



10. AKUSTIČKO ZONIRANJE I MAPIRANJE BUKE. STANJE BUKE



Strengthening Educational Capacities by Building Competences and Cooperation
in the Field of Noise and Vibration Engineering



www.senvibe.uns.ac.rs

5. Akustičko zoniranje i mapiranje buke. Stanje buke

5.1 Akustičko zoniranje

- Definicija i ciljevi
- Propisi
- Metodologija
- Primeri

5.3 Stanje nivoa buke u životnoj sredini

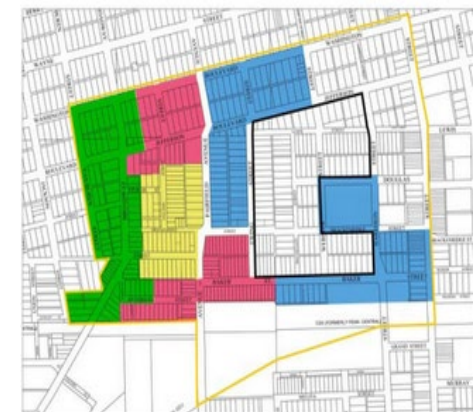
- Drumski saobraćaj
- Železnički saobraćaj
- Vazdušni saobraćaj
- Industrija

5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- Definicija i ciljevi
- Propisi
- Sadržaj
- Metodologija
- Softveri
- Primeri
- Dinamičke strateške karte


5.1 Akustičko zoniranje

- **Akustičko zoniranje - definicija:**
 - Metod za razgraničavanje oblasti u odnosu na granične vrednosti indikatora buke;
 - Klasifikacija oblasti u zone sa homogenim graničnim vrednostima indikatora buke;
- Alat za upravljanje i održivo korišćenje teritorije u odnosu na buku;
- Definiše pravce održivog razvoja grada u odnosu na buku.
- Obavezno za jedinice lokalne samouprave (JLS) kao instrument za praćenje i upravljanje stanjem životne sredine.
- Akustičko zoniranje – najvažniji akt pri razmatranju akustičkog planiranja.



5.1 Akustičko zoniranje

• Akustičko zoniranje - ciljevi:

- Klasifikacija teritorije u akustičke zone sa utvrđenim graničnim vrednostima indikatora buke;
- Utvrđivanje mera zabrane i ograničenja korišćenja izvora buke;
- Sprečavanje narušavanja akustičkog komfora u zonama gde zagađenje bukom nije evidentno - tihim zonama;
- Pобољшanje stanja nivoa buke u oblastima gde nivoi buke mogu da dovedu do negativnih efekata po zdravlje stanovništva;
- Formiranje alata za korektno planiranje razvoja urbanih oblasti;
- Kreiranja konfliktnih mapa sa zonama gde su prekoračene granične vrednosti indikatora buke;
- Kreiranje referentne slike za bolje razumevanje: 
 - koja područja treba zaštititi,;
 - koja od njih imaju prihvatljiv nivo buke;
 - koja su zagađena bukom;
 - gde se može dozvoliti razvoj bučnih aktivnosti;
 - gde je potrebno predvideti mere za kontrolu buke.



5.1 Akustičko zoniranje

• Propisi:

- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini;
- Pravilnik o metodologiji akustičkog zoniranja;
- Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima...



• Zakon:

- Akustička zona – područje sa jedinstvenom graničnom vrednošću indikatora buke;
- JLS – obaveza akustičkog zoniranja, određivanja tihih zona, mera zabrane i ograničenja;
- Akustičko zoniranje:
 - Vrš se na osnovu trenutne i/ili planirane namene prostora;
 - Izrađuje nosilac izrade prostornih i urbanističkih planova;



• Pravilnik:

- Propisuje metodologiju za određivanje akustičkih zona;
- Teritoriju klasifikuje u 6 akustičkih zona – Uredba utvrđuje granične vrednosti za ukupnu buke;
- Granične vrednosti za tihe zone: 50 dB za dan/veče i 40 dB za noć.



5.1 Akustičko zoniranje

- Zona 1 - Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, kulturno-istorijski lokaliteti, veliki parkovi:
 - Parkovi i šetališta;
 - Spomen parkovi i obeležja;
 - Gradske šume, botanička bašta i posebni zeleni kompleksi;
 - Rekreativno sportski centri;
 - Zaštićena i značajna prirodna i kulturna dobra;
 - Bolnice, specijalistički zavodi, instituti i centri sa stacionarom;
 - Klinike i klinički instituti univerzitetskog medicinskog centra;
 - Centri za zaštitu odojčadi i dece, za teže i lakše psihički ometenu decu i omladinu;
 - Centri i domovi za zaštitu starih i iznemoglih lica.



50/40



5.1 Akustičko zoniranje

• Zona 2 - Turistička područja, kampovi i školske zone:

- Turistička područja, kampovi i banje;
- Vrtići i predškolske ustanove;
- Osnovne, srednje škole i obrazovni centri;
- Fakulteti i akademije, studentska naselja i domovi;
- Ambasade.



50/45



• Zona 3 - Čisto stambena područja:

- Stambene zone na parcelama (pretežno niske spratnosti i malih gustina stanovanja);
- Stambene zone u blokovskom - ivičnom sistemu izgradnje (pretežno srednje i visoke spratnosti i srednjih i velikih gustina stanovanja);
- Stambene zone u slobodnom sistemu izgradnje (u novim naseljima - pretežno srednje i visoke spratnosti i srednjih i velikih gustina).



55/45



5.1 Akustičko zoniranje

- Zona 4 - Poslovno-stambena područja, trgovačko-stambena područja i dečja igrališta:
 - Zone i objekti sa stambenim (i u stambenim) objektima namenjeni za poslovnu i trgovačku delatnost;
 - Posebne zone, objekti društvenih i komercijalnih delatnosti (organizacije nauke i kulture, trgovina, ugostiteljstvo, turizam, finansijske, poslovne i tehničke usluge, neproizvodne delatnosti i sl.);
 - Dečja igrališta.



5.1 Akustičko zoniranje

- Zona 5 - Gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno-upravna zona sa stanovima, zona duž saobraćajnica, magistralnih i gradskih saobraćajnica:

- Gradski centar;
- Zone i objekti komunalnih delatnosti;
- Parkirališta i javne garaže;
- Objekti i postrojenja vodovoda i kanalizacije;
- Gasovodni objekti - glavne merno regulacione stanice GMRS i MRS;
- Gradska čistoća;
- Protivpožarne stanice;
- Autoput, magistralne, regionalne saobraćajnice i međunarodne železničke pruge;
- Gradske saobraćajnice sa terminalima javnog gradskog saobraćaja;
- Regionalne saobraćajnice sa autobuskim saobraćajem i teretnim tranzitom;
- Saobraćajne usluge i terminali (železnička stanica, autobuska stanica, pristanište, parkinzi za teretna vozila, opravka i održavanje vozila, javna skladišta i dr.);
- Manji pojedinačni industrijski i proizvodni objekti i skladišta industrijskog karaktera sa stambenim objektima;



5.1 Akustičko zoniranje

- Zona 6 - Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stambenih zgrada:
 - Privredne i industrijske zone, proizvodni i infrastrukturni objekti;
 - Skladišta industrijskog karaktera bez stambenih objekata.



5.1 Akustičko zoniranje

• Metodologija

- 8 koraka;
- Zakon, Uredba, Pravilnik;
- L_{den} , L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} ;
- Podela grada na opštine;
- Urbanistički i regulacioni planovi;
- Akustički značajne lokacije;



1. PRELIMINARNA FAZA: PRIKUPLJANJE PRETHODNIH PODLOGA

- ← Standardi, zakoni, pravilnici
- ← Definicija karakterističnih deksriptora: L_{eq} , L_d , L_{den} , L_n
- ← Organizacija izlaznih datoteka

2. PREGLED KARTOGRAFIJE TERITORIJE GRADA

- ← Planimetrija (1:1 000; 1:2 000; 1:5 000; 1:10 000; 1:15 000)
- ← Generalni urbanistički plan
- ← Lokacija:
 - značajnih industrijskih postrojenja
 - bolnica
 - škola
 - parkova
 - zaštićenih oblasti
 - akustički značajnih zanatskih delatnosti
 - akustički značajnih komercijalnih aktivnosti
 - putne infrastrukture



5.1 Akustičko zoniranje

• Metodologija

- Detaljna analiza oblasti;
- Kvalitativni pristup (zone I, II i VI):
 - Bolnice;
 - Škole;
 - Zone za odmor;
 - Turističke zone;
 - Parkovi;
 - Kulturno-istorijski lokaliteti;
 - Industrija.

3. INDIVIDUALIZACIJA I ELABORIRANJE PARAMETARA ZA KARAKTERIZACIJU PROSTORA

- ← Gustina stanovništva (broj stanovnika/hektaru) **D**
- ← Prisustvo komercijalnih aktivnosti (površina/ukupna površina) **C**
- ← Prisustvo zanatskih aktivnosti (površina/ukupna površina) **P**
- ← Pojedinačni izvori buke
- ← Drumski i železnički saobraćaj (broj vozila/času)
- ← Prisustvo osetljivih prijemnika

4. RAZVRSTAVANJE OBLASTI U ZONE (I-VI)

- ← Kvalitativni pristup (zone I, II i VI)
- ← Kvantitativni pristup (zone III, IV i V)



QUANTITATIVE



QUALITATIVE

5.1 Akustičko zoniranje

• Metodologija

- Kvantitativni pristup - proračun indeksa x ;
- Zona III:
 - Vikend i seoska naselja;
 - Stanovanje niskih i umerenih gustina;
 - Stanovanje srednjih i velikih gustina.
- Zona IV:
 - Poslovno-stambena zona.
- Zona V:
 - Gradski centar, trgovačka zona, saobraćajnice;
 - Tampon zone:
 - Autoput – 25 m;
 - Magistralni put i gradski autoput – 20 m;
 - Gradske saobraćajnice – 15 m.

3. INDIVIDUALIZACIJA I ELABORIRANJE PARAMETARA ZA KARAKTERIZACIJU PROSTORA

- ← Gustina stanovništva (broj stanovnika/hektaru) **D**
- ← Prisustvo komercijalnih aktivnosti (površina/ukupna površina) **C**
- ← Prisustvo zanatskih aktivnosti (površina/ukupna površina) **P**
- ← Pojedinačni izvori buke
- ← Drumski i železnički saobraćaj (broj vozila/času)
- ← Prisustvo osetljivih prijemnika

4. RAZVRSTAVANJE OBLASTI U ZONE (I-VI)

- ← Kvalitativni pristup (zone I, II i VI)
- ← Kvantitativni pristup (zone III, IV i V)

→ $x = D + C + P$ **(5.1)**

Skor	Akustička zona
$x \leq 4$	III
$x = 4.5$	III ili IV
$5 \leq x \leq 6$	IV
$x = 6.5$	IV ili V
$x \geq 7$	V

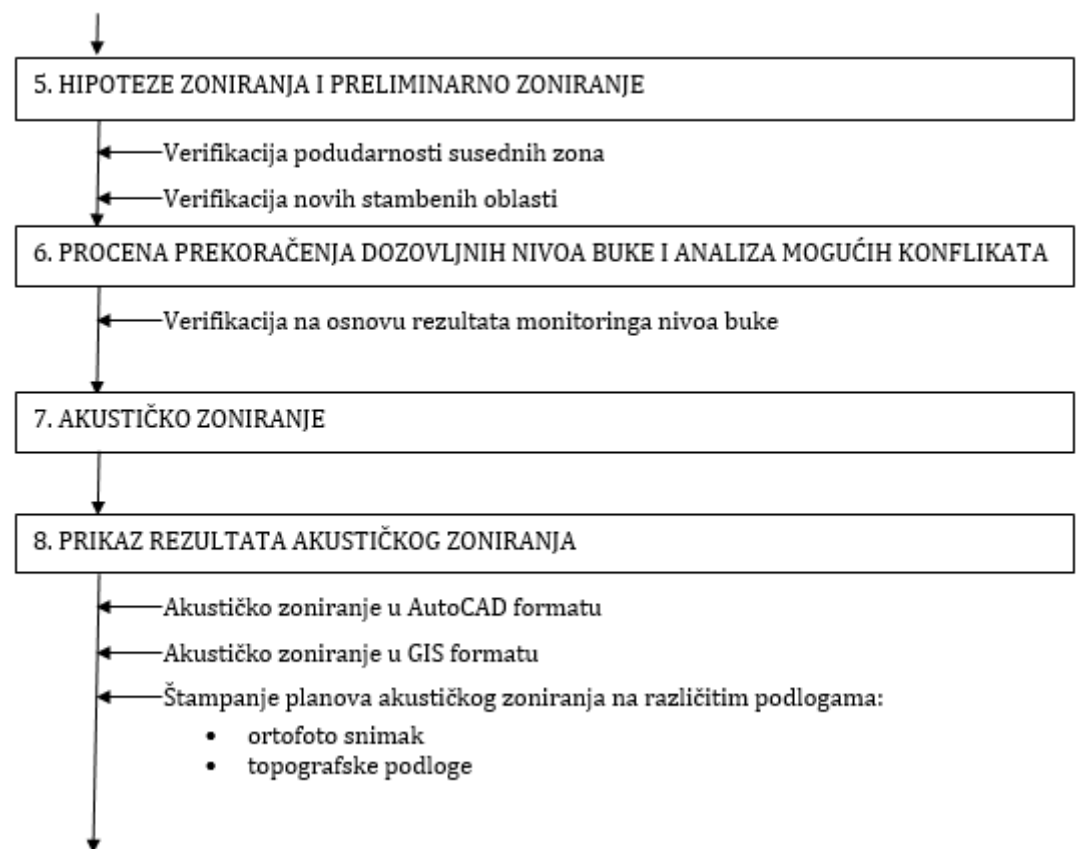
5.1 Akustičko zoniranje

• Metodologija

- Nema kontakta zona sa razlikom graničnih vrednosti većom od 5 dB;
- Tampon zone;
- Procena prekoračenja.

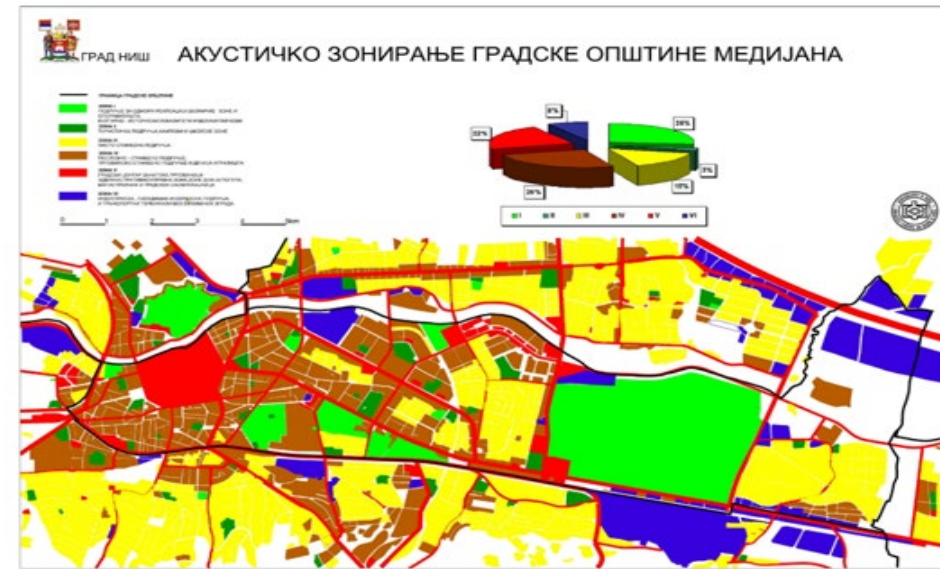
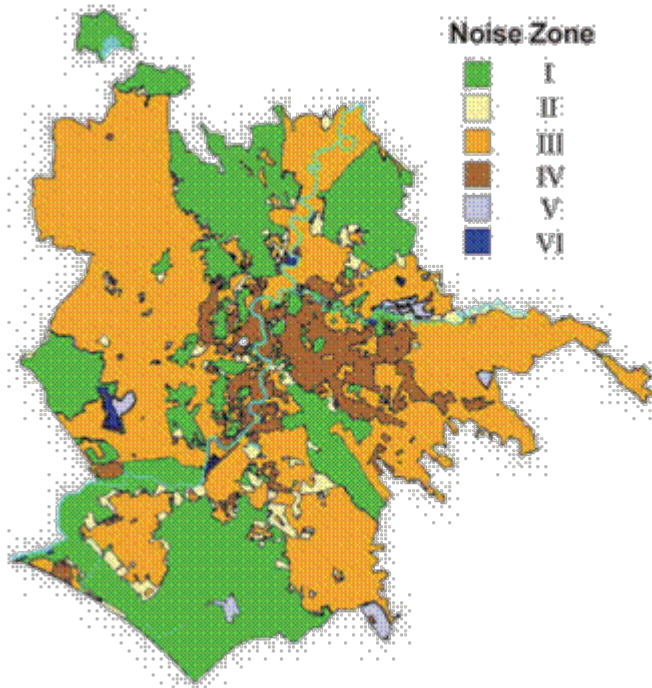


© Survey and Mapping Office, Lands Department
Copyright reserved – reproduction by permission only



5.1 Akustičko zoniranje

- Primeri



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Mapiranje buke u životnoj sredini - definicija:

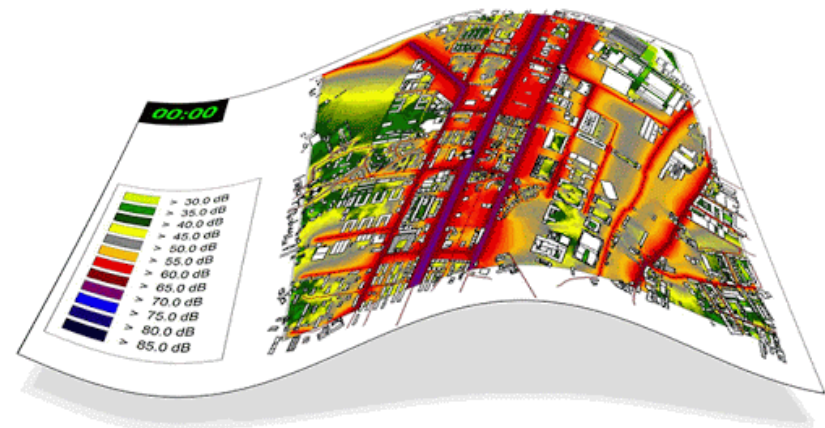
- Mapiranje buke – postupak izrade strateške karte buke na osnovu akustičkog modela terena, objekata i izvora buke.
- Strateška karta (mapa) buke:
 - Izrađuje se postupkom akustičkog mapiranja za:
 - Pojedinačne izvore buke (drumski, železnički i vazdušni saobraćaj i industrijska IPPC postrojenja);
 - Sve izvore buke;
 - Procena izloženosti buci od pojedinačnih izvora buke na osnovu indikatora buke;
 - Ukupna procena izloženosti buci od svih izvora buke na osnovu indikatora buke.
- Aglomeracija – deo teritorije sa preko 100.000 stanovnika;
- Glavni put – put sa protokom većim od 3.000.000 vozila godišnje;
- Glavna železnička pruga – pruga sa protokom većim od 30.000 vozova godišnje;
- Glavni aerodrom – civilni aerodrom sa više od 50.000 operacija godišnje;
- Tiha fasada – fasada sa nivoom buke nižim za 20 dB i više od najizloženije fasade.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Mapiranje buke u životnoj sredini - ciljevi:

- Praćenje stanja nivoa buke;
- Procena izloženosti buci zajedničkim metodama;
- Procena trenda promena nivoa buke;
- Procena prekoračenja graničnih vrednosti indikatora buke;
- Osnova za izradu akcionih planova za zaštitu od buke;
- Informisanje javnosti;
- Informisanje Komisije Evropske Unije;
- Izbegavanje, sprečavanje ili smanjivanje štetnih efekata buke.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

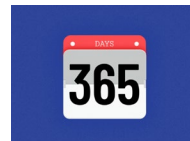
• Propisi:

- END direktiva;
- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini;
- Pravilnik o strateškim kartama buke.



• Zakon:

- JLS – obaveza izrade strateške karte buke za aglomeracije;
- Upravljači, vlasnici i koncesionari - obaveza izrade strateške karte buke za glavne puteve, železničke pruge i aerodrome;
- Rok – 30. jun 2027.



• Pravilnik:

- Sadržina strateških karata buke;
- Metode za izradu strateških karata buke.
- Način prikazivanja podataka javnosti.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

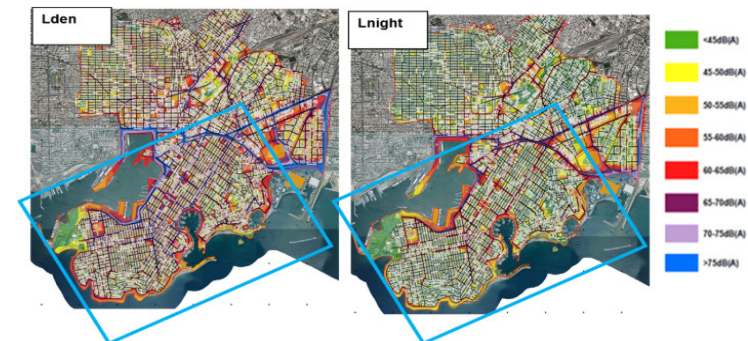
- **Sadržaj strateških karata buke.**

- **Opseg izrade:**

- Glavni putevi;
- Glavne železničke pruge;
- Glavni aerodromi;
- Aglomeracije:
 - Drumski saobraćaj;
 - Železnički saobraćaj;
 - Vazdušni saobraćaj;
 - Industrijska IPPC postrojenja;
- Obavezno – L_{den} i L_{night} , dodatno – L_{day} i $L_{evening}$;
- Visina – 4 m.

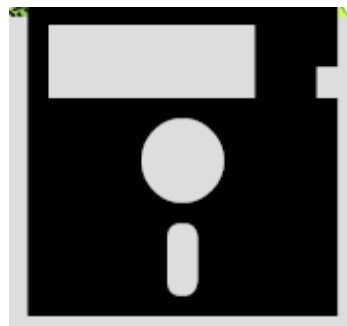


- Preispituju se i revidiraju najmanje jednom u **pet godina**.

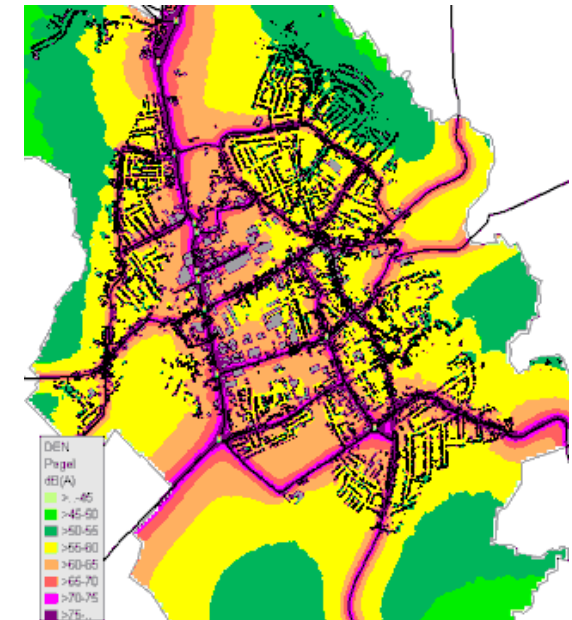


5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- **Sadržaj strateških karata buke.**
- **Obim** - podaci o nivoima buke u kalendarskoj godini koja prethodi godini izrade:
 - Postojeće, prethodno ili predviđeno stanje buke;
 - Prekoračenje graničnih vrednosti;
 - Procenjen broj stanova, škola, bolnica i zgrada sličnih namena koji su izloženi određenim vrednostima indikatora buke;
 - Procenjen broj ljudi koji je izložen buci na nekom području.
- **Obim** – način prezentovanja podataka:
 - Grafički prikaz indikatora buke;
 - Numeričke vrednosti u tabelama;
 - Numeričke vrednosti u elektronskoj formi.



Area	Noise source	Band of Noise-level [dB]		Number of affected people							
				most exposed façade		special sound-insulation (optional)		quiet façade (optional)			
		Leq	Lnight	Leq	Lnight	Leq	Lnight	Leq	Lnight	Leq	Lnight
Agglomeration A	Road traffic (major roads)	55-59	50-54	50 000 (5 000)	60 000 (5 000)	5 000 (2 000)	5 000 (2 000)	20 000 (2 000)	20 000 (2 000)	20 000 (2 000)	20 000 (2 000)
		60-64	55-59	20 000 (5 000)	25 000 (5 000)	4 000 (2 000)	4 000 (2 000)	7 000 (2 000)	7 000 (2 000)	7 000 (2 000)	7 000 (2 000)
		65-69	60-64	3 000 (2 000)	4 000 (2 500)	900 (800)	900 (800)	300 (200)	300 (200)	300 (200)	300 (200)
		70-74	65-69	1 000 (1 000)	1 500 (1 500)	500 (500)	500 (500)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
		>75	>70	0	0	0	0	0	0	0	0
Railway traffic (major railways)		55-59	50-54	...	...	...	...	...	...	...	...
	
Air traffic (major airports)		55-59	50-54	...	...	...	...	...	...	...	...
	



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- **Sadržaj strateških karata buke.**
- **Aglomeracije – minimalni sadržaj** za najizloženiju fasadu:
 - Procenjen broj ljudi (u stotinama) izložen L_{den} nivoima u opsezima 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75;
 - Procenjen broj ljudi (u stotinama) izložen L_{night} nivoima u opsezima 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70;
- **Glavni putevi, železničke pruge i aerodromi – minimalni sadržaj:**
 - Procenjen broj ljudi u (stotinama) izložen L_{den} nivoima u opsezima 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75, za najizloženiju fasadu van aglomeracija;
 - Procenjen broj ljudi u (stotinama) izložen L_{night} nivoima u opsezima 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70, za najizloženiju fasadu van aglomeracija;
 - Ukupna površina (u km²) izložena L_{den} nivoima većim od 55, 65 i 75 dB; Procenjeni broj stanova (u stotinama) i ljudi (u stotinama) koji živi u ovim oblastima, uključujući aglomeracije.
- Dodatno – Broj ljudi u stanovima sa posebnom zvučnom izolacijom i tihom fasadom.

5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- Projekat 14SER01/03/131 – smernice za izradu strateških karata buke u Srbiji:
 - Proces izrade strateških karata buke;
 - Proces ocenjivanja izloženosti buci;
 - Predstavljanje informacija javnosti.
- **Metodologija izrade strateških karata buke:**
 - Fazni pristup;
 - Sedam faza;
 - Faza 1 ÷ Faza 4, Faza 7 – GIS okruženje;
 - Faza 5:
 - Početak u GIS okruženju – izrada podataka za akustički model;
 - Završetak – softver za izradu strateških karata buke;
 - Faza 6 - softver za izradu strateških karata buke.



Guidelines



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 1:

- Područje izrade strateške karte buke (SKB):
 - Aglomeracije – najčešće administrativna granica:
 - Urbanizovano područje;
 - Javni parkovi i tihe zone;
 - Područja sa dobrim kvalitetom životne sredine;
 - Glavni putevi, pruge i aerodromi – granica sa minimalnim nivoima buke za izveštavanje (55/45 dB);
- Područje koje se modelira:
 - Aglomeracije – obuhvat oblasti van područja izrade SKB:
 - Izvori buke;
 - Objekti koji utiču na prostiranje buke;
 - Tampon zona – inicijalno 2 km, a može se smanjiti na 1 km;
 - Glavni putevi, pruge i aerodromi – isto kao za područje izrade SKB.

1. Definisanje područja za koje
treba izraditi kartu



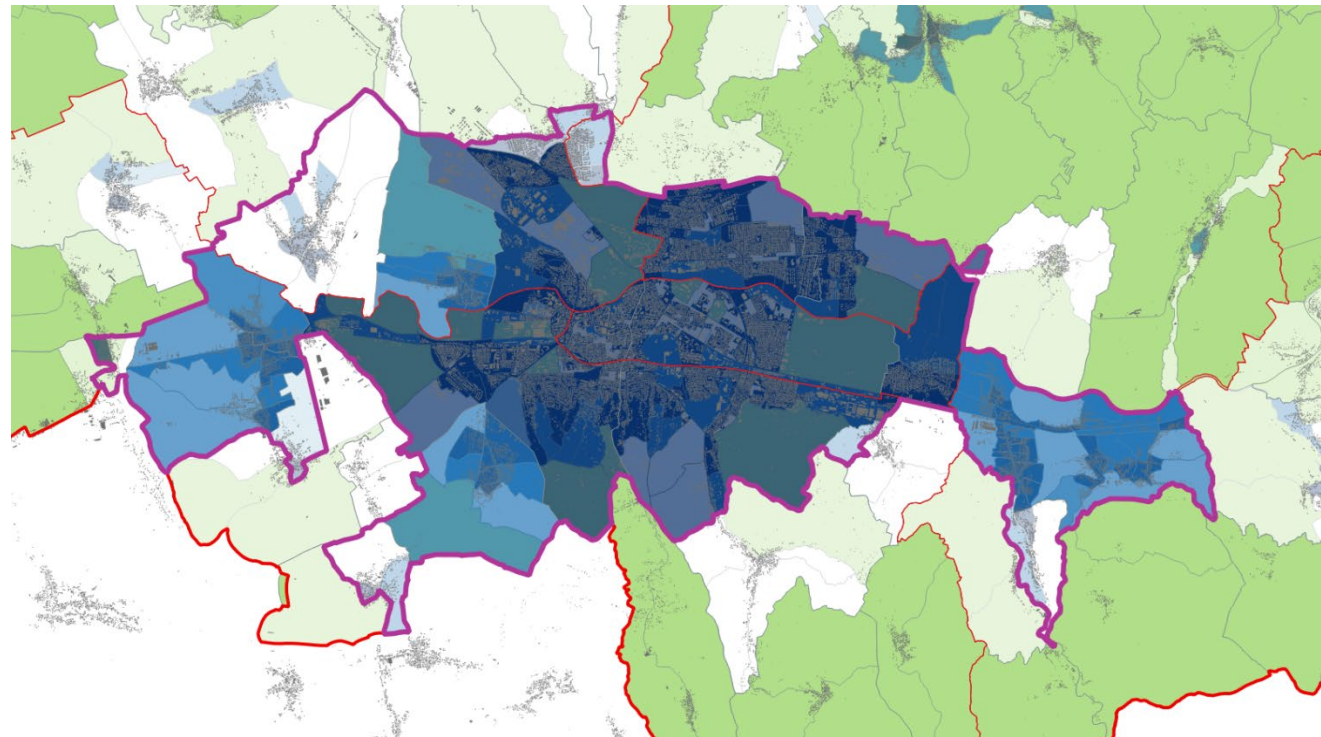
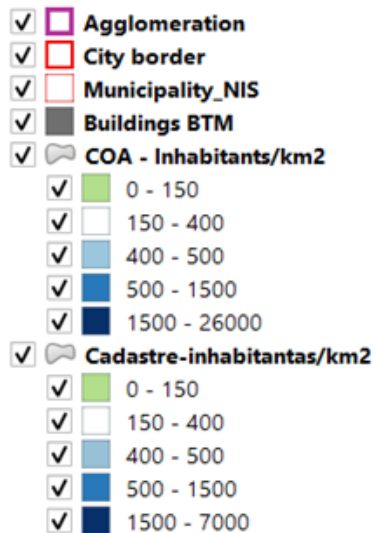
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 1:

• Primer grad Niš – područje izrade SKB:

1. Susjedna katastarska područja sa >400 stanovnika/km²;
2. Popisni krug sa >400 stanovnika/km² koji se nalazi pored 1. ili u krugu do 250 m;
3. Popisni krug sa >150 stanovnika/km² koji se nalazi pored 2.

1. Definisanje područja za koje
treba izraditi kartu

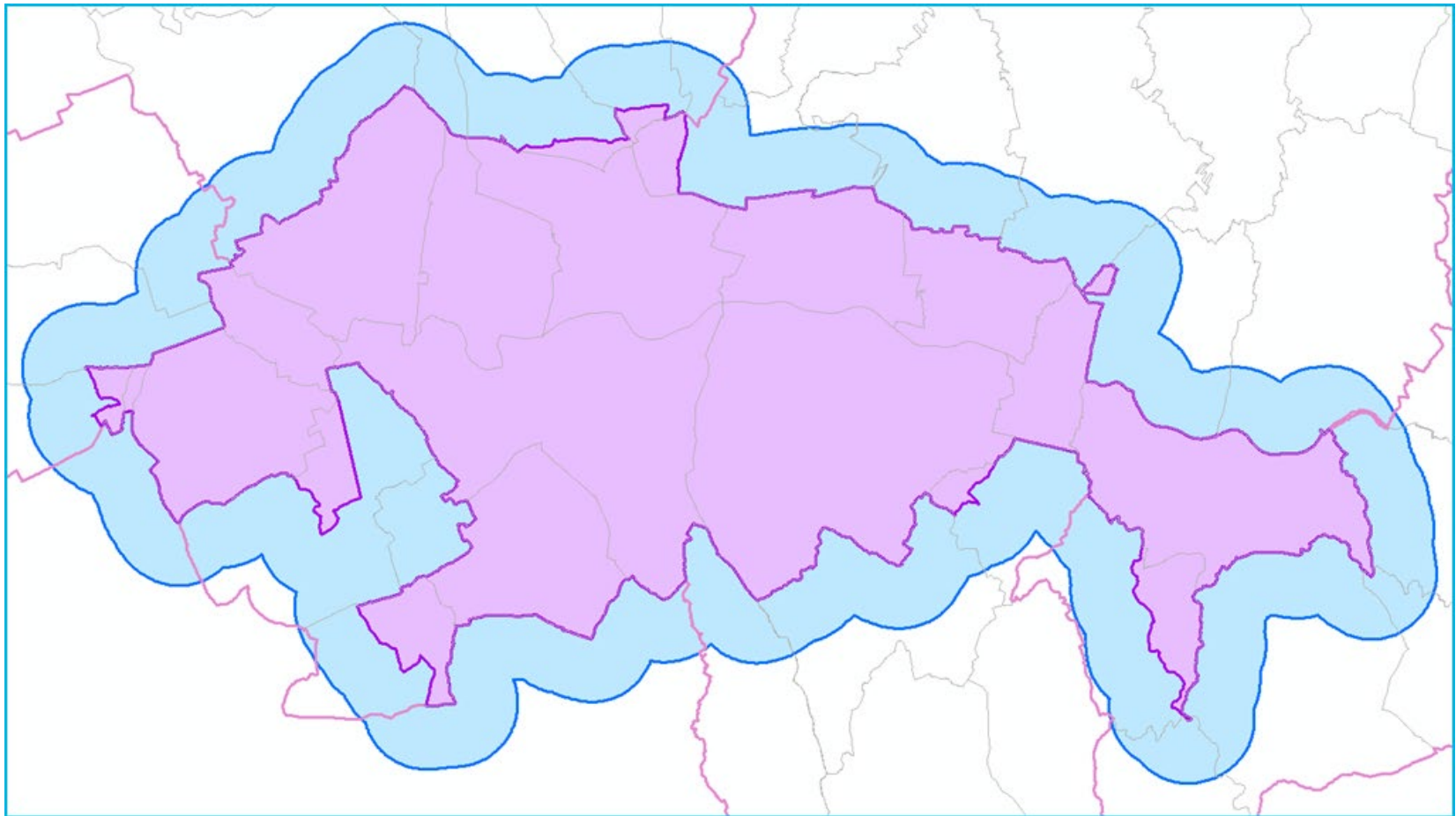


5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- **Metodologija – Faza 1:**

- Primer grad Niš – tampon zona 1 km.

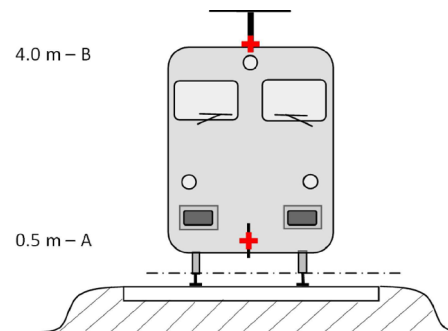
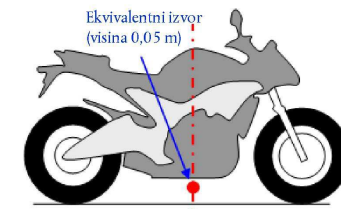
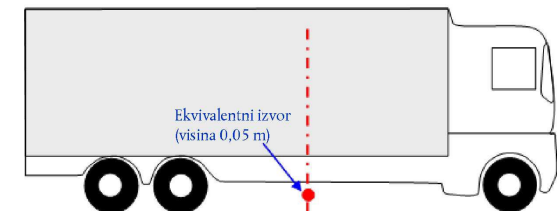
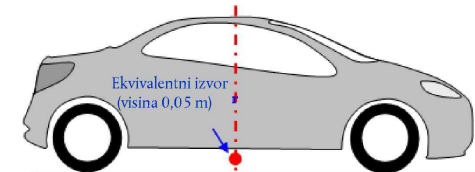
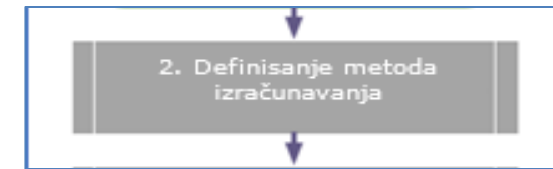
1. Definisanje područja za koje
treba izraditi kartu



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 2:

- Direktiva 2015/996;
- CNOSSOS-EU;
- Primenjuje se na sve izvore buke.
- Drumski saobraćaj:
 - Laka motorna vozila < 3.5 t;
 - Srednje teška vozila > 3.5 t;
 - Teška vozila;
 - Dvotočkaši sa pogonom;
 - Otvorena kategorija.
- Železnički saobraćaj:
 - 8 tipova vozova;
 - Drugačiji opis pruge:
 - Osnova pruge;
 - Hrapavost šine;
 - Tip podloge šine;
 - Dodatne mere za smanjenje buke;
 - Spojevi;
 - Krivina.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 3:

- Ulazni skupovi podataka:
 - 3D model okruženja;
 - Drumski saobraćaj;
 - Železnički saobraćaj;
 - Industrija;
 - Vazdušni saobraćaj;
 - Meteorološki podaci.
- Dodatni skupovi podataka:
 - Informacije o broju stanovnika;
 - Informacije o distribuciji stanovništva;
 - Identifikacija stambenih zgrada ili drugih zgrada osetljivih na buku (škole, bolnice...);
 - Lokacija zgrada sa posebnim merama izolacije od buke.

3. Definisanje specifikacija
ulaznih podataka

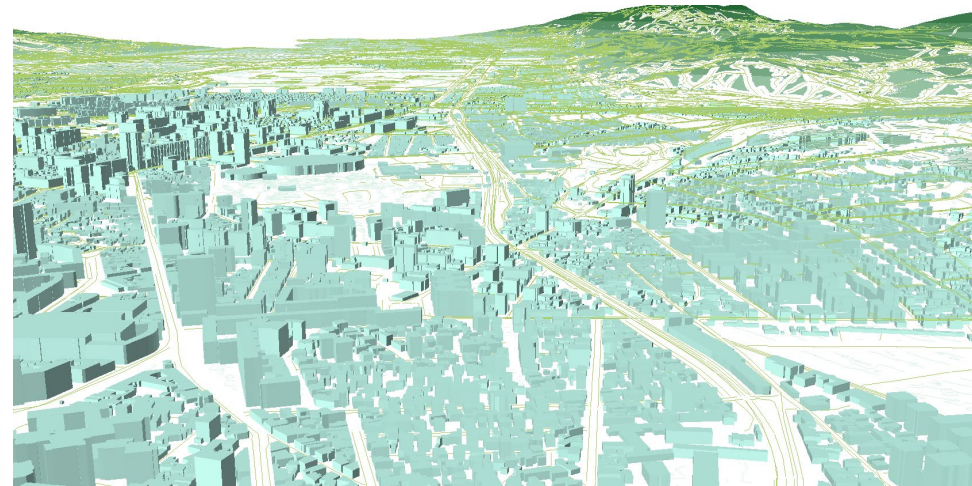
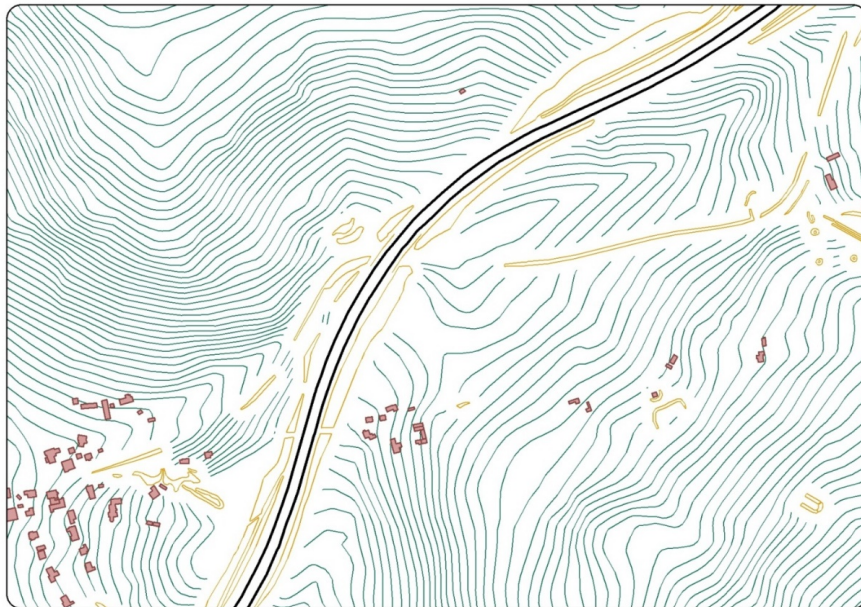


5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 3:

- 3D model okruženja:
 - Topologiju terena (izolinije, visine tačaka, linije prekida/nasipa...);
 - Gabariti zgrada i visine zgrada;
 - Barijere i visine barijera
 - Mostovi i interakcija sa putevima, železnicom i terenom;
 - Zemljišni pokrivač (područja sa akustički tvrdim ili mekim tlom).

3. Definisanje specifikacija
ulaznih podataka



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 3:

• Drumski saobraćaj:

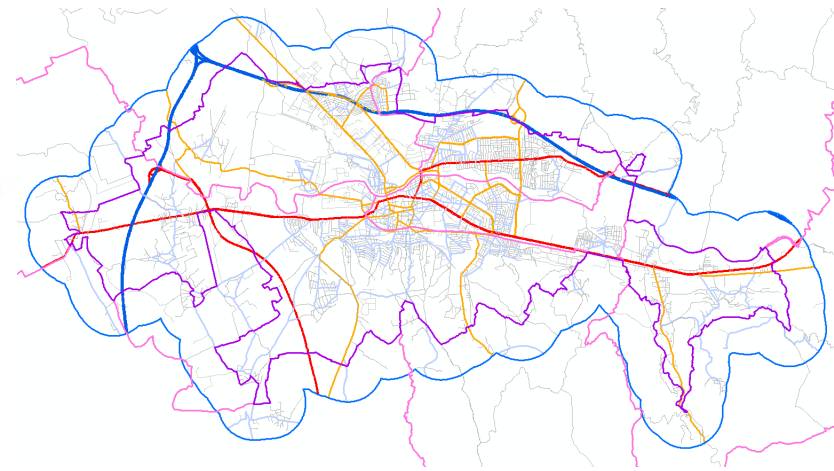
• Podaci o putevima:

- Razdelne linije puta ili razdelne linija kolovoza;
- Klasifikacija ili kategorizacija puta;
- Ime puta, broj ili identifikaciona oznaka;
- Ograničenja brzine;
- Tip površine puta;
- Nagib;
- Smer protoka;
- Vrsta mosta;
- Vrsta raskrsnice.

• Podaci o saobraćaju:

- Protok saobraćaja (po kategoriji vozila, po vremenskom periodu, po deonici puta);
- Srednja brzina (po kategoriji vozila, po vremenskom periodu, po deonici puta);
- Vrsta protoka (ubrzavanje, usporavanje, slobodan protok po kategoriji vozila, po vremenskom periodu, po deonici puta);
- Gume sa šiljcima (meseci kada su dozvoljene gume sa šiljcima, % vozila sa gumama sa šiljcima).

- ☒ CRO_END_3046
— <all other values>
TYP
— District Road
— Expressway
— Local Road
— Other Road
— Regional Road
— Sub-local Road



3. Definisane specifikacije
ulaznih podataka

5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 3:

• Železnički saobraćaj:

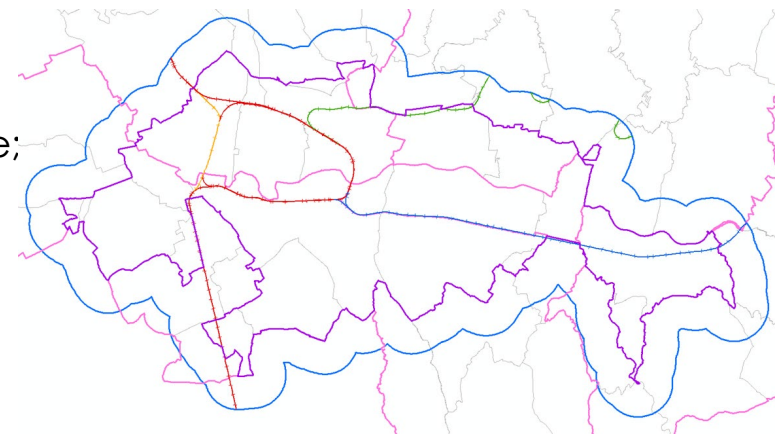
• Podaci o prugama:

- Lokacija središnje linije pruge između dve šine;
- Ograničenje brzine na koloseku;
- Hrapavost šina;
- Vrsta osnove pruge i podložnih ploča;
- Vrsta mosta;
- Poluprečnik kružne krivine za deonice sa škripanjem;
- Prigušivanje šina ili mere za smanjenje buke.

• Podaci o šinskim vozilima:

- Vrsta šinskog vozila (lokomotiva, putnički vagon ili teretni vagon), tip vuče (dizel, dizel-električna, električna), ukupna težina, broj osovina/točkova, vrsta kočnice, mere prigušenja buke točkova - po vozilu;
- Protok saobraćaja (broj svakog šinskog vozila po vremenskom periodu, po deonici koloseka);
- Brzina svakog šinskog vozila po vremenskom periodu, po deonici koloseka
- Vrsta protoka (ubrzavanje, konstantna brzina, prazan hod);
- Hrapavost točkova.

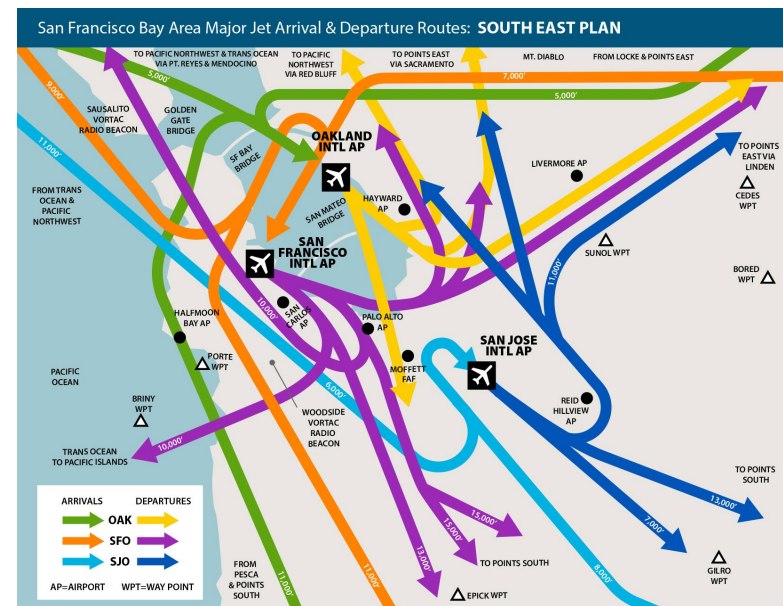
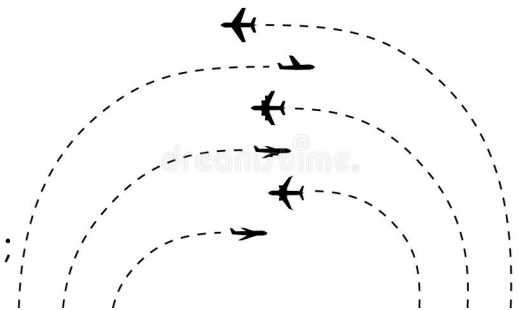
3. Definisanje specifikacija
ulaznih podataka



- Pruga A - Beograd-Mladenovac-Niš-Preševo
- Pruga B - Trupale-Niš Ranžirna-Međurovo
- Pruga C - Niš-Dimitrovgrad
- Pruga D - (Niš)-Crveni Krst-Zaječar-Prahovo

- **Metodologija – Faza 3:**

3. Definisane specifikacije ulaznih podataka



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 3:

• Industrija:

- Spisak industrijskih postrojenja sa IPPC dozvolom;
- Lokacija industrijskih postrojenja sa IPPC dozvolom;
- Granice industrijske lokacije sa dozvolom;
- Vrsta industrije po lokaciji;
- Dozvoljeni ili izmereni nivo emitovanja buke po lokaciji;
- Radno vreme i promene po godišnjim dobima;
- Izveštaji o merenju buke.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

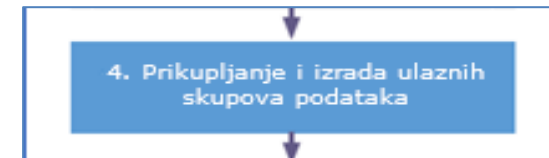
• Metodologija – Faza 3:

- Izloženost stanovništva buci:
 - Namena zgrade, npr. stambena zgrada, škola, bolnica, komercijalna zgrada, industrijska zgrada;
 - Broj stambenih jedinica po zgradi;
 - Broj stanovnika po zgradi ili stambenoj jedinici;
 - Stambene jedinice sa posebnom zvučnom izolacijom.



• Metodologija – Faza 4:

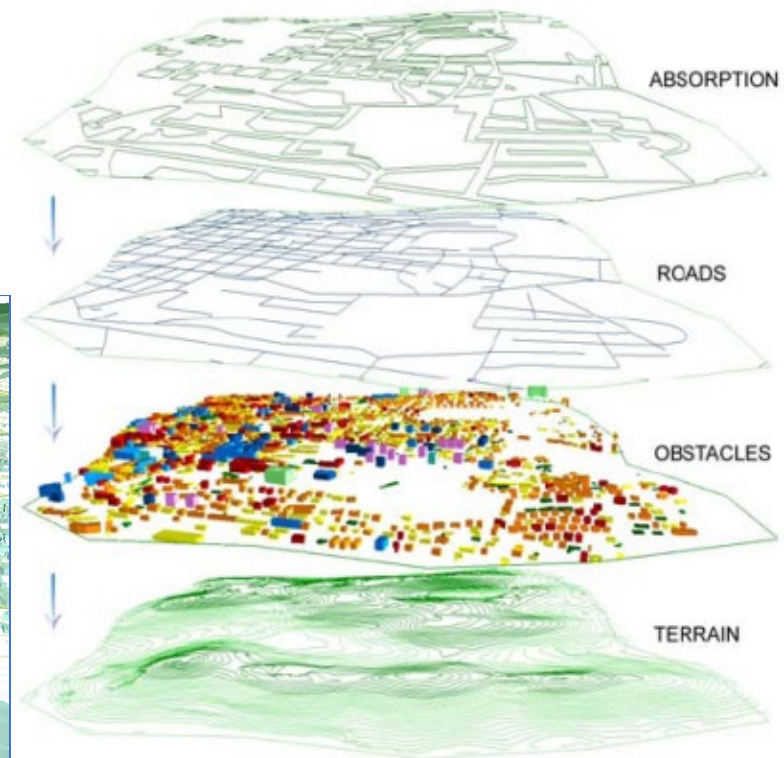
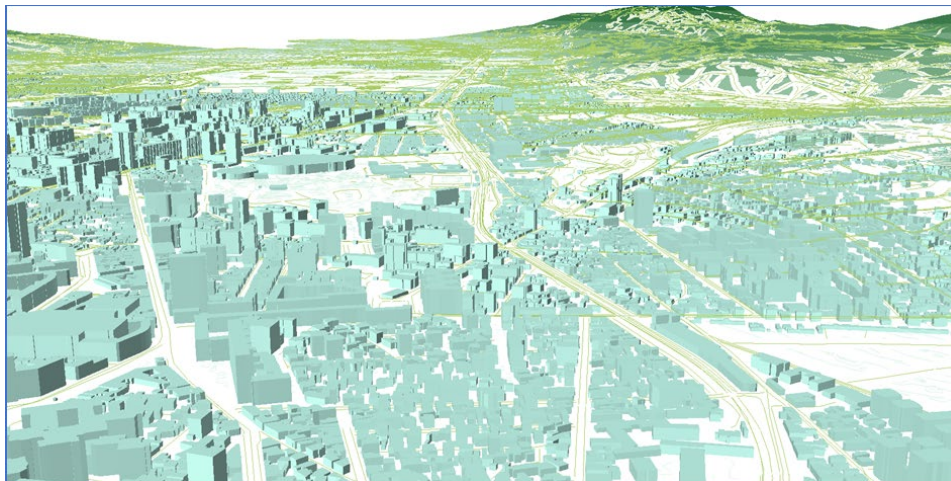
- Prikupljanje ulaznih podataka.
- Razvrstavanje i raspoređivanje u kataloge.
- Poređenje sa specifikacijom podataka.
- Identifikacija podataka koji nedostaju.
- Predlog mehanizama za kompletiranje podataka.
- Vodič kroz dobru praksu.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 5:

- Model terena sa topografijom, barijerama, preprekama ...;
- Model zgrada sa podacima o nameni i broju stanara;
- Model površina – namena i apsorpciona svojstva;
- Model izvora – drumski saobraćaj;
- Model izvora – železnički saobraćaj;
- Model izvora – vazdušni saobraćaj;
- Model izvora – industrijska IPPC postrojenja.

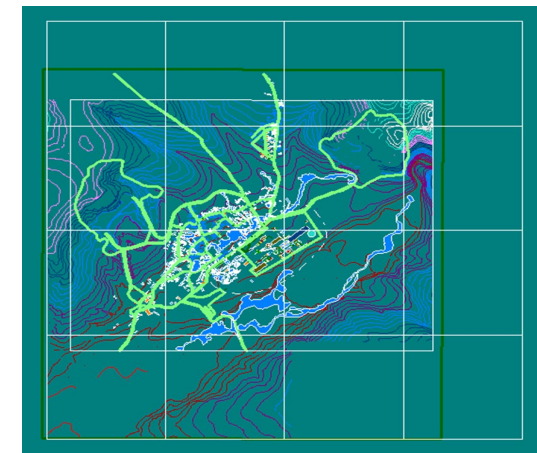


5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 6:

- Izračunavanje indikatora buke.
- Kraći proces od procesa prikupljanja podataka i izrade akustičkog modela.
- Izračunavanje se može kontrolisati postavkama korisnika:
 - Rezolucija mreže na kojoj se računa nivo buke;
 - Broj refleksija koje se uzimaju u obzir.
- Za proveru postavki preporučuje se probni proračun:
 - Područje površine 5 x 5 km, sa područjem za proračun 1 x 1 km.
- Proces izračunavanja se može optimizirati:
 - Segmentacijom proračuna:
 - Podela velikog područja na manja područja za proračun;
 - Korišćenjem više servera za proračun.

6. Izračunavanje nivoa buke



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 6:

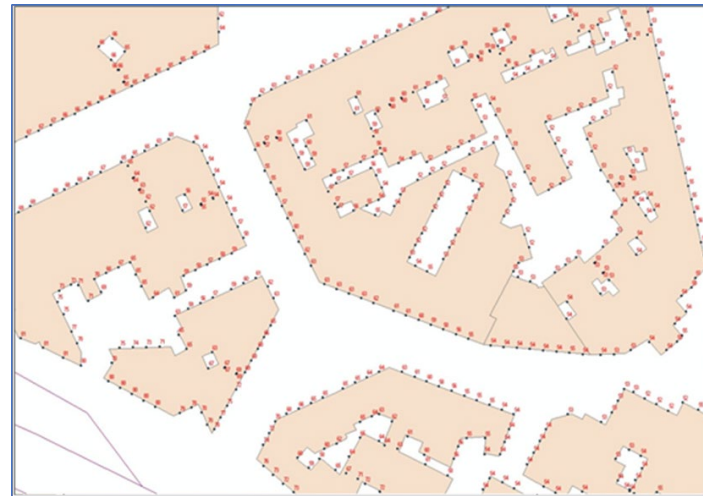
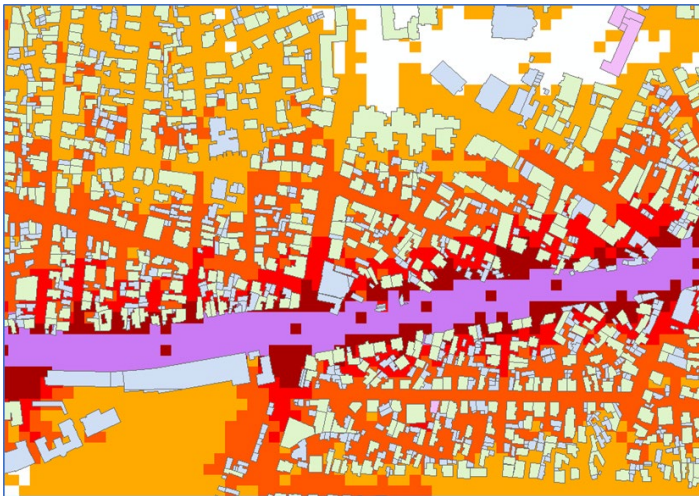
- Provera verodostojnosti SKB – verifikacija SKB.
- Odstupanja mogu biti posledica:
 - Tipa površine puta;
 - Brzine vozila;
 - Gužve i ponašanja u saobraćaju;
 - Promene u emisiji buke industrijskih izvora;
 - Promene u emisiji usled konfiguracije vazduhoplova, i sl.
- Merenje buke u odabranim referentnim lokacijama.
- Istovremeno praćenje:
 - Parametara emisije izvora buke;
 - Meteoroloških prametara.
- Proračun indikatora buke za uslove iz monitoringa buke.
- Poređenje proračunatih i izmerenih vrednosti indikatora buke.
- Ako slaganje nije zadovoljavajuće (proračunate vrednosti van 95% intervala) – promena parametara emisije izvora buke.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 6:

- Finalno izračunavanje indikatora buke:
 - Glavni putevi i putevi u aglomeraciji;
 - Glavne pruge i pruge u aglomeraciji;
 - Industrija u aglomeraciji;
 - Aerodromi.
- Proračun na mreži (10 x 10 m) – grafičko predstavljanje rezultata.
- Proračuni na prijemnicima na fasadi – ocena izloženosti zgrada i stanovništva.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Metodologija – Faza 7:

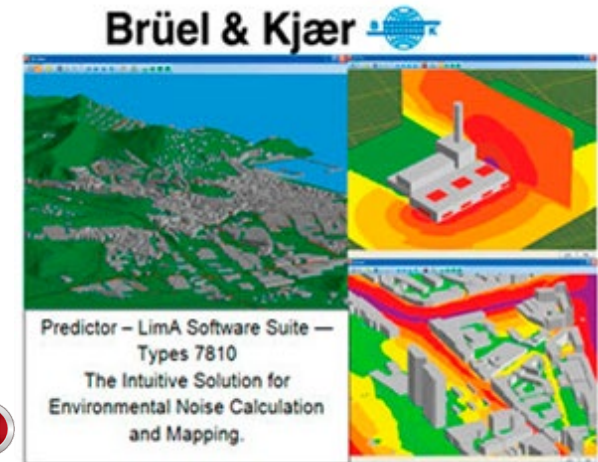
- Predstavljane podataka u grafičkoj formi:
 - Izolinije buke u opsezima od 5 dB.
- Predstavljane podataka u tabelarnoj formi.
- Ocena izloženosti buci:
 - Područje izloženo opsezima nivoa buke;
 - Broj stambenih jedinica izloženih opsezima nivoa buke;
 - Broj ljudi koji žive u stambenim jedinicama izloženih opsezima nivoa buke;
 - Broj ljudi koji žive u stambenim jedinicama sa tihom fasadom izloženih opsezima nivoa buke;
 - Broj ljudi koji žive u stambenim jedinicama sa posebnom zvučnom izolacijom izloženih opsezima nivoa buke;
 - Uznemiravanje stanovništva bukom u naseljenim mestima korišćenjem LKZ metode; i
 - Stambene zgrade koje prekoračuju granične vrednosti buke u datom području.

7. Naknadna obrada i analiza

5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Softverski alati.

- Predictor-Lima;
- CadnaA;
- Sound Plan;
- IMMI softver;
- NOISE MAP - SiteNoise 2000;
- Za izradu jednostavnih modela:
 - web alat: <https://noisetools.net/>
 - Kratko uputstvo:



SoundPLAN International LLC

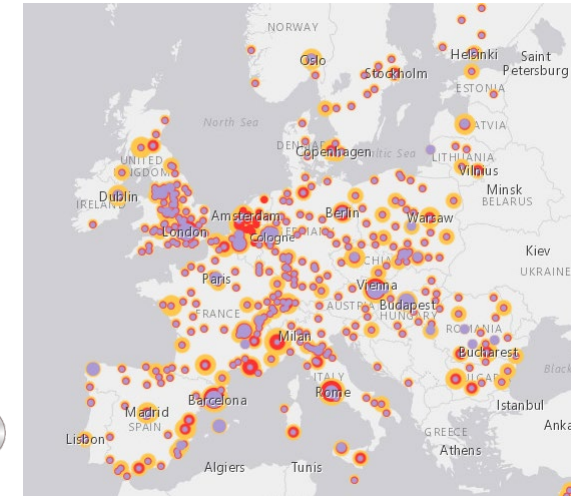
DESIGNING
A SOUND
ENVIRONMENT



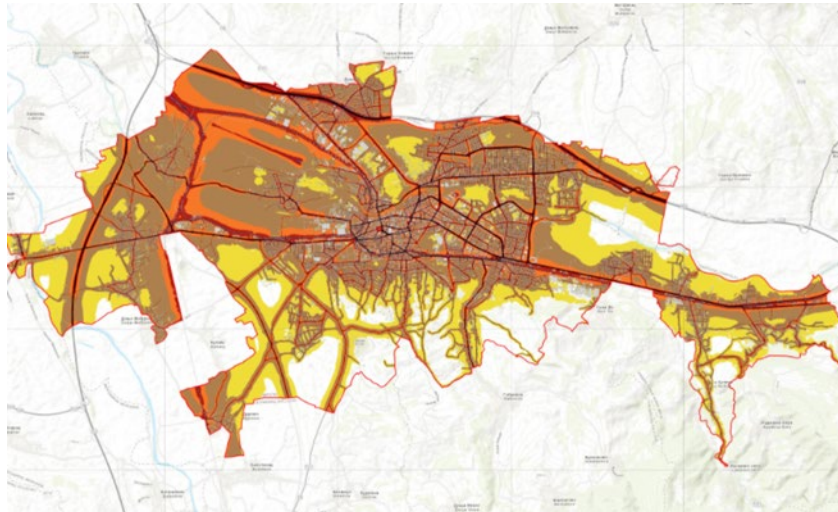
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Rezultati.

- Strateške karte buke u EU.

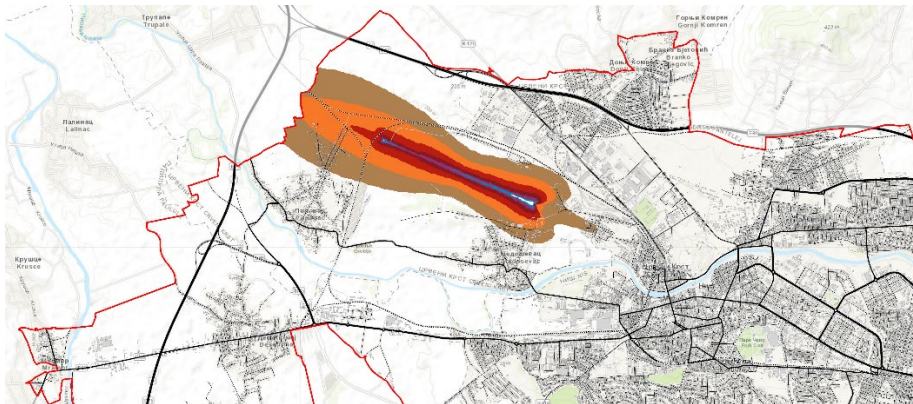


- Strateške karte buke – Grad Niš.



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Rezultati – Grad Niš: Vazdušni saobraćaj











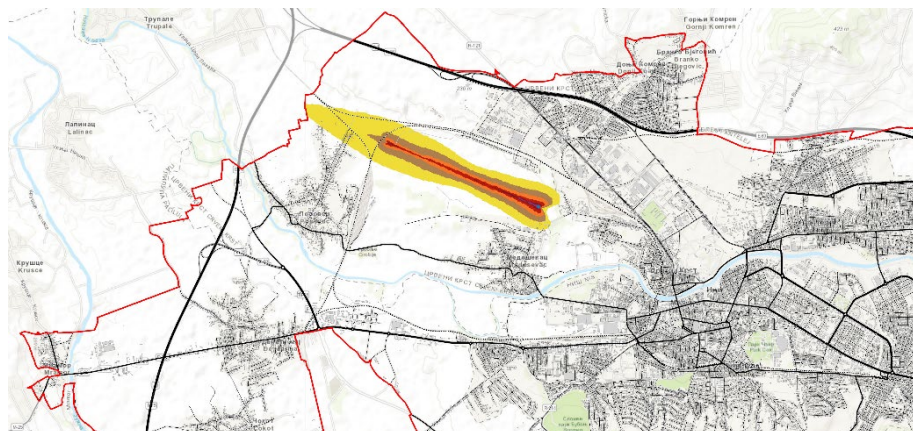
Noise Indicator-Lnight
L dBA

45 < L < 50
50 < L < 55
55 < L < 60
60 < L < 65
65 < L < 70
70 < L < 75
75 < L < 80

Calculated height: 4 m
Grid result: 10 m

Basic Legend

	Agglomeration Boundary
	Roads
	Category
	Major Roads
	Roads
	Other Roads
	Railways
	Buildings



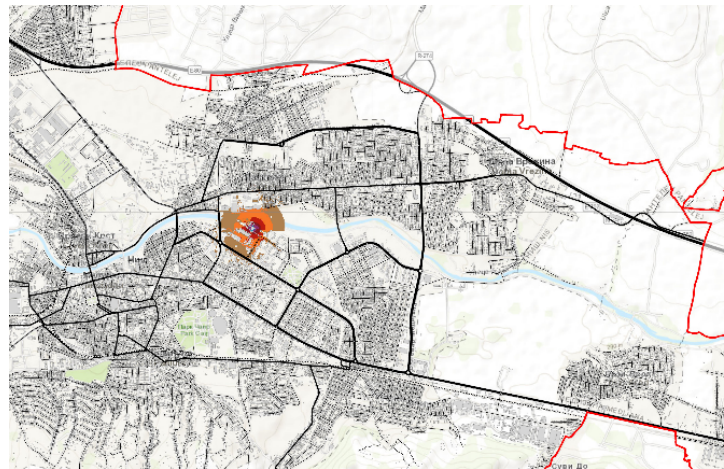
Noise Indicator-Lnight
L dBA

45 < L < 50
50 < L < 55
55 < L < 60
60 < L < 65
65 < L < 70
70 < L < 75
75 < L < 80

Calculated height: 4 m
Grid result: 10 m

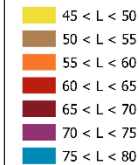
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Rezultati – Grad Niš: Industrija



Noise Indicator-Lnight

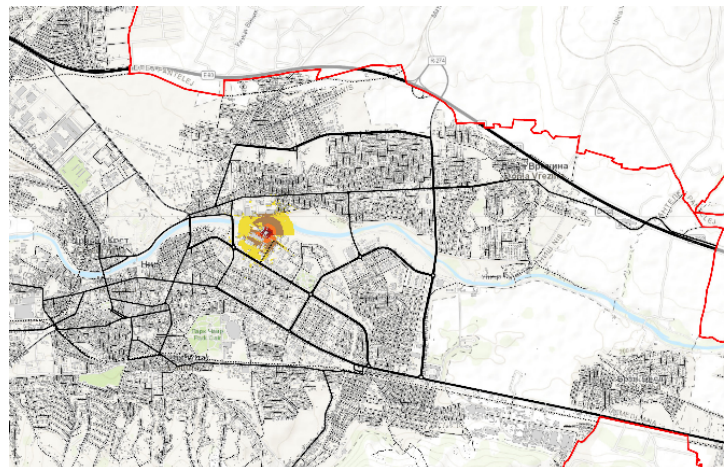
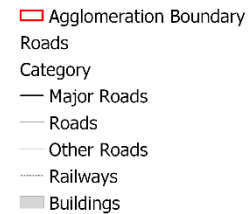
L dBA



Calculated height: 4 m

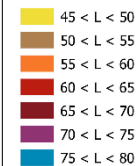
Grid result: 10 m

Basic Legend



Noise Indicator-Lnight

L dBA

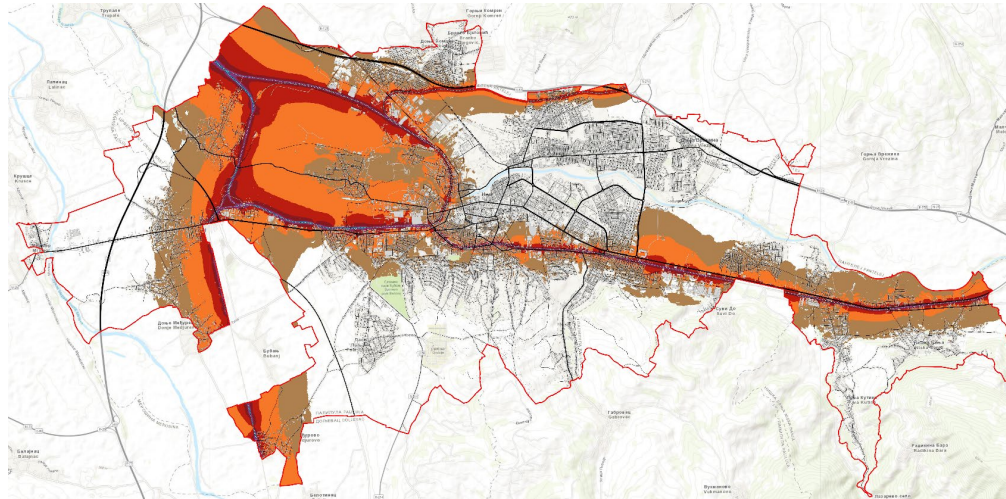


Calculated height: 4 m

Grid result: 10 m

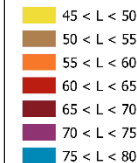
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Rezultati – Grad Niš: Železnički saobraćaj



Noise Indicator-Lnight

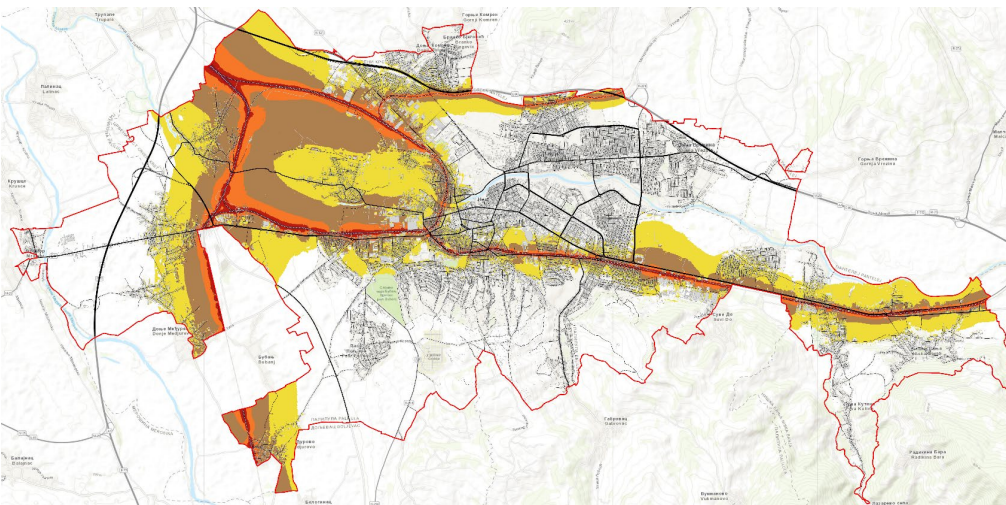
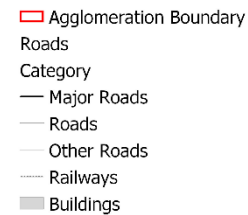
L dBA



Calculated height: 4 m

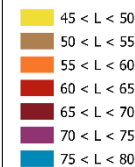
Grid result: 10 m

Basic Legend



Noise Indicator-Lnight

L dBA

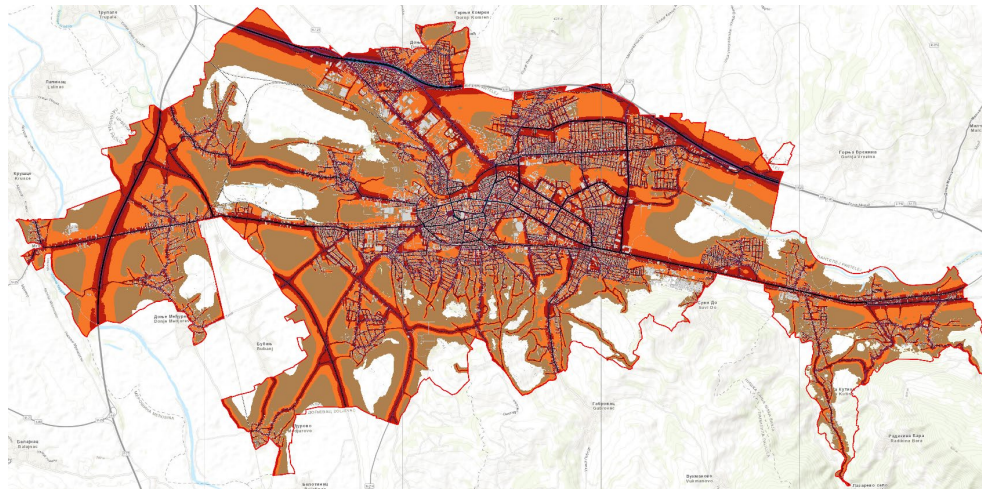


Calculated height: 4 m

Grid result: 10 m

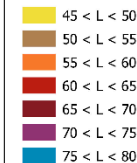
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Rezultati – Grad Niš: Drumski saobraćaj



Noise Indicator-Lnight

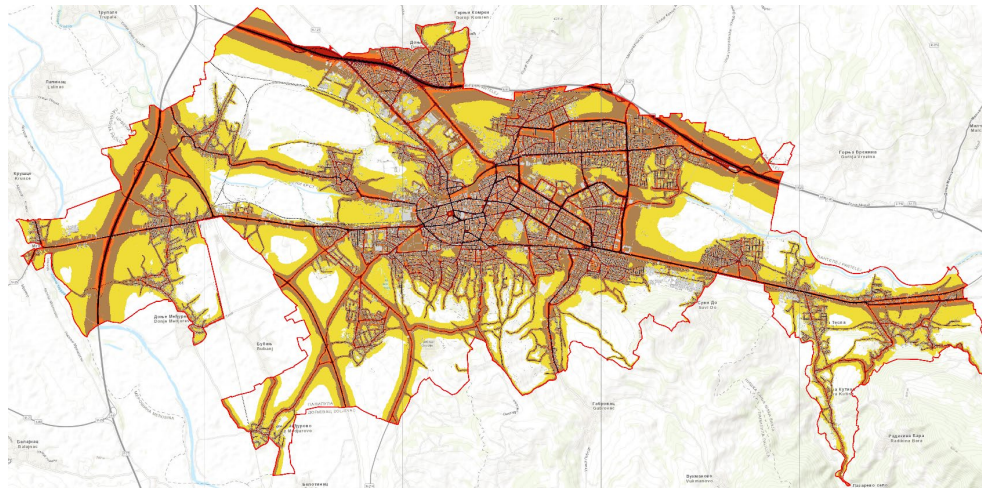
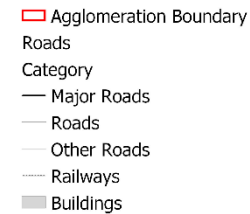
L dBA



Calculated height: 4 m

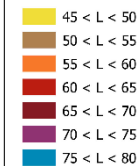
Grid result: 10 m

Basic Legend



Noise Indicator-Lnight

L dBA

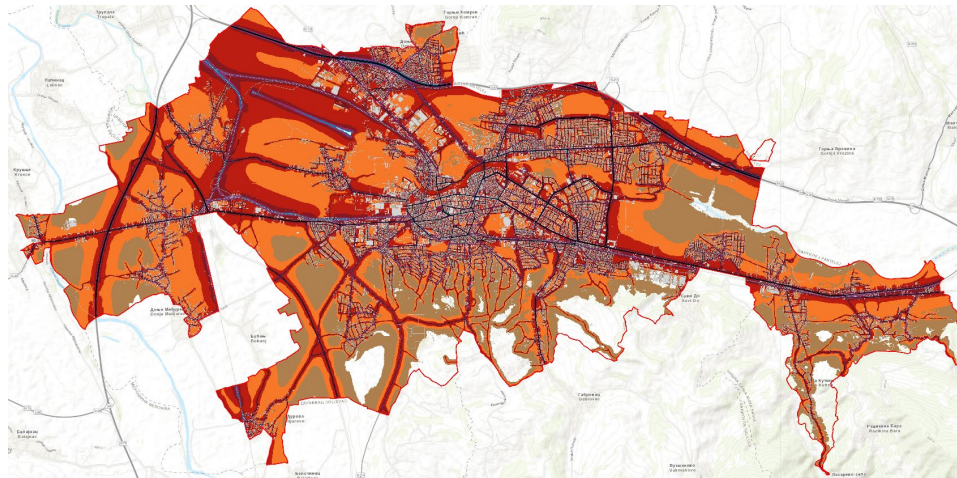


Calculated height: 4 m

Grid result: 10 m

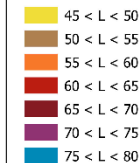
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Rezultati – Grad Niš: Svi izvori buke



Noise Indicator-Lnight

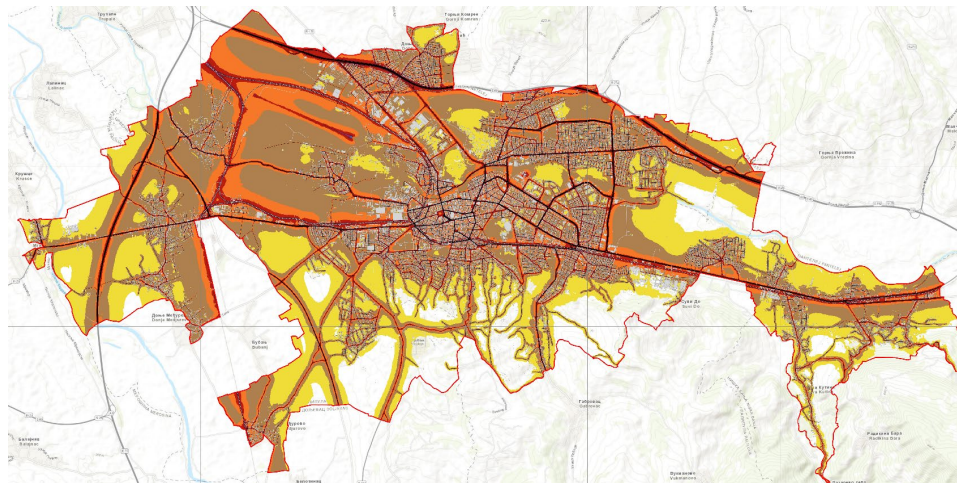
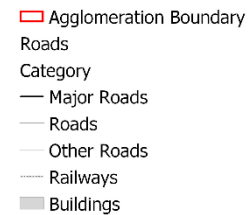
L dBA



Calculated height: 4 m

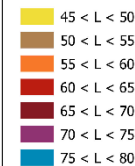
Grid result: 10 m

Basic Legend



Noise Indicator-Lnight

L dBA



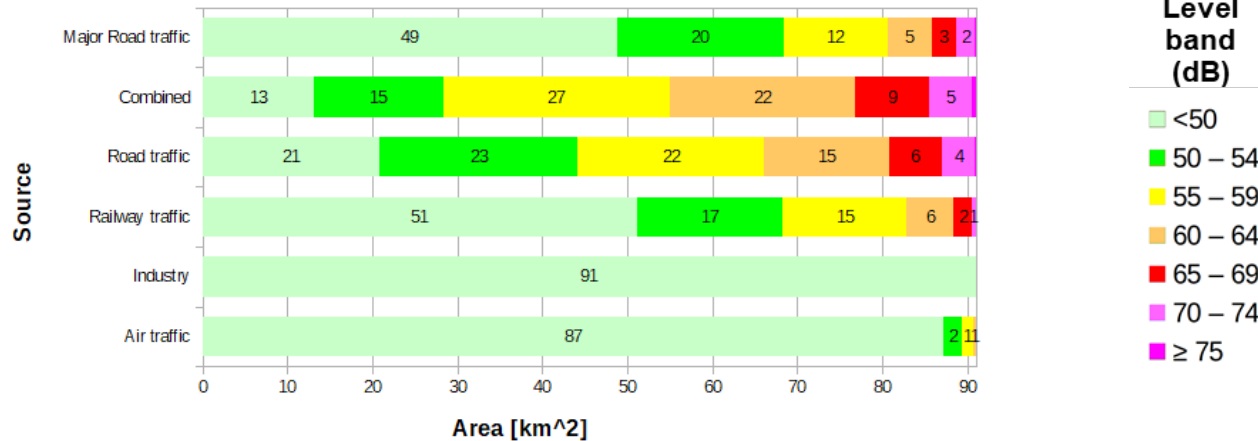
Calculated height: 4 m

Grid result: 10 m

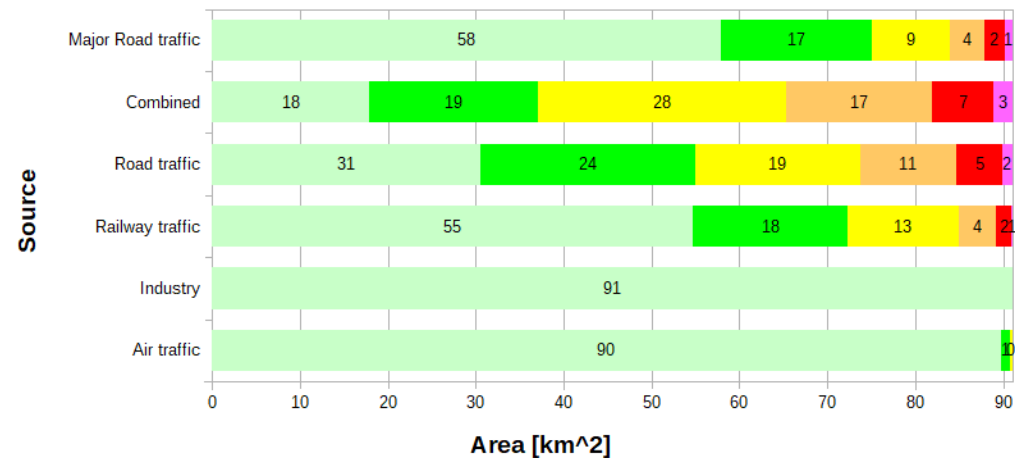
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- Rezultati** – Grad Niš: Područje izloženo buci

Area Exposed - LDEN



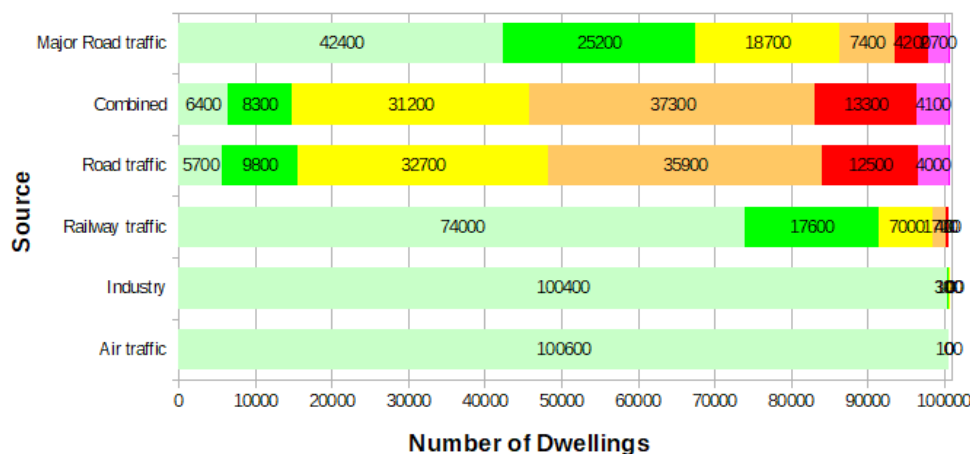
Area Exposed - Night



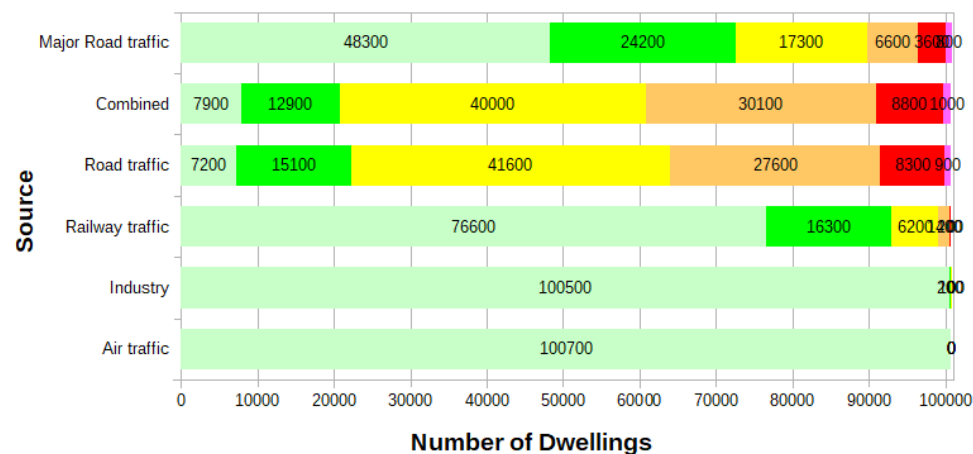
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- Rezultati** – Grad Niš: Stambene jedinice izložene buci

Number of Exposed Dwellings - LDEN



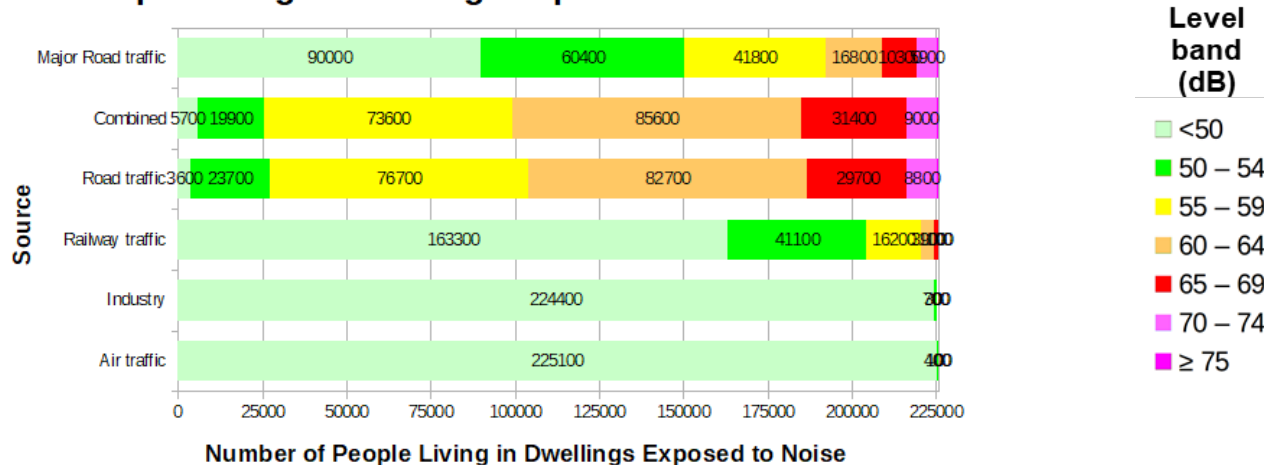
Number of Exposed Dwellings - Night



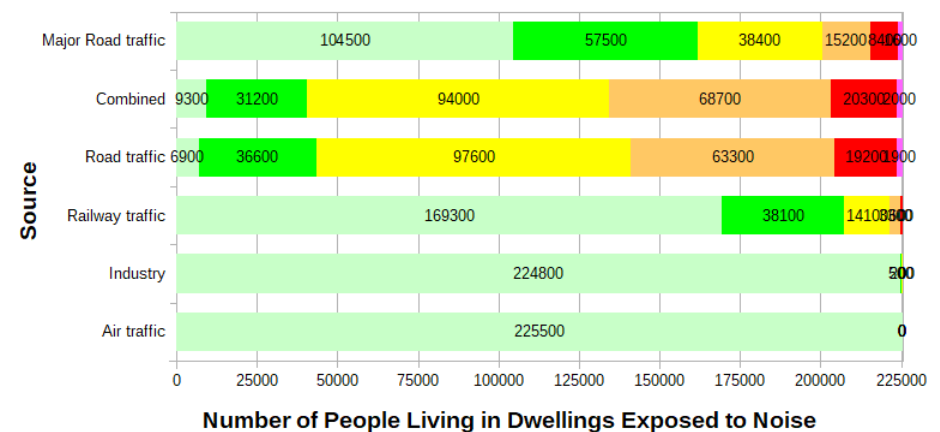
5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

- Rezultati** – Grad Niš: Ljudi u stambenim jedinicama izloženi buci

People Living in Dwellings Exposed to Noise - LDEN



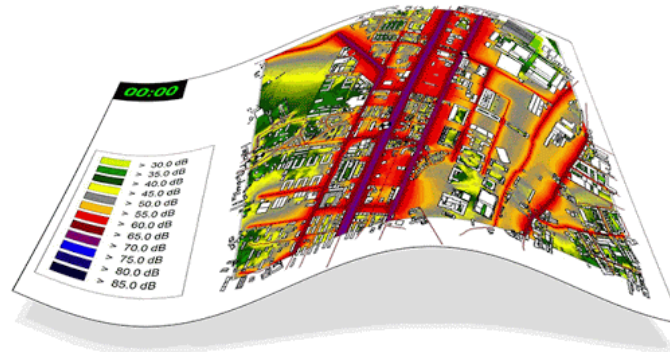
People Living in Dwellings Exposed to Noise - Lnight



5.2 Mapiranje buke u životnoj sredini

• Dinamičke strateške karte buke.

- Projekat DYNAMAP - ciljevi.
 - Razvoj automatizovanog postupka mapiranja buke;
 - Razvoj jeftinih senzora i uređaja za komunikaciju;
 - Implementacija i testiranje;
 - Demonstracija značajnog smanjenja resursa;
 - Poboljšanje i olakšavanje informisanosti
- Projekat DYNAMAP – primena:
 - Aglomeracija Milano;
 - Drumska saobraćajnica A90 oko Rima.



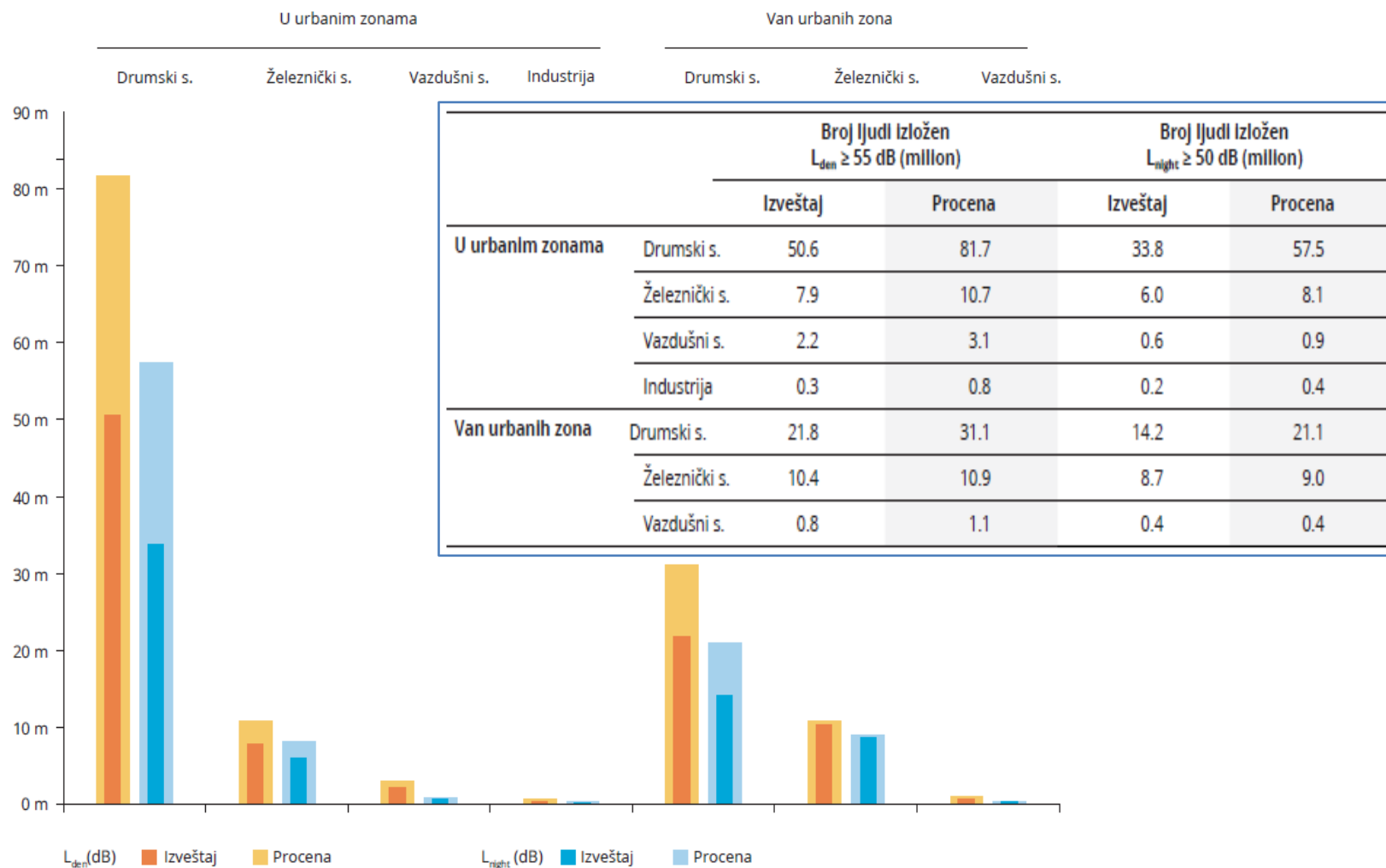
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- EAA izveštaj – Buka u životnoj sredini u Evropi - 2020.
 - Stanje nivoa buke nakon trećeg kruga izrade SKB (31. 12. 2017);
 - 30% podataka nije bilo na raspolaganju – urađena procena;
 - Obuhvaćeno 32 zemlje: EEA 33 – Turska;
 - Za neke zemlje je rađena procena na osnovu prethodnih izveštaja - nisu dostavljeni podaci pre izrade EEA izveštaja.
 - Strateške karte buke - END preporučene ili nacionalne metode za proračun buke;
 - Broj ljudi izložen $L_{\text{den}} \geq 55 \text{ dB}$ i $L_{\text{night}} \geq 50 \text{ dB}$.



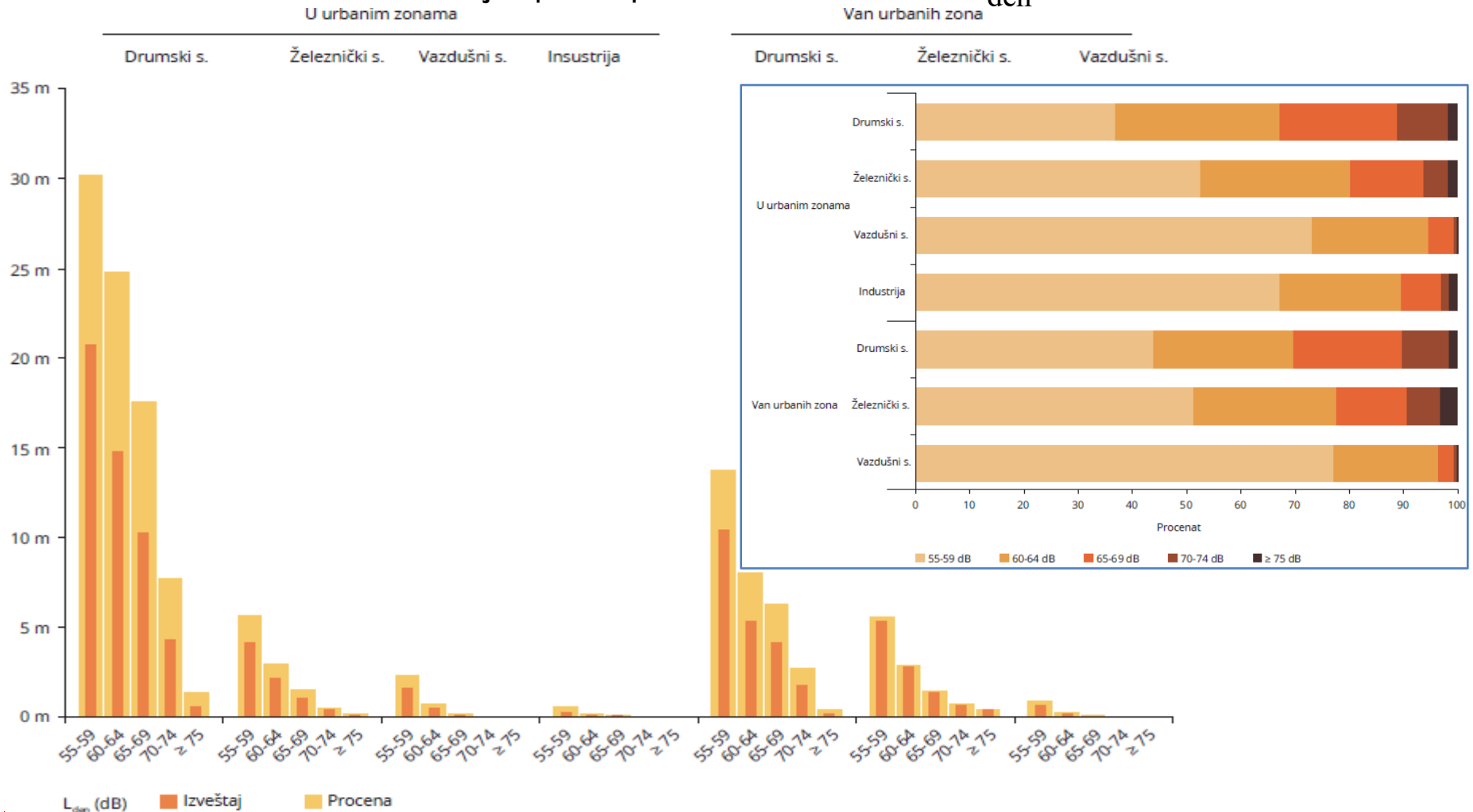
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Izloženost stanovništva buci u životnoj sredini.

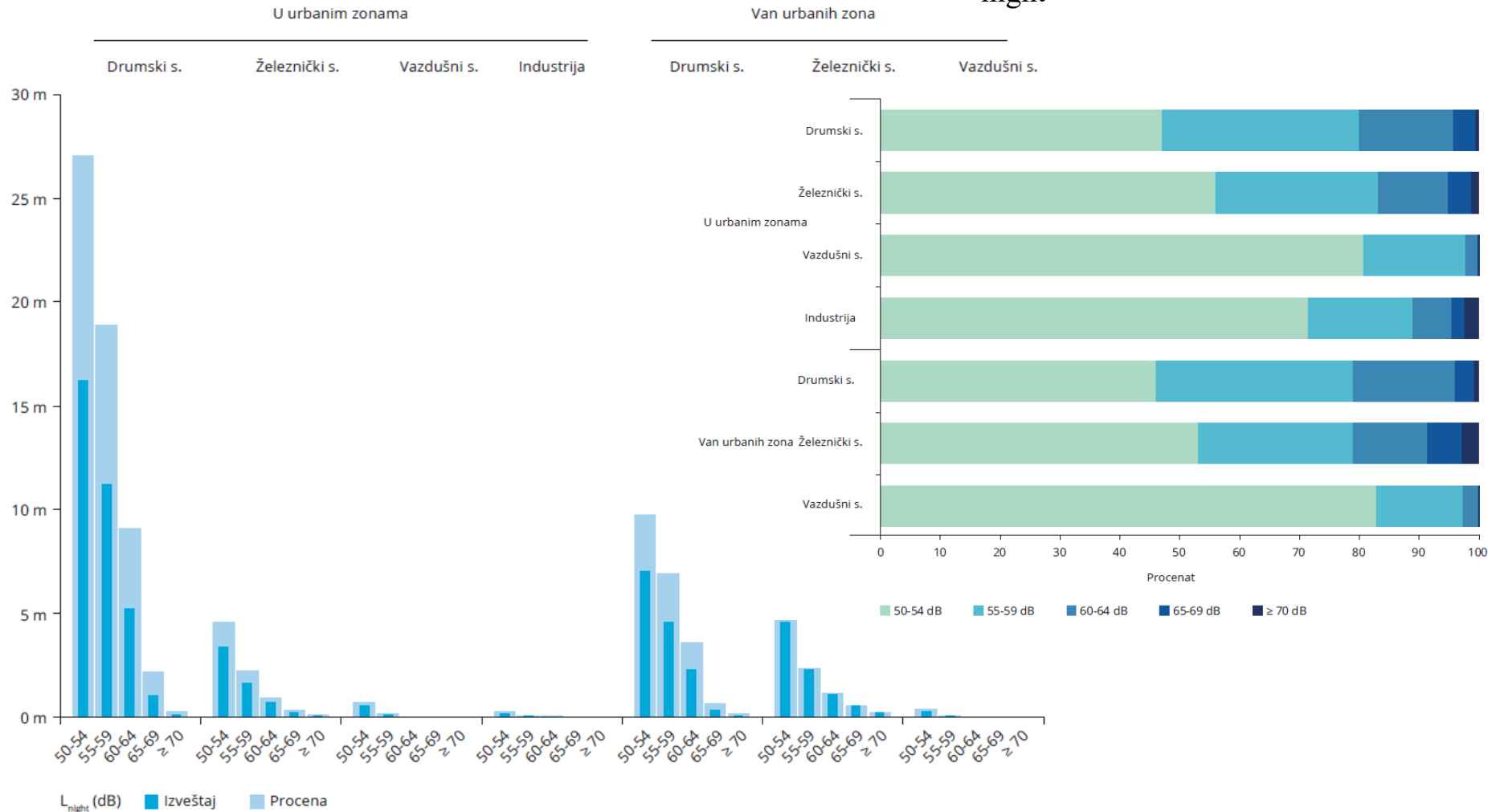


5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Izloženost i distribucija po opsezima nivoa - L_{den}

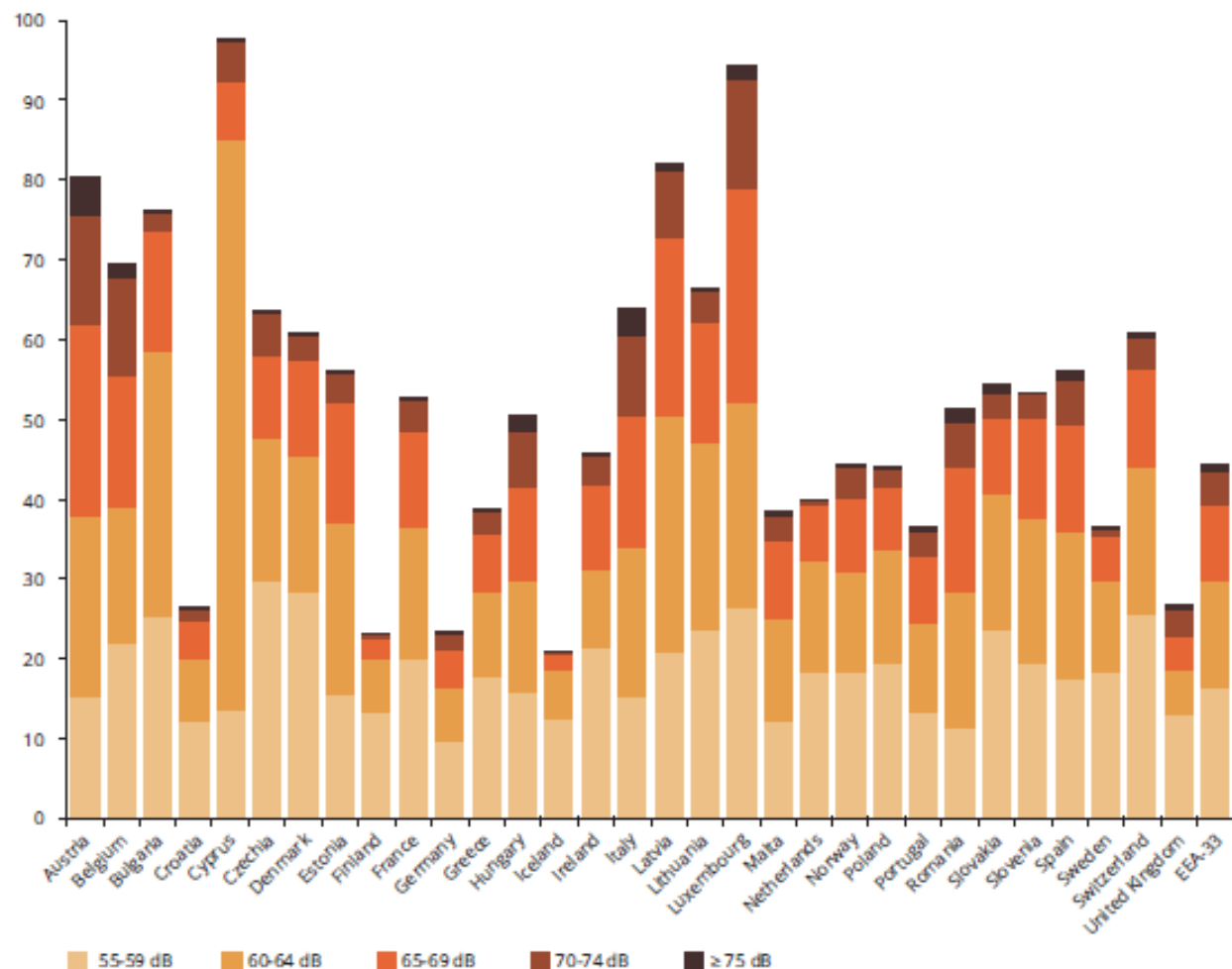


- Izloženost i distribucija po opsezima nivoa - L_{night} .



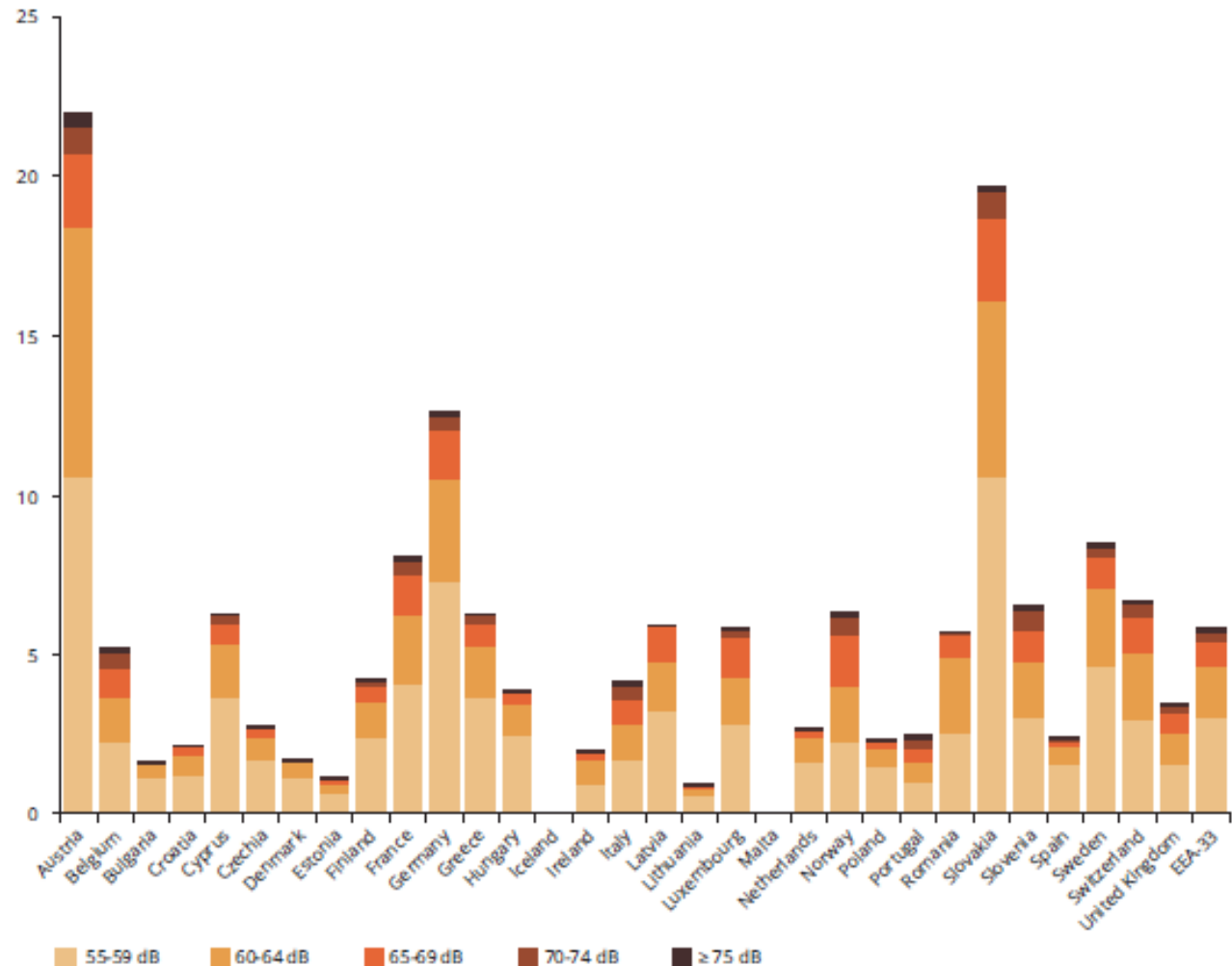
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Pocenat izloženog stanovništava buci drumskog saobraćaja po opseзима - L_{den} .



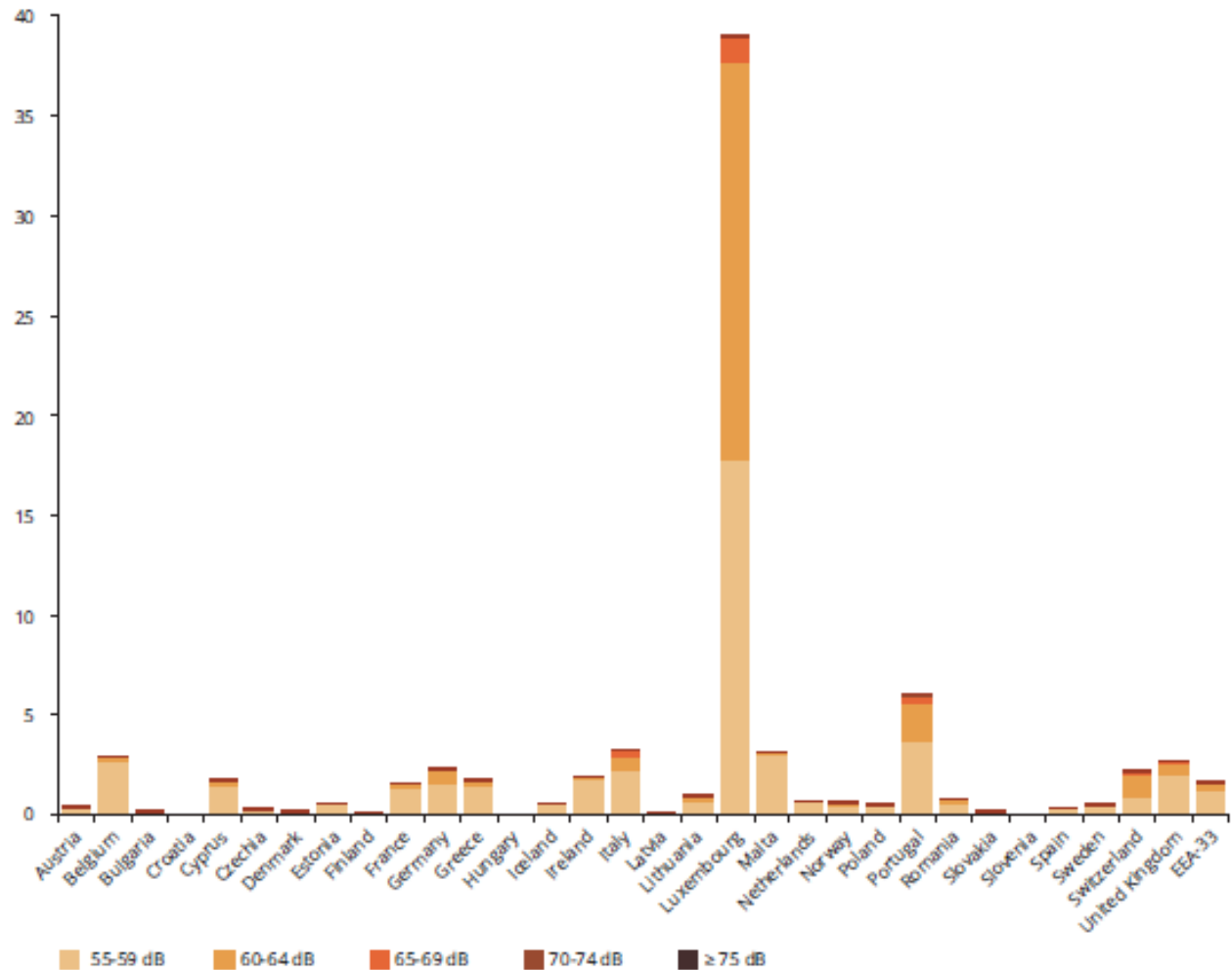
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Pocenat izloženog stanovništava buci železničkog saobraćaja po opsezima - L_{den} .



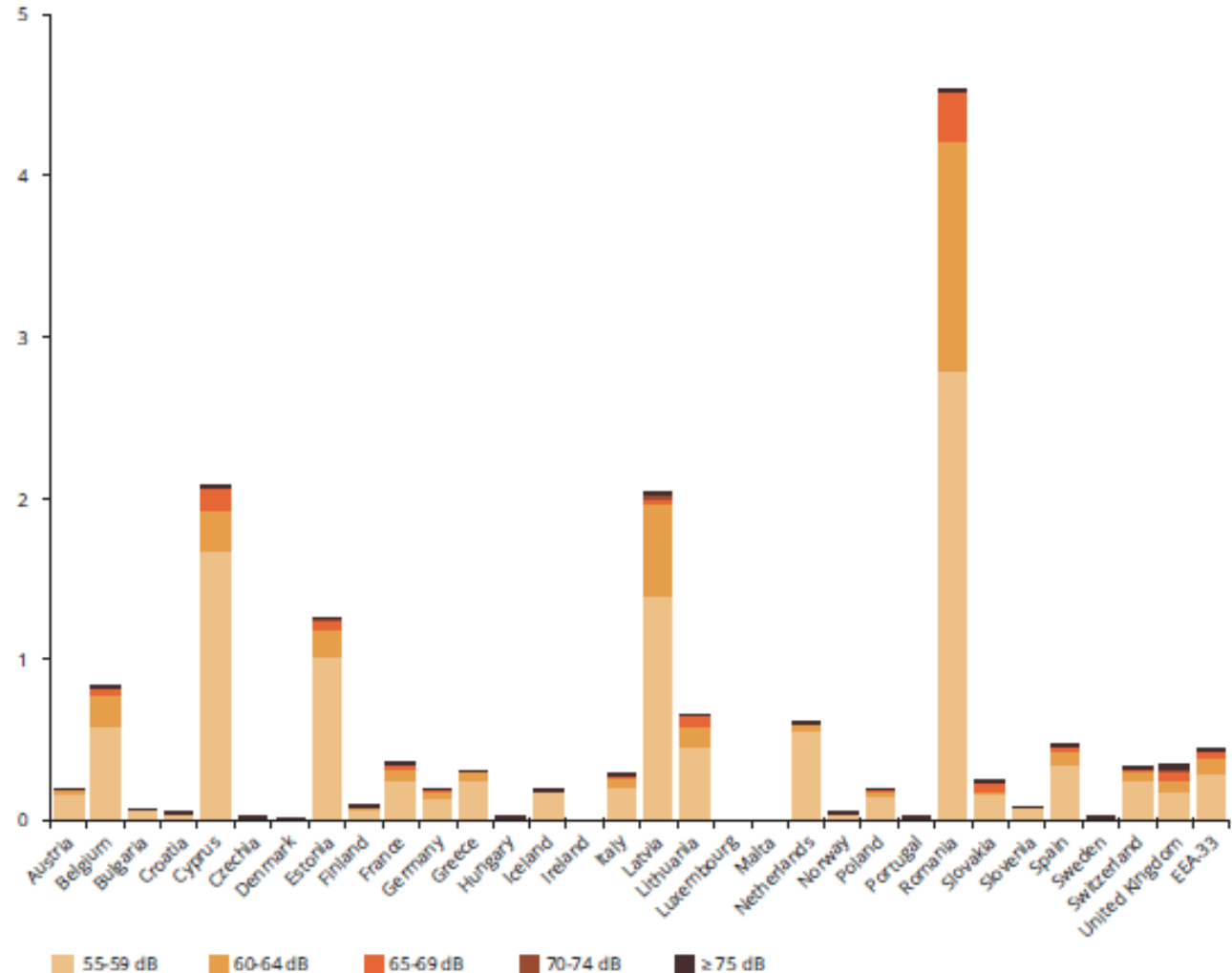
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Pocenat izloženog stanovništava buci vazdušnog saobraćaja po opseзима - L_{den} .



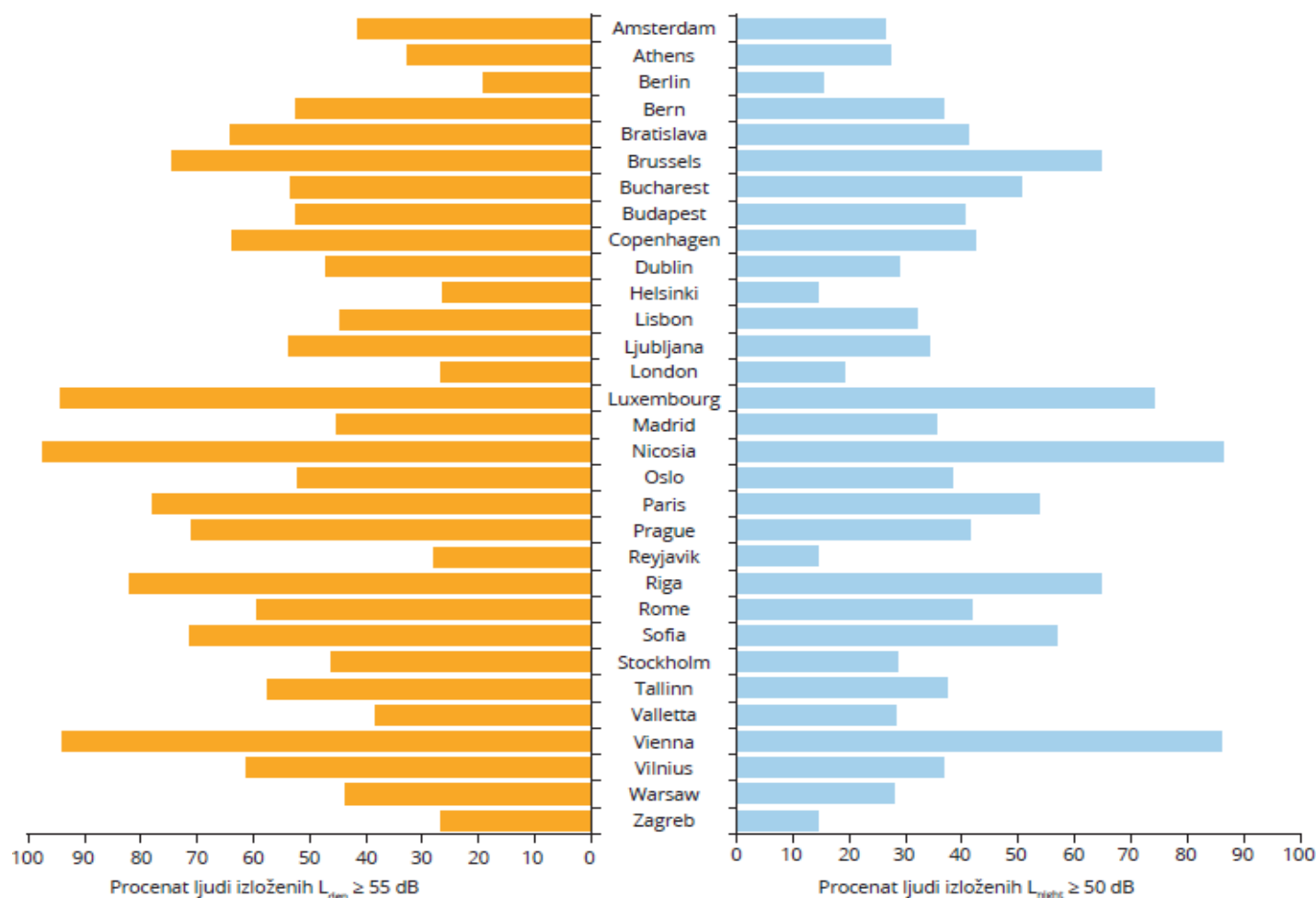
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Pocenat izloženog stanovništava industrijskoj buci po opsezima - L_{den} .



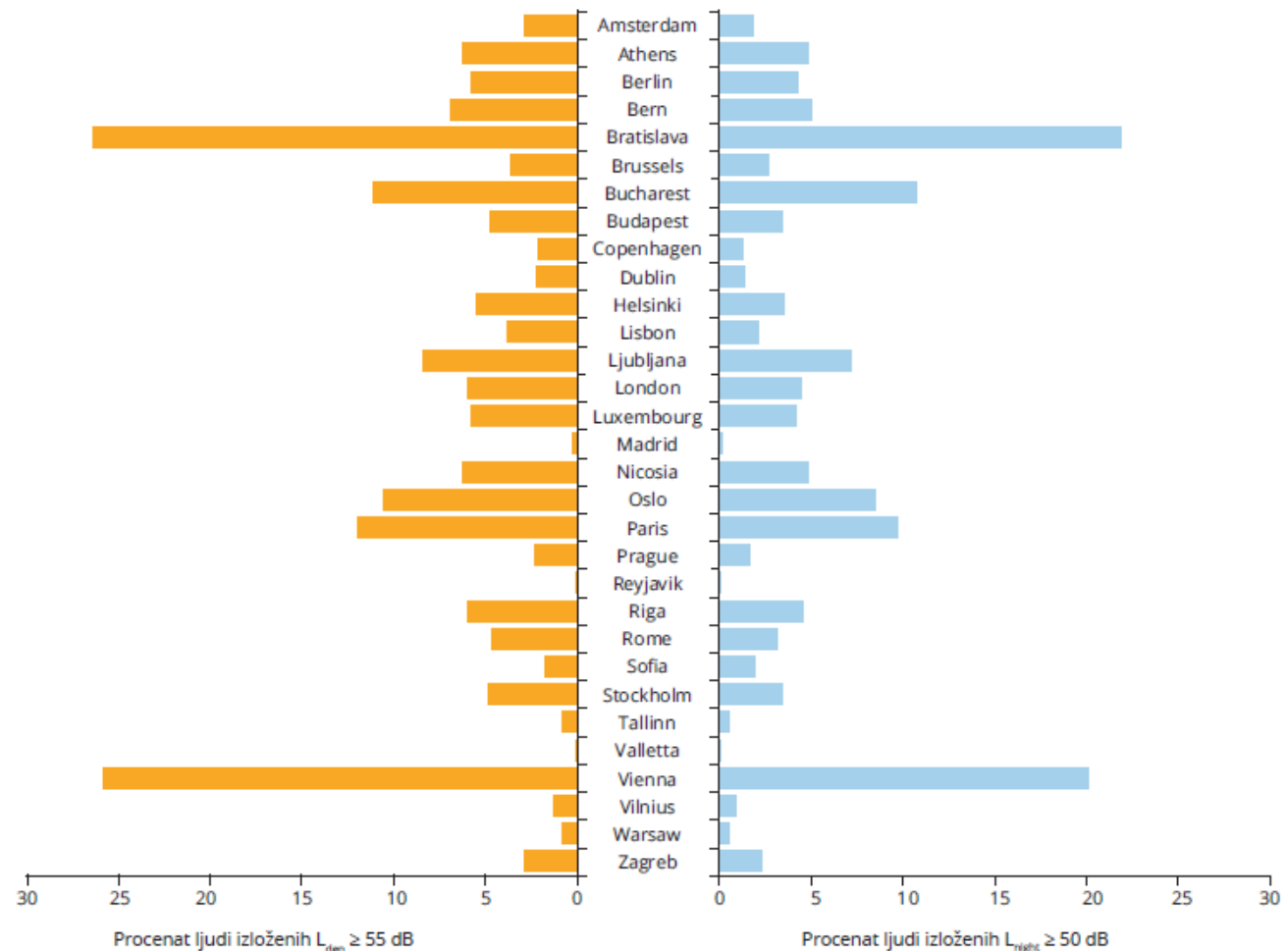
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Procenat izloženosti stanovništava u glavnim gradovima – drumski saobraćaj.



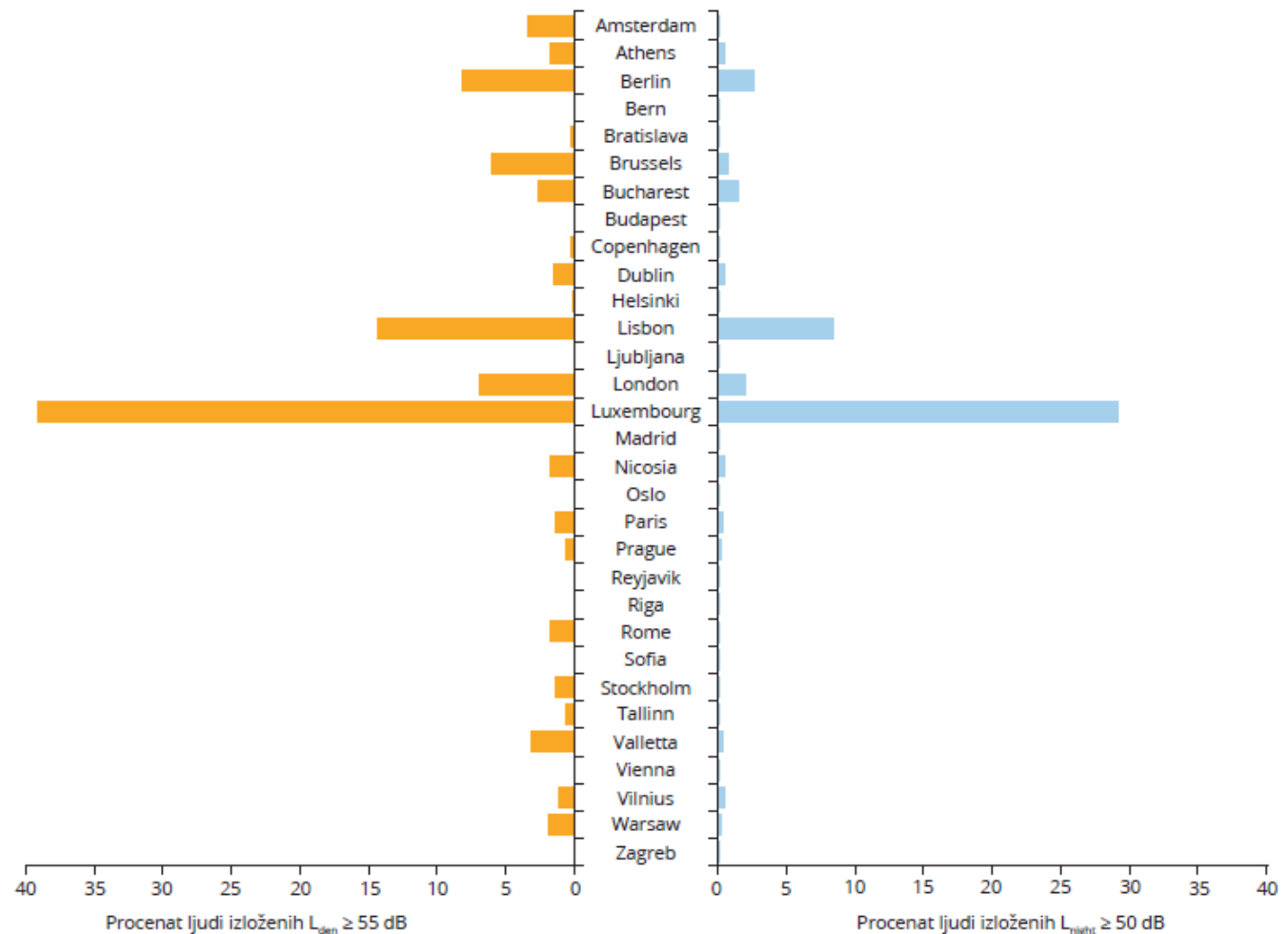
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Procenat izloženosti stanovništava u glavnim gradovima – železnički saobraćaj.



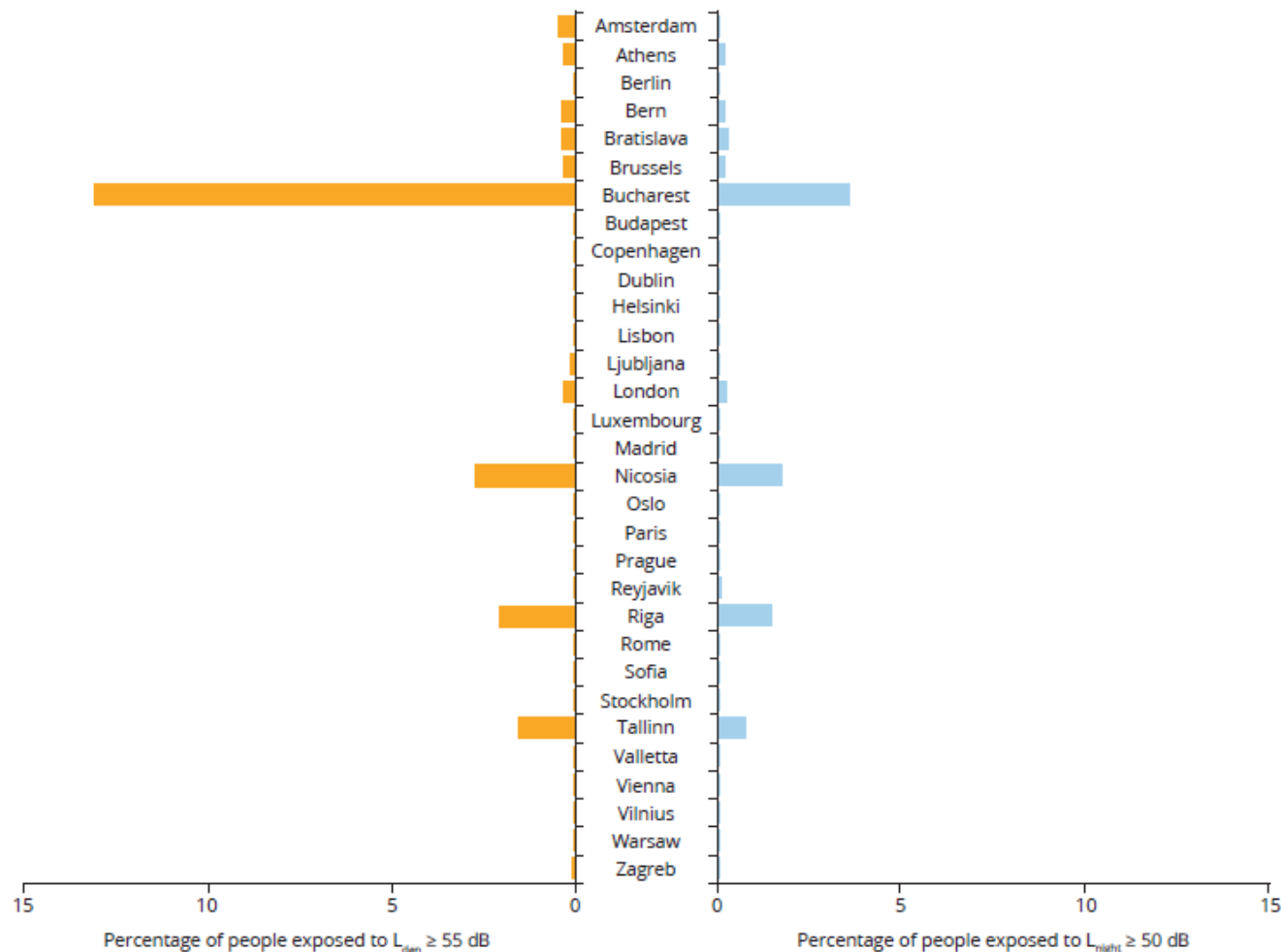
5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Procenat izloženosti stanovništava u glavnim gradovima – vazdušni saobraćaj.



5.3 Stanje buke u životnoj sredini

- Procenat izloženosti stanovništava u glavnim gradovima – industrija.



Pitanja za proveru znanja (1)

1. Šta je akustičko zoniranje i koji su njegovi ciljevi?
2. Klasifikacija teritorija na 6 akustičkih zona u Republici Srbiji?
3. Metodologija akustičkog zoniranja?
4. Osnovne definicije kod akustičkog mapiranja i ciljevi?
5. Sadržaj strateških karata buke prema END?
6. Metodologija izrade strateških karata buke – priprema podataka?
7. Metodologija izrade strateških karata buke – izrada akustičkog modela i izračunavanje buke?
8. Načini predstavljanja podataka iz strateške karte buke.
9. Stanje nivoa buke u životnoj sredine u EEA-33 – ključne brojke?

Na kraju nastavne jedinice studenti treba da (1):

- ✓ Razumevaju potrebu za akustičkim zoniranjem.
- ✓ Poznaju propise u oblasti akustičkog zoniranja.
- ✓ Znaju da definišu akustičke zone u Republici Srbiji.
- ✓ Razumeju metodologiju akustičkog zoniranja.
- ✓ Znaju da primene kvalitativni i kvantitativni pristup pri akustičkom zoniranju.
- ✓ Razumeju značaj izrade stateških karata buke.
- ✓ Znaju definicije aglomeracije, glavnih puteva, glavnih železničkih pruga i glavnih aerodroma.
- ✓ Poznaju propise u oblasti izrade strateških karata buke.
- ✓ Znaju obuhvat starteških karata buke.
- ✓ Znaju najniže i najviše nivoe buke za koje se procenjuje broj ljudi izložen buci.
- ✓ Razumeju metodologiju strateških karata buke.

Na kraju nastavne jedinice studenti treba da (1):

- ✓ Poznaju principe za određivanje granica aglomeracije i tampon zone.
- ✓ Znaju koja se zajednička metoda koristi za izračunavanje nivoa buke.
- ✓ Poznanju neophodne skupove ulaznih podataka za izradu strateških karata buke.
- ✓ Znaju sadržaj akustičkog modela.
- ✓ Razumeju značaj provere verodostojnosti strateških karata buke i značaj merenja u tom procesu.
- ✓ Poznaju načine predstavljanja podataka iz strateških karata buke.
- ✓ Upoznati su sa stanjem nivoa buke u životnoj sredini u zemljama EEA-33.
- ✓ Znaju dominantne izvore buke u životnoj sredini i ključne brojke za ocenu izloženosti buci.



AKUSTIČKO ZONIRANJE I MAPIRANJE BUKE. STANJE BUKE

"This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"



**Strengthening Educational Capacities by Building Competences and Cooperation
in the Field of Noise and Vibration Engineering**



www.senvibe.uns.ac.rs