 – procenat učenika i studenata koji se školuju u prvoj smeni.

Za Period 1 za naselje Banovo brdo broj stanovnika iznosi:

$$40.098 = 44.669 - 28.050 * 0,5 * 0,2465 - 9.038 * 0,5 * 0,2465$$

Po istom principu izračunat je i procenjeni broj stanovnika za ostale periode dana.

Tabela 38. Priliv, odliv i stanje broja stanovnika na izabranim opštinama zbog dnevnih migracija

Naziv opštine	Broj stanovnika prema popisu	Dnevne migracije zaposlenih			Dnevne migracije učenika i studenata			Procenjeni broj stanovnika		
		Odliv	Priliv	Stanje	Odliv	Priliv	Stanje	Prva smena	Druga smena	Noćna smena
Barajevo	27.110	4.575	1.395	3.180	2.108	1.412	696	25.172	25.490	26.792
Čukarica	181.231	45.507	17.457	28.050	15.499	6.461	9.038	162.687	165.492	178.426
Grocka	83.907	15.503	4.142	11.361	7.584	2.604	4.980	75.737	76.873	82.771
Lazarevac	58.622	1.653	2.283	-630	4.021	2.246	1.775	58.050	57.987	58.685
Mladenovac	53.096	4.271	1.468	2.803	3.734	2.108	1.626	50.882	51.162	52.816
Novi Beograd	214.506	49.662	60.647	-10.985	17.100	11.271	5.829	217.084	215.986	215.605
Obrenovac	72.524	7.292	2.596	4.696	5.854	3.626	2.228	69.062	69.532	72.054
Palilula	173.521	39.588	32.152	7.436	15.679	15.350	329	169.639	170.382	172.777
Rakovica	108.641	29.888	9.008	20.880	8.886	2.786	6.100	95.151	97.239	106.553
Savski venac	39.122	9.325	59.955	-50.630	3.503	15.710	-12.207	70.541	65.478	44.185
Sopot	20.367	2.908	1.438	1.470	1.638	1.341	297	19.484	19.631	20.220
Stari grad	48.450	11.187	55.435	-44.248	3.528	23.894	-20.366	80.757	76.332	52.875
Surčin	43.819	8.968	7.237	1.731	3.331	446	2.885	41.511	41.684	43.646
Voždovac	158.213	40.530	29.684	10.846	12.955	16.518	-3.563	154.572	155.656	157.128
Vračar	56.333	15.668	23.930	-8.262	5.193	7.796	-2.603	61.766	60.939	57.159
Zemun	168.170	34.704	29.846	4.858	11.634	9.579	2.055	164.714	165.199	167.684
Zvezdara	151.808	42.072	22.076	19.996	13.437	14.336	-899	142.260	144.259	149.808
Pančevo	123.414	7.136	4.139	2.997	5.732	2.626	3.106	120.363	120.662	123.114
Indija	47.433	3.510	1.582	1.928	2.147	1.262	885	46.027	46.219	47.240
Irig	10.866	770	428	342	695	295	400	10.495	10.529	10.832
Pećinci	19.720	1.788	1.656	132	1.250	822	428	19.440	19.453	19.707
Ruma	54.339	2.617	1.572	1.045	2.621	1.252	1.369	53.132	53.237	54.235
Stara Pazova	65.792	7.073	4.117	2.956	4.203	1.616	2.587	63.021	63.316	65.496
Ukupno	1.981.004	386.195	374.243	11.952	152.332	145.357	6.975	1.971.547	1.972.737	1.979.808

BIOGRAFIJA

Emir Ganić rođen je 12. 05. 1986. godine u Beogradu. Osnovnu školu „Radoje Domanović” u Novom Beogradu završio je 2001. godine. Zemunsku gimnaziju u Beogradu, Prirodno-matematički smer, završio je 2005. godine. Fakultet organizacionih nauka u Beogradu, Smer upravljanje kvalitetom, upisao je školske 2005/06. godine. Studije je završio juna 2009. godine s prosečnom ocenom 8,5. Tema završnog rada bila je „Održivi aerodrom”. Nakon osnovnih studija, upisao je master studije na istom fakultetu školske 2009/10. godine. Master studije je završio u januaru 2011. godine s prosečnom ocenom 10. Tema master rada bila je „Razvoj vazdušnog saobraćaja sa aspekta zaštite životne sredine”. Doktorske studije na Saobraćajnom fakultetu je upisao u oktobru 2011. godine. Tokom prve dve godine doktorskih studija, Emir Ganić je bio stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Od aprila 2011. godine do marta 2013. godine, Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije angažovao ga je za obavljanje poslova iz domena zaštite životne sredine u oblasti vazdušnog saobraćaja. Od 1. jula 2016. godine angažovan je kao istraživač saradnik na projektu „Podrška održivom razvoju sistema vazdušnog saobraćaja Republike Srbije” (evidencioni broj TR 36033), koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Pored toga, učestvovao je u realizaciji tri projekta u okviru Horizon 2020 poziva (APACHE, AUTOPACE i COCTA projekat). Emir Ganić je do sada učestvovao na šest domaćih i međunarodnih konferencija i objavio deset naučnih i stručnih radova, od kojih dva u časopisima s impakt faktorom.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Емир Ганић

Број индекса ДС МД 004 / 2011/12

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ УТИЦАЈА БУКЕ НА АЕРОДРОМИМА

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 5. 12. 2017.

Емир Ганић

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Емир Ганит
Број индекса ДС11Д004 / 2011/12
Студијски програм САОБРАТАЈ
Наслов рада МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ УТИЦАЈА БУКЕ НА АЕРОДРОНИМА
Ментор Др ОБРАД БАБИЋ, РЕДОВНИ ПРОФЕСОР

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 5.12.2017.

Емир Ганит

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ УТИЦАЈА БУКЕ НА АЕРОДРОМИМА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 5. 12. 2017.

Светозар Марковић

1. **Ауторство.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.