Za naručitelja:

Županijska uprava za ceste Istarske županije
M.B. Rašana 2/4
52000 Pazin

Izrada faze II strateške karte buke i akcijskog plana upravljanja bukom županijske ceste 5115 pod nadležnošću Županijske uprave za ceste Istarske županije

Elaborat strateške karte buke

Oznaka: 2026-AP-078/01

Srpanj 2026.g.

DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku
Odobrio: dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el

Izrađivač:

DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku

Ljubičin prolaz 3

10 430 Samobor

Tel.: (0)1/6 52 29 76; (0)1/6 52 29 78

Fax.: (0)1/6 52 29 85

http://www.darh2.hr

E-mail: akustika@darh2.hr

Naručitelj:

Županijska uprava za ceste Istarske županije

M.B. Rašana 2/4

52000 Pazin

Ugovor oznake:

Narudžbenica br.: B-2026-24 od 2026-06-08

Voditelj projekta:

dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

DARH 2 oznaka i naziv dokumenta:

2026-AP-078/01 - Elaborat strateške karte buke

Izradili:

Branko Doračić, ing.građ.

Martina Hovorka

Bojana Marčićev Rebić

dr.sc. Alan Štimac, dipl.ing.el.

U Samoboru, srpanj 2026.

ALAN
ŠTIMAC
2026.11.21
08:46:45
+01'00'

POVIJEST DOKUMENTA

Broj izdanja (naziv datoteke)	Status	Bitne napomene	Datum
1	Draft	Inicijalni prijedlog	2026-07-31

AUTORSKA PRAVA
Ideje, metodologija rada, predloženi način rada sadržani u ovom elaboratu kao i svaki dio ovog elaborata ostaju intelektualno autorsko pravi DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku (u daljnjem tekstu „Društvo“) i ne smiju se koristiti bez prethodnog pristanka Društva.

SADRŽAJ

1. OPĆI PODACI 8

1.1. PODATCI O REGISTRACIJI TVRTKE IZRAĐIVAČA PROJEKTA 8

1.2. PODATCI O OVLAŠTENJU TVRTKE IZRAĐIVAČA PROJEKTA ZA STRUČNE POSLOVE ZAŠTITE OD BUKE 12

2. O PROJEKTU STRATEŠKE KARTE BUKE 15

2.1. NARUČITELJ I OVLAŠTENIK IZRADE STRATEŠKE KARTE BUKE 15

2.2. RELEVANTNA GODINA 15

2.3. PRIMIJENJENI ZAKONSKI PROPISI, SMJERNICE I NORME 16

3. POSTUPAK IZRADE KARTE BUKE 17

3.1. PROGRAMSKI PAKET 18

3.2. ODREĐIVANJE GRANICE OBUHVATA KARTE BUKE 21

3.3. ODREĐIVANJE GRANICE IZRADE AKUSTIČKOG MODELA 22

4. PREGLED KORIŠTENIH ULAZNIH PODATAKA 23

4.1. OPIS PODATAKA ZA POJEDINA PROJEKTNA PODRUČJA 24

4.2. PODATCI O TOPOGRAFIJI TERENA 25

4.3. PODATCI O POLOŽAJU, VISINI I OSTALIM ZNAČAJKAMA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA I OSTALIH PREPREKA ŠIRENJU ZVUKA TLOCRTIMA I VISINAMA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA 26

4.3.1. Podatci o zgradama 26

4.3.2. Podatci o mostovima, nadvožnjacima i sl. 27

4.4. PODATCI O POKROVU TERENA 29

4.5. PODATCI O POTREBNIM METEOROLOŠKIM VELIČINAMA 32

4.6. PODATCI O IZVORIMA BUKE – CESTOVNI PROMET 33

4.6.1. Prostorni podatci korišteni za izradu osi prometnice 33

4.6.2. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – prometne veličine 33

4.6.3. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – kolnička konstrukcija 37

4.6.4. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – nagib prometnice 38

4.6.5. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – smjer prometa 38

4.7. PODATCI O STANOVNIŠTVU I STAMBENIM JEDINICAMA ZA STALNO STANOVANJE 38

5. OPIS AKUSTIČKOG MODELA 41

5.1. DEFINIRANJE OCJENSKE TOČKE 41

5.1.1. Dodjeljivanje ocjenske točke zgradama bez stambenih jedinica 41

5.1.2. Dodjeljivanje ocjenske točke zgradama sa stanovnicima ili stambenim jedinicama 41
5.2. PRIDRUŽIVANJE STAMBENIH JEDINICA I STANOVNIKA PRORAČUNSKIM TOČKAMA 42
5.3. OPIS PRORAČUNA 43
5.3.1. Distribuirani proračun 44
5.3.2. Računalni poslužitelji 45
5.3.3. Računalni kapaciteti izrađivača 45
5.3.4. Opis provedenih proračuna 45
5.3.5. Korištene postavke proračuna 46
6. OBRADA I ANALIZA REZULTATA PRORAČUNA 49
6.1. OBRADA REZULTATA PRORAČUNA 49
6.2. ODREĐIVANJE POKRIVENOSTI POVRŠINA 52
6.3. IZRADA RAZREDA JEDNAKIH RAZINA BUKE 52
7. REZULTATI STRATEŠKE KARTE BUKE 52
8. PROCJENA ŠTETNIH UTJECAJA NA ZDRAVLJE 55
8.1. PROCJENA BROJA STANOVNIKA SA ISHEMIJSKIM BOLESTIMA SRCA (IHD) 55
8.2. PROCJENA BROJA STANOVNIKA SA VISOKOM RAZINOM SMETANJA (HA) ILI OZBILJNIM POREMEĆAJEM SNA (HSD) 56
9. OPIS REZULTATA U GRAFIČKOM OBLIKU 58
10. OPIS REZULTATA U ELEKTRONIČKOM OBLIKU 59
11. PRILOG – GRAFIČKI DIO 62

Popis tablica

Tablica 1. Dionice županijske ceste uključene u izradu karte buke 21
Tablica 2. Grupe korištenih ulaznih podataka 23
Tablica 3. Popis podataka za pojedino projektno područje 24
Tablica 4. Prikaz opisa i oznaka linija iz izvornog digitalnog modela reljefa 27
Tablica 5. Kategorizacija pokrova sukladno definiciji CNOSSOS-EU 30
Tablica 6. Primijenjene vrijednosti kategorije apsorpcije prema odredbama CNOSSOS-EU 30
Tablica 7. Projektni podaci koji dodatno opisuju karakteristike osi prometnice 33
Tablica 8. Kategorije vozila sukladno CNOSSOS-EU 34
Tablica 9. Opis proračunatih prometnih podataka 35
Tablica 10. Primijenjena reklasifikacija rezultata rasterskog proračuna u razrede indikatora buke 52
Tablica 11. Tablični rezultati izloženosti tijekom razdoblja „noć“ (indikator L_{night}) broja stanovnika i stambenih jedinica za stalno stanovanje 53
Tablica 12. Tablični rezultati cjelodnevne izloženosti (indikator L_{den}) broja stanovnika i stambenih jedinica za stalno stanovanje 53
Tablica 13. Sažeti tablični rezultati cjelodnevne izloženosti (indikator L_{den}) broja stanovnika i stambenih jedinica za stalno stanovanje 54
Tablica 14. Analiza pokrivenosti površina razredima indikatora buke L_{den} u km^2 54
Tablica 15. Procjena štetnih učinaka na zdravlje 57

Popis slika

Slika 1. Prikaz faza izrade strateške karte buke 17
Slika 2. Prikaz validiranog programa za izradu strateške karte buke 18
Slika 3. Prikaz obuhvata 22
Slika 4. Prikaz širine proračuna razina buke u odnosu na osnovnu os prometnice 22
Slika 5. Elementi terena, rubovi nasipa i usjeka na području izrade projekta 26
Slika 6. Prikaz modeliranih građevinskih objekata 27
Slika 7. Prikaz linijskih slojeva modela terena 28
Slika 8. Prikaz modeliranih građevinskih objekata 29
Slika 9. Prikaz modeliranih građevinskih objekata 29
Slika 10. CLC kod vrste pokrova terena sa opisom na području obuhvata 31
Slika 11. Primjer izračuna puta širenja zvučnog vala u slučaju višestrukih ogiba zvučnog vala u homogenim uvjetima širenja zvuka 32
Slika 12. Primjer izračuna puta širenja zvučnog vala u slučaju višestrukih ogiba zvučnog vala u povoljnim uvjetima širenja zvuka 32
Slika 13. Naselja uključena u akustički model 39
Slika 14. Prikaz postupka pridruživanja broja stanovnika i broja stambenih jedinica za stalno stanovanje tlocrtima objekata 40
Slika 15. Položaj ocjenskih točaka - slučaj 1 - fasade podijeljene u dijelove podjednake duljine na svakoj fasadi 42

Slika 16. Položaj ocjenskih točaka - slučaj 2 – fasade podijeljene prema određenoj udaljenosti od početka poligona zgrade 42
Slika 17. Prikaz korištene mreže za primjenu distribuiranog proračuna 44
Slika 18. Postavke rasterskog proračuna razina buke 46
Slika 19. Postavke fasadnog proračuna razina buke 47
Slika 20. Postupak obrade rezultata proračuna razina buke 50
Slika 21. Prikaz grafičkog dijela rezultata fasadnog proračuna u okolini objekta 51
Slika 22. Prikaz brojčanih rezultata fasadnog proračuna objekta 51
Slika 23. Legenda prikaza imisijskih razina buke na grafičkim prikazima 58
Slika 24. Konceptualni model podataka (UML) za rezultate strateške karte buke 59
Slika 25. Izvornik tijeka pretvorbe podataka iz konceptualnog modela podataka u format „geopackage“ 61

1. OPĆI PODACI

1.1. Podatci o registraciji tvrtke izrađivača projekta

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 30.04.2026

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
080337435

OIB:
27165475250

EUID:
HRSR.080337435

TVRTKA:
3 DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku

1 DARH 2 d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
2 Samobor (Grad Samobor)
Ljubičin prolaz 3

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:
7 alan@darh2.hr

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	72.30	- Obrada podataka
1	*	- Projektiranje, građenje i nadzor nad građenjem
1	*	- Ostalo projektiranje
1	*	- Proizvodnja elektronskih sklopova
1	*	- Zastupanje stranih tvrtki
2	*	- kupnja i prodaja robe
2	*	- obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
2	*	- stručni poslovi zaštite od buke
2	*	- stručni poslovi zaštite na radu
2	*	- stručni poslovi zaštite okoliša
2	*	- računalne i srodne djelatnosti
2	*	- savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
3	*	- tehničko ispitivanje i analiza
3	*	- promidžba (reklama i propaganda)
4	*	- poslovanje nekretninama
4	*	- posredovanje u prometu nekretnina
4	*	- stručni poslovi prostornog uređenja
4	*	- prijevoz za vlastite potrebe
5	*	- energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

3 BRANKO DORAČIĆ, OIB: 41846639677
Samobor, Ljubičin prolaz 3
4 - član društva

Izrađeno: 2026-04-30 14:12:40 D004
Podaci od: 2026-04-30 Stranica: 1 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 30.04.2026

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

6 ALAN ŠTIMAC, OIB: 55004845222
Zagreb, Ulica Aleksandra Brdarića 18
4 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

3 BRANKO DORAČIĆ, OIB: 41846639677
Samobor, Ljubičin prolaz 3
1 - direktor
1 - zastupa samostalno i pojedinačno

6 ALAN ŠTIMAC, OIB: 55004845222
Zagreb, ULICA ALEKSANDRA BRDARIĆA 18
2 - direktor
2 - zastupa samostalno i pojedinačno

TEMELJNI KAPITAL:

2 20.000,00 kuna / 2.654,46 euro (fiksni tečaj konverzije 7.53450)

Napomena:
Iznos temeljnog kapitala informativno je prikazan u euru i ne utječe na prava i obveze društva niti članova društva.
Društva su u obvezi temeljni kapital uskladiti sukladno Zakonu o izmjenama Zakona o trgovačkim društvima ("Narodne novine" broj 114/22.).

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

1 Akt o osnivanju d.o.o. od 06.09.1994. god. usklađen sa ZTD-om 22.11.1995. god. i sastavljen u novom obliku kao Izjava.
2 Odlukom Skupštine od 29.09.2005. godine mijenja se Izjava društva od 22.11.1995. godine na način da se u cijelosti stavlja van snage i usvaja nova Izjava od 29.09.2005. godine.
3 Odlukom člana društva od 02.02.2012. godine izmijenjena je Izjava o osnivanju - odredbe o tvrtci i predmetu poslovanja, te je usvojena Izjava - potpuni tekst koji se dostavlja sudu.
4 Odlukom članova društva od 17. siječnja 2014. godine izmijenjene su odredbe Izjave (potpuni tekst) od 2. veljače 2012. godine o temeljnom kapitalu i poslovnim udjelima, predmetu poslovanja, te je usvojen Društveni ugovor od 17. siječnja 2014. koji se u potpunom tekstu dostavlja sudu.
5 Odlukom članova društva od 05.06.2014. godine izmijenjena je odredba Društvenog ugovora od 17.01.2014. godine o predmetu poslovanja, te je u cijelosti izmijenjen Društveni ugovor i u potpunom tekstu dostavljen sudu.

Promjene temeljnog kapitala:

1 Odlukom osnivača od 22.11.1995. god. povećan je temeljni kapital za iznos od 14.555,00 kuna na iznos od 18.900,00 kuna uplatom u stvarima.
2 Odlukom Skupštine od 29.09.2005. godine povećava se temeljni kapital sa iznosa od 18.900,00 kn za iznos od 1.100,00 kn uplatom u novcu na iznos od 20.000,00 kn.

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 30.04.2026

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSTALI PODACI:

1 Subjekt je bio upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu pod reg. ul. broj 1-57961.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	28.04.26	2025	01.01.25 - 31.12.25	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-95/15422-3	07.11.2000	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-05/9182-6	14.11.2005	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-12/1856-2	08.02.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0004	Tt-14/1431-3	31.01.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0005	Tt-14/14311-2	18.06.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0006	Tt-17/31438-1	10.08.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0007	Tt-21/2203-2	02.02.2021	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	30.03.2009	elektronički upis
eu	/	25.03.2010	elektronički upis
eu	/	18.03.2011	elektronički upis
eu	/	21.03.2012	elektronički upis
eu	/	20.03.2013	elektronički upis
eu	/	31.03.2014	elektronički upis
eu	/	31.03.2015	elektronički upis
eu	/	24.02.2016	elektronički upis
eu	/	25.04.2017	elektronički upis
eu	/	25.04.2018	elektronički upis
eu	/	30.04.2019	elektronički upis
eu	/	30.03.2020	elektronički upis
eu	/	23.04.2021	elektronički upis
eu	/	01.04.2022	elektronički upis
eu	/	27.04.2023	elektronički upis
eu	/	25.04.2024	elektronički upis
eu	/	04.04.2025	elektronički upis
eu	/	28.04.2026	elektronički upis

Sukladno Uredbi o tarifi sudskih pristojbi (NN br. 37/2023)
Tar. br. 28. ne plaća se pristojba za izdavanje aktivnog i/ili povijesnog izvatka iz sudskog registra.

Izrađeno: 2026-04-30 14:12:40
Podaci od: 2026-04-30

D004
Stranica: 3 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 30.04.2026

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Ova isprava je u digitalnom obliku elektronički potpisana certifikatom:
CN=sudreg2,L=ZAGREB,2.5.4.97=HR72910430276,C=HR,O=MINISTARSTVO PRAVOSUĐA UPRAVE I DIGITALNE TRANSFORMACIJE

Broj zapisa: 00mpe-eItzh-81ehW-RdI6K-Lnl2e
Kontrolni broj: BGYRx-OeqOa-FumLk-vijHC

Skeniranjem ovog QR koda možete provjeriti točnost podataka.
Isto možete učiniti i na web stranici
http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta.
U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Ministarstvo pravosuđa i uprave potvrđuje točnost isprave i stanje podataka u trenutku izrade izvatka.
Provjera točnosti podataka može se izvršiti u roku tri mjeseca od izdavanja isprave.

Izrađeno: 2026-04-30 14:12:40
Podaci od: 2026-04-30

D004
Stranica: 4 od 4

1.2. Podatci o ovlaštenju tvrtke izrađivača projekta za stručne poslove zaštite od buke

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZDRAVSTVA

KLASA: UP/I-540-01/21-03/10
URBROJ: 534-03-3-2/2-21-05
Zagreb, 26. listopada 2021.

Ministar zdravstva Republike Hrvatske na temelju članka 11. Zakona o zaštiti od buke ("Narodne novine", br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21) i članka 3. Pravilnika o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke ("Narodne novine", br. 91/07) povodom zahtjeva trgovačkog društva DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, zastupanog po direktoru dr. sc. Alanu Štimcu, dipl. ing. el., u predmetu utvrđivanja uvjeta za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke, donosi

R J E Š E N J E

1. Ovlašćuje se DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke za akustička mjerenja (mjerenje razine buke i mjerenje zvučne izolacije); projektiranje, odnosno predviđanje razine buke; izrada karata buke i akcijskih planova; izrada stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornoga uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje i izrada procjene utjecaja buke na okoliš, na rok od 5 (pet) godina od dana izdavanja ovoga rješenja.
2. Odgovorna osoba za obavljanje stručnih poslova zaštite od buke je dr. sc. Alan Štimac, dipl. ing. el.
3. Ovo rješenje je važeće dok su ispunjeni uvjeti na temelju kojih je rješenje izdano.
4. U slučaju promjene utvrđenih uvjeta temeljem kojih je ovo rješenje izdano, pravna osoba obvezna je o tome pisanim putem obavijestiti Ministarstvo zdravstva.
5. Rješenje Ministarstva zdravstva, KLASA: UP/I-540-01/21-03/10, URBROJ: 534-03-3-2/2-21-03, od 09. lipnja 2021., stavlja se van snage.

O b r a z l o ž e n j e

DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, zastupan po direktoru dr. sc. Alanu Štimcu, dipl. ing. el., podnio je zahtjev za utvrđivanje uvjeta u pogledu prostora, opreme i stručne osobe za ovlaštenje obavljanja stručnih poslova zaštite od buke za akustička mjerenja (mjerenje razine buke i mjerenje zvučne izolacije); projektiranje, odnosno predviđanje razine buke; izradu karata buke i akcijskih planova; izradu stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornoga uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje te izradu procjene utjecaja buke na okoliš.

Podnositelj zahtjeva je uz zahtjev priložio Potvrdu o akreditaciji broj 1673 od Hrvatske akreditacijske agencije (HAA) kojom dokazuje ispunjavanje uvjeta norme HRN EN ISO/IEC 17025:2017, KLASA: 383-02/21-30/020, URBROJ: 569-02/2-21-35, od 21. listopada 2021.

Ksaver 200a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska, **T** +385 1 46 07 555, **F** +385 1 46 77 076

Područje za koje je pravna osoba akreditirana je područje mjerenja i ocjenjivanja buke okoliša (HRN ISO 1996-2:2017 uz primjenu norme HRN ISO 1996-1:2016, terensko mjerenje zračne zvučne izolacije (HRN EN ISO 16283-1:2014 i HRN EN ISO 16283-1:2014/A1:2018, uz primjenu norme HRN EN ISO 717-1:2021), terensko mjerenje udarne zvučne izolacije (HRN EN ISO 16283-2:2020 uz primjenu norme HRN EN ISO 717-2:2021), terensko mjerenje zvučne izolacije fasada (HRN EN ISO 16283-3:2016 uz primjenu norme HRN EN ISO 717-1:2021).

Podnositelj zahtjeva za obavljanje mjerenja razina buke kao osnovno sredstvo rada koristi zvukomjer Brüel & Kjær 2250 tip 1, tv. br.: 2590442 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2676575; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 tip 1, tv. br.: 2706836 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2725926; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 tip 1, tv. br.: 2706798 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2710724; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 G4 tip 1, tv. br.: 3002987 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2866627; zvukomjer Brüel & Kjær 2270 G4 tip 1 tv. br.: 3011797 s mikrofonom Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 3099956; mjerni mikrofon Brüel & Kjær 4189, tv. br.: 2676577; mikrofon za vanjsku uporabu Brüel & Kjær, tip 4952, s zaštitnim kućištem UA 1679, tv. br.: 2788812; umjerivač zvuka Brüel & Kjær 4231, tv. br.: 2513045; umjerivač zvuka Brüel & Kjær 4231, tv. br.: 2022726; pistonfon Brüel & Kjær 4220, tv. br.: 536457; osjetnik VAISALA za mjerenje meteoroloških uvjeta, tip WXT 520, tv. br.: E4040004, dok za mjerenje zvučne izolacije kao osnovno sredstvo rada koristi normirani izvor udarnog zvuka marke Brüel & Kjær, tip 3207; tvornički broj: 2495646; normirani izvor udarnog zvuka marke NOR279; pojačalo snage marke Brüel & Kjær, tip 2716, tvornički broj: 2508596; neusmjereni izvor zvuka marke Brüel & Kjær, tip 4296; tvornički broj: 2498652.

Podnositelj zahtjeva je uz zahtjev priložio i Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - akustička mjerenja za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-20, od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - projektiranje, odnosno predviđanje buke za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-22 od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - izrada karata buke i akcijskih planova za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-21 od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - izrada stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornog uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-23 od 20. kolovoza 2014.; Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz područja zaštite od buke za stručne poslove - izrada procjene utjecaja buke na okoliš za dr. sc. Alana Štimca, dipl. ing. el., KLASA: UP/I-133-04/08-09/02, URBROJ: 534-09-1-1-1/4-14-24 od 20. kolovoza 2014.

Podnositelj zahtjeva za obavljanje gore navedenih stručnih poslova zaštite od buke kao osnovno sredstvo rada koristi licencirani računalni program (software) proizvođača Brüel & Kjær, LIMA PLUS 7812.

Temeljem dostavljene dokumentacije utvrđeno je da DARH 2 d.o.o., Ljubičin prolaz 3, Samobor, ispunjava uvjete u pogledu prostora, opreme i stručne osobe koje moraju ispunjavati pravne osobe temeljem odredbi Pravilnika o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke ("Narodne novine", br. 91/07), za područje obavljanja akustičkih mjerenja (mjerenje razine buke i mjerenje

zvučne izolacije); projektiranje, odnosno predviđanje razine buke; izradu karata buke i akcijskih planova; izradu stručnih podloga glede zaštite od buke za dokumente prostornoga uređenja svih razina i akata za njihovo provođenje i izradu procjene utjecaja buke na okoliš.

Sukladno svemu gore navedenom, a u skladu s člankom 11. Zakona o zaštiti od buke ("Narodne novine", br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21) i člankom 3. Pravilnika o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke ("Narodne novine", br. 91/07), riješeno je kao u izreci ovoga rješenja.

UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Protiv ovog rješenja stranka može pokrenuti upravni spor pred mjesno nadležnim upravnim sudom, u roku od 30 dana po primitku ovog rješenja. Tužba se predaje mjesno nadležnom sudu neposredno u pisanom obliku, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom, odnosno dostavlja elektronički.

REPUBLIKA HRVATSKA – MINISTARSTVO ZDRAVSTVA – ZAGREB

MINISTAR

izv. prof. dr. sc. Vili Beroš, dr. med.

Dostaviti:
1. DARH 2 d.o.o.
   Ljubičin prolaz 3, Samobor
2. Pismohrana, ovdje

2. O PROJEKTU STRATEŠKE KARTE BUKE

Propisi iz područja buke okoliša Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu propisi) postavljaju odgovornosti u području izrade strateških karata buke i akcijskih planova. Određene su pravne osobe odgovorne za izradu strateških karata buke (obveznici izrade strateških karata buke), dok je Ministarstvo zdravstva (MiZ) zaduženo za nadgledanje provedbe zakonskih propisa. Zakonski okvir za izradu strateške karte buke županijske ceste 5115 u nadležnosti Županijske uprave za ceste Istarske županije (u daljnjem tekstu karte buke) je članak 7.Zakona o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21) (u daljnjem tekstu Zakon).

Nositelj izrade karte buke su Županijske uprave za ceste Istarske županije.

Karta buke je izrađena u skladu sa odredbama Zakona, Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (Narodne novine 146/21)[1] (u daljnjem tekstu Pravilnika 1), Direktive 2002/49/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. godine o procjeni i upravljanju bukom okoliša (u daljnjem tekstu END), kao i Preporukama Europske agencije za okoliš i Radne skupine Opće uprave za okoliš Europske komisije o ocjeni izloženosti buke „Predstavljanje informacija o kartama buke javnosti“, ožujak 2008. Sukladno prije navedenim propisima, karta buke mora se izrađivati za točno određenu kalendarsku godinu, te se karte buke moraju izrađivati u točno određenim vremenskim ciklusima od najviše 5 godina. Ova karta buke za 4. krug izvještavanja odnosi se na stanje opterećenosti bukom za 2021.g. te sadržava procjenu izloženosti bukom od glavnih izvora buke - cestovnog prometa sa dionice županijskih cesta u nadležnosti Županijske uprave za ceste Istarske županije (u daljnjem tekstu „prometnice“) uključujući podatke o izloženosti stanovništva i stambenih jedinicama za stalno stanovanje za 2021.g.

2.1. Naručitelj i ovlaštenik izrade strateške karte buke

Naručitelj izrade: Županijska uprava za ceste Istarske županije, M.B. Rašana 2/4, 52 000 Pazin.

Ovlaštenik izrade: DARH 2 d.o.o. za arhitekturu i akustiku, Ljubičin prolaz 3, Samobor.

2.2. Relevantna godina

Sukladno odredbama Pravilnika 1, karta buke mora odražavati stanje razina buke u kalendarskoj godini koja prethodi godini izrade karte buke, s time da se karte buke trajno usklađuju s izmjenama u prostoru, a obvezno se obnavljaju svakih pet godina. Terminološki, „godina“ označava relevantnu godinu u pogledu emisije buke i prosječnu godinu u pogledu meteoroloških prilika.

Sukladno navedenim odredbama, u ovom projektu izrade karte buke, obrađena je kalendarska godina 2021.

[1] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_146_2532.html

2.3. Primijenjeni zakonski propisi, smjernice i norme

Prilikom izrade ove karte buke korištene su odredbe niže navedenih zakona, pravilnika i smjernica, odnosno primjenjivana je metodologija koje je propisana navedenim propisima:

- Zakon o zaštiti od buke (Narodne novine 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21),
- Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (Narodne novine 146/21)[2],
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (Narodne novine 143/21)[3]
- Smjernica 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. koje se odnose na utvrđivanje i upravljanje bukom okoliša - izjava Komisije u Odboru za mirenje o Direktivi o procjeni i upravljanju bukom okoliša (SL 189, 18.07.2002.)
- Delegirana Smjernica Europske Komisije (EU) 2021/1226 od 21. prosinca 2020. o izmjeni, u svrhu prilagodbe znanstvenom i tehničkom napretku, Priloga II. Direktive 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu zajedničkih metoda ocjene buke (SL L 269, 28. 7. 2021.).
- Smjernica Europske komisije (EU) 2015/996 od 19.svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Smjernicom 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća;
- Ispravak Smjernice Europske Komisije (EU) 2015/996 od 19. svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EU Europskog parlamenta i Vijeća, Službeni list Europske unije L5/35-46, 10. siječanj 2018.;
- HRN ISO 1996-1:2016 – Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša – 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja (ISO 1996-1:2016),
- HRN ISO 1996-2:2017 – Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša – 2. dio: Određivanje razina buke okoliša (ISO 1996-2:2017),
- ISO/CD TR 17534-4 Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 4: Recommendations for quality assured implementation of CNOSSOS EU calculation methods in software according to ISO 17534-1,

[2] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_146_2532.html
[3] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2454.html

3. POSTUPAK IZRADE KARTE BUKE

Karta buke izrađuje se pomoću računalnih metoda proračuna emisije i propagacije zvuka/buke emitiranih od poznatih izvora buke u geografskom prostoru poznatih karakteristika. Primijenjeni postupak provedbe projekta (Slika 1) kroz proračun i procjenu utjecaja buke promatranih izvora istovjetan je za sve izvore buke koji su bili uključeni u ovaj projekt.



Slika 1. Prikaz faza izrade strateške karte buke

Pravilnik 1 definira obaveznu računalnu metodu proračuna i ocjene buke okoliša koje je potrebno koristiti kod izrade strateških karata buke. Normirana računalna metoda korištena za izradu ove karte buke je „Zajednička metoda ocjene buke u EU-u"[4] (u daljnjem tekstu „CNOSSOS-EU"). Navedena metoda implementirana je kroz Direktivu Europske komisije (EU) 2015/996 od 19.svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća uz Ispravak Direktive Europske Komisije (EU) 2015/996 od 19. svibnja 2015. o uspostavi zajedničkih metoda ocjene buke u skladu s Direktivom 2002/49/EU Europskog parlamenta i Vijeća, Službeni list Europske unije

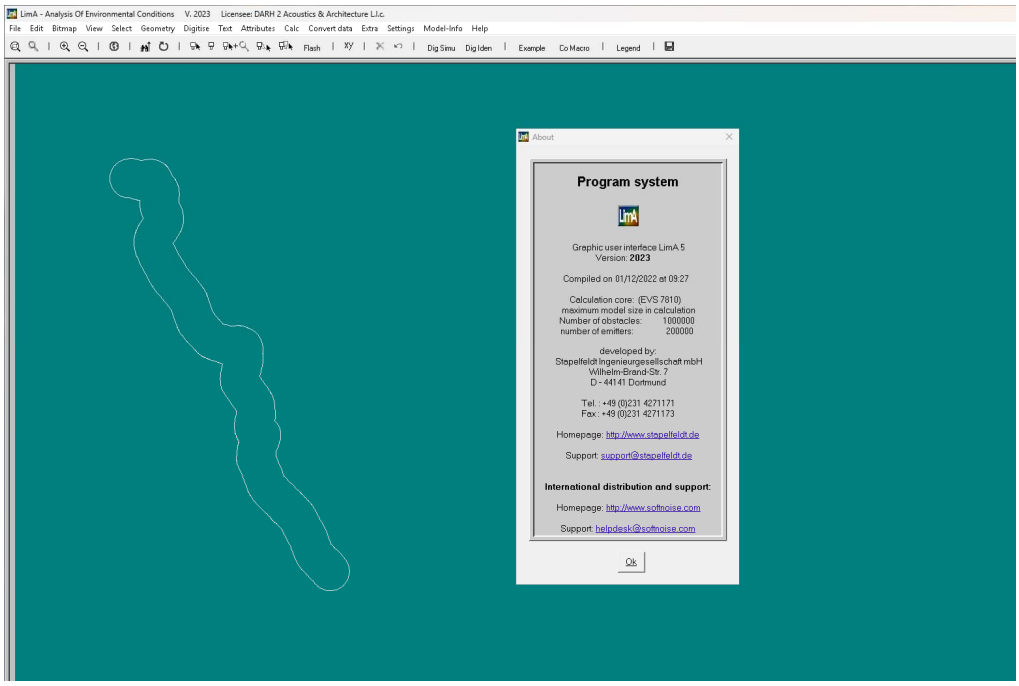
[4] Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU) – JRC Reference Report, EUR 25379 EN. Luksemburg: Ured za publikacije Europske unije, 2012., ISBN 978-92-79-25281-5

L5/35-46, 10. siječanj 2018. U konačnici opisana metoda je doživjela dodatne ispravke i nadopune kroz Delegiranu Direktivu Europske Komisije (EU) 2021/1226 od 21. prosinca 2020. o izmjeni, u svrhu prilagodbe znanstvenom i tehničkom napretku, Priloga II. Direktive 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu zajedničkih metoda ocjene buke (SL L 269, 28. 7. 2021.).

Za primjenu propisane računske metode potrebno je koristiti programski paket koji zadovoljava zahtjeve standarda ISO/TR 17534-4 “Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 4: Recommendations for quality assured implementation of CNOSSOS EU calculation methods in software according to ISO 17534-1”.

3.1. Programski paket

Ova strateška karta buke je izrađena u skladu s zahtjevima struke i prije navedenom zakonskom regulativom koristeći tehnike računalnog modeliranja i validirani programski paket namijenjen za izradu strateških karata buke, LimA [5], koji je sukladan zahtjevima Pravilnika 1 te pravilnoj primjeni CNOSSOS-EU.



Slika 2. Prikaz validiranog programa za izradu strateške karte buke

Verzija programskog paketa sa kojim je izrađen ovaj elaborat posjeduje izjavu o sukladnosti proizvođača kojim se dokazuje da su rezultati proračuna referentnih slučajeva u skladu s rezultatima referentnih slučajeva navedenih u ISO/TR 17534-4.

[5] https://softnoise.com/products/predictor-lima/

Declaration of Conformity

Warranty according to ISO 17534-1:2015 in conjunction with ISO/TR 17534-4:2020
The undersigned as the authorized person for the company

Hartmut Stapelfeldt

ensures that Version 2022.1 of the software product



developed by Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH, Dortmund, correctly and completely implements the calculation of sound propagation in agreement with Section 2.5 of EU-Directive 2015/996/EU of 19 May 2015 and its amendments

- defined in ANNEX to the Commission Delegated Directive (21.12.2020) and further corrigendum of 21.07.2021 apart from aircraft noise calculation
- defined for German CNOSSOS implementation (BUB) in 2021
- defined by ISO as "Uniform and agreed interpretation of ambiguous definitions" of Clause 5 of ISO/TR 17534-4:2020

All ISO test cases are calculated in the reference setting "CNOSSOS (EU)".
The conformity of the final results with the reference results is documented in Table I of this document.

Table 1 — — QAI form "Conformity on CNOSSOS (EU)"

Test cases	In reference setting "CNOSSOS (EU)" the calculated levels in octave-bands 63 Hz – 8 000 Hz do not deviate more than +-0,1 dB from the levels in Tables 362 or 363		Lateral diffraction was included – comparison of calculated values with Table		Largest deviation (dB) in frequency band (Hz)	
	Yes	No	362	363	dB	Hz
TC01	☑	☐	☑	☑	0,02	2000
TC02	☑	☐	☑	☑	0,02	1000
TC03	☑	☐	☑	☑	0,01	63
TC04	☑	☐	☑	☑	0,02	125
TC05	☑	☐	☑	☑	0,02	63
TC06	☑	☐	☑	☑	0,02	500
TC07	☑	☐	☑	☑	0,02	125
TC08	☑	☐	☑	☑	0,02	8000
TC09	☑	☐	☑	☑	0,05	9000
TC10	☑	☐	☑	☑	0,02	8000
TC11	☑	☐	☑	☑	0,02	8000
TC12	☑	☐	☑	☑	0,08	500
TC13	☑	☐	☑	☑	0,05	8000
TC14	☑	☐	☑	☑	0,03	1000
TC15	☑	☐	☑	☑	0,01	63
TC16	☑	☐	☑	☑	0,01	63
TC17	☑	☐	☑	☑	0,01	63
TC18	☑	☐	☑	☑	0,01	250
TC19	☑	☐	☑	☑	0,05	8000
TC20	☑	☐	☑	☑	0,02	125
TC21	☑	☐	☑	☑	0,05	8000
TC22	☑	☐	☑	☑	0,05	250
TC23	☑	☐	☑	☑	0,02	1000
TC24	☑	☐	☑	☑	0,02	1000
TC25	☑	☐	☑	☑	0,03	8000
TC26	☑	☐	☑	☑	0,00	
TC27	☑	☐	☑	☑	0,06	250
TC28	☑	☐	☑	☑	0,03	8000

Dortmund, 30.05.2022

. . . . . .

(Dipl-Ing. H. Stapelfeldt)

3.2. Određivanje granice obuhvata karte buke

Temeljem ovlasti iz Zakona o cestama (84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 114/22, 114/22, 04/23), Županijska uprava za ceste Istarske županije je obveznik izrade strateške karte buke za sve županijske ceste koje su u njihovoj nadležnosti sukladno odredbama Čl. 7 Zakona (citat):

Obveza izrade strateških karata buke i akcijskih planova odnosi se i na vlasnike, odnosno koncesionare industrijskih područja, glavnih cesta, glavnih željezničkih pruga i glavnih zračnih luka.

...(kraj citata)

Navedena obaveze odnosi se na sve ceste koje su u njihovoj nadležnosti i zadovoljavaju kriterij iz Čl. 2, točka 18 Zakona gdje se definira tzv. „glavna cesta“ kao (citat):

18. Glavna cesta jest javna cesta s više od 3 000 000 prolaza vozila godišnje,

...(kraj citata)

Također, radi cjelovitog okvira sagledavanja problematike određivanja područja izrade strateške karte buke potrebno je i poznavanje termina „major road“ koji je u Smjernici 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. koja se odnosi na utvrđivanje i upravljanje bukom okoliša (u daljnjem tekstu: END Smjernica) definiran u Članku 3, točka n) kao (citat):

(n) „major road“ shall mean a regional, national or international road, designated by the Member State, which has more than three million vehicle passages a year;

...(kraj citata)

U ostalim zakonskim propisima Republike Hrvatske koji se tiču ove problematike, prvenstveno u Pravilniku 1 nije detaljno razrađivana ova problematika, te se način određivanja područja izrade akustičkih modela za potrebe izrade karte buke mora izvesti iz citiranih odredbi Zakona i Direktive END.

Sve dionice županijske ceste koje su uključene u izradu karte buke prikazuje Tablica 1. Zbog kasnije integracije sa svim ostalim obveznicima izrade karata buke, sukladno zahtjevima prijavnog mehanizma Reportnet3 [6] kao i povezivanju sa odredbama Smjernice INSPIRE u navedenoj tablici korišteni su podaci iz baze podataka javnih cesta RH sa INSPIRE geoportala[7].

Tablica 1. Dionice županijske ceste uključene u izradu karte buke

RB	Oznaka županijske ceste	Oznaka dionice	Opis dionice	Duljina / m	UGP[8]
1	5115	0001	Peroj (turističko naselje Barbariga) - A. G. Grada Pule	12893	3940719

[6] https://reportnet.europa.eu/
[7] INSPIRE geoportal
[8] UGP= ukupni godišnji promet

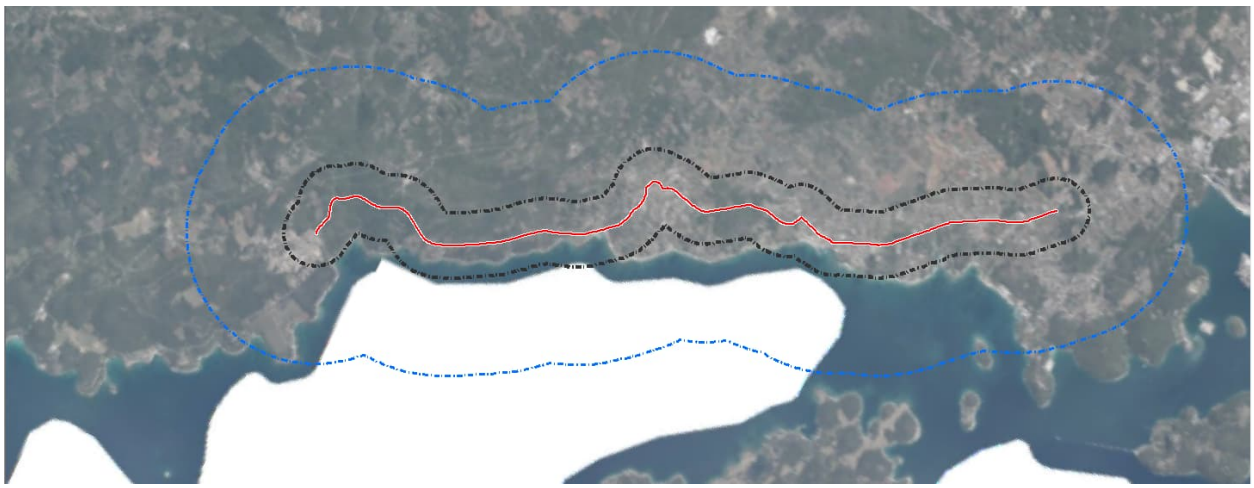
3.3. Određivanje granice izrade akustičkog modela

Područje izrade strateške karte buke obuhvaća područja u okolini navedenih dionica županijskih cesta za ukupno cca 13 km dionica županijskih cesta (Slika 3).



Slika 3. Prikaz obuhvata

U ovom projektu korištene su preporuke stručne prakse koje navode da je minimalna širina pojasa od osi ceste za koju se izrađuje karta buke obično pojas unutar kojeg su vrijednosti L_{den} veće od 55 dB (A) odnosno vrijednosti L_{night} veće od 50 dB (A). S ciljem zadovoljavanja minimalnih uvjeta iz Zakona, u područje izrade akustičkog modela potrebno je uključiti područja u okolini dionica županijskih cesta koje se smatraju glavnima. Kako bi se osiguralo zadovoljavanje navedenog kriterija primijenjen je univerzalan kriterij jednostrane širine proračuna razina buke i izrade akustičkog modela od 2 km (ukupna širina pojasa 4 km).



Slika 4. Prikaz širine proračuna razina buke u odnosu na osnovnu os prometnice

4. PREGLED KORIŠTENIH ULAZNIH PODATAKA

Za izradu karte buke koristili su se svi raspoloživi izvori podataka s garantiranom vjerodostojnošću. Ulazni podatci za provedbu projekta podijeljeni su u tri bitne grupe:

Grupa 1 Podatci o predmetnom području izrade karte buke,

Grupa 2 Podatci o izvorima buke,

Grupa 3 Podatci o namjeni i naseljenosti predmetnog područja izrade karte buke

Sve prostorne podloge korištene u ovom projektu prilagođene su službenom koordinatnom sustavu HTR96/TM [9]. Pregled korištenih podataka prikazuje Tablica 2.

Tablica 2. Grupe korištenih ulaznih podataka

Opis korištenih ulaznih podataka		Korišteni ulazni podaci
Grupa 1	Podatci o topografiji terena	Izvorni digitalni model reljefa Državne geodetske uprave, kolovoz 2022.g.
	Položaj mostova, nadvožnjaka i sl.	Izvorni digitalni model reljefa Državne geodetske uprave, kolovoz 2022.g.
	Položaj i karakteristike zidova za zaštitu od buke	-
	Položaj, visina i značajke građevinskih objekata i ostalih prepreka širenju zvuka Vrsta građevina	Podatci grafičkog dijela registra prostornih jedinica – podataka o kućnim brojevima na dan 2021-12-31, Državna geodetska uprava, kolovoz 2022.g.
	Os(i) prometnice	Baza cestovnih podataka Hrvatskih cesta d.o.o.
	Vrsta pokrova terena	Baza podataka Corine Land Cover, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, kolovoz 2022.g.
	Meteorološki podaci	Vidi poglavlje 4.5
Grupa 2	Podatci o cestovnom prometu	Podatci o prometnim opterećenjima, Hrvatske ceste "Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2021“

[9] Odlukom Vlade Republike Hrvatske od 4. kolovoza 2004. godine je Hrvatski Terestrički Referentni Sustav za epohu 1995.55 - skraćeno HTRS96, uveden za novi službeni položajni referentni koordinatni sustav Republike Hrvatske, a za potrebe detaljne državne kartografije je usvojen projekcijski koordinatni sustav poprečne Mercatorove (Gauss-Krügerove) projekcije (eng. Transverse Mercator Projection) - skraćeno HTRS96/TM.

Opis korištenih ulaznih podataka		Korišteni ulazni podaci
	Vrsta kolničke konstrukcije	Podatci naručitelja dostavljeni e-mailom 2022-11
Grupa 3	Podatci o naseljenosti	Popis kućanstava prema obiteljskom sastavu i obiteljska kućanstva prema broju članova, po naseljima, Državni zavod za statistiku, 2021. godina Podatci grafičkog dijela registra prostornih jedinica – podataka o kućnim brojevima na području Republike Hrvatske Granice naselja iz Središnjeg registra prostornih jedinica, Državna geodetska uprava Podatci MUP-a o broju osoba koje su na dan 31.12.2021.g. imale prijavljeno prebivalište na određenom kućnom broju

4.1. Opis podataka za pojedina projektna područja

Za cijeli obuhvat projekta pripremljeni su zasebni slojevi podataka sa ukupno 13 grupa podataka koje prikazuje Tablica 3.

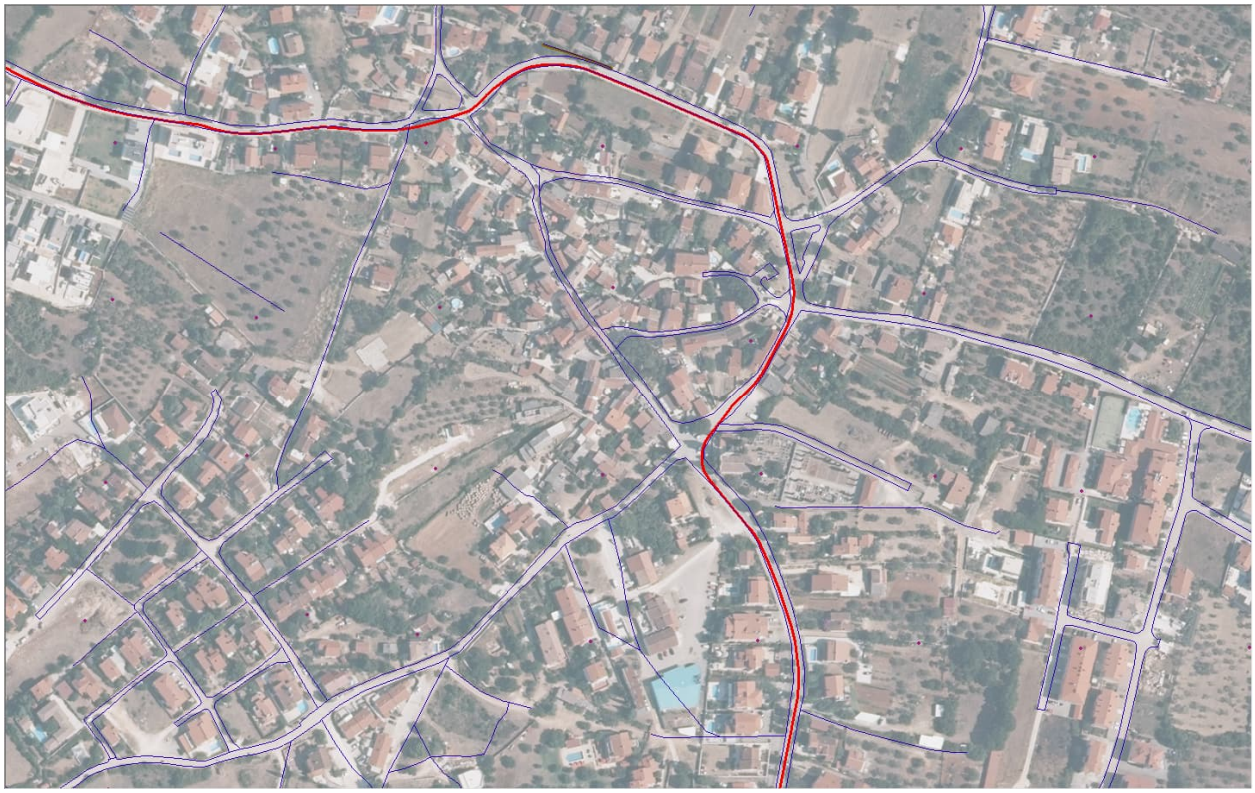
Tablica 3. Popis podataka za pojedino projektno područje

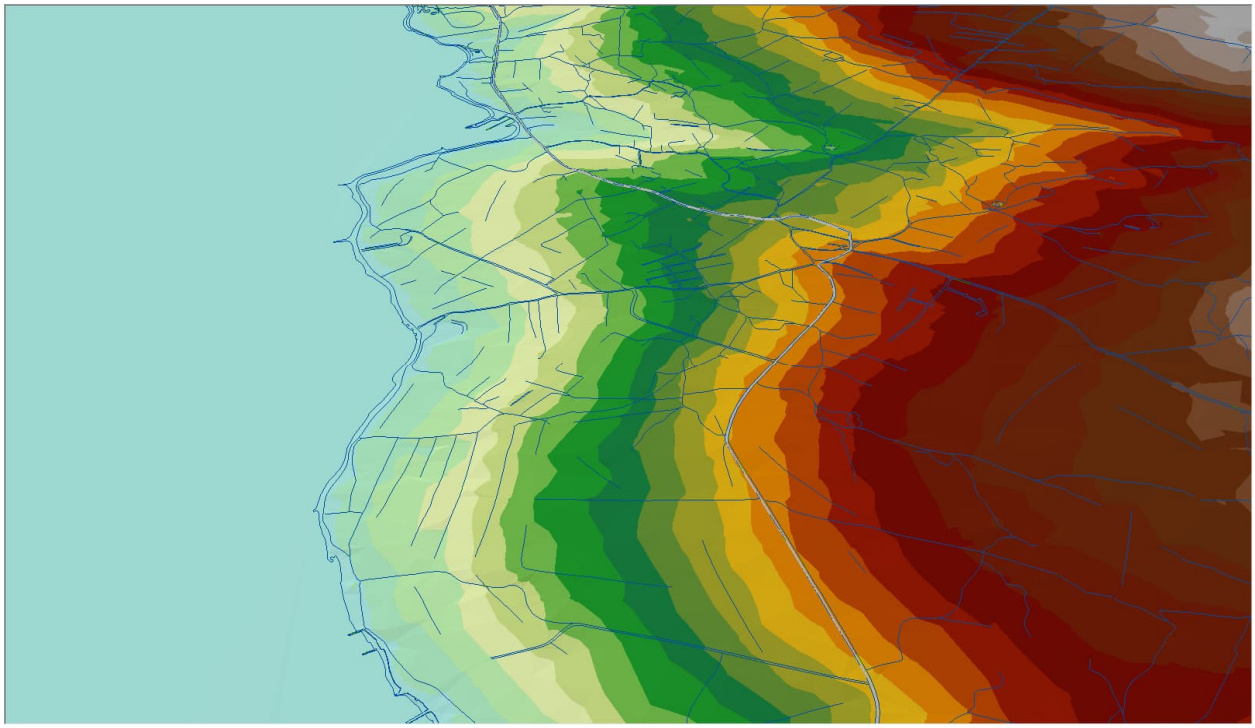
Naziv podatka	Opis podatka	Geometrijski podatak
Projektno područje	Granice projektnog područja	Zatvoreni 2D poligon
Granice podataka projektnog područja	Granice područja koje sadržavaju podatke potrebne za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 2D poligon
Granica akustičkog modela	Granice akustičkog modela koje sadržavaju podatke potrebne za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 2D poligon
Područje proračuna	Granice proračuna imisije buke projektnog područja	Zatvoreni 2D poligon
Model terena	Model terena potrebne za analizu imisije buke određenog projektnog područja	3D polilinija
Nasipi i pokosi	Nasipi i pokosi potrebne za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 3D poligon
Kote terena	Kote terena potrebne za analizu imisije buke određenog projektnog područja	2.5D točka
Zgrade	Tlocrti građevinskih objekata potrebne za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 2.5D poligon
Pokrov terena	Pokrov terena potreban za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 2.5D poligon

Naziv podatka	Opis podatka	Geometrijski podatak
Građevinski objekti – 3D	Tlocrt građevinskih objekata potreban za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 3D poligon
Građevinski objekti – 2D	Tlocrt građevinskih objekata potreban za analizu imisije buke određenog projektnog područja	Zatvoreni 2.5D poligon
Os prometnice	Os cestovne prometnice potreban za analizu imisije buke određenog projektnog područja	2D polilinija
Potporni zidovi	Potporni zidovi potrebni za analizu imisije buke određenog projektnog područja	3D polilinija

4.2. Podatci o topografiji terena

Za izradu 3D modela terena korišten je izvorni digitalni model reljefa, uključujući kote, nasipe, usjeke, prijelomnice i sl. Stručna praksa je pokazala da ovako modelirani teren predstavlja vrlo točan model stvarnog stanja. Primjer korištenih slojeva za izradu trodimenzionalnog modela reljefa prikazuje Slika 5.



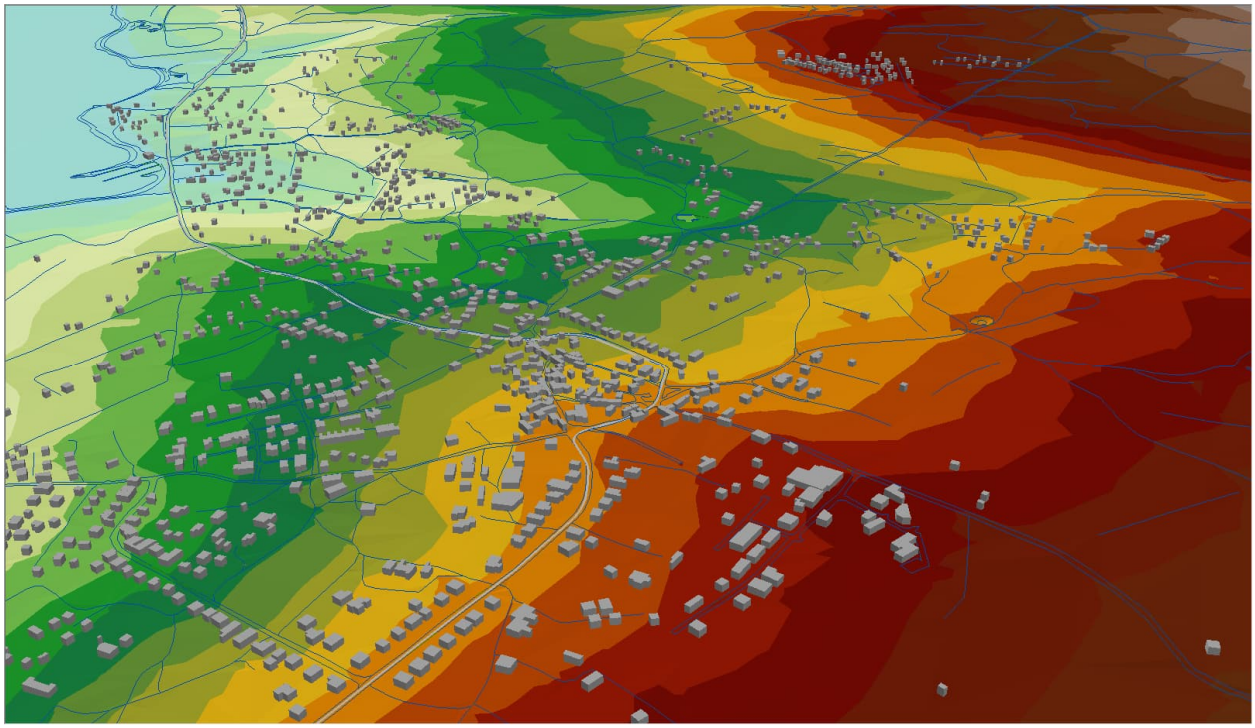


Slika 5. Elementi terena, rubovi nasipa i usjeka na području izrade projekta

4.3. Podatci o položaju, visini i ostalim značajkama građevinskih objekata i ostalih prepreka širenju zvuka tlocrtima i visinama građevinskih objekata

4.3.1. Podatci o zgradama

Sukladno stručnoj praksi prilikom izrade karata buke potrebno je koristiti raspoložive podatke o prostornom položaju i visini građevinskih objekata kao i podatke o akustičkim karakteristikama fasada građevinskih objekata koji su bitni radi razmatranja utjecaja refleksije zvuka. Za cijelo područje izrade karte buke ne postoji trodimenzionalni model zgrada, već su tlocrti objekata preuzeti iz grafičkog dijela prostornih jedinica temeljem kojeg se izdaju kućni brojevi te je svim građevinskim objektima pridružena relativna visina 8 m iznad tla. Za sve objekte korišten je jednak karakterističan faktor refleksije zvuka sukladno preporuci CNOSSOS-EU, koji odgovara fasadi od kamenog/betonskog materijala.



Slika 6. Prikaz modeliranih građevinskih objekata

4.3.2. Podatci o mostovima, nadvožnjacima i sl.

Mostovi, nadvožnjaci, propusti i sl. građevine koje imaju utjecaj na smještaj prometnice u odnosu na model terena izrađeni su temeljem podataka iz izvornog digitalnog modela reljefa Državne geodetske uprave koje opisuje stanje sa danom 2021-12-31.

Temeljem pregleda linijskih podataka digitalnog modela reljefa unutar područja obuhvata te usporedbom sa specifikacijom topografskih podataka[10] izrađen je katalog značenja linija (Tablica 4) te su odabrane određene vrste linija koje omogućavaju izradu zatvorenih trodimenzionalnih poligona koji će predstavljati mostove, nadvožnjake, vijadukte i sl.

Tablica 4. Prikaz opisa i oznaka linija iz izvornog digitalnog modela reljefa

Opis linija	Oznaka linija
Potporni zid	9-0-0
Donja linija usjeka	7-118-0
Gornja linija usjeka	7-116-0
Donja linija nasipa	7-6-0
Gornja linija nasipa	7-4-0
Linija oblika	54-5-0
Prijelomnica	53-6-0
Cesta	21-3-0

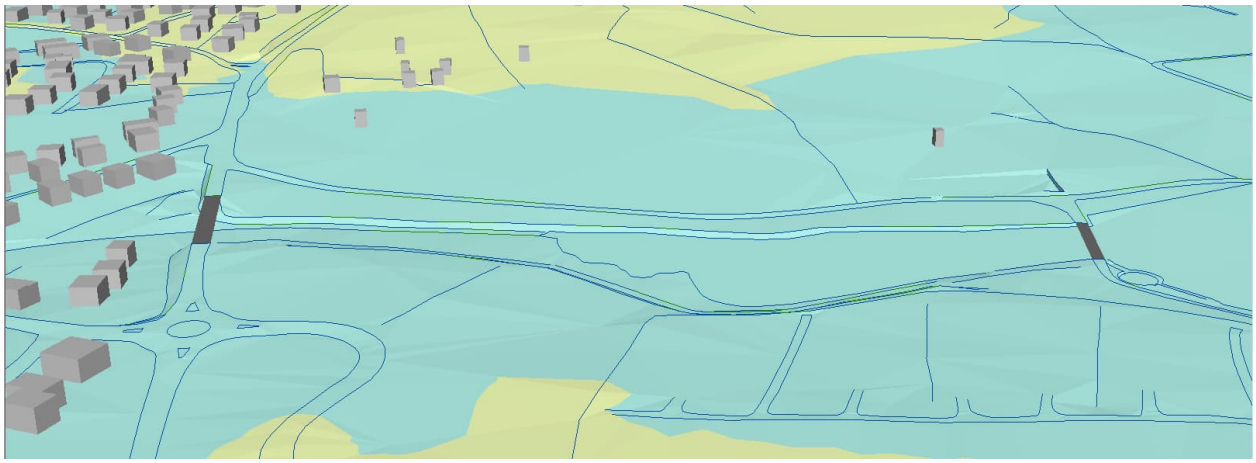
10 https://dgu.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Pristup%20informacijama/Zakoni%20i%20ostali%20propisi/Specifikacije/SP%20TOPOGRAFSKI%20PODACI%20ver%202%200.pdf

Opis linija	Oznaka linija
Prirodna obala	48-1-0
Izgrađena obala	48-7-2
Linijski objekti vodotoka	46-1-1
Linijski objekti vodotoka	46-7-2
Potok	45-1-0
Uski kanal	44-7-0
Obalna linija	41-1-0
Obalna linija	41-7-2
Linijski objekti prometa - propust	34-7-0
Linija zatvaranja nadzemnih objekata	25-5-0
Površinski objekti cestovnog prometa	23-5-0
Uska cesta	22-6-0
Uska cesta - put	22-4-0
Put	21-4-0
Linijski objekti vodotoka	46-7-0
Granična linija nepouzdanih podataka DMRa	55-2-0
Izohipse	57-6-0
Industrijska željeznička pruga	27-46-0
Jednokolosječna željeznička pruga	27-14-0
Površinski objekti željezničkog prometa	23-14-0
Linijski objekti vodotoka	46-7-1
Mekana linija oblika	54-96-0
Uski kanal	44-1-1



Slika 7. Prikaz linijskih slojeva modela terena

Primjenom GIS programskog rješenja QGIS/Model Designer od odabranih linija (Slika 7) izrađeni su zatvoreni trodimenzionalni poligoni (Slika 8) te su im pridruženi određeni atributi kako bi programsko rješenje za proračun razina buke prepoznalo da se radi o mostovima i sličnim građevinama.

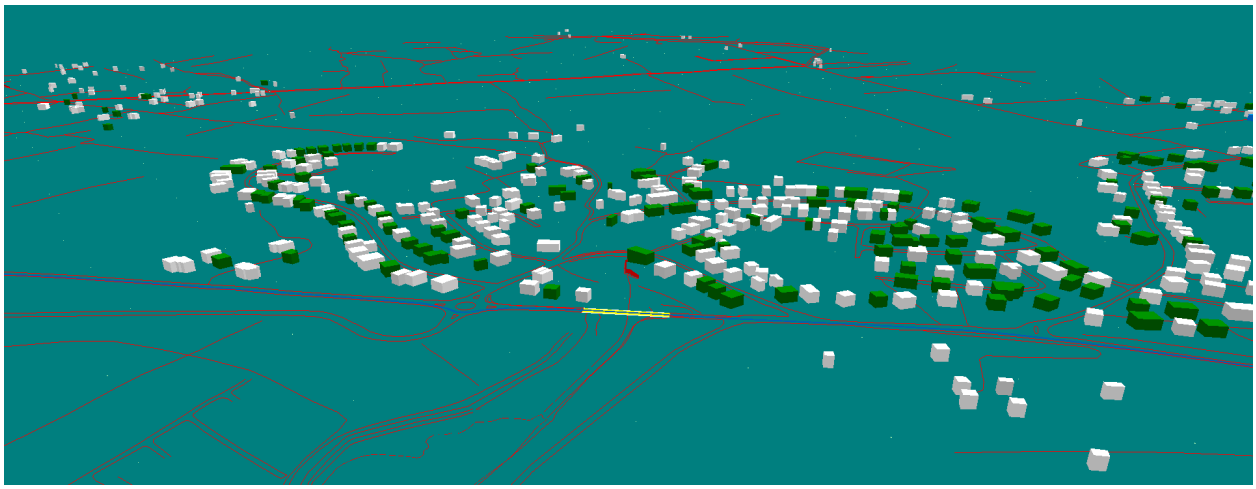


Slika 8. Prikaz modeliranih građevinskih objekata

Po provedenoj konverziji podataka iz GIS okruženja u programsko okruženje za proračun razina buke provedena je provjera slijedećih mogućih pogrešaka:

- provjera cjelovitosti površine poligona,
- pojava dvostrukih objekata,
- provjera međusobnog križanja objekata,
- provjera ispravnog smještaja poligona na teren.

Po uspješnom završetku postupaka osiguranja kvalitete, dobiven je vjerodostojan trodimenzionalni model terena koji je omogućio proračun širenja buke od promatranog izvora (Slika 9).



Slika 9. Prikaz modeliranih građevinskih objekata

4.4. Podatci o pokrovu terena

Kako bi se opisali određeni akustički fenomeni koji se dešavaju tijekom širenja zvuka/buke u blizini tla, koristi se prilagođeno svojstvo akustičke apsorpcije tla koje je u pravilu povezano sa poroznošću površine tla. U načelu, zbijena tla, morske i/ili vodene površine su „reflektivnije“, dok porozne površine imaju bitno

bolju apsorpciju zvučnih valova. Za primjenu ovog efekta u CNOSSOS-EU, akustička apsorpcija tla predstavlja se bezdimenzionalnim koeficijentom *G* čije su vrijednosti između 0 i 1 uz naznaku da sam koeficijent nije ovisan o frekvenciji. Općenito, prosječne vrijednosti koeficijenta G na putu širenja su između 0 i 1, dok sve korištene vrijednosti koeficijenta G za pokrov terena prikazuje Tablica 5.

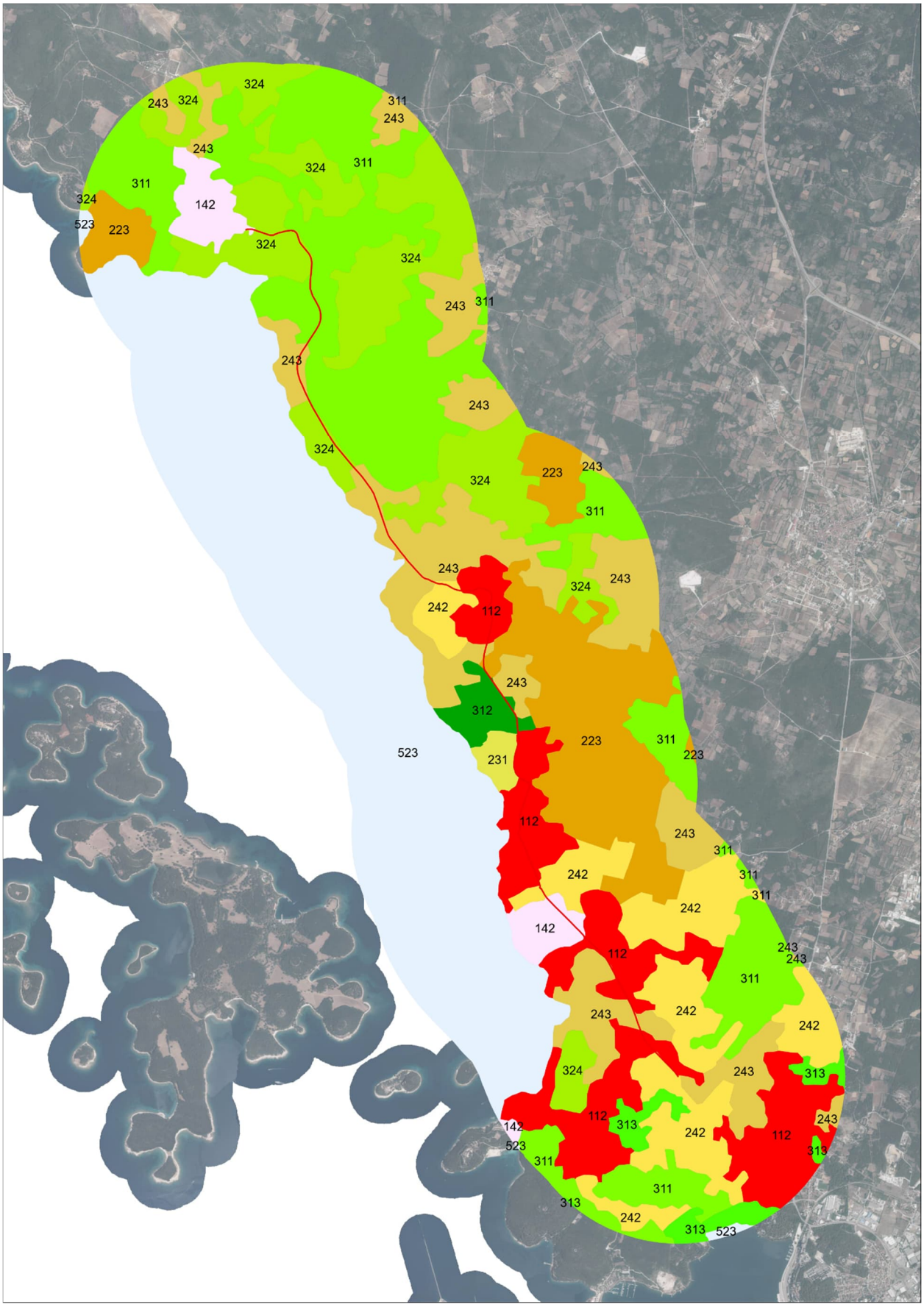
Tablica 5. Kategorizacija pokrova sukladno definiciji CNOSSOS-EU

Opis	Tip	(kPa·s/m^2)	Vrijednost koeficijenta G
Vrlo meko (snijeg ili nalik na mahovinu)	A	12,5	1
Meko šumsko tlo (nisko, gusto raslinje nalik na vrijesak ili debelu mahovinu)	B	31,5	1
Nezbijeno, rahlo tlo (treset, trava, rahlo tlo)	C	80	1
Normalno nezbijeno tlo (šumsko tlo, pašnjaci)	D	200	1
Zbijeno tlo i šljunak (zbijeni travnjaci, područja parkova)	E	500	0,7
Zbijeno gusto tlo (šljunčana cesta, parkiralište)	F	2000	0,3
Tvrde površine (uglavnom normalni asfalt, beton)	G	20000	0
Vrlo tvrde i guste površine (gusti asfalt, beton, voda)	H	200000	0

Podatci o pokrovu terena za cijeli obuhvat projekta preuzeti su iz posljednje službene verzije publikacije „Corine Land Cover“ za Republiku Hrvatsku izrađen 2018.g., prilikom čega je svakoj vrsti pokrova terena pridružen određeni tipski koeficijent

Tablica 6. Primijenjene vrijednosti kategorije apsorpcije prema odredbama CNOSSOS-EU

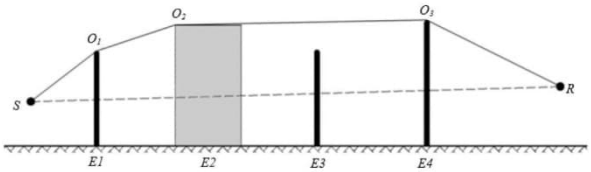
CLC kod i opis	**Kategorija apsorpcije prema CNOSSOS-EU**	**Udio u ukupnoj površini**
111 - Cjelovita gradska područja	G	8,9%
142 - Športsko rekreacijske površine	E	2,0%
223 - Maslinici	D	9,2%
231 - Pašnjaci	E	0,4%
242 - Mozaik poljoprivrednih površina	E	7,9%
243 - Pretežno poljoprivredno zemljište, s značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova	C	12,0%
311 - Bjelogorična šuma	A	18,4%
312 - Crnogorična šuma	A	0,9%
313 - Mješovita šuma	A	1,3%
324 - Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju)	B	11,3%
523 - More	H	27,8%



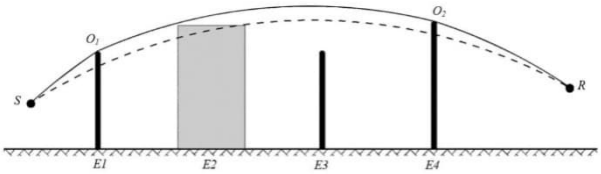
Slika 10. CLC kod vrste pokrova terena sa opisom na području obuhvata

4.5. Podatci o potrebnim meteorološkim veličinama

Metodologija proračuna razina buke koristeći CNOSSOS-EU za svaki smjer širenja zvuka od izvora buke do točke prijema zahtijeva da se isti smjer širenja zvuka proračuna dva puta, jednom koristeći ravnu putanju zvučnog vala u homogenim uvjetima širenja zvuka (Slika 11) odnosno sa zakrivljenom putanjom zvučnog vala prisutnom u povoljnim uvjetima širenja zvuka (Slika 12).



Slika 11. Primjer izračuna puta širenja zvučnog vala u slučaju višestrukih ogiba zvučnog vala u homogenim uvjetima širenja zvuka



Slika 12. Primjer izračuna puta širenja zvučnog vala u slučaju višestrukih ogiba zvučnog vala u povoljnim uvjetima širenja zvuka

Temeljem provedenih proračuna za opisane uvjete širenja zvučnog vala izračunava se dugoročna razina zvuka L_{LT} kao logaritamska srednja vrijednost dviju proračunatih razina, L_F (razina zvuka pri povoljnim uvjetima širenja zvuka) odnosno L_H (razina zvuka pri homogenim uvjetima širenja zvuka) koje su težinski vrednovane statističkim faktorom p koji opisuje postotak povoljnih uvjeta širenja zvučnog vala tijekom prosječne godine (1):

$$L_{LT} = 10 \times \lg\left(p \cdot 10^{\frac{L_F}{10}} + (1-p) \cdot 10^{\frac{L_H}{10}}\right) \quad (1)$$

Statistički faktor p izražava se u postocima za cijelo područje standardne meteorološke ruže u 18 koraka od 20° za razdoblja, „dan“, „večer“ odnosno „noć“. Osim navedenog, meteorološki podaci se koriste i za proračun atmosferskog prigušenja zvuka koji se određuju iz temperature i vlake zraka sukladno odredbama HRN EN ISO 9613-1 [11]. Kako bi se proračunao statistički faktor p za svako područje meteorološke ruže kao i za proračun prigušenja nužno su potrebni određene meteorološke veličine i parametri. U meteorološkoj struci prosječni se meteorološki parametri za određenu lokaciju uobičajeno izvode iz statističke analize meteoroloških podataka izmjerenih na lokaciji ili u blizini lokacije tijekom posljednjih 10-tak godina. Korištenje takvih podataka koji su pribavljeni dugotrajnim motrenjem, praćenjem i mjerenjem u bitnome povećava točnost proračuna razina buke. Kako za području RH ne postoje izrađeni meteorološki model za izradu strateške karte buke, u ovom projektu se koristi vrijednosti koeficijenta α_{atm} koji odgovara standardnoj temperaturi zraka 15°C uz relativnu vlažnost zraka od 70% i atmosferski tlak zraka 101 325 Pa. Korištenje preporučenih vrijednosti podrazumijeva uključivanje vjerojatnosti pojave povoljnih uvjeta za širenje zvuka:

- tijekom ocjenskih razdoblja dana u iznosu od 50 % ukupnog vremena ocjenskog razdoblja „dan“,
- tijekom ocjenskih razdoblja večeri u iznosu od 75 % ukupnog vremena ocjenskog razdoblja „večer“,
- tijekom ocjenskih razdoblja noći u iznosu od 100 % ukupnog vremena ocjenskog razdoblja „noć“.

[11] HRN ISO 9613-1 - Akustika - Prigušenje zvuka pri širenju na otvorenom - 1. dio: Računanje apsorpcije zvuka u atmosferi

4.6. Podatci o izvorima buke – cestovni promet

4.6.1. Prostorni podatci korišteni za izradu osi prometnice

Programski paket koji je korišten za izradu karte buke (vidi 3.1) za proračun razina buke cestovnog prometa koristi geometrijski oblik 2.5D polilinija koji opisuje položaj osi prometa na modelu terena dok odgovarajuća atribucija podataka svakog dijela polilinije opisuje promet na promatranoj prometnici. Kako bi se zadovoljio kvalitativni zahtjev za izradu karte buke os prometnice mora biti smještena s horizontalnom točnošću unutar 1.5 m u odnosu na stvarno stanje, dok će podatak o visini prometnice biti određen unutar programskog paketa temeljem trodimenzionalnog modela terena koji je smješten „ispod“ prometnice. Zbog navedenih uvjeta prostorni podaci sadržavaju podatke koje prikazuje Tablica 7.

Tablica 7. Projektni podaci koji dodatno opisuju karakteristike osi prometnice

Atribut	Vrsta prostornog podatka	Oblik podatka /geometrije	Jedinica
Os prometnog smjera / os prometnice	Vektorski	2D polilinija	n/a
Kategorija prometnice	Baza podataka	n/a	n/a
Oznaka i naziv prometnice	Baza podataka	n/a	n/a
Oznaka i naziv dionice prometnice	Baza podataka	n/a	n/a
Jedinstvena oznaka (ID) dionice prometnice	Baza podataka	n/a	n/a
Gradijent promatrane osi prometne trake	Skalarni	n/a	%
Smjer prometa	Skalarni	n/a	Zavisno od smjera digitalizacije osi prometnice

4.6.2. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – prometne veličine

Podatci o prometnim veličinama na samoj prometnici su ključni parametar za točnost izrade emisijskog modela buke cestovnog prometa, te samim time i cijelog projekta. Ulazni podatci za izradu akustičkog modela morali bi zadovoljavati kvalitativni okvir za točnost ulaznih vrijednosti sukladno odredbama Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (Prilog II, 2.1.2.) koji navodi. Citat:

> *Kvalitativni okvir - Točnost ulaznih vrijednosti*
>
> *Sve ulazne vrijednosti koje utječu na razinu emisije izvora određuju se barem s točnosti koja odgovara nesigurnosti od ±2dB(A) u razini emisije izvora (pri čemu se nijedan drugi parametar ne mijenja).*

kraj citata.

Sukladno odredbama CNOSSOS-EU za izradu emisijskog modela buke cestovnog prometa primjenjuje se kategorizacija vozila određenih Smjernicom (Tablica 8).

Tablica 8. Kategorije vozila sukladno CNOSSOS-EU

Kategorija	Naziv	Opis	Kategorija vozila u EZ-u Homologacija tipa vozila kao cjeline [12]
1	Laka motorna vozila	Osobni automobili, kombiji za dostavu ≤ 3,5 tona, sportska terenska vozila (SPV-ovi) (2), višenamjenska vozila (MPV-ovi) (3) uključujući prikolice i kamp-kućice	M1 i N1
2	Srednje teška vozila	Srednje teška vozila, kombiji za dostavu > 3,5 tona, autobusi, kamperi itd. s dvije osovine i dvostrukim gumama na stražnjoj osovini	M2, M3 i N2, N3
3	Teška vozila	Vozila za zahtjevne poslove, turistička vozila, autobusi, s tri ili više osovina	M2 i N2 s prikolicom, M3 i N3
4a	Motorna vozila na dva kotača	4a Mopedi s dva, tri i četiri kotača	L1, L2, L6
4b		4b Motocikli s ili bez bočne prikolice, motocikli s tri i četiri kotača	L3, L4, L5, L7

Kako bi se zadovoljio kvalitativni okvir izrade karte buke, za svaku kategoriju vozila koju prikazuje Tablica 8, bilo je potrebno pribaviti i analizirati sve raspoložive podatke kako bi se osiguralo podatci [13]:

- prosječni godišnji satni promet tijekom razdoblja dana (07:00 do 19:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet lakih vozila tijekom razdoblja dana (07:00 do 19:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet srednje teških vozila tijekom razdoblja dana (07:00 do 19:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet teških vozila tijekom razdoblja dana (07:00 do 19:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet vozila na dva kotača, kategorija a i kategorija b tijekom razdoblja dana (07:00 do 19:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet tijekom razdoblja večeri (19:00 do 23:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet lakih vozila tijekom razdoblja večeri (19:00 do 23:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet srednje teških vozila tijekom razdoblja večeri (19:00 do 23:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet teških vozila tijekom razdoblja večeri (19:00 do 23:00 sati)

[12] Direktiva 2007/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 5. rujna 2007. (SL L 263, 9.10.2007., str. 1.) o uspostavi okvira za homologaciju motornih vozila i njihovih prikolica te sustava, sastavnih dijelova i zasebnih tehničkih jedinica namijenjenih za takva vozila.

[13] Razdoblje „dan“ određeno je odredbama Zakona o zaštiti od buke u trajanju od 07:00-19:00 sati; razdoblje „večer“ u trajanju od 19:00-23:00 sati dok je razdoblje „noć“ određeno u trajanju od 23:00-07:00 sati .

- prosječni godišnji satni promet vozila na dva kotača, kategorija a i kategorija b tijekom razdoblja večeri (19:00 do 23:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet tijekom razdoblja noći (23:00 do 07:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet lakih vozila tijekom razdoblja noći (23:00 do 07:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet srednje teških vozila tijekom razdoblja noći (23:00 do 07:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet teških vozila tijekom razdoblja noći (23:00 do 07:00 sati)
- prosječni godišnji satni promet vozila na dva kotača, kategorija a i kategorija b tijekom razdoblja noći (23:00 do 07:00 sati)

Tablica 9. Opis proračunatih prometnih podataka

Oznaka podatka	Opis
XLS_FILE	Naziv xls filea koji je korišten za izradu podatka
L_CRO	Opis dionice
L_ID	Jedinstveni identifikator elementa u skupu podataka
L_ELE	Redni broj elementa u skupu podataka
L_SRF	Vrsta kolničke konstrukcije
L_CLS	Kategorija prometnice
L_V1D	Prosječna brzina kategorije 1 tijekom razdoblja "dan"
L_V2D	Prosječna brzina kategorije 2 tijekom razdoblja "dan"
L_V3D	Prosječna brzina kategorije 3 tijekom razdoblja "dan"
L_V4BD	Prosječna brzina kategorije 4b tijekom razdoblja "dan"
L_V1E	Prosječna brzina kategorije 1 tijekom razdoblja "večer"
L_V2E	Prosječna brzina kategorije 2 tijekom razdoblja "večer"
L_V3E	Prosječna brzina kategorije 3 tijekom razdoblja "večer"
L_V4BE	Prosječna brzina kategorije 4b tijekom razdoblja "večer"
L_V1N	Prosječna brzina kategorije 1 tijekom razdoblja "noć"
L_V2N	Prosječna brzina kategorije 2 tijekom razdoblja "noć"
L_V3N	Prosječna brzina kategorije 3 tijekom razdoblja "noć"
L_V4BN	Prosječna brzina kategorije 4b tijekom razdoblja "noć"
L_Q1D	Prosječni satni promet kategorije 1 tijekom razdoblja "dan"
L_Q2D	Prosječni satni promet kategorije 2 tijekom razdoblja "dan"
L_Q3D	Prosječni satni promet kategorije 3 tijekom razdoblja "dan"
L_Q4BD	Prosječni satni promet kategorije 4b tijekom razdoblja "dan"
L_Q1E	Prosječni satni promet kategorije 1 tijekom razdoblja "večer"

Oznaka podatka	Opis
L_Q2E	Prosječni satni promet kategorije 2 tijekom razdoblja "večer"
L_Q3E	Prosječni satni promet kategorije 3 tijekom razdoblja "večer"
L_Q4BE	Prosječni satni promet kategorije 4b tijekom razdoblja "večer"
L_Q1N	Prosječni satni promet kategorije 1 tijekom razdoblja "noć"
L_Q2N	Prosječni satni promet kategorije 2 tijekom razdoblja "noć"
L_Q3N	Prosječni satni promet kategorije 3 tijekom razdoblja "noć"
L_Q4BN	Prosječni satni promet kategorije 4b tijekom razdoblja "noć"
UP_KAT1D	Ukupan promet kategorije 1 tijekom razdoblja "dan"
UP_KAT2D	Ukupan promet kategorije 2 tijekom razdoblja "dan"
UP_KAT3D	Ukupan promet kategorije 3 tijekom razdoblja "dan"
UP_KAT4D	Ukupan promet kategorije 4 tijekom razdoblja "dan"
UP_KAT1E	Ukupan promet kategorije 1 tijekom razdoblja "večer"
UP_KAT2E	Ukupan promet kategorije 2 tijekom razdoblja "večer"
UP_KAT3E	Ukupan promet kategorije 3 tijekom razdoblja "večer"
UP_KAT4E	Ukupan promet kategorije 4 tijekom razdoblja "večer"
UP_KAT1N	Ukupan promet kategorije 1 tijekom razdoblja "noć"
UP_KAT2N	Ukupan promet kategorije 2 tijekom razdoblja "noć"
UP_KAT3N	Ukupan promet kategorije 3 tijekom razdoblja "noć"
UP_KAT4N	Ukupan promet kategorije 4 tijekom razdoblja "noć"
UGP_KAT1	Ukupan promet kategorije 1 tijekom godine
UGP_KAT2	Ukupan promet kategorije 2 tijekom godine
UGP_KAT3	Ukupan promet kategorije 3 tijekom godine
UGP_KAT4	Ukupan promet kategorije 4 tijekom godine
BRUZ_D	Ukupan broj uzoraka tijekom razdoblja "dan"
BRUZ_E	Ukupan broj uzoraka tijekom razdoblja "večer"
BRUZ_N	Ukupan broj uzoraka tijekom razdoblja "noć"
AVG_D	Procijenjeni broj dana sa prometnim podacima
UGP	Ukupan godišnji promet svih kategorija
PGDP	Prosječni godišnji dnevni promet
NEKL_D	Ukupan promet neklasificiranih vozila tijekom razdoblja "dan"
NEKL_V	Ukupan promet neklasificiranih vozila tijekom razdoblja "večer"
NEKL_N	Ukupan promet neklasificiranih vozila tijekom razdoblja "noć"

4.6.3. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – kolnička konstrukcija

Podatci o strukturi (vrsti) kolničke konstrukcije prometnice smatra se jedan od ključnih parametara za točnost izrade akustičkog modela buke cestovnog prometa. Sukladno odredbama CNOSSOS-EU, na kolničkim konstrukcijama prometnica s akustičkim svojstvima koje se razlikuju od referentne kolničke konstrukcije zbog različitih vrijednosti i udjela komponente buke kotrljanja kao i različitih vrijednosti i udjela komponente buke pogona vozila i na buku pogona primjenjuju se spektralni korekcijski članovi koji ovise o tipu kolničke konstrukcije. CNOSSOS-EU prepoznaje isključivo određene tipove kolničke konstrukcije koje su u bitnome različite od kolničkih konstrukcija koje se koriste na mreži prometnica u RH:

- 00: Referentna kolnička konstrukcija
- NL 01: Jednoslojni porozni ZOAB (zeer open asfaltbeton)
- NL 02: Dvoslojni porozni ZOAB (zeer open asfaltbeton)
- NL 03: Dvoslojni porozni ZOAB sa finim završnim slojem (zeer open asfaltbeton)
- NL 04: SMA-0/5
- NL 05: SMA-0/8
- NL 06: Četkani beton
- NL 07: Optimizirano četkani beton
- NL 08: Fino očetkani beton
- NL 09: Obrađena površina, sa dodatnom obradom završnog sloja
- NL 10: Kruti cementni elementi slagani u uzorku riblje kosti
- NL 11: Nesloženi kruti cementni elementi
- NL 12: Tihi kruti cementni elementi
- NL 13: Tanko slojni A: Tanki sloj tihe kolničke konstrukcije tipa A
- NL 14: Tanko slojni B: Tanki sloj tihe kolničke konstrukcije tipa B

Sukladno zaprimljenoj dokumentaciji od naručitelja na svim dionicama prometnica koje su predmet karte buke pridružen je odgovarajući tip kolničke konstrukcije.

4.6.4. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – nagib prometnice

Tijekom postupaka osiguranja kvalitete, konačni linijski izvor buke je preklopljen sa konačnom verzijom trodimenzionalnog modela terena te je proveden probni proračun kaka bi se proračunao nagib prometnice. Programski paket za proračun razina buke (3.1) izračunava prosječne nagibe ceste (u postocima) za dionice prometnice koristeći model terena te osi prometnice dodjeljuje nagib (gradijent) u obliku zasebnog brojčanog atributa (GRD). Jedan od najbitnijih elemenata procesa osiguranja kvalitete je pregledavanje generiranog zapisa o upozorenjima/greškama tijekom proračuna jer programsko okruženje upozorava na sve prekomjerne gradijente koji značajno utječu na proračunate vrijednosti emisije buke. Pretjerani proračunati nagib često može biti rezultat nedostajućih objekata mostu ili grešaka u modeliranju terena na terenu.

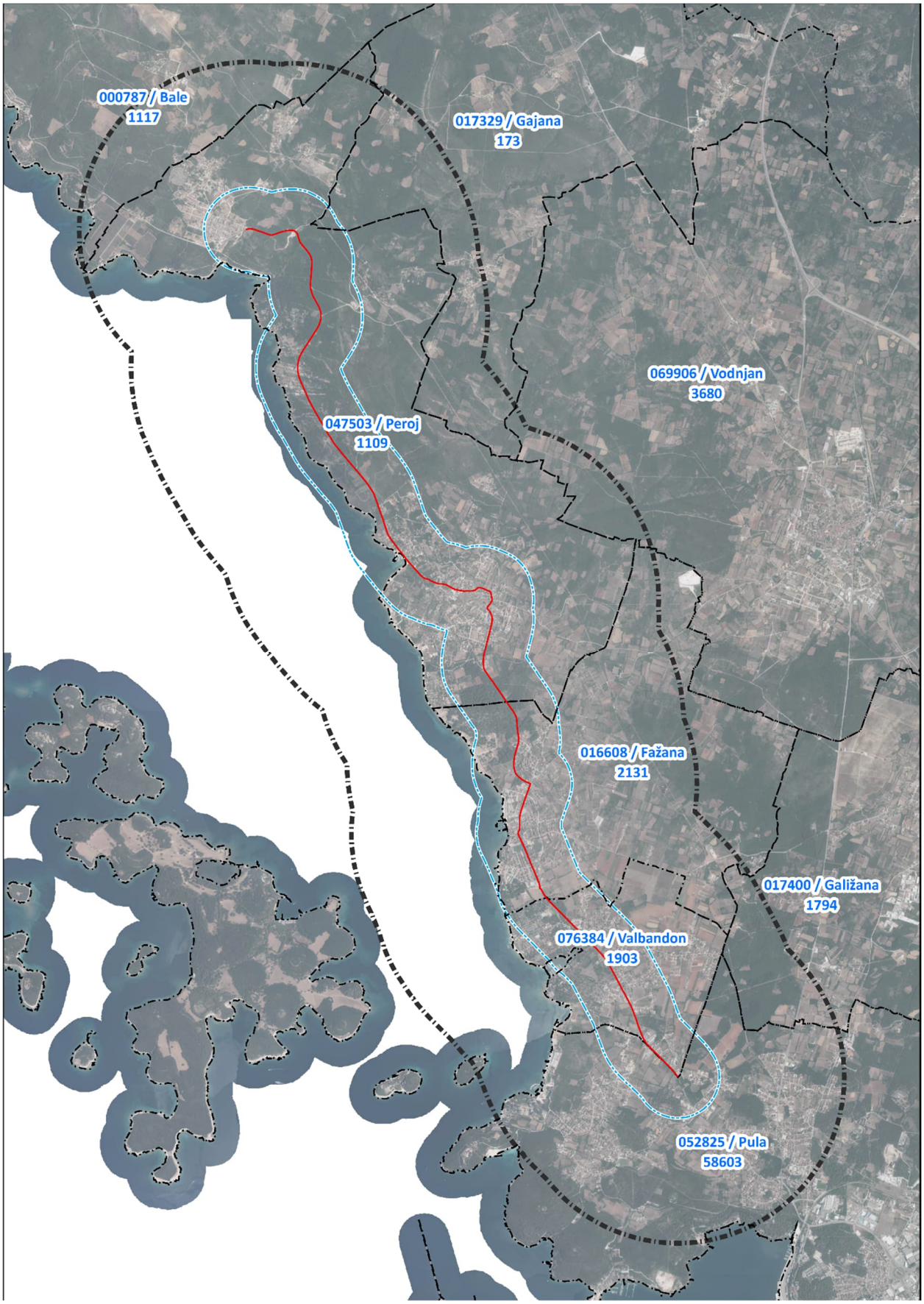
4.6.5. Podatci za izradu akustičkog modela izvora buke – smjer prometa

Poznavanje i unošenje točnog smjera prometa na određenoj prometnici ceste potrebno je zbog ispravne primjene proračunatog nagiba u proračunskoj metodi. Specifikacija podataka za programsko okruženje definirala je razmatranje smjera prometa na prometnici kroz primjenu atributa DIR sa tri vrijednosti:

- DIR = 0 – središnja linija prometnice je modelirana kao kolnik na kojem se promet odvija dvosmjerno;
- DIR = +1- središnja linija ceste je modelirana kao kolnički trak na kojem se promet odvija u smjeru digitalizacije linije, i
- DIR = -1 – središnja linija ceste je modelirana kao kolnički trak na kojem se promet odvija suprotno od smjera digitalizacije linije.

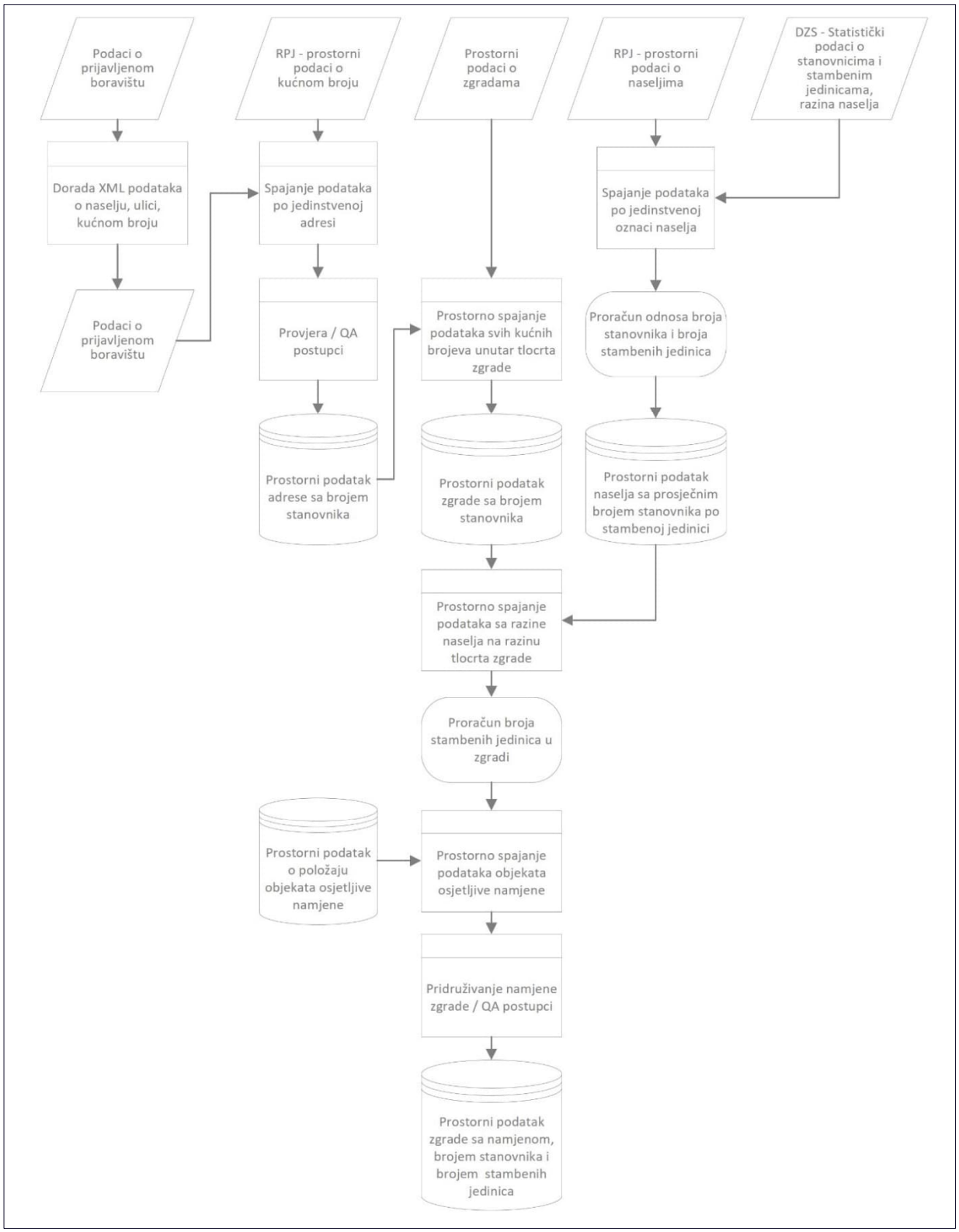
4.7. Podatci o stanovništvu i stambenim jedinicama za stalno stanovanje

Podatke o naseljenosti predmetnog područja izrade strateške karte buke preuzeti su međusobnim povezivanjem podataka o prijavljenom prebivalištu sa krajem 2021.g. (datum 2021-12-31) na određenoj adresi sa prostornim podatcima adresa na dijelu obuhvata projekta (Slika 13, oznake naselje sadržavaju matični broj naselja sa nazivom dok je u drugom redu ukupan broj stanovnika).



Slika 13. Naselja uključena u akustički model

Na temelju navedenih podataka pristupilo se procesu kojeg prikazuje Slika 14, a koji je omogućio da se određenom tlocrtu zgrade pridruži pripadajući broj stanovnika sa prebivalištem na kućnim brojevima koji su smješteni unutar tlocrta zgrade. Koristeći navedeni postupak u konačnici je navedenom tlocrtu zgrade pridružen i odgovarajući broj stambenih jedinica za stalno stanovanje.



Slika 14. Prikaz postupka pridruživanja broja stanovnika i broja stambenih jedinica za stalno stanovanje tlocrtima objekata

5. OPIS AKUSTIČKOG MODELA

Proračun razina buke koristeći preporučenu metodologiju odvija se u dvije faze i to:

- ocjena razina buke emitirane od izvora tzv. “source noise emission” i
- ocjena prigušenja emitirane buke od izvora do točke imisije, tzv. “propagation attenuation”.

Po provedenom unosu i verifikaciji svih ulaznih podataka u programski paket za izradu strateške karte buke, potrebno je pripremiti okruženje potrebno za proračun razina buke u skladu sa zahtjevima CNOSSOS-EU koji je naizgled ostao isti u odnosu na prethodna tri kruga izrade karata buke, međutim u promijenjeni su neke bitni elementi.

5.1. Definiranje ocjenske točke

Za različite namjene rezultata karata buke koriste se različite ocjenske točke (u izvorniku „assessment point“). Analiza izloženosti zgrada bez stambenih jedinica, primjerice škola i bolnica, određenim razinama buke mora se provoditi temeljem ocjenskih točaka na visini 4±0,2 m iznad tla, što odgovara točkama proračuna koje su određene poglavljima 2.5., 2.6. i 2.7 Direktive Europske komisije (EU) 2015/996 od 19.svibnja 2015.

5.1.1. Dodjeljivanje ocjenske točke zgradama bez stambenih jedinica

Analiza izloženosti zgrada bez stambenih jedinica, primjerice škola i bolnica, određenim razinama buke zračnog prometa, mora se provoditi temeljem točke proračuna sa najvišom vrijednosti određenog indikatora buke koja se prostorno nalazi unutar tlocrta zgrade. Ako unutar tlocrta zgrade ne postoji točka proračuna, tada se za analizu izloženosti ovih zgrada koristi točka proračuna sa najvišom vrijednosti određenog indikatora buke u neposrednoj okolini zgrade.

Analiza izloženosti zgrada bez stambenih jedinica, primjerice škola i bolnica, određenim razinama buke cestovnog prometa, pružnog prometa ili industrijskih pogona i postrojenja provodi se temeljem ocjenskih točaka koje su smještene cca 0,1 m ispred fasade zgrade prilikom čega refleksija zvuka od fasade koja se razmatra mora biti isključena iz rezultata proračuna. Po primjeni navedenog kriterija, analiza izloženosti zgrada bez stanova, određenim razinama buke cestovnog prometa, pružnog prometa ili industrijskih pogona i postrojenja, mora se provoditi temeljem točke proračuna sa najvišom vrijednosti određenog indikatora buke.

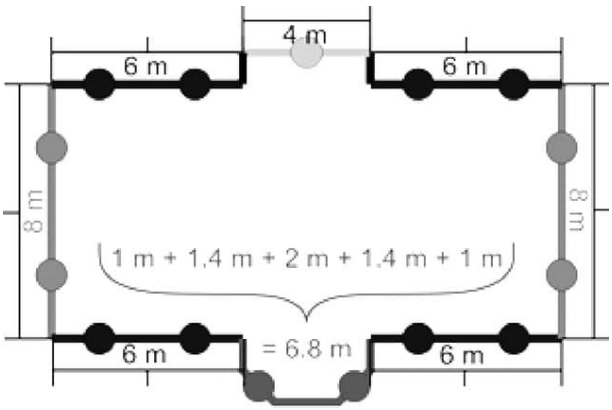
5.1.2. Dodjeljivanje ocjenske točke zgradama sa stanovnicima ili stambenim jedinicama

Analiza izloženosti zgrada sa stanovnicima ili stambenim jedinicama određenim razinama buke zračnog prometa mora se provoditi temeljem točke proračuna sa najvišom vrijednosti određenog indikatora buke koja se prostorno nalazi unutar tlocrta zgrade. Ako unutar tlocrta zgrade ne postoji točka proračuna, tada se za analizu izloženosti ovih zgrada koristi točka proračuna sa najvišom vrijednosti određenog indikatora buke u neposrednoj okolini zgrade.

Analiza izloženosti zgrada sa stanovnicima ili stambenim jedinicama bez stambenih jedinica određenim razinama buke cestovnog prometa, pružnog prometa ili industrijskih pogona i postrojenja provodi se temeljem ocjenskih točaka koje su smještene cca 0,1 m ispred fasade zgrade prilikom čega refleksija zvuka od fasade koja se razmatra mora biti isključena iz rezultata proračuna.

Po primjeni navedenog kriterija, ocjenske točke za analiza izloženosti zgrada sa stanovnicima ili stambenim jedinicama određenim razinama buke cestovnog prometa, pružnog prometa ili industrijskih pogona i postrojenja, postavljaju se koristeći slučaj 1 ili slučaj 2 iz Priloga II Pravilnika 2.

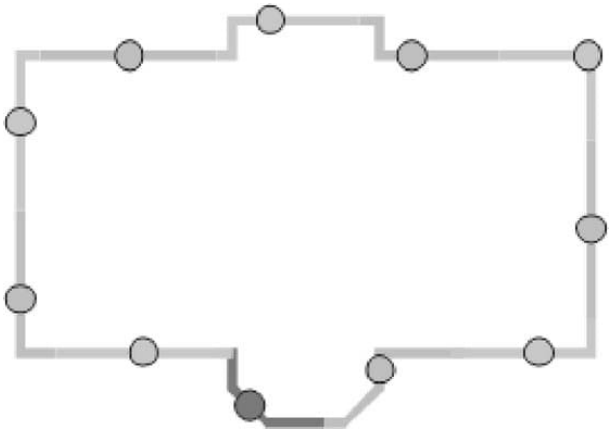
Slika 15. Položaj ocjenskih točaka - slučaj 1 - fasade podijeljene u dijelove podjednake duljine na svakoj fasadi



Dijelovi fasade dulji od 5 m razdvajaju se u što dulje segmente podjednake duljine, ali ne dulje od 5 m. Ocjenske točke se postavljaju na sredini svakog jednakog dijela fasade. Za ostali dijelove fasada dulje od 2,5 m postavlja se jedna ocjenska točka na sredini svakog dijela fasade.

Preostali susjedni dijelovi fasade ukupne duljine veće od 5 m smatraju se jedinstvenim polilinijskim objektima, te se primjenjuje prethodni princip.

Slika 16. Položaj ocjenskih točaka - slučaj 2 – fasade podijeljene prema određenoj udaljenosti od početka poligona zgrade



Fasade se razmatraju odvojeno ili se provodi podjela u dijelove duljine do maksimalno 5 m prilikom čega se ocjenska točka nalazi na sredini fasade ili dijela duljine 5 m.

Na sredinu preostalog dijela fasade dodatno se postavlja ocjenska točka.

5.2. Pridruživanje stambenih jedinica i stanovnika proračunskim točkama

Ako su tijekom izrade akustičkog modela bile dostupne informacije o položaju stambenih jedinica na tlocrtima zgrada, tada se stambenoj jedinici sa stanovnicima koji žive u njoj pridružuje vrijednost određenog indikatora buke sa točke proračuna smještene na najizloženijoj fasadi navedene stambene jedinice. Na primjer, to je slučaj kod samostojećih kuća, dvojnih kuća, kuća u nizu ili stambenih zgrada kod kojih je poznata unutarnja podjela zgrade ili kod zgrada na temelju čije se površine kata može pretpostaviti da imaju samo jedan stan na svakom katu odnosno zgrada na temelju čije se površine kata i visine može pretpostaviti da u zgradi postoji samo jedan stan.

Ako nisu dostupne informacije o položaju stambenih jedinica na tlocrtu zgrade, tada se za svaku zgradu boravišne namjene za ocjenu izloženosti stambenih jedinica sa stanovnicima koji žive u njoj zavisno od pojedinačnog slučaja primjenjuje jedna od dviju sljedećih metoda:

a) dostupne informacije upućuju na to da su stambene jedinice u zgradi smještene tako da im je samo jedna fasada izložena promatranom izvoru buke. U opisanom slučaju pridruživanje broja stambenih jedinica i stanovnika koji žive u njima ocjenskim točkama se vrednuje prema duljini predmetne fasade u skladu s postupkom iz slučaja 1 ili slučaja 2. Zbroj vrijednosti sa svih ocjenskih točaka tada mora odgovarati ukupnom broju stambenih jedinica i stanovnika koji su pridruženi zgradi.

b) dostupne informacije upućuju na to da su stambene jedinice u zgradi smještene tako da im je više fasada izloženo promatranom izvoru buke ili informacije o broju fasada stambenih jedinica koje su izložene buci promatranog izvora nisu dostupne. U opisanom slučaju se za svaku zgradu skup povezanih proračunskih točaka dijeli na donju i gornju polovinu na temelju medijana[14] vrijednosti proračunatih razina za svaku zgradu. U slučaju neparnog broja proračunskih točaka pridruženih određenoj zgradi iz analize se isključuje vrijednost sa proračunske točke sa najnižom razinom promatranog indikatora buke. Za svaku točku proračuna iz gornje polovine skupa proračunskih točaka, broj stambenih jedinica i stanovnika koji žive u njima ravnomjerno se dijeli na način da suma vrijednosti točaka proračuna iz gornje polovine odgovara ukupnom broju stambenih jedinica i stanovnika. Točkama proračuna iz donje polovine skupa proračunskih točaka ne pridružuju se stambene jedinice niti stanovnici [15].

5.3. Opis proračuna

Proračun razina buke provodi se na temelju niza jednadžbi koje opisuju računalnu metodu CNOSSOS-EU. Bitne akustičke pojave koje se kroz proračun uzimaju su:

- zvučna snaga izvora,
- usmjerenost izvora,
- geometrijska divergencija,
- utjecaj meteoroloških uvjeta,
- 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.

[14] Medijan (engl. median) je vrijednost središnjeg podatka koja podatke poredane po veličini dijeli u dva jednako brojna dijela. Ako je broj podataka neparan medijan je vrijednost središnjeg podatka, a ako je broj podataka paran medijan predstavlja srednju vrijednost dva središnja podatka.

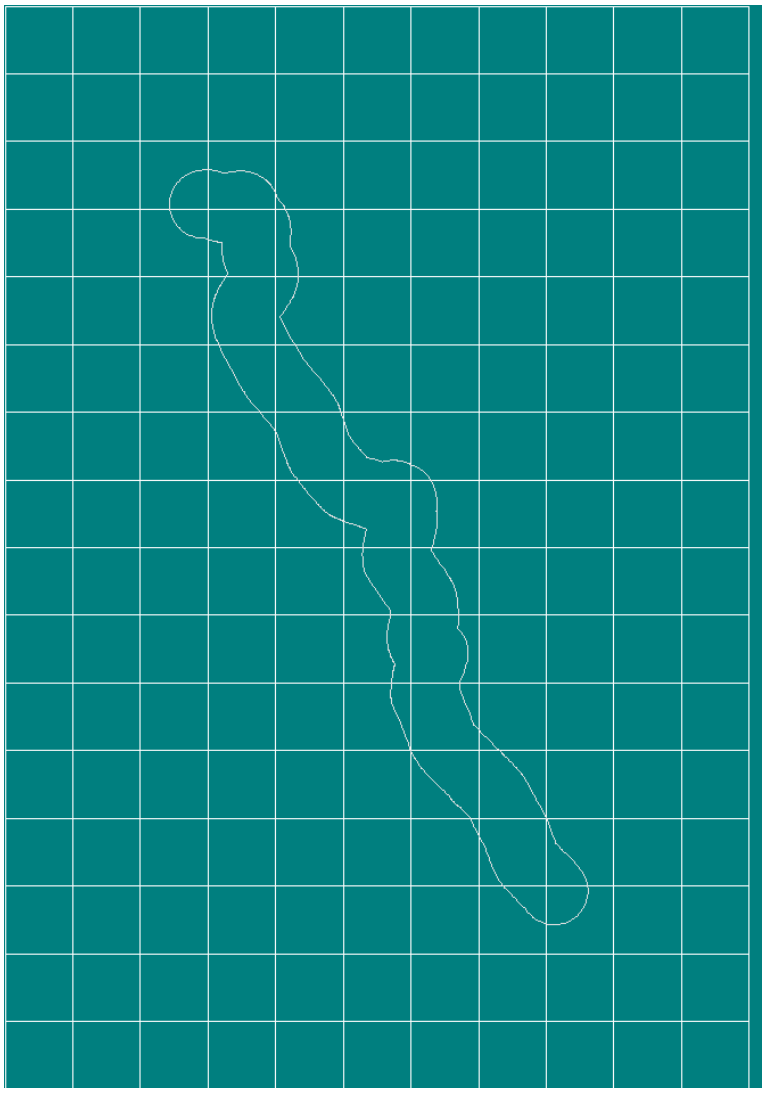
[15] Donja polovina skupa proračunskih točaka može biti povezana sa postojanjem relativno mirne fasade (ne miješati pojam sa pojmom „tihe fasade“). U pravilu, je mirna fasada je poznata unaprijed zbog relativnog položaja zgrade u odnosu na dominantan izvor buke, pa se u pravilu niti ne bi trebale proračunavati razine buke za proračunske točke u donjem dijelu proračunskih točaka.

Na temelju poznatih ulaznih podataka o pojedinačnom izvoru buke, programski paket proračunava ukupnu zvučnu snagu izvora buke, te se tako modelirani izvor buke tijekom proračuna segmentira u određeni broj manjih dijelova izvora buke, sukladno broju okolnih prepreka kao i ostalim postavkama proračuna koje nudi računska metoda. Postavke svih prije navedenih parametara određuju točnost proračuna razina buke.

Sam proračun razina buke unutra programskog paketa ne provodi se na klasičan način da se odjednom učita cijeli akustički model i da se pokretanjem proračuna generiraju svi traženi rezultati, već je korištena funkcionalnost tzv. distribuiranog proračuna.

5.3.1. Distribuirani proračun

Primjenom distribuiranog proračuna unutar softverskog okruženja LimA omogućena je segmentacija velikih akustičkih modela i područja proračuna u niz manjih područja koja se mogu izračunati istovremeno na više računalnih jezgara bilo na jednom računalu ili na više računala istovremeno. Primjer distribuiranog proračuna korištenog u ovom projektu prikazuje Slika 17 gdje je cijelo područje akustičkog modela podijeljeno u dijelove veličine 1 x 1 km^2.



Slika 17. Prikaz korištene mreže za primjenu distribuiranog proračuna

Prije samih proračuna programski paket LimA stvara niz datoteka s uputama za izračun sa pripadajućim mapama za određeni dio akustičkog modela. Datoteke s uputama za izračun sadržavaju niz podataka koji govore jezgri izračuna LimA da učita samo podatke akustičkog modela koji su relevantni za izračune unutar predmetnog dijela akustičkog modela. Ključne prednosti u korištenju distribuiranog proračuna su:

- skraćeno vrijeme izračuna kroz distribuciju izračuna na više računalnih jezgara kroz učinkovitu upotrebu podatka koji čine akustički model i
- mogućnost redundancije kroz ponovno pokretanje proračuna samo dijela modela čime se omogućuje lakše ispravljanje grešaka u modelu, kao i otklanjanje grešaka tijekom proračuna uslijed hardversko-programskih problema operativnog sustava i računalnih mreža.

5.3.2. Računalni poslužitelji

Programski paket za izračun strateških karata buke (3.1) upravlja proračunima po dijelovima akustičkog modela koristeći svoje programsko rješenje za upravljanje proračunima „LimAServer“ koje u potpunosti omogućuje automatizaciju proračuna. Svakoj računalnoj jezgri („processor core“) dodijeljena je po jedna LimA računalna jezgra.

Prilikom pokretanja distribuiranog proračuna, datoteke sa naredbama i postavkama proračuna se kopiraju u dijeljenu mapu kojoj pristupa programsko rješenje za upravljanje proračunima „LimAServer“. Ovo programsko rješenje svake sekunde pregledava sve raspoložive računalne jezgre i provjerava status proračuna koji može biti ili u stanju „čekanja“ ili „proračuna“. U trenutku kada se unutar računalne mreže uoči računalna jezgra u stanju čekanja, tada programsko rješenje za upravljanje proračunima trenutačno daje naredbu određenoj računalnoj jezgri da pokrene proračun za određeni dio akustičkog modela. Na opisani način programsko rješenje za upravljanje proračunima osigurava kontinuirani proračun, dok je izrađivač dodatno osmislio programsko rješenje za prepoznavanje grešaka u proračuna kao i slanje upozorenja ukoliko je u bilo kojem dijelu proračuna došlo do fatalne pogreške proračuna.

5.3.3. Računalni kapaciteti izrađivača

Izrađivač karte buke, DARH 2 d.o.o. ima tri namjenska poslužitelja isključivo za proračun sa ukupno 48 dostupne računalne jezgre. Svi poslužitelji su serverska računala tipa DELL T620 posebno optimizirani za izračune koristeći programsko rješenje LimA pod operativnim sustavom Windows Server 2019 Standard. Korištenje metode opisane u poglavlju 3.1 zahtijeva korištenje procesora sa visokim performansama proračuna („high floating point performances“) i iznimno velikim količinama memorije s izravnim pristupom (RAM) kako bi se osiguralo da se izračuni mogu odvijati gotovo u potpunosti unutar RAM-a, što u prosjeku znači da svako serversko računalo ima najmanje 196 GB RAM-a.

5.3.4. Opis provedenih proračuna

Za promatrani izvor buke na cijelom području proračuna provedena su dva zasebna proračuna:

- rasterski proračun u mreži 10 m x 10 m, sa stalnom visinom proračuna od 4 m iznad površine tla, i
- fasadni proračun u okolini svih objekata sa prijavljenim prebivalištem barem jednog stanovnika i/ili objekata osjetljive namjene (škole ili bolnice).

Rasterskim proračunom na svakih 10 m x 10 m obuhvata projekta proračunavaju se razine svih potrebnih indikatora buke u skladu sa zahtjevima Zakona i Pravilnika 1 (L_{night}, i L_{den}), dok se fasadnim proračunom razina buke ispred pročelja objekta koji se razmatra, proračunavaju razine buke za navedene indikatore buke, ali se u proračun razina buke uključuje isključivo upadni zvučni val i refleksija od ostalih pročelja isključujući refleksiju od tzv. "vlastitog pročelja". Fasadni proračun provodi se na visini 4 m od tla duž cijele fasade stambenih ili objekata mješovite namjene dužih od 2 m, uz razmak proračunskih fasadnih točaka 2,5 metra. Rasterski proračun koristi se za proračun krivulja jednakih razina buke, kao i za izradu grafičkih prikaza indikatora buke, dok se fasadni proračun koristi za analizu izloženosti stanovništva.

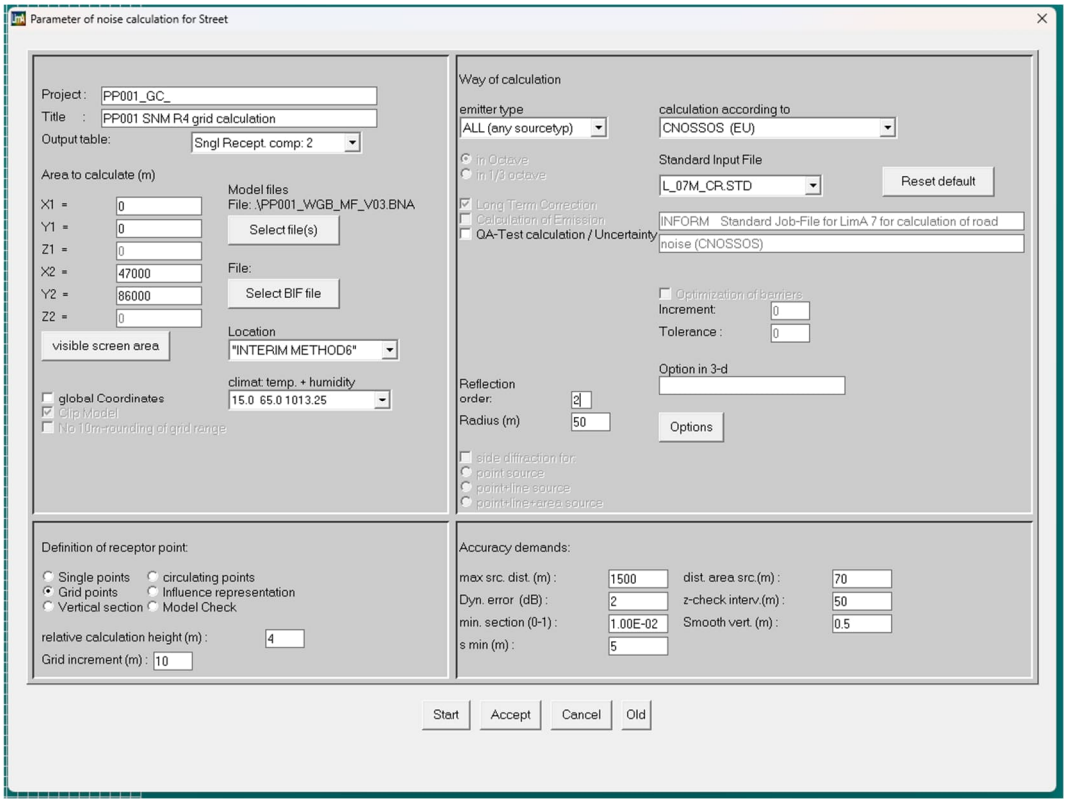
Osnovne korištene postavke proračuna za sve izvore bile su:

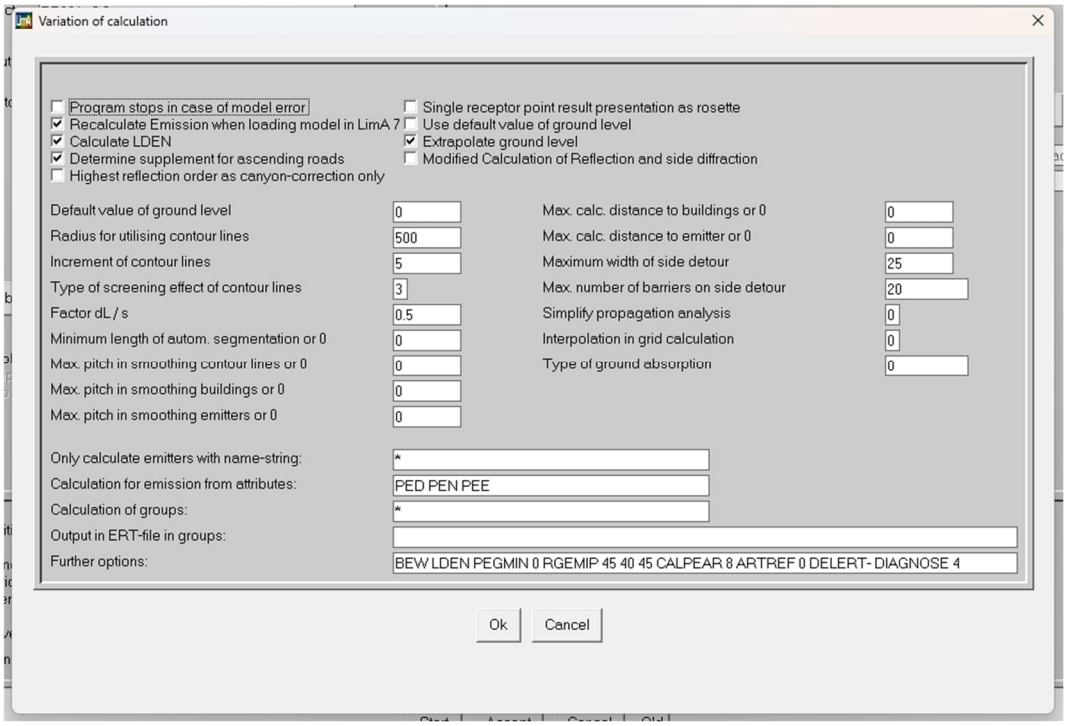
- Razina buke svih indikatora proračunate su na temelju ulaznih podataka i proračunate zvučne snage izvora buke.
- Razina buke svih indikatora proračunate su sa stalnom visinom proračuna od 4 m iznad zemlje.
- Maksimalno dopuštena dinamička pogreška proračuna je 1 dB.
- Proračunate razine buke svih indikatora predstavljaju razine buke u slobodnom zvučnom polju.
- Za sve građevinske objekte korišten je stalan koeficijent refleksije zvuka uz jednu refleksiju zvučnog vala.

5.3.5. Korištene postavke proračuna

Za određivanje razina buke koristeći rasterski proračun primijenjene su postavke proračuna koje prikazuje Slika 18.

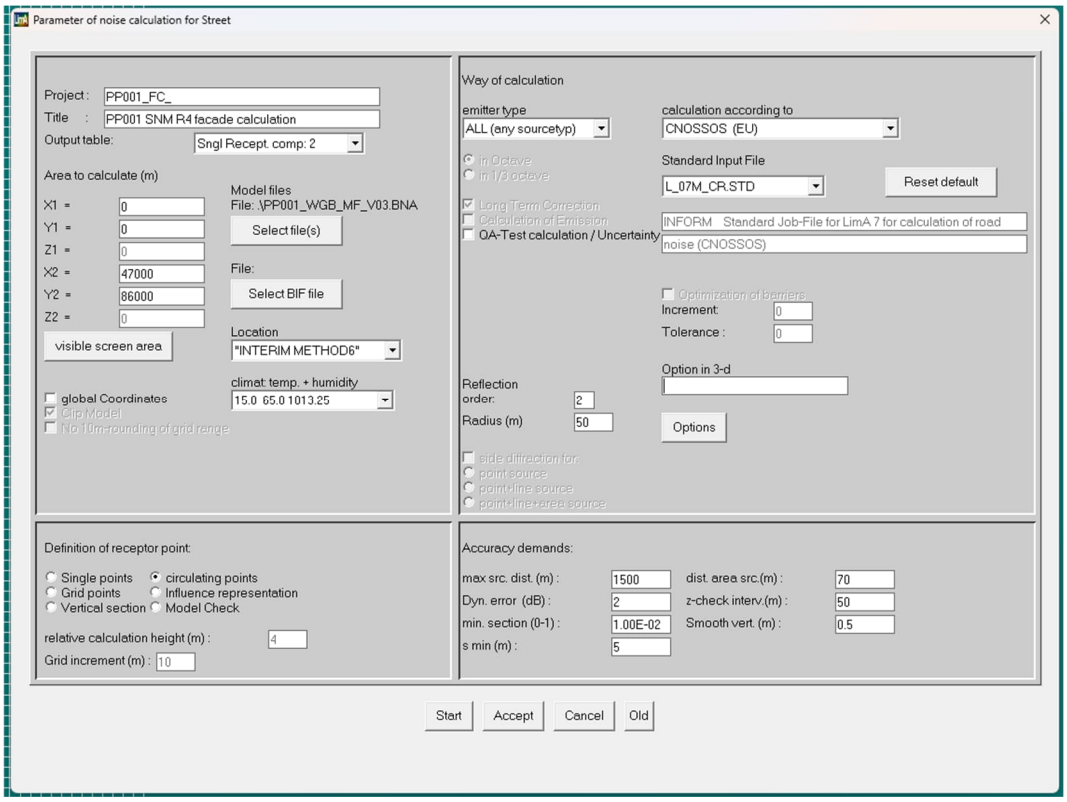
Slika 18. Postavke rasterskog proračuna razina buke

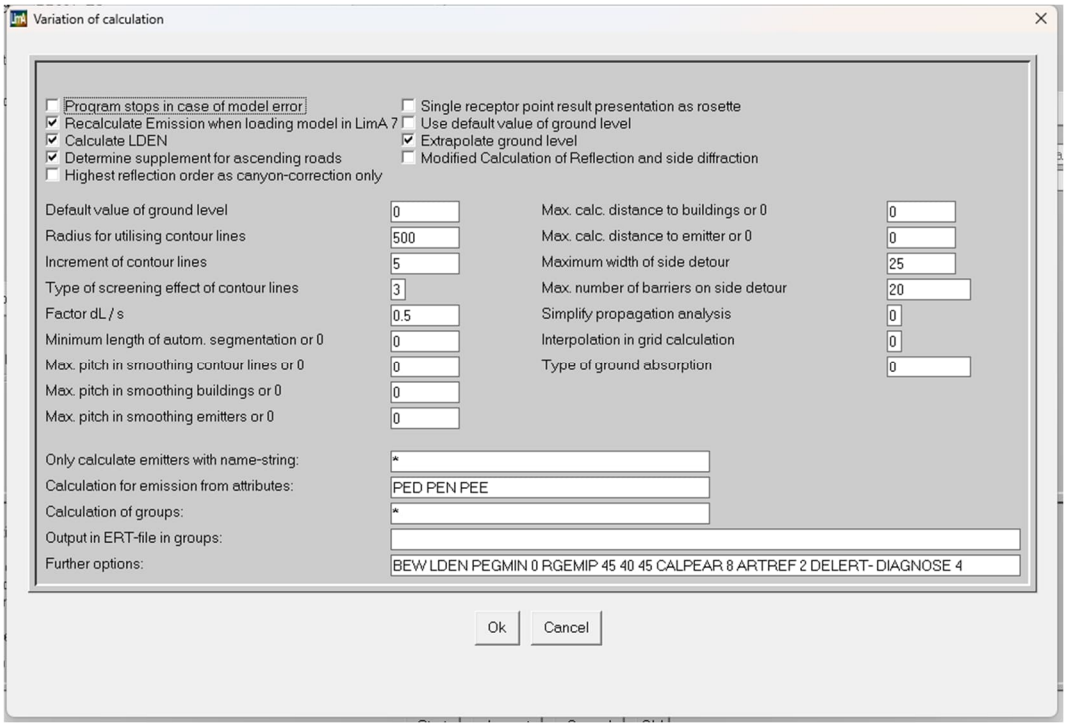


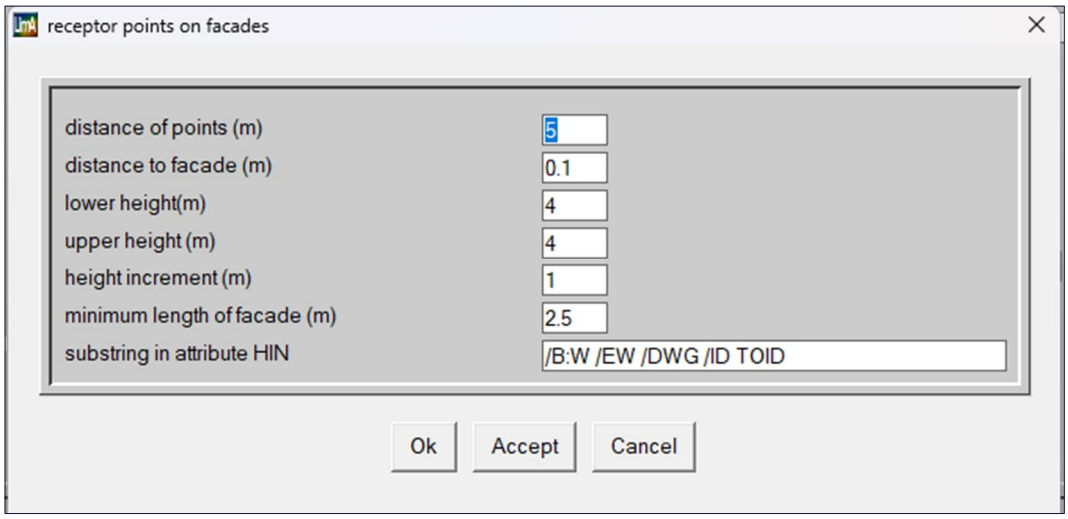


Za određivanje razina buke koristeći fasadni proračun primijenjene su postavke proračuna koje prikazuje Slika 19.

Slika 19. Postavke fasadnog proračuna razina buke




Variation of calculation
Program stops in case of model error
Recalculate Emission when loading model in LimA 7
Calculate LDEN
Determine supplement for ascending roads
Highest reflection order as canyon-correction only
Single receptor point result presentation as rosette
Use default value of ground level
Extrapolate ground level
Modified Calculation of Reflection and side diffraction
Default value of ground level 0
Radius for utilising contour lines 500
Increment of contour lines 5
Type of screening effect of contour lines 3
Factor dL / s 0.5
Minimum length of autom. segmentation or 0 0
Max. pitch in smoothing contour lines or 0 0
Max. pitch in smoothing buildings or 0 0
Max. pitch in smoothing emitters or 0 0
Max. calc. distance to buildings or 0 0
Max. calc. distance to emitter or 0 0
Maximum width of side detour 25
Max. number of barriers on side detour 20
Simplify propagation analysis 0
Interpolation in grid calculation 0
Type of ground absorption 0
Only calculate emitters with name-string: *
Calculation for emission from attributes: PED PEN PEE
Calculation of groups: *
Output in ERT-file in groups:
Further options: BEW LDEN PEGMIN 0 RGEMIP 45 40 45 CALPEAR 8 ARTREF 2 DELERT- DIAGNOSE 4
Ok
Cancel


receptor points on facades
distance of points (m) 5
distance to facade (m) 0.1
lower height(m) 4
upper height (m) 4
height increment (m) 1
minimum length of facade (m) 2.5
substring in attribute HIN /B:W /EW /DWG /ID TOID
Ok
Accept
Cancel

6. OBRADA I ANALIZA REZULTATA PRORAČUNA

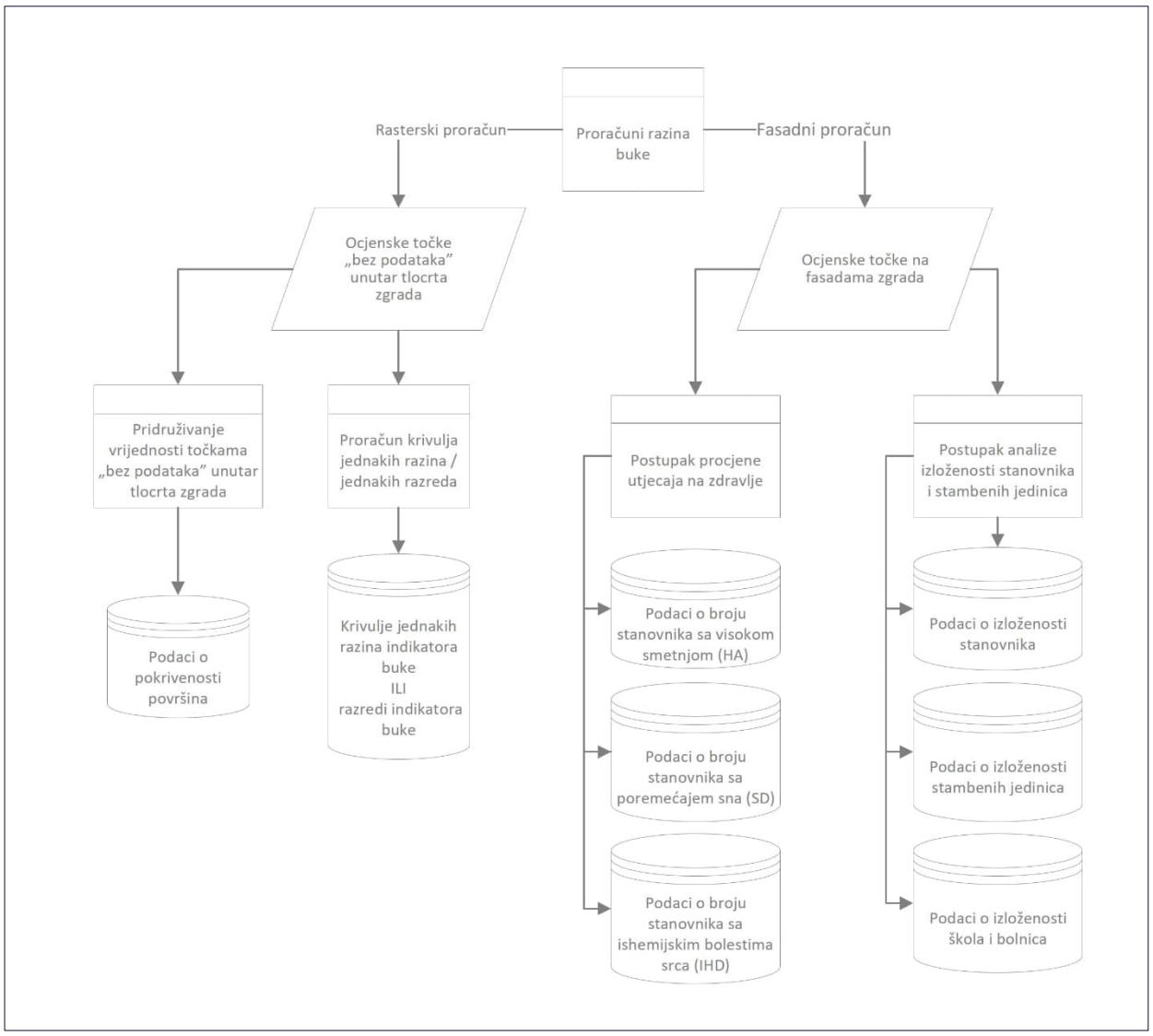
Polazeći od znanstveno dokazane činjenice da prekomjerne razine buke uzrokuju određene štetne učinke na zdravlje, u okviru obavezne analize rezultata strateških karata buke provode se slijedeći postupci:

- analiza izloženosti stanovništva određenim razinama buke. U okviru ovog postupka predočava se razdioba izloženosti stanovništva prema razinama buke kojima su izloženi tijekom noći koristeći vrijednosti indikatora buke $L_{night} \geq 50$ dB(A) kao i tijekom neprekidnog trajanja od 24 sata koristeći vrijednosti indikatora buke $L_{den} \geq 55$ dB(A). Podaci o izloženosti stanovništva izražavaju se u razredima indikatora buke L_{night} odnosno L_{den} širine 5 dB te se zaokružuju na najbližu cjelobrojnu stoticu.
- analiza izloženosti stambenih jedinica za stalno stanovanje (nadalje u tekstu „stambene jedinice“) određenim razinama buke. U okviru ovog postupka predočava se razdioba izloženosti stambenih jedinica prema razinama buke kojima su izloženi tijekom noći koristeći vrijednosti indikatora buke $L_{night} \geq 50$ dB(A) kao i tijekom neprekidnog trajanja od 24 sata koristeći vrijednosti indikatora buke $L_{den} \geq 55$ dB(A). Podaci o izloženosti stanovništva izražavaju se u razredima indikatora buke L_{night} odnosno L_{den} širine 5 dB te se zaokružuju na najbližu cjelobrojnu stoticu.
- analiza izloženosti površina određenim razinama buke. U okviru ovog postupka predočava se razdioba izloženosti površina prema razinama buke tijekom noći koristeći vrijednosti indikatora buke $L_{night} \geq 50$ dB(A) kao i tijekom neprekidnog trajanja od 24 sata koristeći vrijednosti indikatora buke $L_{den} \geq 55$ dB(A). Podaci o izloženosti površina izražavaju se u razredima indikatora buke L_{night} odnosno L_{den} širine 5 dB te se ne zaokružuju i iskazuju se u km^2 sa jednim decimalnim mjestom.

U odnosu na protekle krugove izrade karata buke, sa primjenom Pravilnika 1 koji prenosi odredbe Delegirane Direktive Europske Komisije (EU) 2021/1226 od 21. prosinca 2020. o izmjeni, u svrhu prilagodbe znanstvenom i tehničkom napretku, Priloga II. Direktive 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu zajedničkih metoda ocjene buke (SL L 269, 28. 7. 2021.) potpuno je izmijenjen način analize izloženosti stanovništva, analize izloženosti stambenih jedinica kao i analize izloženosti površina određenim razinama buke čime usporedba rezultata izloženosti stanovništva sa rezultatima izloženosti iz proteklih krugova izrade karata buke nema stručne utemeljenosti ali je razumno očekivati od javnosti traženje takvih usporedbi.

6.1. Obrada rezultata proračuna

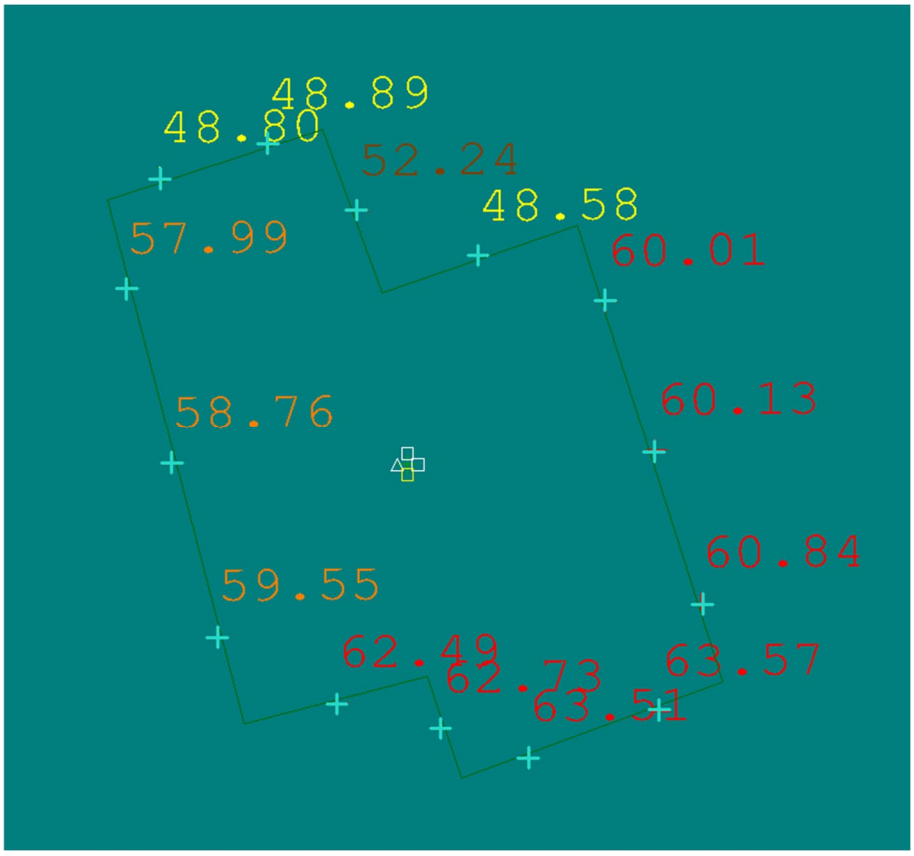
Distribuirani proračun proveden programskim paketom LimA osigurava rezultate rasterskog i fasadnog proračuna za svaki pojedinačni dio proračuna za svako ocjensko razdoblje. Kako bi se ubrzala i pojednostavila analiza rezultata, provedeno je spajanje svih dijelova rasterskog ili fasadnog proračuna u jedan jedinstveni set rasterskih rezultata proračuna, odnosno u jedan jedinstveni set rezultata fasadnog proračuna.



Slika 20. Postupak obrade rezultata proračuna razina buke

Kako bi se izradio jedan jedinstveni set rezultata proračuna provedena je obrada u dvije faze; prva faza u programskom paketu LimA odnosno druga faza koristeći GIS programski paket.

Prva faza ove obrade je provjera svake izlazne datoteke sa rezultatima proračuna za svako pojedinačni dio proračuna. Svrha ove faze je osiguranje rezultata za svaki pojedinačni dio proračuna bez poruka o pogreškama tijekom proračuna, neuspješnih izračuna ili upozorenja. Iako su pogreške i upozorenja već obrađeni primijenjenim postupcima osiguranja kvalitete, dodatne pogreške su moguće temeljem provedbe dijeljenja proračuna koje se interno provodi tijekom proračuna. U slučaju bilo kakvih pogrešaka, upozorenja ili nepotpunih izračuna, obrada rezultata se obustavlja, ponavlja se proračun dok god se ne osigura potpuna ispravnost rezultata proračuna bez popratnih pogrešaka ili upozorenja. Rezultati rasterskog proračuna nisu podložni preliminarnoj provjeri sve do izrade cjelovitih rezultata, dok se rezultati fasadnog proračuna mogu trenutačno provjeriti te potvrditi cjelovitost obuhvata. Primjer rezultata fasadnog proračuna prikazuje Slika 21, Slika 22.



Slika 21. Prikaz grafičkog dijela rezultata fasadnog proračuna u okolini objekta

<WGF> FACADE LEVELS	RESI /B:W
<ID> LIMA ID	518654 -0
<ELE> ELEMENT	5287
<Z> Z HEIGHT	8.2
<EW> INHABITANTS	4
<DWG> NO. OF DWELLINGS	2
<FL11> LDEN MAX	65.0
<FL12> LDEN AVE	61.4
<FL13> LDEN MIN	50.0
<FL14> LDEN DIF	15.0
<FL15> LDEN MEDIAN	61.2

<FL21> LNIGHT MAX	55.5
<FL22> LNIGHT AVE	52.0
<FL23> LNIGHT MIN	40.5
<FL24> LNIGHT DIF	15.0
<FL25> LNGT MEDIAN	51.8
<LD35> LDEN<35	0
<LD40> LDEN<40	0
<LD45> LDEN<45	0
<LD50> LDEN<50	4
<LD55> LDEN<55	1
<LD60> LDEN<60	7

<LD65> LDEN<65	2
<LD70> LDEN<70	0
<LD75> LDEN<75	0
<LDMX> LDEN=>75	0
<LN35> LNIGHT<35	0
<LN40> LNIGHT<40	4
<LN45> LNIGHT<45	0
<LN50> LNIGHT<50	7
<LN55> LNIGHT<55	3
<LN60> LNIGHT<60	0
<LN65> LNIGHT<65	0

Slika 22. Prikaz brojčanih rezultata fasadnog proračuna objekta

6.2. Određivanje pokrivenosti površina

Pokrivenost površine određenim razinama buke mora se provoditi temeljem ocjenskih točaka na visini 4±0,2 m iznad tla, što odgovara točkama proračuna rasterskog proračuna koje su određene poglavljima 2.5., 2.6. i 2.7 Direktive Europske komisije (EU) 2015/996 od 19.svibnja 2015. Točkama rasterskog proračuna koje su smještene unutar tlocrta zgrade pridružuju se vrijednosti proračunske točke sa najnižim proračunatim vrijednostima indikatora buke u neposrednoj blizini izvan promatrane zgrade. Nakon provedenog pridruživanja, zavisno od rezolucije rasterskog proračuna, svakoj proračunskoj točci rasterskog proračuna pridružuje se odgovarajuća površina. Npr. za rezoluciju rasterskog proračuna 10 m x 10 m, svakoj točci proračuna koja je izložena određenim razinama buke pridružuje se površina od 100 m^2.

Kako bi se osigurali rezultati koji će omogućiti analizu pokrivenosti površina određenim razinama buke provedena je interpolacija određenih vrijednosti rasterskog proračuna te je istovremeno provedena i analiza rezultata po određenim razredima jednakih razina buke.

6.3. Izrada razreda jednakih razina buke

Na prije opisani način pripremljenom jedinstvenom setu rasterskih rezultata proračuna provedena je reklasifikacija rezultata proračuna za svaki pojedini indikator u razrede jednakih razina buke širine 5 dB (Tablica 10) koji su potom izvezeni u oblik zahtijevan Pravilnikom 1.

Tablica 10. Primijenjena reklasifikacija rezultata rasterskog proračuna u razrede indikatora buke

Indikator buke	Razred indikatora buke / dB(A)					
L_{night}	< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70
L_{den}	< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	≥ 75

7. REZULTATI STRATEŠKE KARTE BUKE

Za cijelo područje izrade strateške karte buke, provedena je analiza razina buke promatranog izvora sukladno zahtjevima Pravilnika 2 te su pripremljeni podaci za obavezni skup podataka koji se prijavljuju nadležnom tijelu uključujući podatke izvan „naseljenih područja“ određenih Zakonom kao i ukupne rezultate izloženosti uključujući „naseljeno područje“.

Tablica 11. Tablični rezultati izloženosti tijekom razdoblja „noć“ (indikator L_{night}) broja stanovnika i stambenih jedinica za stalno stanovanje

Analizirana veličina	Područje analize	Razred indikatora L_{night} / dB(A)				
		50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
Broj stanovnika	Ukupno	400	500	0	0	0
	Izvan naseljenog područja	400	500	0	0	0
	Unutar naseljenog područja	0	0	0	0	0
Broj stambenih jedinica za stalno stanovanje	Ukupno	200	300	0	0	0
	Izvan naseljenog područja	200	300	0	0	0
	Unutar naseljenog područja	0	0	0	0	0

Tablica 12. Tablični rezultati cjelodnevne izloženosti (indikator L_{den}) broja stanovnika i stambenih jedinica za stalno stanovanje

Analizirana veličina	Područje analize	Razred indikatora L_{den} / dB(A)				
		55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
Broj stanovnika	Ukupno	600	500	500	0	0
	Izvan naseljenog područja	600	500	500	0	0
	Unutar naseljenog područja	0	0	0	0	0
Broj stambenih jedinica za stalno stanovanje	Ukupno	300	200	300	0	0
	Izvan naseljenog područja	300	200	300	0	0
	Unutar naseljenog područja	0	0	0	0	0

Tablica 13. Sažeti tablični rezultati cjelodnevne izloženosti (indikator L_{den}) broja stanovnika i stambenih jedinica za stalno stanovanje

Analizirana veličina	Područje analize	Razred indikatora L_{den} / dB(A)		
		> 55	> 65	> 75
Broj stanovnika	Ukupno	1500	600	0
	Izvan naseljenog područja	1500	600	0
	Unutar naseljenog područja	0	0	0
Broj stambenih jedinica za stalno stanovanje	Ukupno	900	300	0
	Izvan naseljenog područja	900	300	0
	Unutar naseljenog područja	0	0	0

Tablica 14. Analiza pokrivenosti površina razredima indikatora buke L_{den} u km^2

Razred indikatora L_{den} / dB(A)	> 55	> 65	> 75
Površina / km^2	2,1433	0,5694	0,0004

8. PROCJENA ŠTETNIH UTJECAJA NA ZDRAVLJE

Sukladno odredbama Direktive 2020/367 o izmjeni Priloga III. Direktivi 2002/49/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu utvrđivanja metoda procjene štetnih učinaka buke iz okoliša[16], na temelju rezultata izloženosti stanovništva od promatranog izvora buke potrebno je provesti procjenu štetnih učinaka na zdravlje. Ako su iste osobe istodobno izložene različitim izvorima buke, štetni učinci ne smiju se zbrajati, međutim ti se učinci mogu usporediti radi procjene relativne važnosti svakog izvora buke prilikom razrade akcijskih planova upravljanja bukom. Štetni utjecaji na zdravlje se razmatraju kroz sljedeće učinke:

- procjenjeni broj stanovnika sa ishemijskim bolestima srca (IHD) koja odgovara šiframa od BA40 do BA6Z prema međunarodnoj klasifikaciji ICD-11 koju je utvrdila Svjetska zdravstvena organizacija,
- procjenjeni broj stanovnika sa visokom razinom smetanja (HA),
- procjenjeni broj stanovnika sa ozbiljnim poremećajem sna (HSD).

8.1. Procjena broja stanovnika sa ishemijskim bolestima srca (IHD)

Za procjenu broja stanovnika sa ishemijskim bolestima srca (skr. IHD od engleskog izvornika „Ischaemic heart disease“) od buke cestovnog prometa, udio slučajeva štetnog učinka uzrokovanog bukom cestovnog prometa među stanovništvom proračunava se relativnim rizikom, gdje je izvor buke x (cestovni promet), štetni učinak y (IHD) i učestalost i, pomoću sljedeće formule:

$$PAF_{x,y} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1) + 1]} \right)$$

pri čemu je:

- $PAF_{x,y}$ udio koji se može pripisati stanovništvu,
- skup frekvencijskih pojaseva buke *j* čine pojedinačni pojasevi koji obuhvaćaju raspon od najviše 5 dB (npr.: 50–51 dB, 51–52 dB, 52–53 dB itd. ili 50–54 dB, 55–59 dB, 60–64 dB itd.),
- p_j je udio ukupnog stanovništva *P* u području obuhvaćenom procjenom koje je izloženo pojasu izloženosti j, koji se povezuje s proračunatim relativnim rizikom RR od konkretnoga štetnog učinka $RR_{j,x,y}$. Vrijednost $RR_{j,x,y}$ izračunava se korištenjem prethodne formule izračunano za srednju vrijednost svakog frekvencijskog pojasa buke (npr.: ovisno o raspoloživim podacima, 50,5 dB za pojas buke raspona 50–51 dB odnosno 52 dB za pojas buke raspona 50–54 dB).

„Relativni rizik“ (skr. RR) s obzirom na stopu učestalosti „i“ IHD proračunava se koristeći izraz:

$$RR_{IHD,i,road} = \begin{cases} e^{\left[\left(\ln(1.08)/10\right)*(L_{den}-53)\right]} & L_{\text{den}} > 53 \text{ dB} \\ 1 & L_{\text{den}} \leq 53 \text{ dB} \end{cases}$$

[16] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020L0367&qid=1627479757047

Ukupni broj slučajeva , *N*, IHD-a od buke cestovnog prometa (osobe pogođene štetnim učinkom *y*; broj slučajeva koji se mogu pripisati štetnom učinku) uzrokovanih izvorom x je određen izrazom:

$$N_{x,y} = PAF_{x,y,i} * I_y * P$$

pri čemu :

- se $PAF_{x,y,i}$ izračunava za učestalost *i*,
- I_y je stopa učestalosti IHD-a u području obuhvaćenom procjenom, koja se preuzima iz statističkih podataka o zdravlju za zemlju u kojoj se predmetno područje nalazi,
- je *P* ukupno stanovništvo u području obuhvaćenom procjenom (zbroj stanovništva izloženog različitim frekvencijskim pojasevima buke).

8.2. Procjena broja stanovnika sa visokom razinom smetanja (HA) ili ozbiljnim poremećajem sna (HSD)

Ukupni broj osoba *N* pogođenih štetnim učinkom y (broj slučajeva koji se mogu pripisati štetnom učinku buke) uzrokovanog izvorom buke x (u ovom slučaju cestovni promet) i štetnog učinka y (HA, HSD), proračunava se koristeći izraz:

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}]$$

pri čemu je:

- n_j broj osoba izloženih pojasu izloženosti *j,*
- $AR_{x,y}$ apsolutni rizik štetnog učinka (HA, HSD), izračunano za srednju vrijednost svakog frekvencijskog pojasa buke (npr.: ovisno o raspoloživim podacima, 50,5 dB za pojas buke raspona 50–51 dB odnosno 52 dB za pojas buke raspona 50–54 dB) koji se proračunava kao.

$$AR_{HA} = {78,9270 - 3,1162 * L_{den} + 0,0342 * L_{den}^2}/{100}$$

$$AR_{HSD} = {19,4312 - 0,9336 * L_{night} + 0,0126 * L_{night}^2}/{100}$$

Radi provedbe procjene štetnog utjecaja promatranog izvora buke korišteni su posljednji raspoloživi podaci za prevalenciju različitih ishemijskih bolesti srca sa mrežne stranice HZJZ [17] . Temeljem prevalencije ishemijske bolesti srca u Republici Hrvatskoj koja iznosi 5.815,8/100.000 stanovnika proračunata je procjena štetnih učinaka na zdravlje (Tablica 15).

Tablica 15. Procjena štetnih učinaka na zdravlje

Opis područja	Broj stanovnika izloženih razinama buke L_{den} > 53 dB	Broj slučajeva IHD	Broj stanovnika sa visokom smetnjom (HA)	Broj stanovnika sa visokim poremećajem sna (HSD)
Ukupno	1456	5	234	56
Izvan naseljenog područja	1456	5	234	56
Unutar naseljenog područja	0	0	0	0

[17] https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/rezultati-projekta-eurostat-morbidity-statistics-podaci-za-hrvatsku

9. OPIS REZULTATA U GRAFIČKOM OBLIKU

Temeljem zahtjeva Zakona, za promatrani izvor buke izrađeni su grafički prikazi:

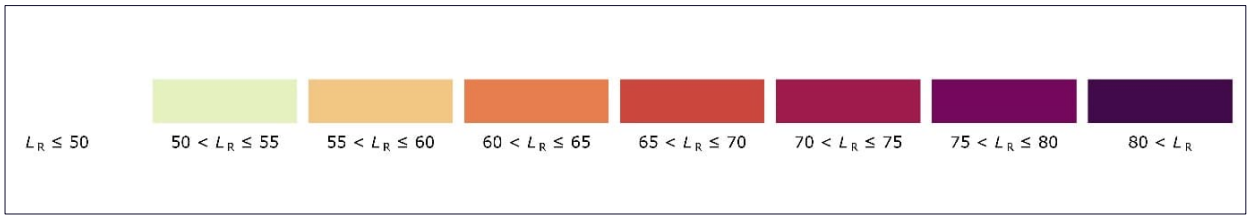
- indikatora buke L_{night} koji opisuje stanje buke promatranog izvora tijekom razdoblja „noć“,
- indikatora buke L_{den} koji opisuje cjelodnevno stanje buke promatranog izvora uvažavajući prilagođenja radi ocjenskog razdoblja.

Za daljnje potrebe razrade akcijskog plana upravljanja bukom dodatno su izrađeni grafički prikazi:

- indikatora buke L_{day} koji opisuje stanje buke promatranog izvora tijekom razdoblja „dan“,
- indikatora buke $L_{evening}$ koji opisuje stanje buke promatranog izvora tijekom razdoblja „večer“.

Ovi grafički prikazi dostupni su isključivo u elektroničkom obliku.

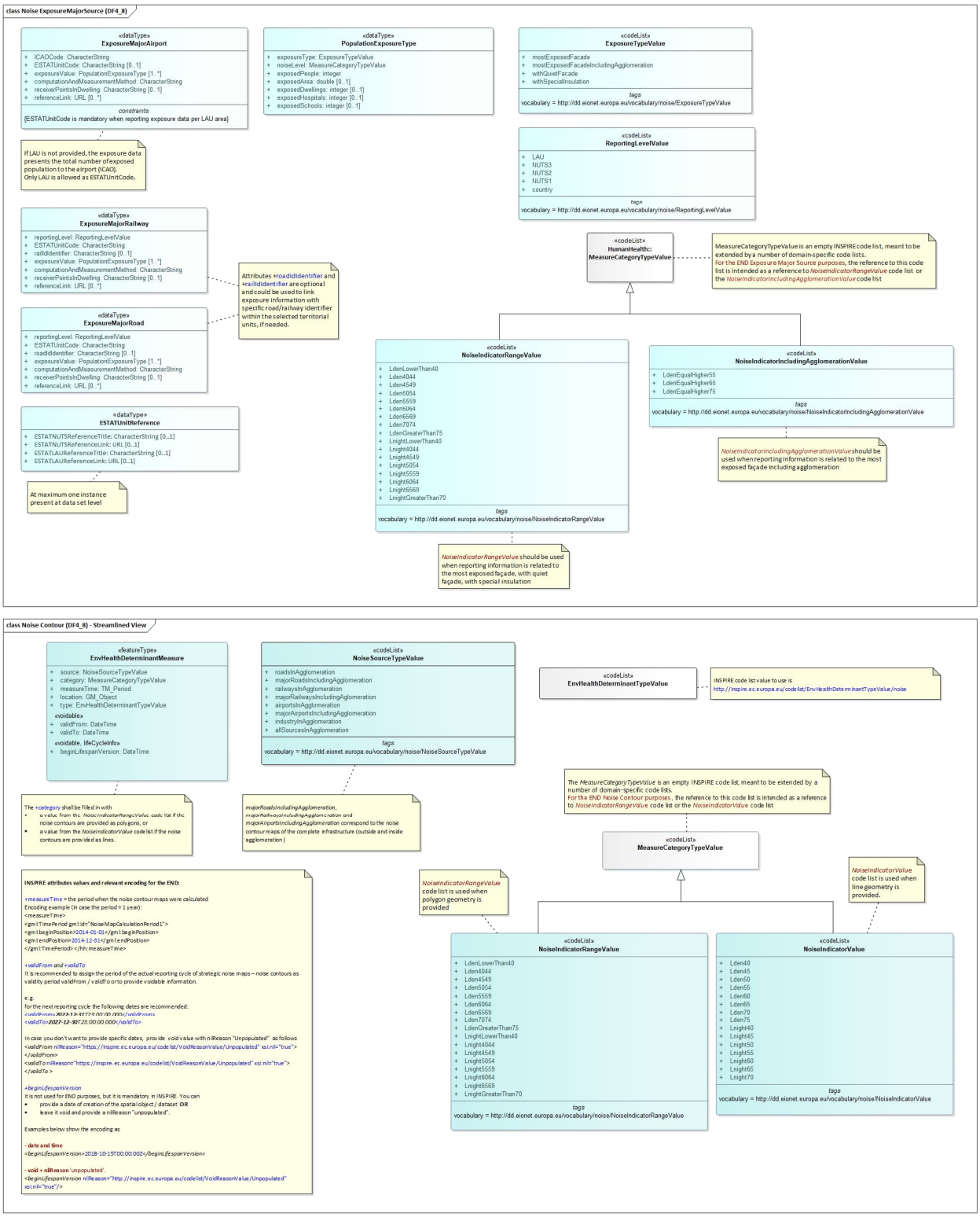
Grafički prikazi razreda jednakih razina indikatora buke L_{night} i L_{den} predočeni su u grafičkom dijelu elaborata. Sukladno odredbama DIN 45682:2020 - Akustik - Thematische Karten im Bereich des Schallimmissionschutzes, na grafičkim prikazima postojećeg stanja razina buke, razine buke svih indikatora su prikazane razredima jednakih razina buke određenim bojama. Sukladno odredbama Zakona, razredi jednakih razina buke indikatora buke L_{den} prikazuju se počevši od 55 dB(A), dok se razredi jednakih razina buke indikatora buke L_{night} prikazuju počevši od 50 dB(A).



Slika 23. Legenda prikaza imisijskih razina buke na grafičkim prikazima

10. OPIS REZULTATA U ELEKTRONIČKOM OBLIKU

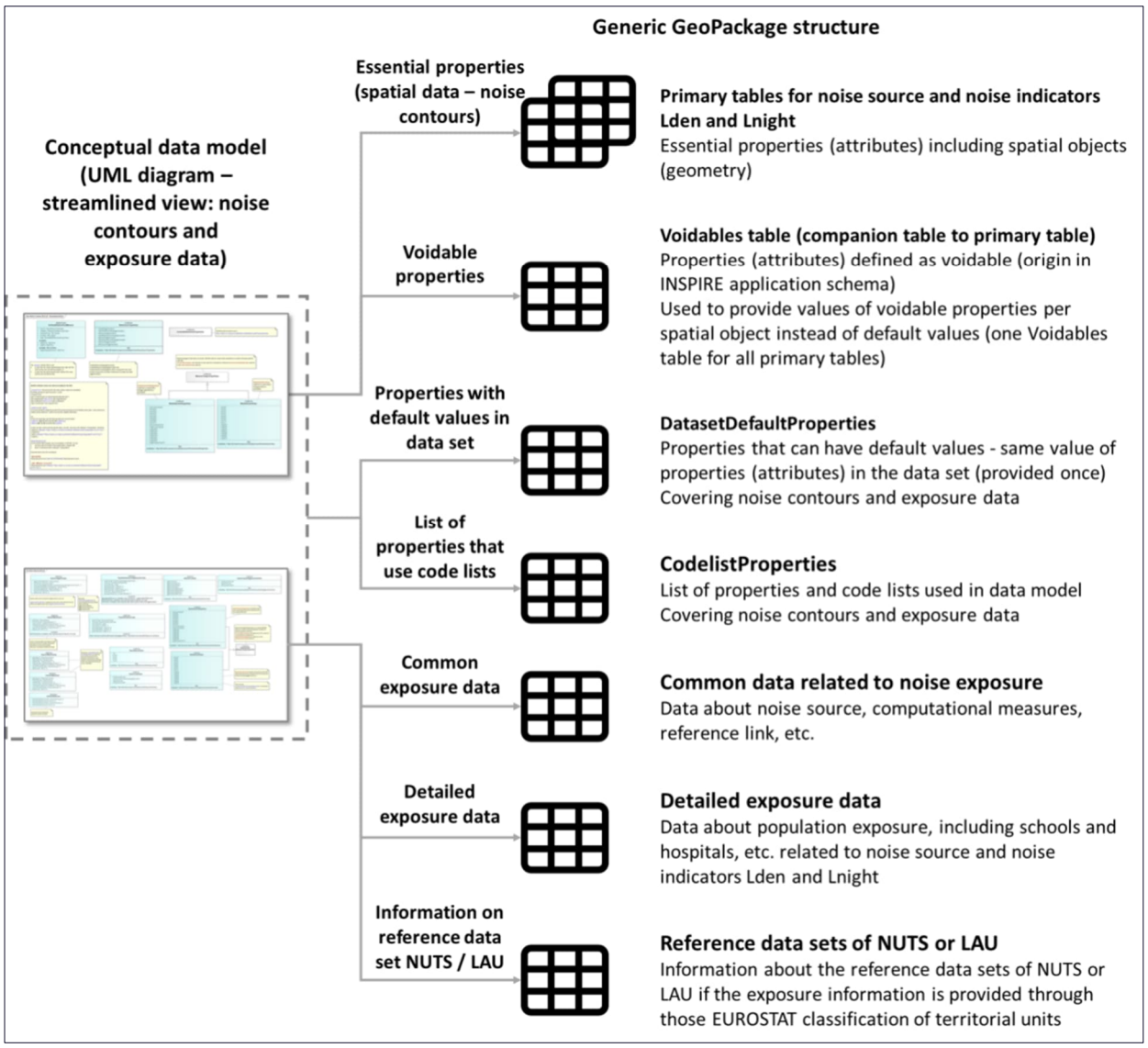
Elektronički dio rezultata strateške karte buke sadržava podatke u obliku propisane Pravilnikom 2 u nizu povezanih tablica sa popratnim prostornim podacima sukladno konceptualnom modelu podataka (Slika 24).



Slika 24. Konceptualni model podataka (UML) za rezultate strateške karte buke

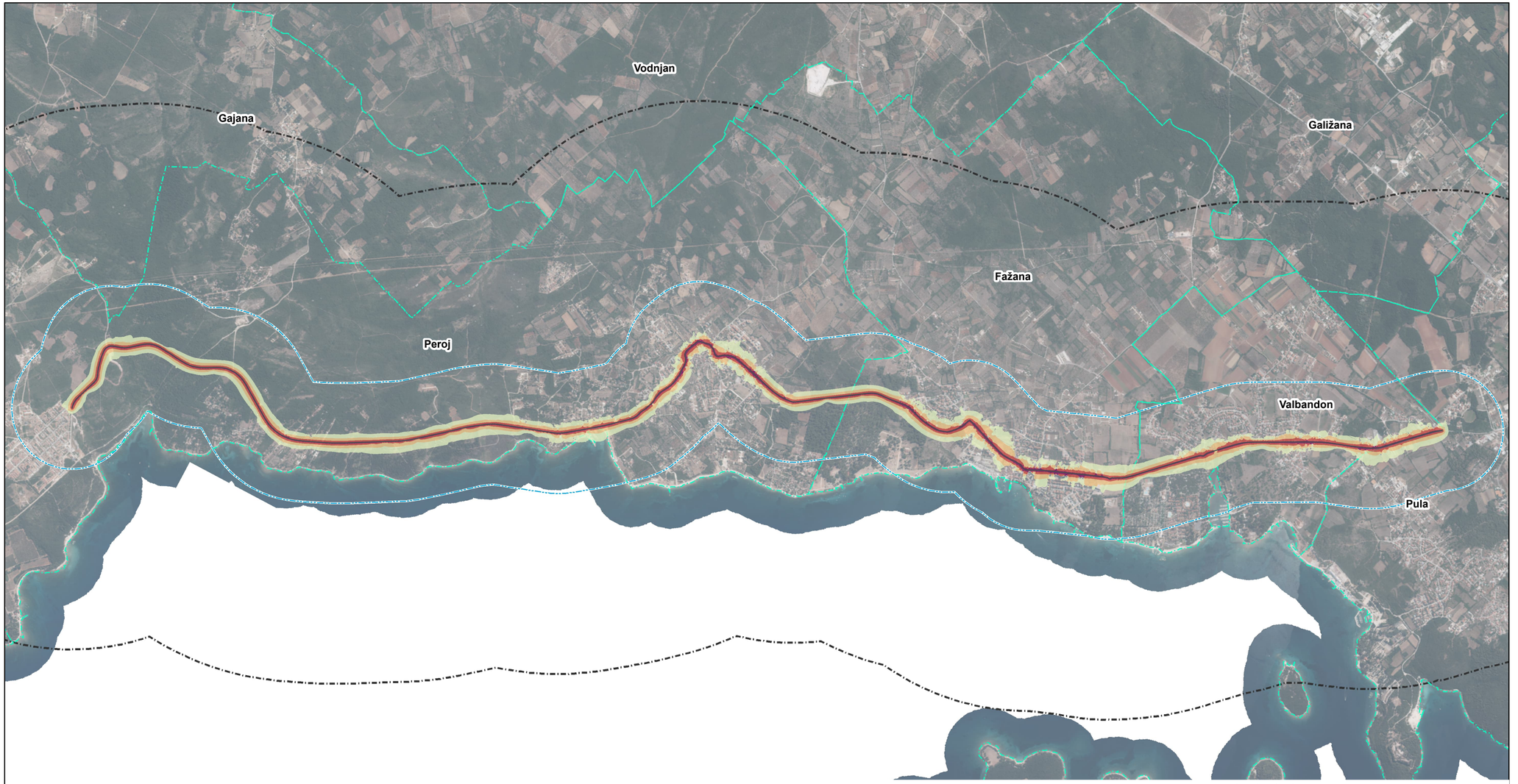
- Tablice sa podatcima o izloženosti
  - ExposureMajorRoad: Sadrži informacije o razini izvješćivanja, NUTS ili LAU kodovima, metodi proračuna i mjerenja, informacije o tome kako su postavljene ocjenske točke u odnosu na točne proračuna unutar stambenih jedinica za stalno stanovanje, te poveznice (URL) koje sadrže bilo koje odgovarajuće dodatne informacije ili podatke.
  - ExposureValue: Sadrži podatke o izloženosti stanovništva, uključujući škole i bolnice za indikatore Lden i Lnight u traženom rasponu vrijednosti propisane Direktivom.
  - ESTATUnitReference: Sadrži referentne informacije koje se odnose na NUTS ili LAU podatke ako su informacije o izloženosti pružene primjenjujući EUROSTAT-ove klasifikacije teritorijalnih jedinica.
- Tablice za razrede/krivulje jednakih razina buke
  - NoiseContours_majorRoadsIcludeAgglomeration_Lden: Podaci koji odgovaraju područjima određenim razinama buke indikatora L_{den} u traženom rasponu vrijednosti propisane Direktivom uključujući naseljena područja.
  - NoiseContours_majorRoadsIcludeAgglomeration_Lnight: Podaci koji odgovaraju područjima određenim razinama buke indikatora L_{night} u traženom rasponu vrijednosti propisane Direktivom uključujući naseljena područja.
  - Voidables: Ova tablica uključuje atribute koji su definirani kao „poništivi“ sukladno definiciji u Provedbenim pravilima o interoperabilnosti INSPIRE modela podataka nužni za povezivanje sa strateškim kartama buke – razredima/krivuljama jednakih razina buke glavnih cesta.
- Tablice koje se odnose na podatke o razredima/krivuljama jednakih razina buke i izloženosti
  - DatasetDefaultProperties: Podaci sa već zadanim vrijednostima objekata u skupu podataka i/ili tablicama (tablica se koristi kao shema samo za čitanje i već je unaprijed popunjena sa vrijednostima iz Reportnet 3).
  - CodelistProperties: popis primjenjivih popisa kodova u skupu podataka i/ili tablicama (tablica se koristi kao shema samo za čitanje i već je unaprijed popunjena sa vrijednostima iz Reportnet 3).
- Tablice koje podržavaju prikupljanje podataka putem INSPIRE usluge
  - HarvestSource: URL-ovi s kojih se prikupljaju geoprostorne značajke potrebne za izvješćivanje.
  - WorkflowLog: zapisnik poruka iz procesa prikupljanja podataka (tj. prikupljeni resursi, pogreške koje se javljaju tijekom prikupljanja).

Tijek pretvorbe iz konceptualnog modela podataka (UML) u format „geopackage“ koji je propisan Pravilnikom 2 prikazuje Slika 25 .



Slika 25. Izvornik tijeka pretvorbe podataka iz konceptualnog modela podataka u format „geopackage“

11. PRILOG – GRAFIČKI DIO



IZRADA FAZE II STRATEŠKE KARTE BUKE I AKCIJSKOG PLANA UPRAVLJANJA BUKOM ŽUPANIJSKE CESTE 5115 POD NADLEŽNOŠĆU ŽUPANIJSKE UPRAVE ZA CESTE ISTARSKE ŽUPANIJE

Razredi jednakih razina buke L_{den}

- 55 dB(A) ≤ L < 60 dB(A)
- 60 dB(A) ≤ L < 65 dB(A)
- 65 dB(A) ≤ L < 70 dB(A)
- 70 dB(A) ≤ L < 75 dB(A)
- 75 dB(A) ≤ L

- Os prometnice
- Naselja
- Područje proračuna
- Područje obuhvata

1:25.000 HTRS96 Croatia TM

0 0,5 1 2 km

Izvori podataka:
DGU - Granice RH, DOF 2021/22
HC BCP - Osi prometnica
DARH 2 - Položaj brojačkih mjesta, obrada prometnih podataka

Naziv elaborata	ELABORAT STRATEŠKE KARTE BUKE
Oznaka elaborata	2026-AP-078/01
Datum	2026-07
Oznaka	GP 1



IZRADA FAZE II STRATEŠKE KARTE BUKE I AKCIJSKOG PLANA UPRAVLJANJA BUKOM ŽUPANIJSKE CESTE 5115 POD NADLEŽNOŠĆU ŽUPANIJSKE UPRAVE ZA CESTE ISTARSKE ŽUPANIJE

Razredi jednakih razina buke L_{night}

- < 50 dB(A)
- 50 dB(A) ≤ L < 55 dB(A)
- 55 dB(A) ≤ L < 60 dB(A)
- 60 dB(A) ≤ L < 65 dB(A)
- 65 dB(A) ≤ L < 70 dB(A)
- 70 dB(A) ≤ L

- Os prometnice
- Naselja
- Područje proračuna
- Područje obuhvata

1:25.000 HTRS96 Croatia TM

0 0,5 1 2 km

Izvori podataka:
DGU - Granice RH, DOF 2021/22
HC BCP - Osi prometnica
DARH 2 - Položaj brojačkih mjesta, obrada prometnih podataka

Naziv elaborata	ELABORAT STRATEŠKE KARTE BUKE
Oznaka elaborata	2026-AP-078/01
Datum	2026-07
Oznaka	GP 2