ZAST d.o.o. SPLIT
ZA ZAŠTITU NA RADU, ZAŠTITU OD POŽARA
I ZAŠTITU ČOVJEKOVE OKOLINE
ISO 9001
Q-1090
21000 SPLIT - Tončićeva 2/I
Faks: 021/345-385
E-mail: zast@st.t-com.hr
Tel.: 021/348-367, 348-422, 345-385

STRATEŠKA

KARTA BUKE GRADA SPLIT

Split, svibanj 2009. g.

NARUČITELJ: **ŽUPANIJA SPLITSKO-DALMATINSKA**
GRAD SPLIT
SPLIT, Obala kneza Branimira 17

IZRAĐIVAČ: **"ZAST" d.o.o**. ZAVOD ZA ZAŠTITU NA RADU, ZAŠTITU OD POŽARA I ZAŠTITU ČOVJEKOVE OKOLINE

Tončićeva 2/I, Split
Tel. 021/348-367, 348-422, 345-385
E-mail: zast@st.t-com.hr

JOSIP RADOJKOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Direktor:

MLADEN MIJAČ, dipl.ing.stroj.

Suradnici:

dr.sc.ALAN ŠTIMAC, dipl.ing.el. dARH2, Zagreb

Konzultanti:

HRVATSKE CESTE d.o.o.
Ispostava Split
IVAN DANOLIĆ, d.i.p.

GISplan d.o.o.
Za geografske informacijske sustave, prostorno planiranje, informatički inženjering i ostale usluge- Split

SAŽETAK PROJEKTA

Ovaj elaborat pruža osnovne podatke i informacije o postupku izrade strateške karte buke Grada Splita, karte buke cestovnog prometa, pružnog prometa i industrijskih pogona i postrojenja koju je, u skladu s ugovornim obvezama br. 617/2006 i 797/2007 izradio je "ZAST" d.o.o. – Split. Rezultati ovako izrađene strateške karte buke Grada Splita namijenjeni su stanovnicima Grada Splita, koji su svakodnevno izloženi određenim razinama buke. Dobiveni rezultati strateške karte buke predstavljaju polaznu točku u upravljanju bukom okoliša. Temeljem ove karte buke, stručne službe grada, prvenstveno Upravni odjel za prostorno planiranje i zaštitu okoliša, Služba za mjesnu samoupravu, zajedničke službe i upravu kroz „instrumente" konfliktne karte buke i akcijskih planova **moraju** utjecati na određena područja koja su pogođena prekomjernim razinama buke prouzročenim određenim izvorom buke.

Izrađena strateška karta buke Grada Splita potpuno je suglasna s pozitivnim zakonskim propisima Republike Hrvatske, zahtjevima Smjernice EU 2002/49 i najbolje stručne prakse izrade strateških karata buke.

SADRŽAJ STRATEŠKE KARTE BUKE GRADA SPLITA:

1. Opis područja izrade "strateške karte buke"
2. Opis mjera i programa zaštite od buke na području grada Splita
3. Način izrade "strateške karte buke" grada Splita
4. Pregled korištenih podataka

Opis geografskih podataka na području izrade karte buke

Podaci o cestovnom prometu

Podaci o industrijskim pogonima i postrojenjima

4.3.1. Mjerenje buke industrijskih postrojenja

Podaci o pružnom prometu

4.4.1. Podaci o intenzitetu pružnog prometa

5. Pregled meteoroloških podataka
6. Opis modela za izradu karte buke

Opis postavki modela

Dopuštene razine buke i namjena prostora

7. Analiza izloženosti stanovništva grada Splita buci
   - 7.1. Analiza izloženosti stanovništva grada Splita buci cestovnog prometa
   - 7.2. Analiza izloženosti stanovništva grada Splita buci pružnog prometa
   - 7.3. Analiza izloženosti stanovništva grada Splita buci industrijskih pogona i postrojenja
8. Grafički dio "strateške karte buke"

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{day} – cestovni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{eveninig}$ – cestovni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{night} – cestovni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{den} – cestovni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{day} – pružni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{eveninig}$ – pružni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{night} – pružni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{den} – pružni promet

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{day} – industrija

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora $L_{eveninig}$ – industrija

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{night} – industrija

Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora L_{den} – industrija

1. OPIS PODRUČJA IZRADE „STRATEŠKE" KARTE BUKE

Područje izrade strateške karte buke obuhvaća **urbano područje Splita** tj. uže gradsko i prigradsko područje (obuhvat GUP-a) tj. gradsko naselje Split, naselja Stobreč, veći dio naselja Kamen te manji dio naselja Žrnovnica), obuhvata 37,5 km^2 . Područje generalnog urbanističkog plana je približno 79,38 km^2.

Ukupna dužina modeliranih cestovnih prometnica na promatranom području izrade strateške karte buke iznosi 101,545 km, uključujući sve kategorije cestovnih prometnica.

Područje izrade strateške karte buke Grada Splita prikazano je na grafičkom prikazu u poglavlju 8.

2. OPIS MJERA I PROGRAMA ZAŠTITE OD BUKE NA PODRUČJU GRADA SPLITA

Do početka izrade ovog projekta strateške karte buke Grada Splita, na području Grada Splita nije zabilježena sustavna provedba mjera i programa zaštite od buke radi uspostave sustava upravljanja bukom okoliša.

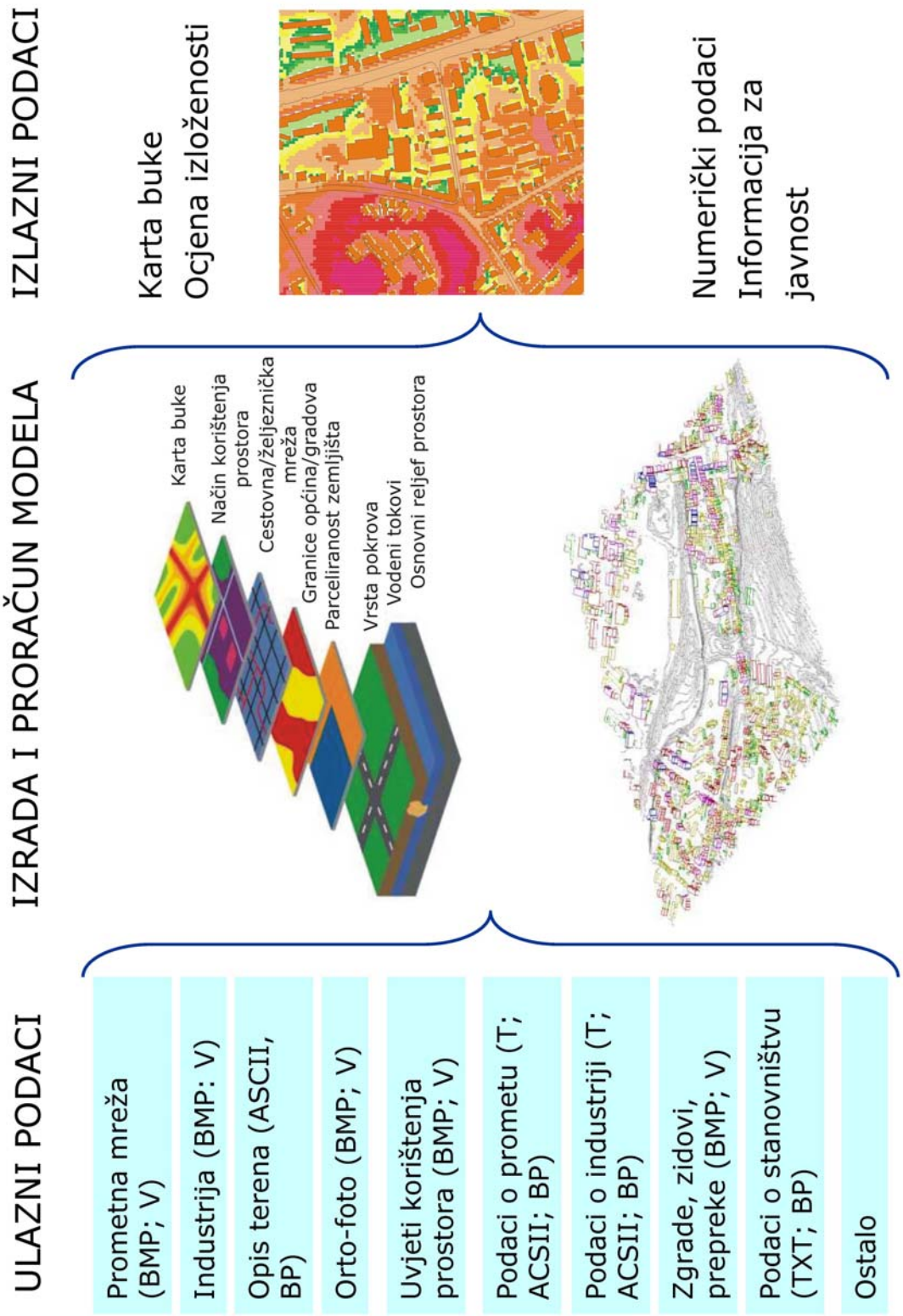
3. NAČIN IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE GRADA SPLITA

Metodologija izrade karte buke izravno slijedi iz Smjernice 2002/49 Europskog parlamenta i Vijeća u svezi ocjenjivanja i upravljanja bukom, i preporuke Europske komisije 2003/613/EC od 2003–08-05 za revidirane privremene računalne metode za proračun buke, industrijskih postrojenja, zračni, cestovni i pružni promet i njima povezanim podacima o emisiji buke.

Jednostavno rečeno, karta buke izrađuju se pomoću računalnih metoda proračuna emisije i propagacije zvuka/buke emitiranih od poznatih izvora buke u geografskom prostoru poznatih karakteristika. Za zemlje članice EU, i za zemlje kandidate za ulazak u EU koje nemaju izrađenu i usvojenu nacionalnu normu za proračun emisije i propagacije buke od cestovnog prometa, EU u svojim preporukama (Preporuka Europske komisije 2003/613/EC od 2003-08-05 za revidirane privremene računalne

metode za proračun buke, industrijskih postrojenja, zračni, cestovni i pružni promet i njima povezanim podacima o emisiji buke) za izradu karte buke preporuča korištenje francuske nacionalne norme "Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit - Routes-96 (SETRA-CERTU- LCPC-CSTB)" – XPS 31-133. Sukladno postavljenim ciljevima izrade karte buke, ta norma je korištena pri izradi strateške karte buke cestovnog prometa Grada Splita.

Po provedenom prikupljanju podataka i primjeni najbolje stručne prakse u slučaju nedostatnih podataka, svi podaci se unose u akustički model (Slika 1) i provodi proračun.



Slika 1. Oblik akustičkog modela potrebnog za izradu karte buke

Legenda: BMP=Bitmapa; V=Vektorizirani prikaz; BP=Baze podataka; ASCII=Tekstualni prikaz

4. PREGLED KORIŠTENIH PODATAKA

Za izradu strateške karte buke Grada Splita, koristili su se svi raspoloživi izvori podataka s garantiranom vjerodostojnošću. Pregled korištenih podataka dan je u Tablica 1.

Ulazni podaci za izradu karte buke postavljeni su u tri bitne grupe :

Grupa 1 podaci o predmetnom području izrade karte buke,

Grupa 2 podaci o izvorima buke, tj. cestovnom prometu, pružnom prometu i industrijskim pogonima

Opis potrebnih ulaznih podataka		Korišteni ulazni podaci
Grupa 1	Podaci o topografiji terena	– Digitalni model reljefa, Državna geodetska uprava, 2005. g.
	Vrsta pokrova terena Položaj, visina i značajke građevinskih objekata i ostalih prepreka širenju zvuka Vrsta građevina	– Hrvatska osnovna karta, Državna geodetska uprava, 2005. g. – Ortofoto karta Grada Splita, Geodetski zavod Slovenije, Aerofotogrametrijsko snimanje 2000 g.
	Širine prometnica Sredine prometnica	– Hrvatska osnovna karta, Državna geodetska uprava, 2005. g. – Ortofoto karta Grada Splita, Geodetski zavod Slovenije, Aerofotogrametrijsko snimanje 2000 g. – Promet, pošta i telekomunikacije; Druga izmjena i dopuna GUP Grada Splita, Karta 3.1, Urbanistički institut Hrvatske d.d., 2004-07 – Digitalizacije iz ortofoto karata Grada Splita, DARH2 d.o.o., 2006. g.
	Meteorološki podaci	– Državni hidrometeorološki zavod RH, 2006-01.
Grupa 2	Podaci o cestovnom prometu Klasifikacija prometnica Položaj semaforiziranih križanja	– Podaci o prosječnom godišnjem prometu na Autocesti Zagreb - Split, na području izrade karte buke Grada Splita, Hrvatske autoceste d.o.o.. 2006-02 – Pregled područja izrade karte buke Grada Splita
	Opis prometne podloge	– Nedostupni

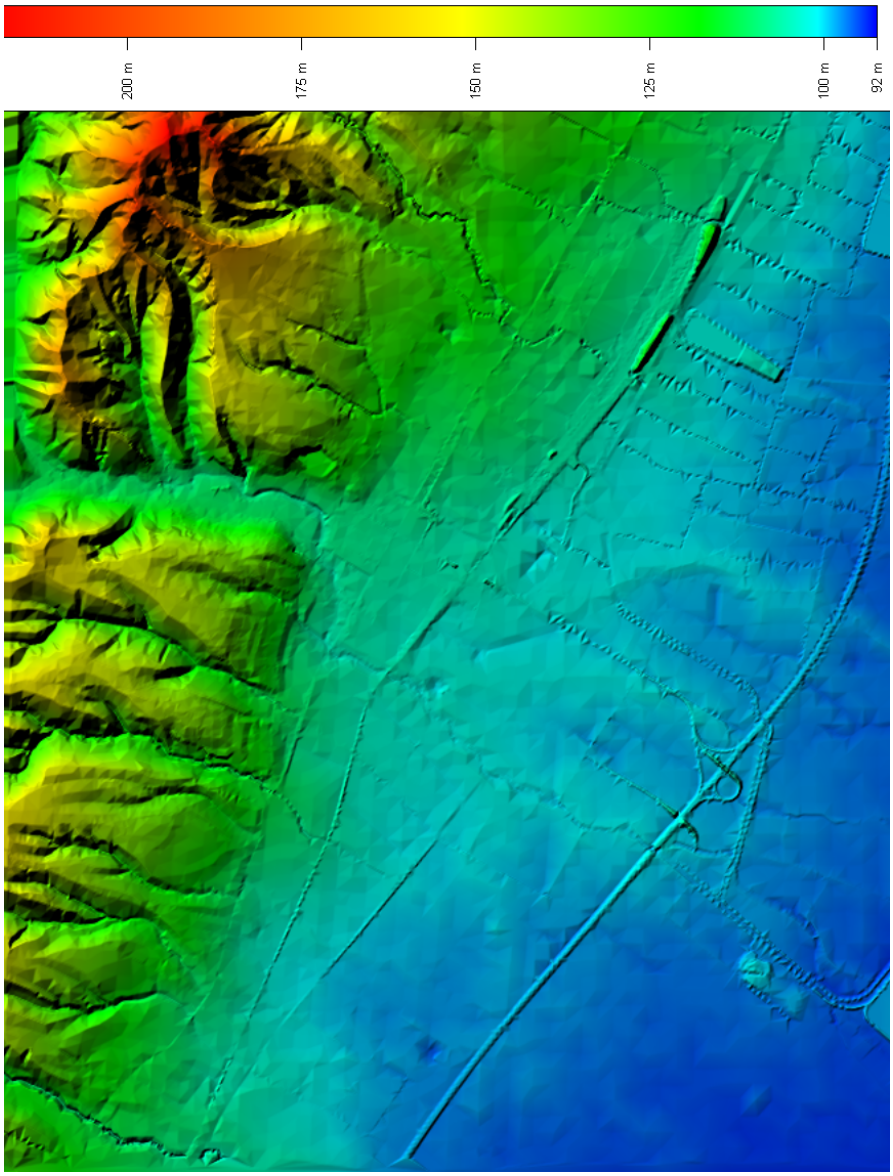
Tablica 1. Pregled korištenih podataka za izradu strateške karte buke Grada Splita

4.1. Opis geografskih podataka na području izrade karte buke

Korišteni geografski podaci o predmetnom području izrade karte buke uključuju detaljne podatke apsolutnih nadmorskih visina terena, zemljopisne položaje, visine i značajke građevinskih objekata i ostalih prepreka širenju zvuka i podatke o položajima bitnih prometnica na području izrade karte buke.

Za projekt izrade strateške karte buke Grada Splita, korišten je digitalni model reljefa u izvornom obliku. Navedeni model reljefa nastao je fotogrametrijskom restitucijom s očekivanom visinskom točnošću ± 1,5 m.

Digitalni model reljefa korišten u postupku izrade karte buke Grada Splita prikazan je na Slika 2.



Slika 2. Digitalni model reljefa na području izrade karte buke Grada Splita

Visine građevinskih objekata i namjena prizemlja višekatnih objekata unesen je u računalni model ručnom digitalizacijom prikupljenih podataka s područja izrade karte buke.

4.2. Podaci o cestovnom prometu

Podaci o cestovnom prometu korišteni za izradu karte buke podrazumijevaju cjelokupni opis prometa na području izrade karte buke, što uključuje poznavanje ukupnog broja motornih vozila na određenoj prometnici tijekom dana, večeri odnosno noći, s poznatim brojem teških motornih vozila tijekom dana, večeri odnosno noći.

Osim podataka o intenzitetu cestovnog prometa, za izradu karte buke cestovnog prometa korištene su i karakteristike samih prometnica (jednosmjerna/dvosmjerna prometnica, jednotračna/višetračna prometnica), dopuštene brzine kretanja vozila na prometnicama, i opis prometa u dnevnim, večernjim i noćnim uvjetima (ubrzavanje/kočenje, prometnica u usponu ili padu, križanje regulirano semaforima).

U skladu sa zahtjevima preporučene norme za izradu karata buke cestovnog prometa, podjela u skupine vozila mora se provoditi prema dopuštenoj nosivosti vozila:

- Laka vozila s maksimalnom dopuštenom nosivošću ≤ 3,5 tone, odnosno
- Teška vozila s maksimalnom dopuštenom nosivošću > 3,5 tone.

4.2.1. Mjerenje buke i brojanje cestovnog prometa

Mjerenje buke i brojanje cestovnog prometa na području grada Splita provedeno je temeljem odredbi ugovora o izradi karte buke grada Splita sklopljenom između grada Splita i "ZAST"-a. Navedena mjerenja provedena su na ukupno 23 mjernih mjesta koja pokrivaju cijelo područje izrade karte buke. Slika 3

Odabir mjernih mjesta proveden je s ciljem pribavljanja maksimalnog broja podataka, prvenstveno o broju vozila, udjelu teških vozila u ukupnom prometu i dopuštenim brzinama na određenim dionicama. Na ovaj način smanjene su moguće grube pogreške u ocjeni cestovnog prometa, koja je nužna za izradu karte buke cestovnog prometa.

Brojanje prometa provedeno je u periodu od svibnja do kolovoza 2007. godine tijekom dnevnih, večernjih i noćnih uvjeta, u smislu Zakona o zaštiti od buke [NN 30/09]. Vremenski intervali u kojima je brojan promet odabrani su tako da predstavljaju valjani uzorak vršnog i izvanvršnog opterećenja. Mjerenja su provedena tijekom radnih dana u tjednu (pon-pet).

Mjerenja buke kao i brojanje prometa provedena su tijekom slijedećih vremenskih intervala:

Dnevni uvjeti rada:

- Od 06:00 do 10:00 sati, jutarnje vršno i izvanvršno opterećenje
- Od 14:00 do 17:00 sati, popodnevno vršno i izvanvršno opterećenje

Večernji uvjeti rada:

- Od 20:00 do 22:00 sati, normalno večernje opterećenje

Noćni uvjeti rada:

- Od 22:00 do 24:00 i 04:30 do 06:00 sati, vršno noćno opterećenje

Mjerenja razina buke i brojanje prometa provedena su tijekom petnaestminutnih intervala. Na kraju mjernog intervala, u mjerni list je zabilježena A-vrednovana ekvivalentna razina buke $L_{eq\ T=15min}$, kao i podaci o prometu.

Po završetku cijelog ciklusa mjerenja, za svako mjerno mjesto napravljen je mjerni list. Mjerne liste su pohranjene u pismohranu izrađivača strateške karte buke.

Mjerni list sadrži:

- Sliku s ucrtanim značajkama prometa na predmetnom mjernom mjestu
- Datum/vrijeme provedbe mjerenja na predmetnom mjernom mjestu
- n - ukupni izmjereni broj vozila na određenoj prometnici tijekom petnaestminutnog intervala mjerenja
- <n> - proračunati prosječni broj vozila na određenoj prometnici tijekom 60 minuta
- ptv - postotni udio teških vozila na određenoj prometnici tijekom petnaestminutnog intervala, koji je proračunat iz broja teških vozila na dotičnoj prometnici. Kategorizacija teških vozila provedena je u skladu sa

DIN 45642:2004-06- Messung von Verkehrsgerauschen / Measurement of traffic noise

- <ptv> - proračunati postotni udio teških vozila na određenoj prometnici tijekom 60 minuta
- $L_{eq\ T=15min}$ – izmjerena A-vrednovana ekvivalentna razina buke tijekom petnaestminutnog intervala
- $<L_{eq\ T=15min}>$ - usrednjena A-vrednovana ekvivalentna razina buke tijekom dnevnih, večernjih odnosno noćnih uvjeta

Ukupna dužina modeliranih cestovnih prometnica na području izrade karte buke cestovnog prometa iznosi 48193 m.

4.3. Podaci o industrijskim pogonima i postrojenjima

Podaci o industrijskim pogonima i postrojenjima za izradu karte buke podrazumijevaju poznavanje zvučne snage izraženu u dB(A) za pojedinačne izvore buke, odnosno u dB(A)/m za linijske izvore buke ili dB/m^2 za površinske izvore buke uz poznavanje minimalno oktavnog spektra. Osim navedenih akustičkih karakteristika, potrebno je poznavati vrijeme rada navedenih izvora buke (dan, večer odnosno noć – podjela prema Zakonu o zaštiti od buke NN 30/09), kao i smještaj izvora buke na građevinskom objektu industrijskog pogona (dužina, površina, smještaj)

4.3.1. Mjerenje buke industrijskih postrojenja

Mjerenje buke industrijskih postrojenja na području grada Splita provedeno je temeljem odredbi ugovora o izradi karte buke grada Splita sklopljenom između grada Splita i "ZAST"-a – Split. Navedena mjerenja provedena su na više mjernih mjesta koja zadovoljavaju uvjete norme HRN ISO 8297:2000 – Određivanje razina zvučne snage industrijskih postrojenja s više izvora radi utvrđivanja razina zvučnog tlaka u okolišu (Slika 4 i 5).

Cilj mjerenja je pribavljanje podataka, prvenstveno o imisijskim razinama buke koju proizvode pojedini izvori buke. Podaci o imisijskim razinama buke potrebni su da bi se odredili podaci o zvučnoj snazi industrijskih postrojenja, a za potrebe izrade karte buke na području grada Splita. Na ovaj način smanjene su moguće

grube pogreške u ocjeni buke industrije, koja je nužna za izradu karte buke industrije.

Mjerenjima je obuhvaćena gradska luka, sjeverna luka, Brodosplit i odlagalište otpada Karepovac.

Mjerenje je obavljeno tijekom lipnja, srpnja i kolovoza 2007. godine kada su sva postrojenja radila optimalnim opterećenjem. Mjerenja su izvršena u dnevnim (06:00-20:00), večernjim (20:00-22:00) i noćnim uvjetima (22:00-06:00).

Mjerenja su izvršena na 18 mjernih mjesta. Pozicije mjernih mjesta dane su na slici 4, 5 i 6.

Ukupna površina modeliranih površinskih izvora buke na promatranom području izrade strateške karte buke iznosi **154073,297 m^2**.

4.4. Podaci o pružnom prometu

Podaci o pružnom prometu korišteni za izradu karte buke podrazumijevaju cjelokupni opis prometa na području izrade karte buke, što uključuje poznavanje ukupnog broja vlakova koji prometuju na određenim prugama tijekom dana, večeri odnosno noći, s poznatom vrstom vlakova i vrstom tračničke konstrukcije.

4.4.1. Podaci o intenzitetu pružnog prometa

Podaci o intenzitetu i brzinama pružnog prometa na području izrade karte buke Grada Splita dostavljeni su od Hž infrastruktura, prometna sekcija Split.

Ukupan prosječan broj vlakova u periodu od 06,00 - 20,00 sati na dionici pruge grada Splita iznosi:

- 3 vlaka (Split-Zagreb-Split) OMG (dizel motorna garnitura) s nagibnom tehn. 1 vlak (Zagreb-Split) brzi vlak u sastavu Dizel lokomotiva + 8 vagona (trenutno radi remonta prometuje s 4 vagona)
- 8 vlakova (Split-Perković-Split) putnički vlak u sastavu Dizellokomotiva + 2 vagona

- 13 vlakova (Split-Kaštel Stari-Split) prigradski (Metro) u sastavu DMG (Švedanin) 6 vlakova (Split Pr.-Split-Split Pr.) prazne garniture za ili od vlaka
- 2 teretna vlaka prosječno na relaciji Split Predgrađe (kopilica) - Solin u sastavu Dizellokomotiva + 6 teretnih vagona. Teretni promet baziran je u kolodvoru Solin tako da osim potreba Brodogradilišta. 0stale potrebe su zanemarive.

2. Za period od 20,00 - 22,00 sati situacija je :

- 1 vlak (Zagreb-Split) OMG s nagibnom tehnikom - 3 vlaka (Split-K.Stari-Split) DMG (Švedanin)
- 4 vlaka (Split-Split Pro -Split) prazne garniture za ili od vlaka

3. Za period od 22,00 - 06,00 sati situacija je:

- 1 vlak (Split-Zagreb) brzi vlak u sastavu Dizel + 8 vagona (trenutno 4 vagona)
- 2 vlaka (K.Stari - Split) prigradski DMG (Svedanin)
- 1 vlak (Split-Perković putnicki vlak u sastavu Dizel + 2 vagona
- 3 vlaka (Split-Split Pr.) prazne garniture za ili od vlakova (povrat na čišćenje)

Dopustene brzine vlakova nisu regulirane vremenskim intervalima nego mogućnosću pruge i brzine trčanja vagona, tako da su brzine sljedeće:

- vožnja vlakova kroz kolodvor Split i Split Predgrađe je sa 50 km/h
- vožnja preko skretničkog područja je sa 40 km/h

Voznja vlakova na dionici Split - Split Pro (tunel)

- za putnicki i brze vlakove v max je 85 km/h
- za nagibne vlakove v max je 95 km/h.

Ova situacija se mijenja u vremenu od 22.06 - 07.09.2007 godine (sezona) kad zbog potrebe prijevoza putnika u sezoni imamo pojačanje u periodu od 06.00 - 20,00 sati

- 2 vlaka (Split~Zagreb-Split) DMG s nagibnom tehnikom
- 1 vlak (Zagreb~Split) brzi vlak u sastavu Dizel+8 vagona
- 3 vlaka (Split-Split Pr.-Split) prazne garniture za ove vlakove

Za period od 20,00 - 22,00 sati

- 1 vlak (Split-Zagreb) brzi u sastavu Dizel + 8 vagona
- 1 vlak (Split Pr.-Split) prazna garnitura za ovaj vlak.

Na području izrade karte buke pružnog prometa, jedini izvor buke pružnog prometa je magistralna pruga Zagreb - Split. Navedena pruga je jednokolosiječna pruga.

Ukupna dužina modeliranih pružnih konstrukcija na promatranom području izrade strateške karte buke iznosi **7623,08** m.

5. PREGLED METEOROLOŠKIH PODATAKA

Za potrebe izrade strateške karte buke, uvjeti uporabe dugoročne korekcije proračunatih razina buke zbog meteoroloških uvjeta širenja i apsorpcije zvuka opisani su u Aneksu I (Smjernica 2002/49 Europskog parlamenta i Vijeća u svezi ocjenjivanja i upravljanja bukom) i Točci 2.1.3 (Preporuka Europske komisije 2003/613/EC od 2003-08-05 za revidirane privremene računalne metode za proračun buke, industrijskih postrojenja, zračni, cestovni i pružni promet i njima povezanim podacima o emisiji buke).

Navedeni dokumenti zahtijevaju da se tijekom izrade strateških karata buke koriste meteorološki podaci iz „prosječne godine" u pogledu meteoroloških uvjeta.

Kako je u meteorološkoj struci, stručna praksa da se na određenom interesnom području promatraju usrednjena meteorološka stanja unutar minimalno posljednjih 10 godina, u izradi karte buke Grada Splita, korištenu su podaci u razdoblju 1981-2004.g.

Za potrebe izrade karte buke Grada Splita, korišteni su slijedeći podaci:

- Srednja mjesečna i godišnja temperatura zraka.
- Srednja mjesečna i godišnja relativna vlažnost zraka.
- Vjerojatnost istodobne pojave smjera i jačine vjetra.

Izvorni podaci koji su korišteni tijekom izrade karte buke Grada Splita pribavljeni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda, Službe za meteorološka istraživanja i razvoj, Odsjeka za primijenjenu klimatologiju i agrometeorologiju.

Podaci o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj temperaturi zraka prikazani su u Tablica 2.

Mj.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God.
Sred.	7,9	8,0	10,8	14,0	19,0	23,2	26,2	25,9	21,4	17,3	12,3	9,0	16,3
Std.	1,4	1,8	1,7	1,1	1,8	1,6	1,2	1,4	1,5	1,1	1,6	1,4	0,6
Maks.	10,4	11,2	13,7	16,2	22,7	28,0	28,4	29,2	24,3	19,2	15,2	11,1	17,4
God.	1988	1990	2001	2000	2003	2003	1988	2003	1987	2004	2000	1985	1994
Min.	5,2	5,0	6,0	10,6	15,4	20,9	24,1	23,9	17,8	15,0	8,9	5,8	15,1
God.	1981	2003	1987	1997	1991	1980	1986	2005	1996	1989	1988	2001	1980
Ampl.	5,2	6,2	7,8	5,6	7,3	7,2	4,2	5,3	6,5	4,2	6,3	5,3	23

Tablica 2. Podaci o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj temperaturi zraka

Podaci o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj relativnoj vlažnosti zraka prikazani su u Tablica 3.

Mj.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God.
Sred.	59	57	59	59	58	54	49	52	58	63	63	60	58
Std.	5	7	7	5	6	4	4	4	5	5	6	7	2
Maks.	68	71	71	68	68	61	57	59	66	73	72	75	61
God.	2001	2002	1985	2004	1984	1989	1989	1989	1993	2004	1980	1995	1999
Min.	46	41	43	50	47	48	42	47	43	50	47	47	52
God.	1981	2003	1987	2003	2003	2005	1985	1985	1985	1985	1988	1991	2003
Ampl.	22	27	28	18	21	13	15	12	23	23	25	28	9

Tablica 3. Podaci o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj relativnoj vlažnosti zraka

Podaci o vjerojatnosti istodobne pojave smjera i jačine vjetra prikazani su u Tablica 4.

Jačina smjera	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Čest.s m/ ‰	Sr.brz /(m/s)	Max.br. /(m/s)
N		10,2	9,4	2,4	0,9	0,7	0,7	0,5				24,2	2,6	12,3
NNE		20,4	60,3	49,9	50,0	46,9	18,8	3,9	1,6	0,3	0,1	252,2	5,9	26,4
NE		15,3	41,9	24,2	8,8	4,1	4,1	1,1	0,2			95,6	3,5	15,5
ENE		16,6	26,0	11,1	2,8	0,7	0,7	0,1				57,3	2,7	12,3
E		9,1	9,9	7,3	4,6	2,6	2,6	0,6	0,0			34,2	3,8	15,5
ESE		11,2	14,8	20,6	28,3	33,4	33,4	17,6	3,7	0,7	0,1	130,5	7,1	22,6
SE		7,3	6,6	4,1	5,1	7,1	7,1	4,6	0,7	0,1	0,0	35,6	6,0	22,6
SSE		14,6	18,3	5,4	2,8	3,3	3,3	2,5	0,7	0,1		47,7	3,7	18,5
S		5,8	5,4	1,1	0,7	0,8	0,8	0,7	0,1	0,0	0,0	14,7	3,3	22,6
SSW		20,1	58,8	29,3	3,2	1,1	1,1	0,4	0,1	0,0		113,1	2,9	18,5
SW		10,6	18,5	23,3	5,2	0,3	0,3	0,3				57,9	3,4	12,3
WSW		11	10,5	4,9	1,1	0,1	0,1					27,6	2,4	9,4
W		4,4	4,6	1,1	0,1	10,3						10,3	2,1	6,7
WNW		9,5	16,6	4,9	0,2	31,1						31,1	2,3	6,7
NW		7,9	9,9	4	0,8	0,1	0,1	0,0				22,8	2,5	12,3
NNW		15,7	15,7	6,3	1,3	0,6	0,6	0,2				39,8	2,5	12,3
Tišina	5,5											5,5		
Čest.jač.	5,5	189,7	327,1	199,8	115,9	101,9	47,3	9,6	2,6	0,4	0,1	1000		

Tablica 4. Vjerojatnost istodobne pojave smjera i jačine vjetra

Opis korištenih kratica u Tablica 4:

Jačina smjera jačina smjera

Čest.sm. - čestina pojave određenog smjera vjetra izražena u u promilima

Sr.brz. - srednja brzina pojedinog smjera vjetra izražena u m/s

Max.br - maksimalna brzina pojedinog smjera vjetra izražena u m/s

Tišina - čestina pojave tišine izražena u promilima

Čest.jač. - čestina pojave određene klase jačine vjetra izražena u promilima

Na temelju predloženih podataka konstruirana je „ruža vjetrova" na području izrade karte buke, koja je vjerno prenesena u programski paket za izradu strateških karata buke.

6. OPIS MODELA ZA IZRADU KARTE BUKE

6.1. Opis postavki modela

U skladu s ciljevima projekta, za izradu karte buke korišten je programski paket B&K LimA Plus 7812B koji potpuno zadovoljava zahtjeve za izradu strateških karata buke. Po provedenom unosu i verifikaciji svih ulaznih podataka u navedeni programski paket, provodi se proračun razina buke na temelju niza jednadžbi koje opisuju uvjete širenja zvučnih valova u atmosferi od izvora buke. Bitne akustičke pojave koje se kroz proračun uzimaju su:

- usmjerenost izvora,
- geometrijska divergencija,
- apsorpcija zvučnih valova u atmosferi,
- širenje zvučnih valova blizu površine zemlje,
- pojava refleksije i ogiba zvučnih valova od raznih površina,
- zaštitni učinci objekata koji čine prepreku širenju zvučnih valova,
- zaštitni učinci uslijed promjene visine reljefa površine itd.

Na temelju poznatih ulaznih podataka proračunava se zvučna snaga izvora buke (cestovni promet, pružni promet, industrija). Ovako opisani izvori buke, tijekom proračuna se segmentira u određeni broj manjih dijelova, sukladno broju okolnih prepreka. U okviru proračuna razina buke moguće je uključiti do maksimalno desete refleksije zvučnog vala od određenih prepreka. Prilikom proračuna buke, također se određuje maksimalna udaljenost između izvora buke i prepreke, kako bismo mogli što točnije odrediti utjecaji pojedinih izvora buke na određenu skupinu stambenih objekata (prepreke i mjesta imisije). Postavke svih navedenih parametara određuju točnost proračuna razina buke.

Izrada karte buke cestovnog, pružnog prometa i industrijskih postrojenja i pogona pretpostavlja provedbu:

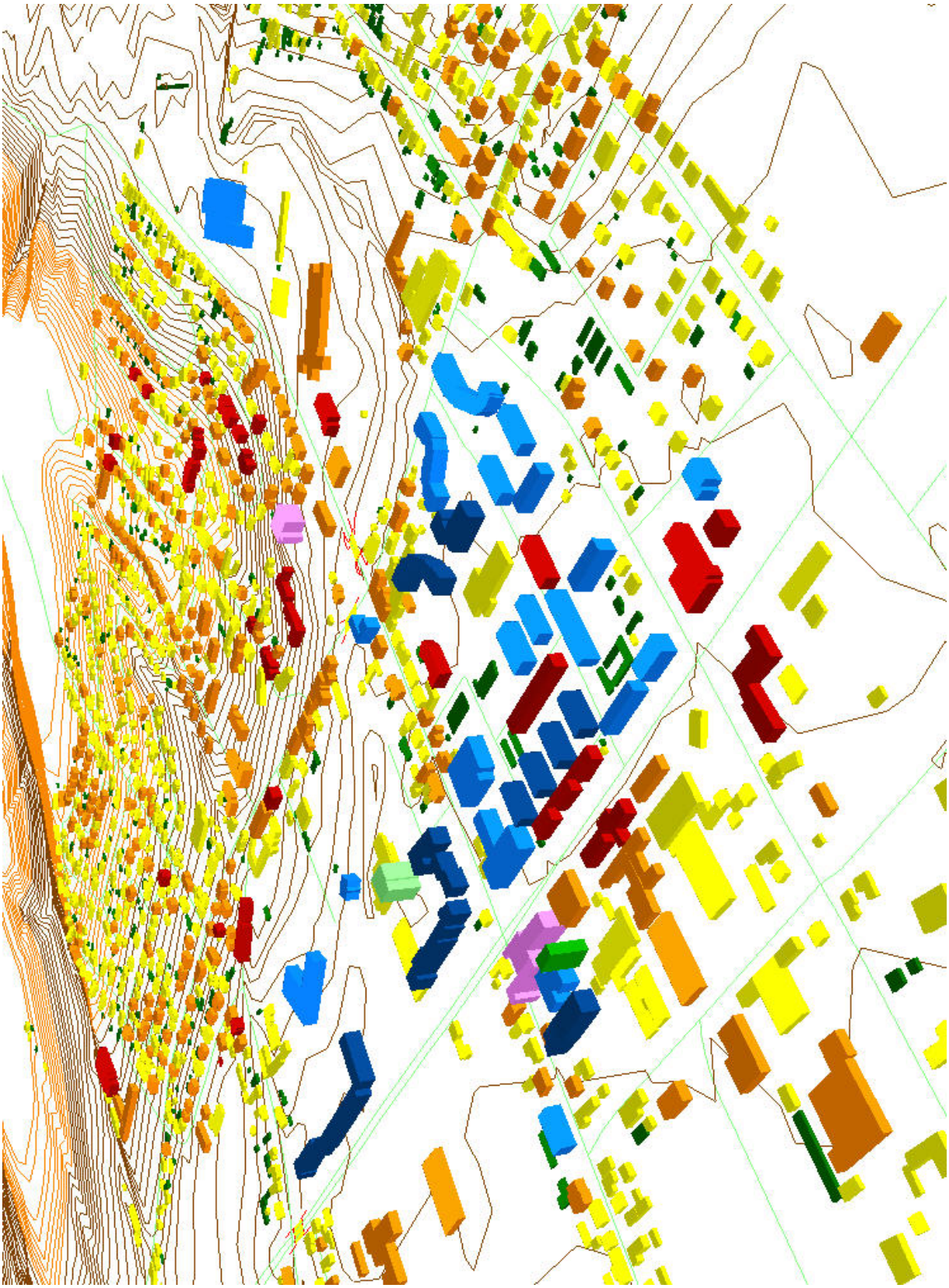
- Proračuna krivulja jednakih razina buke pomoću međunarodno priznatog programskog paketa za razdoblje dana (06.00-22.00) i noći (22.00-06.00), odnosno razdoblja 00:00-24:00 sati.
- Grafičkog prikaza indikatora buke, L_{day}, *i* L_{night}.

Osnovne postavke korištenog proračuna krivulja jednakih razina buke su:

- Krivulje jednakih razina buke proračunate su na temelju ulaznih podataka o izvorima buke (cestovni promet, pružni promet, industrija).
- Sukladno dostupnim podacima, izvori buke su podijeljeni u dvije grupe prometnica: s poznatom zvučnom snagom i s računski izvedenom zvučnom snagom
- U proračun buke cestovnog prometa uključene su sve prometnice za koje su prikupljeni određeni vjerodostojni podaci o prometu.
- Krivulje razina buke su proračunate na rasteru od 10 m x 10 m, sa stalnom visinom proračuna od 4 m iznad zemlje.
- Postavljeni raster proračuna znači 10 000 točaka proračuna razina buke po kvadratnom kilometru, što za područje izrade karte buke iznosi 360000 proračunskih točaka.
- Sve krivulje jednakih razina buke predstavljaju razine buke u slobodnom zvučnom polju.
- Za sve građevinske objekte korišten je stalan koeficijent refleksije, osim u slučajevima kada se iz karakteristika objekta mogao odrediti drugačiji iznos koeficijenta.
- Za razliku od uvjeta koje postavlja (Good Practice Guide for Strategic Nosise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, Version 2, 13,th January 2006, Bruxelles, EC WG-AEN), u postupku izrade strateške karte buke Grada Splita, nisu zanemareni objekti s minimalnom tlocrtnom površinom manjom od 10 m² i visine manje od 2 m, već su u programski model uneseni svi objekti čiji je smještaj u prostoru bio dostupan kroz prostorno-plansku dokumentaciju.

- Visine prepreka su određene na temelju vizualnog zapažanja (prvenstveno katnost objekata) ili ortofoto snimaka. U ostalim slučajevima su primijenjena pravila najbolje stručne prakse.
- U programskom modelu zanemarene su sve ograde, neovisno o vrsti, čije su visine manje od 2 m i dužine manje od dvostrukog rastera proračuna razina buke.
- Horizontalna uzvišenja u prostoru (visine do 0,5 m) zanemarena su u slučajevima kada je njihova dužina po bilo kojoj dimenziji, manja od dvostrukog rastera proračuna razina buke.
- Za područja izrade karte buke bez poznatih nadmorskih visina terena, korištena je metoda interpolacije između najbližih susjednih slojnica terena.
- Korištena brzina kretanja vozila u modelu odgovara postignutim brzinama vozila sukladno dostavljenim podacima.

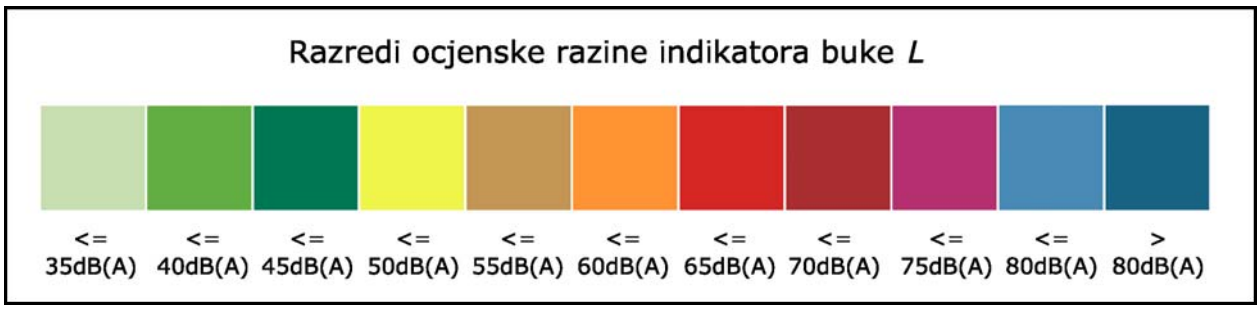
Postavljen programski model predstavlja trodimenzionalni digitalni prikaz svih navedenih informacija i postavki te se smatra vjernim opisom stvarnih uvjeta. (Slika 7)



Slika 7. Primjer korištenog 3D modela za izradu karte buke Grada Splita (različite boje označavaju različite visine objekata)

Navedeno područje predstavljeno u programskom modelu izrade karte buke opisano je sa 58785 prepreka širenju zvuka.

Na svakom grafičkom prikazu razina buke cestovnog prometa predstavljeni su razredi jednakih razina buke. Između susjednih razreda jednakih razina buke, određenim bojama (Slika 8) označeni su pojasi širine 5 dB(A) počevši od 35 dB(A) do razina iznad 80 dB(A).



Slika 8. Grafičko predstavljanje pojasa buke širine 5 dB(A)

Po provedbi proračuna razina buke, izrađeni su grafički prikazi razina buke cestovnog prometa. U prilogu ovog izvještaja navedeni prikazi su dani u mjerilu M 1:10 000.

- Grafički prikaz buke cestovnog prometa; dan; L_{day}
- Grafički prikaz buke cestovnog prometa; večer; L_{night}
- Grafički prikaz buke cestovnog prometa; noć; L_{night}
- Grafički prikaz buke cestovnog prometa; dan-večer-noć; L_{den}

6.2. Dopuštene razine buke i namjena prostora

Dopuštene razine buke na vanjskom prostoru prema namjeni prostora određene su prema Čl. 5, Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (Narodne novine broj 145; 2004-10-19), odnosno prema (Tablica 5):

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije L_{RAeq} u dB(A)	
		za dan (L_{day})	za noć (L_{night})
1.	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
5.	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	Na granici građevne čestice unutar zone buka ne smije prelaziti 80 dB(A) Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči	

Tablica 5. Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru prema Pravilniku (NN 145/04)

Kako se zone buke iz Tablica 5, određuju temeljem Čl. 5. stavak 3 spomenutog Pravilnika, na području izrade karte buke Grada Splita, namjena prostora preuzeta je iz GUP-a Grada Splita, Karta 1, Korištenje i namjena površina Grada Splita, urađena od strani tvrtki URBOS d.o.o. i GISplan d.o.o. u suradnji sa Službom za prostorno planiranje grada Splita, s tim da su područja određenih namjena podijeljena u zone buke u skladu s opisom u Tablica 5.

7. Analiza izloženosti stanovništva Grada Splita buci

7.1. Analiza izloženosti stanovništva Grada Splita buci cestovnog prometa

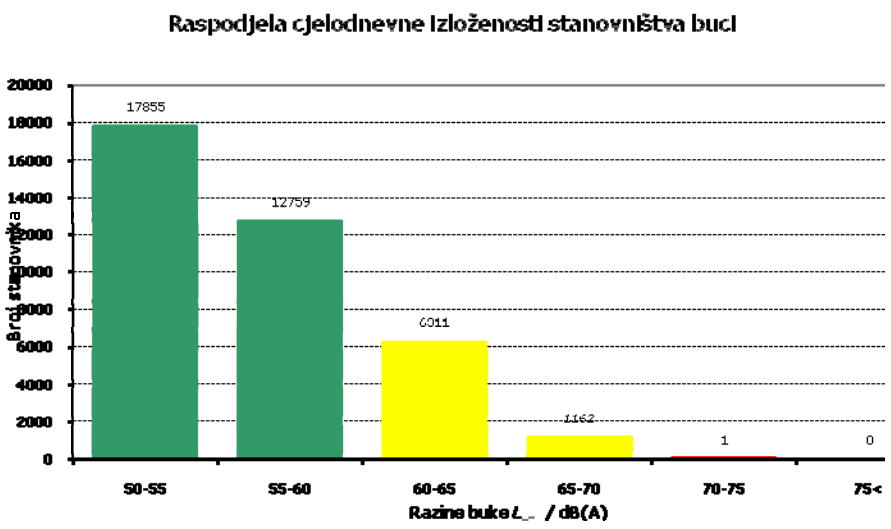
Za područje izrade karte buke, provedena je analiza razina buke po svim pročeljima stambenih objekata unutar promatranih područja, čime se dobiva niz parametara koji služe za ocjenu izloženosti stanovništva. Za analizu izloženosti stanovništva korišteni su rezultati proračuna dobiveni temeljem akustičkog modela cestovnog prometa.

Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke L_{den}, predočena je prema razinama indikatora buke L_{den} tabelarno u Tablica 6, odnosno prema razredima buke indikatora buke L_{den} (Slika 3).

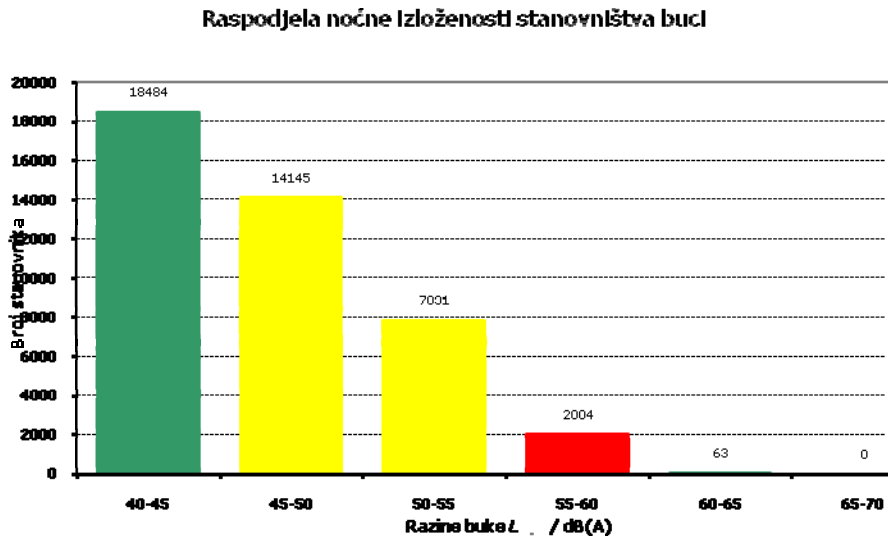
Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke L_{night}, predočena je prema razinama indikatora buke L_{night} tabelarno u Tablica 6, odnosno prema razredima buke indikatora buke L_{night} (Slika 4).

Tablica 6. Analiza izloženosti stanovništva i stanova buci cestovnog prometa grada Splita, indikatora buke L_{den} i indikatora buke L_{night}

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - L_{den}		
Razred indikatora buke L_{den} / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora L_{den}	Procijenjeni broj stanova
50-55	17855	7999
55-60	12759	5746
60-65	6311	2856
65-70	1162	529
70-75	1	1
> 75	-	-
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - L_{night}		
Razred indikatora buke L_{night} / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora L_{night}	Procijenjeni broj stanova
40-45	18484	8248
45-50	14145	6367
50-55	7831	3538
55-60	2004	912
60-65	63	27
65-70	-	-
> 70	-	-



Slika 3. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke L_{den}



Slika 4. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke L_{night}

7.1.1. Pregled stanova s posebnom zvučnom izolacijom

Pregledom područja izrade karte buke, zaključeno je da na području izrade karte buke ne postoji stambenih objekata koji zadovoljavaju uvjetima definicije '*posebne zvučne izolacije*'.

7.1.2. Pregled stanova s tihom fasadom

Na području izrade strateške karte buke cestovnog prometa grada Splita, zabilježena su 780 objekta s „tihom fasadom". Raspodjela izloženosti stanovništva određenim razinama buke indikatora L_{den} i L_{night} u tim objektima prikazana je u Tablica 7.

Tablica 7. Analiza izloženosti stanovništva u objektima s tihom fasadom

Analiza izloženosti stanovništva u objektima s posebnom zvučnom izolacijom i/ili tihom fasadom - L_{den}		
Razred indikatora buke L_{den} / dB(A)	Broj stanovnika koji žive u stanovima s posebnom zvučnom izolacijom	Broj stanovnika koji žive u stanovima s tihom fasadom
45-50	-	4902
50-55	-	8516
55-60	-	12536
60-65	-	13096
65-70	-	4413
> 70	-	-
Analiza izloženosti stanovništva u objektima s posebnom zvučnom izolacijom i/ili tihom fasadom - L_{night}		
Razred indikatora buke L_{night} / dB(A)	Broj stanovnika koji žive u stanovima s posebnom zvučnom izolacijom	Broj stanovnika koji žive u stanovima s tihom fasadom
35-40	-	2350
40-45	-	8633
45-50	-	10616
50-55	-	13862
55-60	-	6396
> 60	-	700

7.2. Analiza izloženosti stanovništva Grada Splita buci pružnog prometa

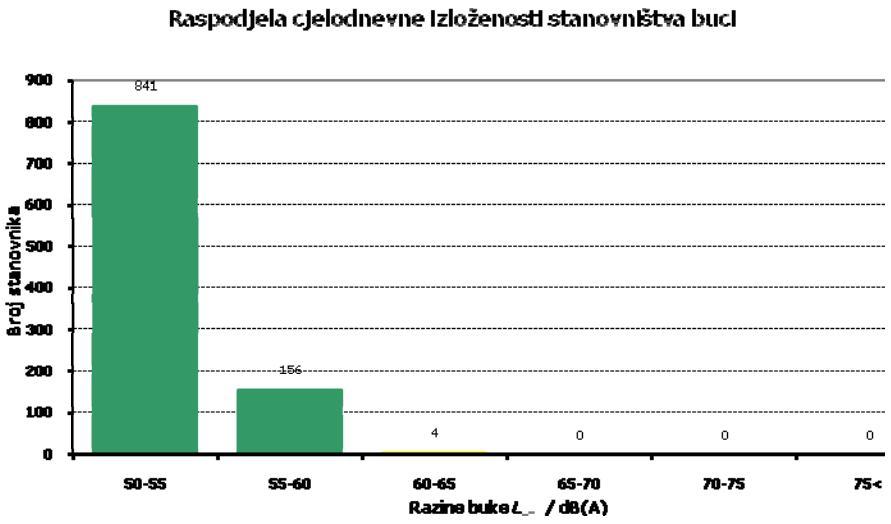
Za područje izrade karte buke, provedena je analiza razina buke po svim pročeljima stambenih objekata unutar promatranih područja, čime se dobiva niz parametara koji služe za ocjenu izloženosti stanovništva. Za analizu izloženosti stanovništva korišteni su rezultati proračuna dobiveni temeljem akustičkog modela pružnog prometa.

Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke L_{den}, predočena je prema razinama indikatora buke L_{den} tabelarno u Tablica 8, odnosno prema razredima buke indikatora buke L_{den} (Slika 5).

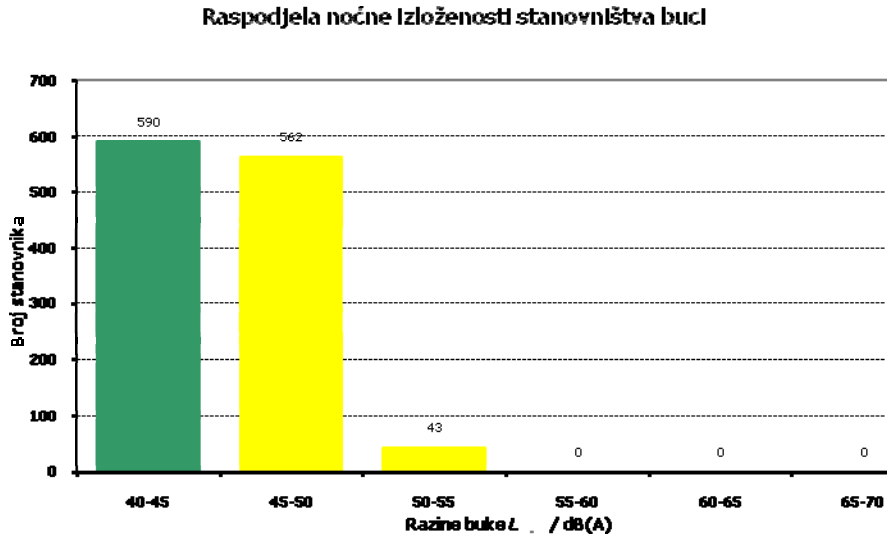
Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke L_{night}, predočena je prema razinama indikatora buke L_{night} tabelarno u Tablica 8, odnosno prema razredima buke indikatora buke L_{night} (Slika 6).

Tablica 8. Analiza izloženosti stanovništva i stanova buci pružnog prometa grada Splita, indikatora buke L_{den} i indikatora buke L_{night}

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - L_{den}		
Razred indikatora buke L_{den} / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora L_{den}	Procijenjeni broj stanova
50-55	841	387
55-60	156	71
60-65	4	1
65-70	-	-
70-75	-	-
> 75	-	-
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - L_{night}		
Razred indikatora buke L_{night} / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora L_{night}	Procijenjeni broj stanova
40-45	590	266
45-50	562	259
50-55	43	17
55-60	-	-
60-65	-	-
65-70	-	-
> 70	-	-



Slika 5. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke L_{den}



Slika 6. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke L_{night}

7.2.1. Pregled stanova s posebnom zvučnom izolacijom

Pregledom područja izrade karte buke, zaključeno je da na području izrade karte buke ne postoji stambenih objekata koji zadovoljavaju uvjetima definicije '*posebne zvučne izolacije*'.

7.2.2. Pregled stanova s tihom fasadom

Na području izrade strateške karte buke cestovnog prometa grada Splita, zabilježena su 45 objekta s „tihom fasadom". Raspodjela izloženosti stanovništva određenim razinama buke indikatora L_{den} i L_{night} u tim objektima prikazana je u Tablica 9.

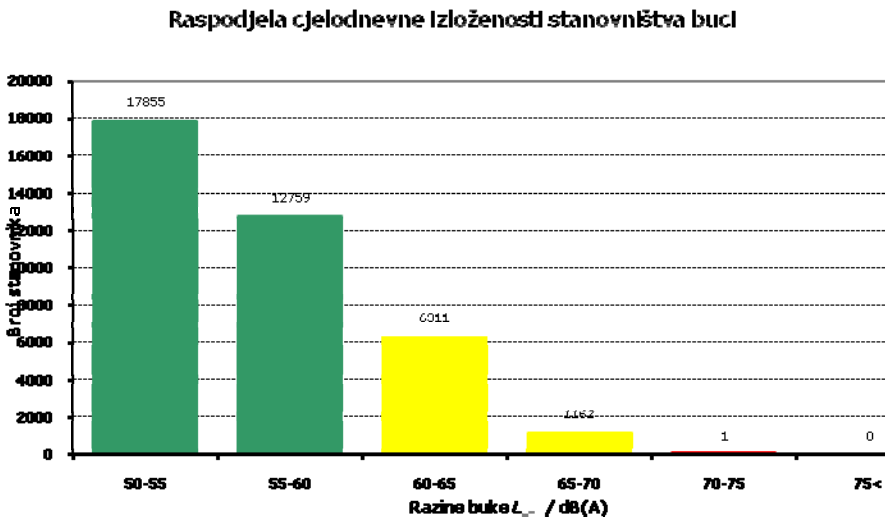
Tablica 9. Analiza izloženosti stanovništva u objektima s tihom fasadom

Analiza izloženosti stanovništva u objektima s posebnom zvučnom izolacijom i/ili tihom fasadom - L_{den}		
Razred indikatora buke L_{den} / dB(A)	Broj stanovnika koji žive u stanovima s posebnom zvučnom izolacijom	Broj stanovnika koji žive u stanovima s tihom fasadom
45-50	-	218
50-55	-	586
55-60	-	82
> 60		-
Analiza izloženosti stanovništva u objektima s posebnom zvučnom izolacijom i/ili tihom fasadom - L_{night}		
Razred indikatora buke L_{night} / dB(A)	Broj stanovnika koji žive u stanovima s posebnom zvučnom izolacijom	Broj stanovnika koji žive u stanovima s tihom fasadom
35-40	-	560
40-45	-	331
45-50	-	299
50-55	-	51
> 55	-	-

7.3. Analiza izloženosti stanovništva grada Splita buci industrijskih pogona i postrojenja

Za područje izrade strateške karte buke grada Splita, provedena je analiza razina buke koje potječu od industrijskih pogona i postrojenja po svim pročeljima stambenih objekata unutar promatranog područja, čime se dobiva niz parametara koji služe za ocjenu izloženosti buci stanovništva, kao i podloga za određivanje prioritetnih zona akcijskog planiranja. Za analizu izloženosti stanovništva korišteni su rezultati proračuna dobiveni temeljem akustičkog modela industrijskih pogona i postrojenja.

Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke L_{den}, predočena je prema razinama indikatora buke L_{den} tabelarno u Tablica 10, odnosno grafički prema razredima buke indikatora buke L_{den}



Slika 6).

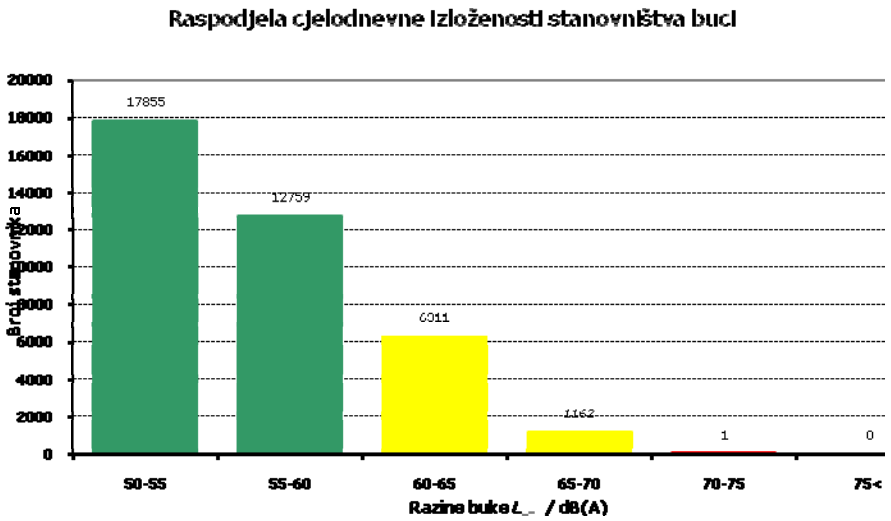
Pregledna analiza izloženosti stanovništva razinama buke L_{night}, predočena je prema razinama indikatora buke L_{night} tabelarno u Tablica 10, odnosno grafički prema razredima buke indikatora buke L_{night} (Slika 7).

Tablica 10. Analiza izloženosti stanovništva i stanova buci industrijskih pogona i postrojenja grada Splita, indikator buke L_{den} i indikatora buke L_{night}

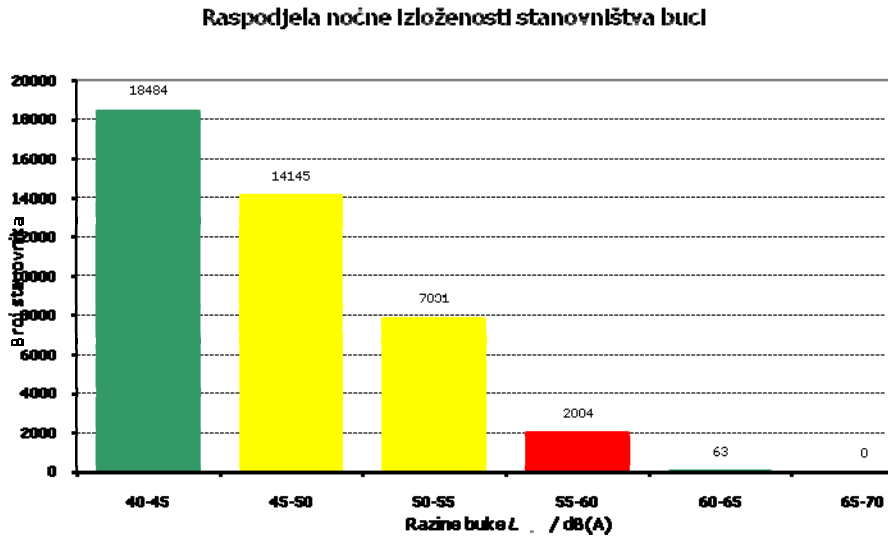
Analiza izloženosti stanovništva i stanova - L_{den}		
Razred indikatora buke L_{den} / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora L_{den}	Procijenjeni broj stanova
50-55	17855	7999
55-60	12759	5746
60-65	6311	2856
65-70	1162	529

70-75	1	1
> 75	-	-

Analiza izloženosti stanovništva i stanova - L_{night}		
Razred indikatora buke L_{night} / dB(A)	Broj stanovnika izloženih razredima buke indikatora L_{night}	Procijenjeni broj stanova
40-45	18484	8248
45-50	14145	6367
50-55	7831	3538
55-60	2004	912
60-65	63	27
65-70	-	-
> 70	-	-



Slika 6. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke L_{den} industrijskih pogona i postrojenja



Slika 7. Grafički prikaz izloženosti stanovništva razinama indikatora buke L_{night} industrijskih pogona i postrojenja

7.3.1. Pregled stanova s tihom fasadom

Na području izrade strateške karte buke industrijskih pogona i postrojenja grada Splita, zabilježena su 25 objekta s „tihom fasadom". Raspodjela izloženosti stanovništva određenim razinama buke indikatora L_{den} i L_{night} u tim objektima prikazana je u Tablica 11.

Tablica 11. Analiza izloženosti stanovništva u objektima s tihom fasadom

Analiza izloženosti stanovništva u objektima s posebnom zvučnom izolacijom i/ili tihom fasadom - L_{den}		
Razred indikatora buke L_{den} / dB(A)	Broj stanovnika koji žive u stanovima s posebnom zvučnom izolacijom	Broj stanovnika koji žive u stanovima s tihom fasadom
50-55	-	387
55-60	-	26
60-65	-	-
65-70	-	-
70-75	-	-
> 75	-	-
Analiza izloženosti stanovništva u objektima s posebnom zvučnom izolacijom i/ili tihom fasadom - L_{night}		
Razred indikatora buke L_{night} / dB(A)	Broj stanovnika koji žive u stanovima s posebnom zvučnom izolacijom	Broj stanovnika koji žive u stanovima s tihom fasadom
40-45	-	413
45-50	-	-
50-55	-	-
55-60	-	-
60-65	-	-
65-70	-	-
> 70	-	-

8. GRAFIČKI DIO „STRATEŠKE" KARTE BUKE

8.1. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lday – cestovni promet

8.2. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Leveninig – cestovni promet

8.3. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lnight – cestovni promet

8.4. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lden – cestovni promet

8.5. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lday – pružni promet

8.6. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Leveninig – pružni promet

8.7. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lnight – pružni promet

8.8. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lden – pružni promet

8.9. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lday – industrija

8.10. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Leveninig – industrija

8.11. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lnight – industrija

8.12. Grafički prikaz razreda jednakih razina buke indikatora Lden – industrija