



СТРАТЕШКЕ КАРТЕ БУКЕ АГЛОМЕРАЦИЈЕ КРАГУЈЕВАЦ

Извршилац:



Dirigent Acoustics д.о.о.
Мажуранићева 29/9, Вождовац,
11000 Београд, Србија



Саобраћајни институт ЦИП д.о.о
Немањина 6/IV, Савски Венац,
11000 Београд, Србија



Садржај

Техничка спецификација	5
Увод	9
Бука као загађивач животне средине	10
Одлуке о именовању стручног тима за реализацију стратешких карата буке	11
Одлука о именовању заменика руководиоца тима за израду стратешких карата буке	12
Одлука о именовању одговорног инжењера	13
Одлука о именовању одговорног урбанисте	14
Одлука о именовању руководиоца тима за моделовање буке железничког саобраћаја	15
Одлука о именовању одговорног инжењера	16
Одлука о именовању чланова тима	17
Подаци о субјекту заштите животне средине задуженом за израду скб	18
Дефинисање области за мапирање	19
Уводна разматрања	20
Подручје агломерације Крагујевац	20
Акустичко зонирање Крагујевца	22
Дефинисање методе за прорачун индикатора буке	25
Увод	26
Директива EU 2015/996	27
Референтни извештај JRC о CNOSSOS-EU	28
Дефиниције и симболи – Општи концепт	31
Опште одредбе – Индикатори буке, фреквенцијски опсег и остали параметри	32
Друмски саобраћај	35
Класификација возила	35
Референтни услови	39



Бука котрљања	39
Корекција за гуме са клиновима	40
Ефекат температуре ваздуха на корекцију буке котрљања	40
Погонска бука	41
Утицај нагиба пута	41
Утицај убрзавања и успоравања возила	42
Утицај типа површине пута	42
Железнички саобраћај	43
Дефиниција возила и воза	43
Број и положај еквивалентних извора звука	46
Појединачно возило	47
Саобраћајни ток	47
Индустрија	50
Услови рада извора	50
Усмереност извора	51
Методологија процене угрожености становништва	52
Дефинисање потребних података за прорачун	54
Увод	55
Захтеви за улазне податке за модел терена	56
Захтеви за улазне податке о објектима	57
Захтеви за улазне податке о изворима буке	58
Подаци о друмском саобраћају	58
Подаци о железничком саобраћају	59
Подаци о индустрији	59
Подаци о становништву	60
Подаци о вегетацији и тлу	61



Метеоролошки подаци	62
Попис метеоролошких података	63
Анализа прикупљених података потребних за прорачун	65
Допис за прикупљање података потребних за акустички прорачун	66
Прикупљени подаци о терену и објектима	67
Прикупљени подаци о друмском саобраћају	67
Прикупљени подаци о железничком саобраћају	67
Прикупљени подаци о индустрији	67
Прикупљени подаци о становништву	68
Прикупљени подаци о вегетацији и тлу	68
Прикупљени метеоролошки подаци	68
Прикупљени подаци о локацијама осетљивих објеката	68
Прикупљени подаци о мерама, програмима, студијама заштите од буке и акустичко зонирање града Крагујевца	68
Обрада и прилагођавање података за потребе прорачуна	70
Подаци о топографији терена	71
Подаци о објектима и методологија дефинисања намене и спратности објеката	72
Подаци о становништву и стамбеним јединицама по пописним круговима	74
Подаци о друмском саобраћају	78
Подаци о железничком саобраћају	83
Подаци о индустријским комплексима	90
Прорачун индикатора буке	92
Унутрашња контрола података	93
Софтвер за мапирање буке	93



Анализа добијених резултата и њихово приказивање у складу са захтевима законске регулативе Републике Србије и ЕУ	95
Литература	103
Графички прилози	106

Техничка спецификација

ЈАВНА НАБАВКА:

Израда стратешких карата буке агломерације Крагујевац

ОПИС:

Чланом 21. Закона Законом о заштити од буке у животној средини ("Сл. гласник РС", бр. 96/21) утврђено је да се стратешке карте буке обавезно израђују за агломерације са више од 100.000 становника и користе се као основ за израду акционих планова заштите од буке у животној средини и као средства за обавештавање јавности о нивоу буке у животној средини и њеним штетним ефектима. Стратешке карте буке за агломерације израђује јединица локалне самоуправе.

Стратешка карта буке јесте карта која представља податке о нивоима буке на одређеном подручју и служи за процену укупне изложености буци одређеног подручја од различитих извора буке или за предвиђање укупне буке на неком подручју.

Чланом 9. Закона о заштити од буке у животној средини („Сл. гласник РС“, бр. 96/21 у даљем тексту: Закон) утврђена је обавеза јединица локалне самоуправе да доносе локални акциони план заштите од буке у животној средини, односно обезбеђују услове и старају се о њиховом спровођењу, као и да обезбеђују финансирање мониторинга буке у животној средини на својој територији.

Такође, чланом 22. Закона је, поред осталог, утврђено да јединица локалне самоуправе припрема и доноси акциони план за агломерације на својој територији, на који сагласност даје министарство надлежно за послове заштите животне средине.

Стратешке карте буке израђују се у складу са Правилником о садржини и методама израде стратешке карте буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и о њиховим обрасцима ("Сл. гласник РС", број 90/23).

Институт за јавно здравље Крагујевац израдио је за град Крагујевац документ Акустичко зонирање града крагујевца 2014. године. Акустичка зона јесте подручје на чијој је целој површини прописана јединствена гранична вредност индикатора буке. Одређивање акустичких зона врши се у зависности од намене простора, а према постојећем стању изграђености, начину коришћења земљишта, као и према планираним наменама простора и дефинишу се граничним вредностима индикатора буке (за дан и ноћ) изражен у децибелима.

Град Крагујевац подељен је на шест акустичких зона:

- Зона 1: подручја за одмор и рекреацију, болничке зоне и опоравилишта, културно-историјски локалитети, велики паркови.
- Зона 2: туристичка подручја, кампови и школске зоне.
- Зона 3: чисто стамбена подручја.
- Зона 4: пословно-стамбена подручја, трговачко-стамбена подручја и дечја игралишта.
- Зона 5: градски центар, занатска, трговачка, административно-управна зона са становима, зона дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница.
- Зона 6: индустријска, складишна и сервисна подручја и транспортни терминали без стамбених зграда.

I Процес израде **стратешких карата буке** дефинише се кроз следеће активности:

- Дефинисање области за мапирање (границе агломерације на основу густине насељености).
- Дефинисање методе за прорачун индикатора буке (Common Noise Assessment Methods in Europe - CNOSSOS-EU:2015).
- Дефинисање потребних података за прорачун (3Д дигитални модел терена и 3Д модел грађевинских објеката; извори буке друмског, железничког и ваздушног саобраћаја, индустријских постројења и лука; демографски подаци; метеоролошки подаци).
- Прикупљање података потребних за прорачун (на основу фазе 3).
- Обрада и прилагођавање података за потребе прорачуна (сви прикупљени подаци морају да буду обрађени и прилагођени у складу са захтевима за њихово коришћење у изабраном софтверском пакету);
- Прорачун индикатора буке (Прорачун индикатора буке извршити коришћењем софтверског пакета који поседује документовану усклађеност са CNOSSOS-EU:2015 – поседовање сертификата у складу са ISO 17534-4 или одговарајуће);
- Анализа добијених резултата и њихово приказивање у складу са захтевима Законске регулативе Републике Србије и ЕУ (добијене резултате за нивое буке из 6. фазе, анализирати у комбинацији са другим скуповима података како би се добили захтевани подаци на основу Законске регулативе Републике Србије и директиве Европске комисије и Већа број 2002/94/E3).

Мерење нивоа буке у животној средини на територији града Крагујевца врши се у складу са Програмом мониторинга буке у животној средини града Крагујевца (у даљем тексту: Програм). Истим је предвиђено да се мерење спроводи на месечном нивоу на 6 мерних места. Мерење буке у животној средини Града Крагујевца обавља се једном месечно у трајању од 24 часа; и то у два дневна интервала, једном вечерњем и два ноћна у складу са постојећим законским актима.

Мерења обухватају: зоне становања, зоне градског центра, поред велих раскрница, индустријска зона, зона одмора и рекреације, поред болница, велих паркова, поред рекреативних и спортских овјеката.

С обзиром на величину површине за коју се израђују стратешке карте буке неопходно је вршити додатна мерења нивоа буке на местима која нису дефинисана Програмом. Потребно је извршити седмодневна мерења на најмање 3 мерна места, за потребе верификације/валидације резултата.

Стратешке карте буке морају обухватити све релевантне локације које имају утицај на агломерацију.

Наручилац ће све релевантне податке у вези мерења нивоа буке доставити изабраном понуђачу а све у складу са чланом 21. став 9. Закона о заштити од буке.

Стратешке карте буке обавезно морају да садрже:

1. Дефинисање области за мапирање;
2. Дефинисање методе за прорачун индикатора буке;
3. Дефинисање потребних података за прорачун;
4. Прикупљање података потребних за прорачун;
5. Обрада и прилагођавање података за потребе прорачуна;
6. Прорачун индикатора буке;
7. Анализа добијених резултата и њихово приказивање у складу са захтевима Законске регулативе Републике Србије и ЕУ;

МЕСТО ИЗВРШЕЊА:

Територија града Крагујевца

ТЕХНИЧКИ ПРОПИСИ И СТАНДАРДИ КОЈИ СЕ ПРИМЕНЈУЈУ:

- Common Noise Assessment Methods in Europe - CNOSSOS-EU:2015



- сертификат ISO 17534-4 или одговарајуће, издатог од стране правног лица које поседује акредитацију од акредитационог тела Србије или другог акредитационог тела у склопу међународне акредитације (International Accreditation Forum).
- ГУП крагујевац

РОК ИЗВРШЕЊА:

Рок за извршење уговорених обавеза је најкасније у року од 150 дана од дана закључења уговора, а најкасније до 26. Децембра 2025. године.



УВОД



БУКА КАО ЗАГАЂИВАЧ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Бука представља један од најзначајнијих облика загађења животне средине у савременом друштву. Као невидљиви загађивач, бука негативно утиче на свакодневне активности људи, омета одмор, сан, рад и концентрацију, а дуже излагање повишеним нивоима буке може имати озбиљне последице по здравље становништва. Научна истраживања потврђују да бука има дугорочан утицај на нервни и кардиоваскуларни систем, чуло слуха, као и на опште психофизичко стање човека. Последњих година се у свету, а и код нас, све више пажње поклања овом проблему и смањење буке у животној средини представља императив у побољшању квалитета живота становништва.

Развој индустрије, урбанизација и све већа фреквенција саобраћаја довели су до значајног повећања нивоа буке, посебно у урбаним срединама. Иако су предузете бројне мере на нивоу прописа, стандарда и техничких решења, пракса показује да су конкретне мере заштите животне средине од буке још увек недовољно заступљене, нарочито у поређењу са другим земљама Европске уније.

Израда стратешке карте буке за град Крагујевац представља кључни корак у систематском приступу управљању и контроли буке, где бука представља један од најзначајнијих загађивача животне средине. Стратешке карте буке и акциони план представљају први кључни корак ка идентификацији критичних подручја изложених буци, приоритизацију интервенција и планирање мера за смањење буке на основу поузданих и објективних података. Стратешке карте буке и акциони план имају за циљ да пруже подршку надлежним институцијама у борби за креирањем урбаних простора који обезбеђују виши квалитет живота становништва.



ОДЛУКЕ О ИМЕНОВАЊУ СТРУЧНОГ ТИМА ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ СТРАТЕШКИХ КАРТА БУКЕ

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

РУКОВОДИОЦА ТИМА

за израду стратешких карата буке за град Крагујевац са задатком да учествује, руководи тимовима за израду и врши контролу над свим фазама, разрађује методологију израде стратешке карте буке, врши прорачуне и контролу прорачуна индикатора буке у софтверу SoundPLAN и презентује резултате одређује се

Мр Дејан Тодоровић, дипл.инж.ел.

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ОДЛУКА О ИМЕНОВАЊУ ЗАМЕНИКА РУКОВОДИОЦА ТИМА ЗА ИЗРАДУ СТРАТЕШКИХ КАРТА БУКЕ

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

ЗАМЕНИКА РУКОВОДИОЦА ТИМА

за израду стратешких карата буке за град Крагујевац са задатком да учествује, руководи и координише тимовима за израду и врши контролу над свим фазама, разрађује методологију израде стратешке карте буке, врши прорачуне индикатора буке за индустријске изворе буке у софтверу SoundPLAN, и презентује резултате одређује се

Милица Раичковић, маг. инж. електр. и рачунар.

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ОДЛУКА О ИМЕНОВАЊУ ОДГОВОРНОГ ИНЖЕЊЕРА

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

ОДГОВОРНОГ ИНЖЕЊЕРА

за израду стратешких карата буке за град Крагујевац са задатком да учествује, врши обраду и припрему података за моделовање буке друмског саобраћаја, разрађује методологију израде стратешке карте буке за друмски саобраћај, врши прорачуне индикатора буке друмског саобраћаја у софтверу SoundPLAN, одређује се

Наташа Васић, маст.инж.електр. и рачунар.

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ОДЛУКА О ИМЕНОВАЊУ ОДГОВОРНОГ УРБАНИСТЕ

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

ОДГОВОРНИ УРБАНИСТА

за израду стратешких карата буке за град Крагујевац са задатком да врши дефинисање области за мапирање, обраду и припрему 3Д модела терена, дефинисање намене и спратности објеката, распоређивање становништва и стамбених јединица по објектима, генерисање и уређивање графичких приказа стратешких карата буке, одређује се

Тамара Вуковић, маст.инж. арх.

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ОДЛУКА О ИМЕНОВАЊУ РУКОВОДИОЦА ТИМА ЗА МОДЕЛОВАЊЕ БУКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

РУКОВОДИОЦА ТИМА ЗА МОДЕЛОВАЊЕ БУКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА

за израду стратешких карата буке са задатком да учествује, координише и руководи тимом за израду стратешких карата буке од железничког саобраћаја одређује се

Мр Горица Алексић Милосављевић, дипл.хем.

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ОДЛУКА О ИМЕНОВАЊУ ОДГОВОРНОГ ИНЖЕЊЕРА

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

ОДГОВОРНОГ ИНЖЕЊЕРА ЗА МОДЕЛОВАЊЕ БУКЕ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА

за израду стратешких карата буке за град Крагујевац са задатком да учествује, врши обраду и припрему података за моделовање буке железничког саобраћаја, разрађује методологију израде стратешке карте буке за железничког саобраћај, одређује се

Александар Гајицки, дипл.инж.саоб.

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ОДЛУКА О ИМЕНОВАЊУ ЧЛАНОВА ТИМА

На основу Уговора са Градом Крагујевац – Градска управа за развој и инвестиције, Трг слободе бр.3, Крагујевац, број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025. (наш број 17/25 од 4. 8. 2025), Закона о заштити од буке („Сл. гласник РС“, бр. 96/2021), Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и њиховим обрасцима („Сл. гласник РС“, бр. 90/2023), као

УЧЕСНИКЕ У ПРОЈЕКТУ

за израду стратешких карата буке за град Крагујевац са задатком да учествује, врши припрему и обраду података за моделовање буке, одређују се

Горан Тодоровић и

Лука Јовановић

Пројектант:

Dirigent Acoustics д.о.о, Београд

Одговорно лице/заступник:

Дејан Тодоровић

Печат:



Потпис:

Број техничке документације: SKB-KG/2025

Место и датум: Београд, 12. август 2025.



ПОДАЦИ О СУБЈЕКТУ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗАДУЖЕНОМ ЗА ИЗРАДУ СКБ

На основу чланова 5, 9, 10. и 21. Закона о заштити од буке у животној средини ("Службени гласник РС", број 96 од 8. октобра 2021.) утврђена је обавеза јединице локалне самоуправе која представља агломерацију, да израђује и ревидира стратешке карте буке и доставља их Агенцији.

Субјект заштите животне средине задужен за израду стратешких карата буке за агломерацију Град Крагујевац је Градска управа за развој и инвестиције са седиштем у Крагујевцу, Трг слободе бр.3.

Одељење за заштиту животне средине

Драган Маринковић

Начелник Одељења за заштиту животне средине

е-маил: dmарinkovic@kg.org.rs



ДЕФИНИСАЊЕ ОБЛАСТИ ЗА МАПИРАЊЕ

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Обавеза за израдом стратешких карата буке за све агломерације на нивоу територије Републике Србије утврђена је Законом о заштити од буке у животној средини ("Службени гласник Републике Србије", бр 96/21). Стратешке карте буке представљају средство за обавештавање јавности о нивоу буке у животној средини и њеним штетним ефектима. На основу стратешких карата буке се израђују и акциони планови заштите од буке у животној средини.

Појам агломерације је кроз Члан 4. Закона о заштити од буке у животној средини ("Службени гласник Републике Србије", бр 96/21) дефинисан као део територије са преко 100.000 становника са таквом густином насељености да се може сматрати урбанизованим подручјем. Законска дефиниција је у складу са дефиницијом Директиве 2002/49/ЕС Европске Комисије, познатом о као Директива о буци у животној средини (*European Noise Directive*, у даљем тексту: END). END директива представља основу за сва стратешка документа везана за заштиту од буке на територији Европске Уније. Уредбом о одређивању зона агломерације ("Службени гласник Републике Србије", бр. 58/11 и 98/12) дефинисано је осам агломерација на територији Републике Србије.

Дефинисање подручја израде стратешких карата представља прву фазу у процесу израде стратешких карата буке. На основу постојеће законске и планске документације, као и на основу техничке спецификације, утврђен је просторни обухват Стратешких карата буке за подручје агломерације Крагујевац.

Подручје агломерације Крагујевац

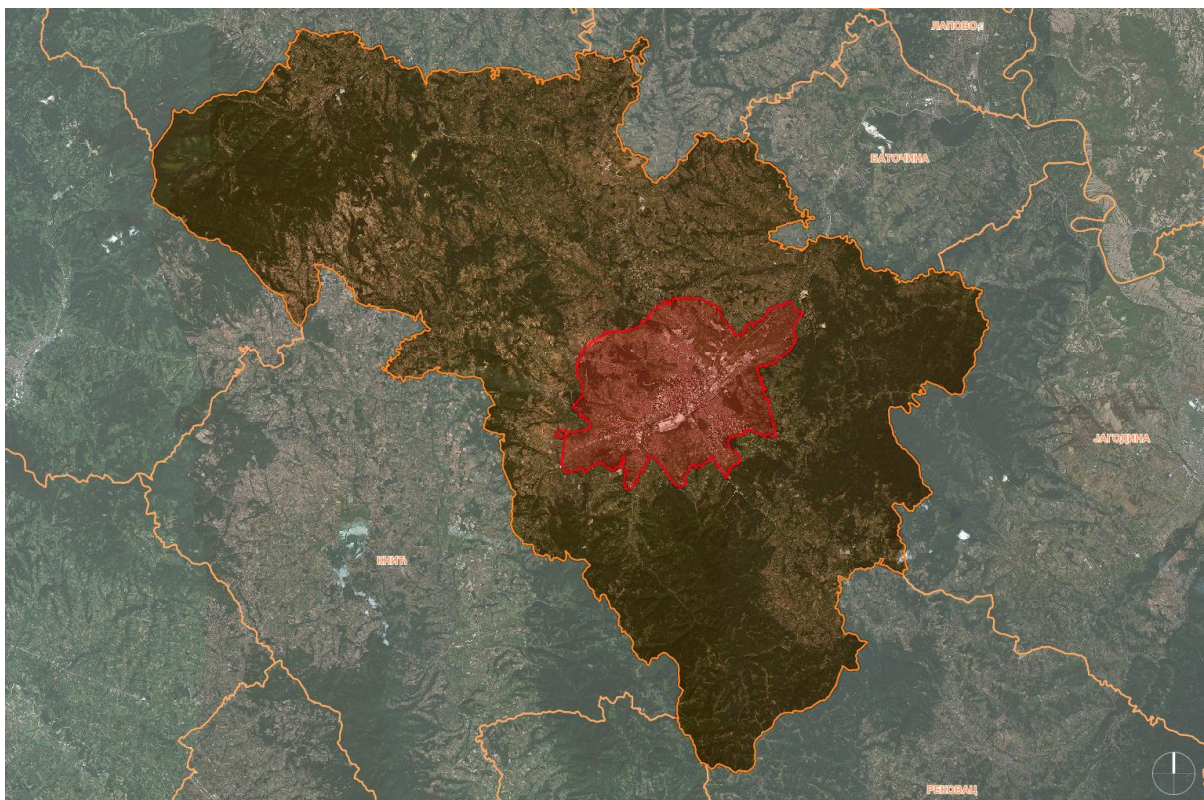
Град Крагујевац налази у географском средишту Србије, у Шумадијском округу, у долини реке Лепенице. Крагујевац је највећи град централне Србије и на основу пописа из 2022. године (Републички завод за статистику (РЗС), 2024), по броју становника је четврти по величини град на територији Републике. Административно подручје града Крагујевца (у даљем тексту: АП Крагујевац) обухвата простор од 835,61km², који чине 1 градско насеље и 56 сеоских насеља. Најнижа кота на територији административног подручја Крагујевца је у речном кориту Лепенице на профилу између Крагујевачке и Бадњевачке котлине са 137 м.н.в., а највишу тачку представља планина Рудник са 1 113 м.н.в.. Просечна надморска висина на највећем делу територије АП Крагујевац је између 200 – 500 м. (ЈП Дирекција за урбани развој Крагујевац, 2009; ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023; ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2025)

На основу Пописа из 2022. године, на целокупном подручју АП Крагујевца живи 171 186 становника (*Error! Reference source not found.*).

Табела 1 . Број становника за АП Крагујевац по типу насеља (извор: Попис 2022)

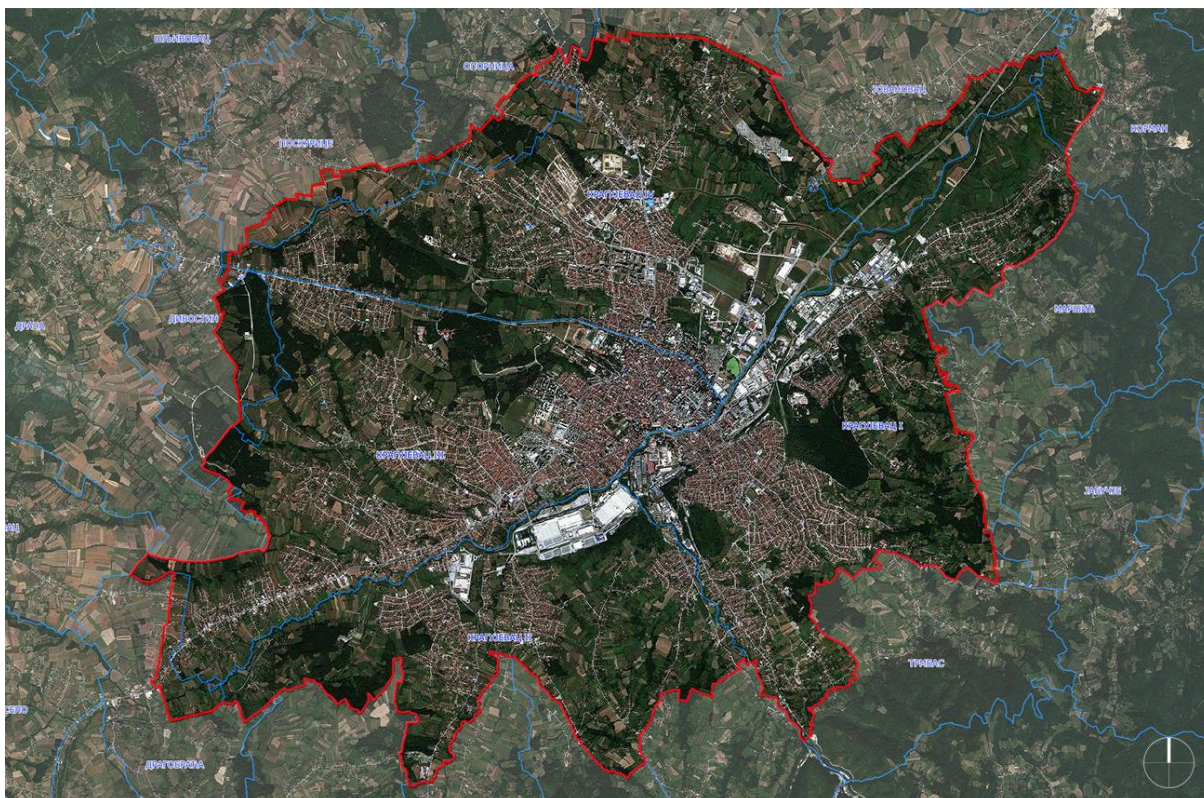
Просторни обухват	Градска насеља	Остала насеља	Укупно
АП Крагујевац	146 315	24 871	171 186

На основу техничке спецификације пројекта, плански оквир за израду Стратешких карата буке представља ГУП “Крагујевац 2030.” израђен 2023. године.



Слика 1. Граница подручја ГУП Крагујевац (црвено) у релацији са подручјем АП Крагујевац (наранџасто)
(Извор: Аутори)

Градско насеље обухвата подручје катастарских општина обухваћених Генералним урбанистичким планом Града Крагујевца 2030 (ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2025). Генерални урбанистички план Крагујевца обухвата површину од око 8 410 ha, при чему грађевинско подручје заузима 81% ове територије, док остатак чини пољопривредно и шумско земљиште. План обухвата у целости катастарску општину Крагујевац 2 и делом катастарске општине: Крагујевац 1, Крагујевац 3, Крагујевац 4, Јовановац, Корман, Драгобраћа, Дивостин, Драча, Поскурице и Опорница. (ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023) Приказ диспозиције катастарских општина унутар граница подручја ГУП Крагујевац дата је на Слика 2.



Слика 2. Граница подручја ГУП Крагујевац (црвено) са припадајућим катастарским општинама (плаво)
(Извор: Аутори)

На основу карактеристика постојећег урбаног ткива града Крагујевца, планираног правца развоја градског подручја, густине насељености, акустичких зона града и на основу важеће планске документације дефинисан је просторни обухват за мапирање.

Као граница Стратешких карата буке за агломерацију Крагујевац, усваја се граница Генералног урбанистичког плана Крагујевца (у даљем тексту: агломерација Крагујевац). Границе дефинисане зоне агломерације у релацији са границама АП Крагујевац дате су на Слика 1 и 2.

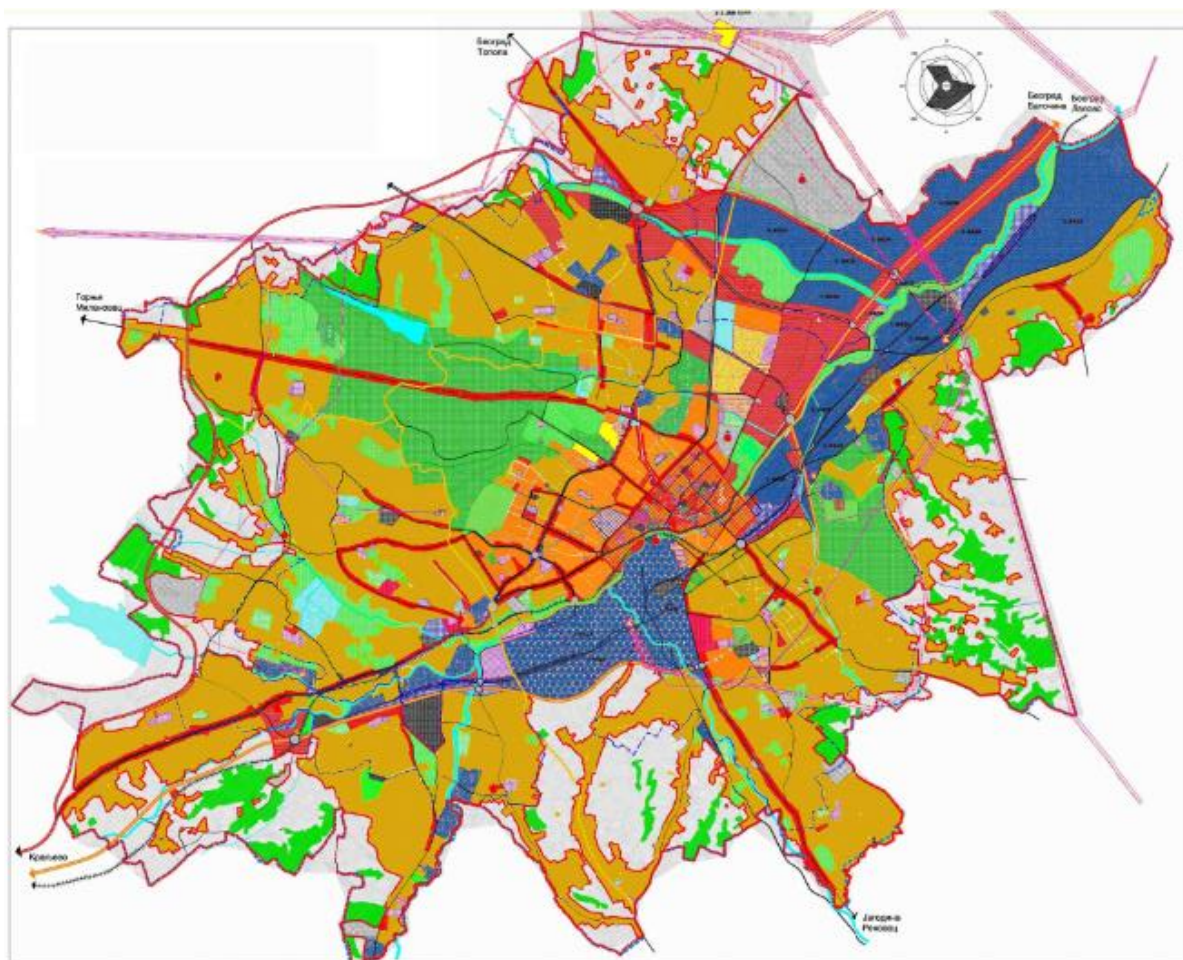
Стратешке карте буке израђују се за целокупну територију агломерације Крагујевац и обухватају прорачуне нивоа буке који потичу од друмског саобраћаја, железничког саобраћаја и индустријских објеката.

Акустичко зонирање Крагујевца

Акустичко зонирање на територији града Крагујевца урађено је у складу са:

1. Законом о заштити од буке у животној средини ("Службени гласник РС", број 36/09 и 88/2010),
2. Правилником о методологији за одређивање акустичних зона ("Службени гласник РС", бр. 72/10),

- На основу документа „Акустичко зонирање града Крагујевца 2014“ израђен од стране Института за јавно здравље Крагујевац, одређено је шест акустичких зона за подручје које је обухваћено Генералним планом града Крагујевца.



Акустичким зонирање одређују се граничне вредности индикатора буке за различита подручја према њиховој намени, која су одређена просторним и урбанистичким плановима. Акустичка зона је подручје на чијој целој површини је прописана јединствена гранична вредност индикатора буке. Граничне вредности се односе на укупну буку која потиче од свих извора буке на посматраној локацији, а приказ зона дат је у Табела 2.



Табела 2. Граничне вредности индикатора буке на отвореном простору

Зона	Намена простора	Ниво буке у dB (A)		Боја
		за дан и вече	за ноћ	
1	Подручја за одмор и рекреацију, болничке зоне и опоравилишта, културно-историјски локалитети, велики паркови	50	40	
2	Туристичка подручја, кампови и школске зоне	50	45	
3	Чисто стамбена подручја	55	45	
4	Пословно-стамбена подручја, трговачко-стамбена подручја и дечја игралишта	60	50	
5	Градски центар, занатска, трговачка, административно-управна зона са становима, зона дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница	65	55	
6	Индустријска, складишна и сервисна подручја и транспортни терминали без стамбених зграда	На граници ове зоне бука не сме прелазити граничну вредност у зони са којом се граничи		

Акустичке зоне су одређене према постојећем стању изграђености, начину коришћења земљишта, као и према планираним наменама простора и дефинишу се граничним вредностима индикатора буке (за дан, вече и ноћ) израженим у децибелима.



ДЕФИНИСАЊЕ МЕТОДЕ ЗА ПРОРАЧУН ИНДИКАТОРА БУКЕ



УВОД

Директива 2002/49/ЕС, познатија и под скраћеницом END (*Environmental Noise Directive*), и Директива ЕУ 2015/996, настала као допуна Директиве END, представљају регулациону основу када је реч о заштити од буке на територији Европске уније. Постојећа регулатива везана за заштиту од буке на територији Републике Србије заснива се управо на овим Директивама Европске комисије. У складу са тим, стратешке карте буке морају:

- Испунити циљеве из члана 1(а) Директиве END
- Испунити минималне захтеве за израду стратешких карата буке у Прилогу IV Директиве END
- Бити израђене за индикаторе L_{den} и L_{night} према Директиви END
- Бити израђене уз коришћење података не старијих од три године
- Бити израђене коришћењем методе оцењивања препоручене у Прилогу II Директиве END, као што је то наведено у Директиви ЕУ 2015/996

На основу Прилога IV Директиве END, прорачуни за стратешке карте буке за локалну или националну примену морају бити извршене на висини од 4 m изнад тла за законски дефинисане опсеге од 5 dB за L_{den} и L_{night} . Стратешке карте буке представљају приказ података у једном од следећих аспеката:

- Постојећа, претходна или предвиђена ситуација буке изражена индикаторима буке,
- Места прекорачења граничних вредности,
- Процењени број домаћинстава, школа и болница у одређеном подручју који су изложени буци изнад прописаних граничних вредности,
- Процењени број људи који се налазе у одређеном подручју изложеном буци изнад прописаних граничних вредности

Стратешке карте буке се израђују за потребе израде акционих планова за заштиту од буке у животној средини, као и за потребе информисања јавности. У циљу представљања стратешких карата буке јавности могу се користити графички прикази, бројчани подаци у табелама и / или бројчани подаци у електронском облику. Стратешке карте буке је потребно прегледати и по потреби ревидирати на највише пет година.

Постоје два документа полазних основа које је израдила Радна група Европске комисије за оцену изложености буци који пружају опсежне смернице о изради стратешких карата буке у контексту Директиве и о представљању информација јавности, а Европска агенција за животну средину је објавила три техничка извештаја на основу рада експертске групе за буку:



- Полазне основе - Водич кроз добру праксу израде стратешких карата буке и с њима повезаних података о изложености буци, 2. верзија, Радна група Европске комисије за оцену изложености буци (WG-AEN), 13. август 2007. године
- Полазне основе - Представљање информација из израда карата буке јавности, Радна група Европске комисије за оцену изложености буци (WG-AEN), март 2008. године.
- Каталог рачунских програма за израду карата, Радна група Европске комисије за оцену изложености буци (WG-AEN), април 2008. године.
- Водич кроз добру праксу о изложености буци и потенцијалним ефектима по здравље, Европска агенција за животну средину, Технички извештај бр. 4/2014, 9. новембар 2010. године.
- Електронски механизам за достављање података о буци, Европска агенција за животну средину, Технички извештај бр. 9/2012, 2. јул 2012. године.
- Водич кроз добру праксу за тиха подручја, Европска агенција за животну средину, Технички извештај бр. 11/2010, 29. април 2014. године, и
- Израда и спровођење усклађених метода за оцењивање буке, Extirium, 201

Директива EU 2015/996

Од усвајања Директиве EU 2015/996 (CNOSSOS-EU:2015), успостављена је нова заједничка метода оцењивања коју морају пратити све државе чланице Европске уније за све стратешке карте буке израђене након 31. децембра 2018. године. Директива EU 2015/996 ставља ван снаге и замењује Прилог II Директиве 2002/49/ЕС, и стога замењује Прилог 1.1 „Методe за оцењивање основних индикатора“ из српске Уредбе о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини ("Службени гласник Републике Србије", бр. 75/2010), у којем се наводе претходне прелазне методе оцењивања које је препоручивала ЕУ. Исправка је објављена у Службеном листу Европске уније 10. јануара 2018. године, на странама 35 до 46 како би се исправиле типографске грешке у оригиналној Директиви.

Радна група ISO WG56 је недавно објавила нацрт техничког извештаја ISO/DTR 17534-4 са предложеним појашњењима за методу ширења из CNOSSOS/EU:2015, уз низ испитних случајева како би се омогућило доследно спровођење ове методологије у рачунском програму.

За израду стратешких карата буке индустрије, железничког и друмског саобраћаја у Србији, препоручује се да се спровођење CNOSSOS-EU:2015 за прорачуне базира на следећем:

1. Директива EU 2015/996, Службени лист Европске уније L 168 од 1. јула 2015. године
2. Исправка, Службени лист Европске уније L 5 од 10. јануара 2018. године, стране 35-46.



3. ISO/TR 17534-4 „Акустика – Рачунски програм за израчунавање звука на отвореном – 4. део: Препоруке за осигурање квалитета спровођења метода прорачуна CNOSSOS-EU у рачунским програмима у складу са ISO 17534-1”
4. Измене и допуне за CNOSSOS-EU, Допис-извештај RIVM-а 2019-0023, 20197, и
5. Све недавно предложене измене и допуне које је објавио Генерални директорат за животну средину и радна група коју предводи RIVM.

За потребе реализације стратешких карата буке коришћен је CNOSSOS-EU метод за израду стратешких карата буке.

CNOSSOS-EU је развијен од стране Европске комисије у периоду 2009–2012, као резултат кооперативног процеса Европске агенције за животну средину, Светске здравствене организације, Европске агенције за безбедност ваздухопловства и експерата које је именовала Европска Унија. CNOSSOS-EU, представља заједнички методолошки оквир за израду стратешких карата буке према Директиви о буци у животној средини (2002/49/EC). Директива (2002/49/EC) захтева од држава чланица ЕУ да утврде изложеност буком кроз стратешке карте буке и разраду акционих планова за заштиту од буке. Од јуна 2007. године, земље ЕУ су у обавези да израде стратешке карте буке за све главне путеве, железнице, аеродроме и агломерације, на петогодишњем нивоу. Стратешке карте буке користе националним надлежним органима да идентификују приоритете за акционо планирање и од европских Комисија ће глобално проценити изложеност буци широм ЕУ. Информације проистекле из стратешких карата буке такође информишу ширу јавност о нивоима буке којој су изложени, као и о предузетим мерама за смањење загађења буком на ниво који није штетан по јавно здравље и животну средину.

Заједнички усклађени оквир за процену нивоа буке у Европи је важан предуслов за побољшање ефикасности имплементације Директиве о буци у животној средини. Усклађеним оквиром и применом CNOSSOS-EU, добијају се доследни и упоредиви подаци о броју људи који су изложени одређеним нивоима буке широм држава чланица ЕУ.

Референтни извештај JRC о CNOSSOS-EU

Овај референтни извештај ЈРЦ описује основни заједнички методолошки оквир за процену буке (CNOSSOS-EU) развијен за стратешко мапирање буке у фази CNOSSOS-EU процеса, који је компатибилан са уобичајеним индикаторима буке и формира техничку основу за измену Анекса II Директиве 2002/49/EC у вези са проценом и управљање буком у животној средини у Европи путем Одлуке Комисије за имплементацију.



У фази А процеса CNOSSOS-EU, активирано је осам од тринаест WG/DTS-ова Техничког комитета CNOSSOS-EU. То је довело до методолошког оквира CNOSSOS-EU, који је описан у различитим поглављима овог извештаја, и то:

- **WG 1 "Оквир квалитета"**

Описан циљ и захтеви CNOSSOS-EU

- **WG 2 "Емисија извора буке у друмском саобраћају"**

Описан извор буке у друмском саобраћају који је део CNOSSOS-EU и његове придружене параметре, заједно са методолошким аспектима за успостављање базе података улазних вредности за буку друмског саобраћаја

- **WG 3 "Извор буке железничког саобраћаја"**

Описан извор буке железничког саобраћаја који је део CNOSSOS-EU и његове придружене параметре, заједно са методолошким аспектима за успостављање базе података улазних вредности за буку железничког саобраћаја

- **WG 4 "Предвиђању буке авиона"**

Описана компонента CNOSSOS-EU у вези са предвиђањем буке авиона и њеном повезаном базом података о перформансама

- **WG 5 "Простирање звука и емисија извора индустријске буке"**

Описана је емисија извора индустријске буке и делова простирања звука.

- **WG 6 "Смернице за добру праксу"**

Развијен обим и концептуализована структура и садржај „Упутства за компетентну употребу CNOSSOS-EU“, који треба у потпуности да се развије у фази Б CNOSSOS-EU

- **WG 9 "Ревидирани механизам за извештавање о електронским подацима о буци" (ENDRM)**

Прегледан је Механизам за електронско извештавање о подацима о буци, који је координирао ЕЕА и представља кључни интерфејс између процене буке широм Европе и дељења резултата помоћу једног уобичајеног методолошког оквира буке



- **WG 10 "Додељивање нивоа буке и становништва зградама"**

Развио методологију додељивања места пријемника фасадама зграда, као и додељивање података о становништву тачкама пријемника на фасадама зграда.

Исход радова које изводи поменутих осам WG/DTs (не рачунајући исход WG/DT 9) представља суштински део методолошког оквира CNOSSOS-EU, који ће обезбедити техничку основу за правни текст "Implementing Act" у вези са изменом Анекса II Direktive 2002/49/EC.

Питања о којима се баве и резолуције које су донели WGs/DTs активирани у фази А CNOSSOS-EU описана су у Мастер извештају JRC о CNOSSOS-EU.4.

Још четири WG (plus WG/DT 6 на "Смернице добре праксе") односе се на фазу имплементације CNOSSOS-EU (2012-2015) и EU MS (фаза В), тацније:

- **WG 7 "CNOSSOS-EU база података"**

Да се постави CNOSSOS-EU база података о улазним подацима за друмски саобраћај, железнички саобраћај, индустријску и авионску буку и да се развије процедура која ће се користити за транспоновање националних база података у базу података CNOSSOS-EU.

- **WG 8 "CNOSSOS-EU референтни софтвер"**

За развој CNOSSOS-EU референтног софтвера за друмски саобраћај, железнички саобраћај, индустријске изворе буке и прорачуне простирања од тачке до тачке и за предвиђање буке авиона

- **WG 12 "Пилот студије за валидацију CNOSSOS-EU "**

За развој пробних случајева и студија за различите метеоролошке и копнене конфигурације (нпр. специфични метеоролошки услови, одређени пресеци као што су долине/брда, мале баријере, улични кањони, латерална дифракција око препрека итд.) да провери ваљаност CNOSSOS-EU методолошког оквира у смислу прецизности, тачности и рачунања времена када се примењује за стратешко мапирање буке.

- **WG 13 "Help desk и обука за EU MS"**

Да би се ЕУ МС-у обезбедили помоћни деск и обука о компетентној употреби CNOSSOS-EU методолошког оквира за стратешко мапирање буке.



Дефиниције и симболи – Општи концепт

Еквивалентно возило је идеално возило за чије акустички релевантне особине одговарају просеку специфичног скупа стварних возила који се крећу по одређеном путу или железничкој прузи.

Модел возила је акустички опис једног покретног еквивалентног возила при специфичној брзини и убрзању. Једно возило може бити састављено од једног или неколико међусобно некохерентних подизвора на различитим позицијама, чија је јачина дефинисана у смислу њиховог нивоа звучне снаге и усмерености, дакле у смислу усмереног нивоа звучне снаге извора.

Модел саобраћаја је акустички опис саобраћајног протока, заснован на усмереном нивоу звучне снаге једног извора који је еквивалентан свим возилама. У моделу саобраћаја, конкретна излазна снага звука комбинује се са статистичким подацима, дајући еквивалентну емисију буке за сваки подизвор како би се произвела јачина извора релевантног извора.

Пријемник је јединствена тачка на којој ће се израчунати просечан временски ниво звука. Треба направити разлику између пријемника у слободном пољу који имају путање ширења звука у свим правцима (360 °) и пријемника на фасади. Овај пријемник ће имати укупни угао зрачења од 180 ° и симетралу управну на фасаду.

Метеоролошки ефекти - Брзина ветра и градијенти температуре ваздуха проузрокују преламање путања звучног таласа. За тачан прорачун ефеката простирања, као пригушење баријере и рефлексије од тла, дефиниција путање звучног таласа мора бити у складу са дефинисаним метеоролошким условима који су репрезентативни за локацију. Према томе, ће се правити разлика између простирања низ ветар (преламање наниже), простирање под неутралним условима (праве путање простирања) и простирања уз ветар (преламање нагоре). Позитивни температурни градијенти („инверзија“) имају сличне ефекте (ако не израженије) као услови низ ветар.

Метеоролошки подаци - Пошто дефиниција путање звука зависи од метеоролошких услова, морају се прикупити статистички подаци о температурним градијентима, брзинама и правцима ветра у односу на извор и пријемник. Штавише, метеоролошки услови као што су температура, снег и падавине утичу на излазну снагу извора. У пракси, пошто метеоролошки услови, посебно брзина ветра и правац, могу нагло да варирају у току времена, статистичка класификација ових метеоролошких услова је неопходна за сврхе моделовања. Ове метеоролошке класе морају да се дефинишу тако да варијације унутар ових класа имају прихватљиво мали ефект на предвиђене нивое буке. Међутим, ове метеоролошке класе морају бити реалне у погледу прикупљања и руковања подацима.



Из сваке метеоролошке класе, у комбинацији са могућим варијацијама у јачини извора, израчунаће се краткорочни ниво буке. Годишњи просечни индикатори буке L_{den} и L_{night} се затим могу одредити комбинацијом ових краткорочних нивоа буке.

Следеће дефиниције термина који се користе за атмосферске услове:

1. хомогени атмосферски услови (или 'хомогени услови'):

Атмосферски услови за које се ефикасна брзина звучних таласа може сматрати константном у свим правцима и у било којој тачки простора. У овим условима, звучни таласи су прави сегменти.

2. атмосферски услови преламања надоле ("повољни услови"):

Атмосферски услови за које се ефикасна брзина звучних таласа повећава са висином у правцу простирања. Ови услови углавном резултирају нивоом звука на пријемнику вишим од оних примећених у хомогеним атмосферским условима за идентичан извор звука. Звучни таласи су закривљени према земљи.

3. атмосферски услови преламања нагоре (или "неповољни услови"):

Атмосферски услови за које се ефикасна брзина звучних таласа смањује са висином у правцу простирања. Ови услови углавном резултирају нивоом звука на пријемнику нижим од оних примећених у хомогеним атмосферским условима за идентичан извор звука. Звучни таласи су закривљени према небу.

4. дуготрајна појава услова преламања надоле (или појава повољних услова):

Вероватноћа појављивања повољних атмосферских услова током дужег периода у датом смеру и за референтни интервал који се разматра. Ова вредност је без димензије и налази се између 0 и 1.

Опште одредбе – Индикатори буке, фреквенцијски опсег и остали параметри

Прорачуни буке дефинишу се у фреквенцијском опсегу од 63 Hz до 8 kHz. Резултати фреквенцијских опсега се дају за одговарајући фреквенцијски интервал.

Метод CNOSSOS-EU важи за утврђивање буке у фреквенцијском опсегу од 125 Hz до 4 kHz за буку друмског саобраћаја, од 125 Hz до 4 kHz за железничку буку, од 63 Hz до 4 kHz за индустријску буку и од 50 Hz до 10 kHz за буку авиона. Прорачуни се врше у октавним опсезима за друмски саобраћај, железнички саобраћај и индустријску буку. Бука авиона интегрише све спектре у један број (NPD податке) за прорачуне.



Прорачуни се праве у опсегу ширине једне октаве за буку друмског саобраћаја, буку железничког саобраћаја и индустријских погона и постројења, осим звучне снаге извора буке железничког саобраћаја за који се користе појаси ширине 1/3 октаве. На основу ових октавних резултата за буку друмског саобраћаја, буку железничког саобраћаја и индустријску буку погона и постројења рачуна се А-пондерисани дугорочни просечни ниво притиска за дан, вече и ноћ, како је дефинисан и односи се на члан 5. Директива 2002/49/ЕС, сумирањем у свим фреквенцијама:

$$L_{eq,T} = 10 \times \lg \sum_{i=1} 10^{(L_{eq,T,i} + A_i)/10}$$

A_i – означава корекцију А – пондерисање према IEC 61672-1

i – означава индекс опсега фреквенције

и T је временски период који одговара дану, вечери или ноћи.

Дугорочни индикатор просечне буке наведен у Европској директиви 2002/49/ЕС је дан-вече-ноћ индикатор, L_{den} , дефинисан:

$$L_{DEN} = 10 \times \lg \left[\frac{12}{24} 10^{L_{day}/10} + \frac{4}{24} 10^{(L_{evening} + 5)/10} + \frac{8}{24} 10^{(L_{night} + 10)/10} \right]$$

L_{day} (респективно $L_{evening}$ и L_{night}) је А-пондерисани дугорочни просечни ниво буке, како је дефинисано у ИСО 1996-2: 2007, дневни, вечерњи и ноћни периоди године $L_{eq,T}$. Дан је 12 сати, вече четири сата и ноћ осам сати, а година је релевантна година што се тиче емисије звука и просечне године што се тиче метеоролошких околности. Дневни, вечерњи и ноћни периоди могу се дефинисати мало другачије на националном нивоу.

Параметри који се користе у различитим формулацијама обично се локално дефинишу у одговарајућим одељцима. У **Error! Reference source not found.** су наведени општи параметри.



Табела 3. Параметри буке и остали физички параметри

L_p	Тренутни ниво звучног притиска	[dB] (re. 2 10 ⁻⁵ Pa)
$L_{Aeq,LT}$	Дугорочни ниво звука L_{Aeq} који потиче свих извора и рефлексијама у тачки Р	[dB] (re. 2 10 ⁻⁵ Pa)
L_W	'In situ' ниво звучне снаге тачкастог извора (покретног или непомичног)	[dB] (re. 10 ⁻¹² W)
$L_{W,i,dir}$	Усмерен ниво звучне снаге „in situ“ за i-ти опсег фреквенције	[dB] (re. 10 ⁻¹² W)
$L_{W'}$	Просечан ниво звучне снаге „in situ“ по метру линијског извора	[dB] (re. 10 ⁻¹² W)
p	Ефективна вредност тренутног звучног притиска	[Pa]
p_0	Референтни звучни притисак=2 10 ⁻⁵ Pa	[Pa]
W_0	Референтна звучна снага = 10 ⁻¹² W	[W]

Захтеви CNOSSOS-EU су:

1. CNOSSOS-EU би требало да буде дизајниран да производи карте буке које показују веродостојне резултате.
2. Прецизни извори/опсег који треба да буду укључени у стратешко мапирање буке треба дефинисати. Тиме би терет наметнут укључивањем одређеног извора требало да буде избалансиран у односу на утицај буке тог извора:
2. За друмски саобраћај дефинисати тачно које путеве треба укључити у мапирање буке путева за агломерације;
3. За железнички саобраћај дефинисати тачно које железнице, трамваје и лаке железничке системе треба укључити у мапирање буке железнице за агломерације;
4. За индустрију, дефинисати тачно типове индустрије који ће бити укључени у агломерације;
5. За ваздушни транспорт дефинисати прецизне аеродроме које би требало мапирати, посебно у вези са споредним аеродромима који утичу на агломерације
6. За агломерације, дефинисати шта је тачно агломерација за потребе стратешког мапирања буке
7. Метода за провођење процена изложености треба да буде прецизно дефинисана и дизајнирана да испуни захтев (1) изнад. Ово важи подједнако за изложеност станова, изложености области и изложености становништва

Препознато је да је од суштинског значаја да неки улазни параметри буду укључени у мапирање, али да су други значајни само у специфичним локалним ситуацијама. Да би се обезбедила доследност,

CNOSSOS-EU WG-ови о изворима емисије буке требало би да идентификују суштинске улазне параметре. За потребе CNOSSOS-EU, параметар се сматра суштинским ако опсег вредности које параметар може да узме даје варијације у L_{den} или L_{night} веће од ± 2.0 dB(A) 95% C.I. (сви остали параметри остају непромењени). Параметри који се не сматрају суштинским треба да се обједине са релевантним битним параметром и/или да имају дефинисану подразумевану улазну вредност.

ДРУМСКИ САОБРАЋАЈ

Класификација возила

Извор буке друмског саобраћаја се одређује комбинацијом емисије буке сваког појединачног возила од којих је састављен саобраћајни промет. Возила су груписана у пет одвијених категорија у односу на њихове карактеристике емисије буке:

- **Категорија 1:** Лака возила
- **Категорија 2:** Средња тешка возила
- **Категорија 3:** Тешка возила
- **Категорија 4:** Моторна возила на два точка
- **Категорија 5:** Отворена категорија

У случају моторних двоточкаша, две засебне подкласе су дефинисане за мопеде и снажније мотоцикле, јер постоје велике разлике у начину вожње и у бројности. Прве четири категорије се морају употребљавати, а пета је опциона. Пета категорија је предвиђена као отворена класа за нова возила која могу бити развијена у будућности и довољно би се разликовала од постојећих у погледу емисије буке да би се требало дефинисати додатно. Ова категорија може да покрије, на пример, електрична или хибридна возила или било које возило које би се појавило у будућности. Детаљи различитих класа возила дати су у Табела 4.

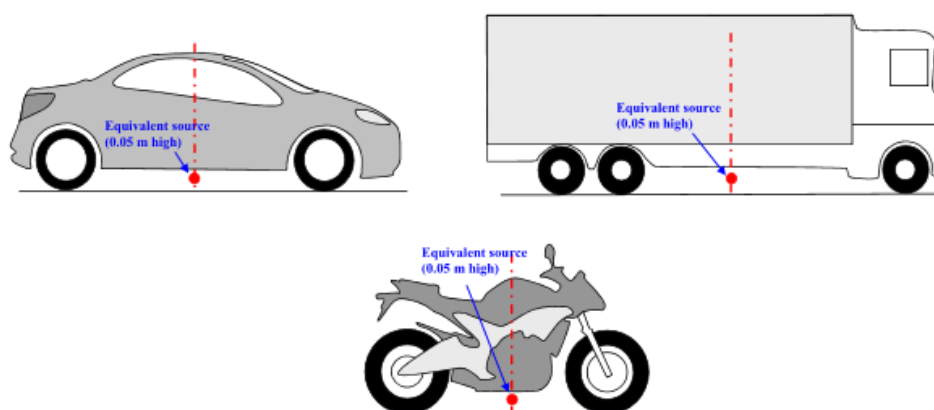


Табела 4. Категорије возила на основу CNOSSOS – EU методе
(извор: Kephelopoulou, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Кат.	Назив	Опис	Кат. возила на основу Директиве 2007/46/ЕЦ*
1	Лака моторна возила	Путнички аутомобили, доставна возила ≤ 3.5 тоне, теренски аутомобиле, вишенаменска возила укључујући приколице и камп приколице	M1 и N1
2	Средње тешка возила	Средње тешка возила, доставна возила > 3,5 тоне, аутобуси, туринг аутомобили, итд. са две осовине и дуплим монтажним пнеуматичима на задњој осовини	M2, M3 и N2, N3
3	Тешка возила	Тешка теретна возила, туринг аутомобили, аутобуси, са три или више осовине	M2 и N2 са приколицом, M3 и N3
4	Моторни двоточкаши	4а mopеди, трицикли или четвороцикли ≤ 50 cc	L1, L2, L6
		4б мотоцикли, трицикли или четвороцикли > 50 cc	L3, L4, L5, L7
* Директива 2007/46/ЕЦ Европског Парламента успоставља оквир за одобрење моторних возила и њихових приколица и система, компоненти и посебних техничких јединица намењених за таква возила			

Број и положај еквивалентних извора звука

За прорачун простирања буке и за одређивање емисије снаге звука, потребно је описати извор са једним или више тачкастих извора. У овој методи, свако возило (категирија 1, 2, 3, 4 и 5) је представљено једним тачкастим извором из којег звук равномерно зрачи у полупростор од 2π изнад тла. Као што је приказано на *Слика 4*, овај тачкасти извор је постављен 0,05 m изнад површине пута.



Слика 4. Положај еквивалентног тачкастог извора на лаким возилима (категорија 1), тешким возилима (категорија 2 и 3) и возилима са два точка (категорија 4) (извор: Kephelopoulos, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Проток саобраћаја представља се линијским извором. У моделовању пута са више трака, идеално би било сваку траку представити линијским извором постављеном у центру сваке траке. Међутим, прихватљиво је и моделовање једног линијског извора у средини двосмерног пута или једног линијског извора по возној траци.

Звучна снага извора је дефинисана је као „ полуслободно звучно поље “, па тако звучна снага укључује учинак од рефлексије од тла непосредно испод моделованог извора ако не постоје препреке у непосредном окружењу, уз изузетак за рефлексију од површине пута која није непосредно испод моделованог извора.

Емисија буке протока саобраћаја представља се линијским извором коју карактерише њена усмерена звучна снага по метро и по фреквенцији. Ово одговара збиру емисије буке појединачних возила у протоку саобраћаја, узимајући у обзир време које возила потроше на деоници пута који се разматра. Имплементација појединачног возила у промет захтева примену модела протока саобраћаја.

Уколико се подразумева сталан проток саобраћаја Q_m возила категорије m на сат, са просечном брзином v_m (km/h), усмерена звучна снага по метру у фреквенцијском опсегу i $L_{W',eq,line,i,m}$, одређена протоком возила, дефинисана је:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W',i,m} + 10 \times \lg \left(\frac{Q_m}{1000 \times v_m} \right)$$

где је $L_{W',i,m}$ тренутна усмерена звучна снага у 'полуслободном-пољу' једног возила. $L_{W',eq,line}$ Изражено је у dB (re. 10-12 W/m). Ови нивои звучне снаге се израчунавају за сваку октаву i од 125 Hz до 4 kHz. У једначини појединачни извори буке друмског саобраћаја су моделовани као оми-дирекциони извори.



Подаци о протоку саобраћаја Q_m треба да буду изражени као годишњи просек по сату, по временском периоду (дан-вече-ноћ), по класи возила и по линијском извору. За све категорије треба користити податке о протоку улазног саобраћаја изведене из броја саобраћаја или из модела саобраћаја.

Просечна брзина података v_m је репрезентативна брзина по категорији возила: у већини случајева то је мања брзина од максималне законски допуштене брзине за категорију возила. Ако нису доступни локално измерени подаци, употребљава се највећа законски допуштена брзина за категорију возила.

Појединачно возило

У саобраћајном току, за сва возила категорије m претпоставља се да возе истом брзином, тј. v_m , просечном брзином протока возила те категорије. За свако друмско возило, модел емисије састоји се од скупа математичких једначина који представљају два главна извора буке:

1. Бука котрљања због интеракције са гумама и путем;
2. Погонска бука произведена у погонском систему (мотор, ауспух, итд.) возила.

Аеродинамичка бука је укључена у изворе буке при котрљању.

Општи облик математичког израза за ниво звучне снаге који емитује један од извора (котрљање или погон) као функцију брзине возила v_m ($20 \text{ km/h} \leq v_m \leq 130 \text{ km/h}$) је:

$$L_{w,i,m}(v_m) = A_{i,m} + B_{i,m} \cdot f(v_m)$$

с тим што је $f(v_m)$ логаритамска функција v_m у случају котрљања и аеродинамичке буке, и линеарна функција v_m у случају погонске буке.

За лака, средња и тешка моторна возила (категорије 1, 2 и 3), укупна звучна снага одговара енергетском збиру буке котрљања и погонске буке. Стога је укупан ниво звучне снаге линијских извора $m = 1, 2$ или 3 дефинисан једначином:

$$L_{w,i,m}(v_m) = 10 \times \lg \left(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10} \right)$$

где је $L_{WR,i,m}$ ниво звучне снаге за буку котрљања и $L_{WP,i,m}$ је ниво звучне снаге за погонску буку. То се односи на све распоне брзине. При брзинама мањима од 20 km/h ниво звучне снаге је она која се добије формулом за 20 km/h .



За возила категорије 4 - мотори на два точка, као извор се узима само бука погона:

$$L_{WP,i,m=4}(v_{m=4}) = L_{WP,i,m=4}(v_{m=4})$$

Референтни услови

Изворне једначине и коефицијенти су изведени да су важећи под референтним условима у смислу метеорологије и саобраћаја. Ови референтни услови су:

1. константна брзина возила
2. раван пут
3. температура ваздуха треф = 20 ° C
4. виртуелна референтна површина пута, која се састоји од просека густог асфалтног бетона 0/11 и каменог мастичног асфалта 0/11, старости између 2 и 7 година и у репрезентативном стању одржавања
5. сува површина пута
6. без гума са клиновима

Бука котрљања

За буку котрљања, користи се опште прихваћен и широко проверен логаритамски однос између емисије буке и брзине котрљања v_m . Ниво звучне снаге буке котрљања у фреквенцијском опсегу и за возила категорија 12 или 3, $L_{WR,i,m}$ изражава се:

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m}(v_m)$$

Коефицијенти $A_{R,i,m}$ и $B_{R,i,m}$ дати у октавним опсезима за сваку категорију возила и за референтну брзину $v_{ref} = 70 \text{ km/h}$.

$\Delta L_{WR,i,m}$ одговара збиру коефицијента корекције који ће се примењивати на емисију буке за посебне услове пута или возила који одступају од референтних услова:

$$\Delta L_{WR,i,m}(v_m) = \Delta L_{WR,road,i,m}(v_m) + \Delta L_{studded\ tyres,i,m=1}(v_m) + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp}(\tau)$$

$\Delta L_{WR,put,i,m}$ је утицај на буку котрљања друмске површине са различитим акустичким својствима од виртуелне референтне површине. Обухвата утицај на ширење и стварање буке.

$\Delta L_{studded\ gume,i,m=1}$ је је корекциони коефицијент који треба применити за повећану буку котрљања лаких возила опремљених гумама са клиновима.

$\Delta L_{WR,acc,i,m}$ је утицај на буку котрљања прелаза кроз семафор или кружни ток. Он у суштини интегрише ефекат на буку због промене брзине.



$\Delta L_{W,temp}(\tau)$ је корективни коефицијент за просечну температуру τ која се разликује од референтне $\tau_{ref} = 20^\circ \text{C}$.

Корекција за гуме са клиновима

У ситуацијама када значајан број лаких возила у протоку саобраћаја користи гуме са клиновима током неколико месеци сваке године, мора се узети у обзир учинак на буку котрљања

За свако појединачно возило категорије $m = 1$ опремљено гумама са клиновима, повећање емисије буке котрљања ($\Delta_{stud}(v)$) у зависности од брзине и може се проценити тако што:

$$\Delta_{stud,i,m=1}(v_{m=1}) = \begin{cases} a_i + b_i \times \lg(v_{m=1}/70) & \text{for } 50 \leq v_{m=1} \leq 90 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(90/70) & \text{for } v_{m=1} > 90 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(50/70) & \text{for } v_{m=1} < 50 \text{ km/h} \end{cases}$$

где се дају коефицијенти a_i и b_i за сваки октавни опсег.

Повећање емисије буке котрљања треба приписати у складу са уделом лаких возила са гумама са клиновима током ограниченог периода T_s (у месецима) током године. Ако је Q_{stud} просечан проток лаких возила у укупном броју по сату опремљених гумама са клиновима у период T_s (у месецима), тада се годишњи удео возила опремљених гумама са клиновима p_s изражава се са

$$p_s = \frac{Q_{stud}}{Q_i} \times \frac{T_s}{12}$$

Корекција која се примењује на емисију звучне снаге због коришћења гума са клиновима за возила категорије $m = 1$ је дато

$$\Delta L_{studded\ tyres,i,m=1}(v_{m=1}) = 10 \times \lg \left[(1 - p_s) + p_s 10^{\frac{\Delta_{stud,i,m=1}(v_{m=1})}{10}} \right]$$

Гуме са клиновима за камионе нису веома честе, иако постоје. Због тога се не уводи исправка за гуме са клиновима за остале категорије.

Ефекат температуре ваздуха на корекцију буке котрљања

Опште је прихваћено да температура ваздуха утиче на емисију буке, ниво звучне снаге котрљања опада када се температура ваздуха повећа. Овај ефекат се може увести у корекцију површине пута. Корекције површине пута се обично процењују на температури ваздуха од $\tau_{ref} = 20^\circ \text{C}$. У случају другачије годишње просечне температуре ваздуха, буку површине пута треба кориговати тако што ће:

$$\Delta L_{W,temp}(\tau) = K \times (20 - \tau)$$

Појам корекције је позитиван (или бука се повећава) за температуре ниже од 20° C и негативне (или бука се смањује) за више температуре. Коефицијент К зависи од површине пута и карактеристика гума и генерално показује извесну фреквенцијску зависност. У сврхе стратешког мапирања буке, треба применити поједностављено израчунавање буке помоћу генеричког коефицијента $K = 0,08 \text{ dB/}^\circ \text{C}$ за лака возила (категорија 1) и $0,04 \text{ dB/}^\circ \text{C}$ за тешка возила (категорије 2 и 3). Не треба примењивати исправке за два-точкаша (категорија 4). Коефицијент корекције треба да се примењује подједнако на свим октавним опсезима од 63 до 8000 Hz.

Погонска бука

Емисија погонске буке укључује све доприносе од мотора, ауспуха, преносног механизма, зупчаника, усисника ваздуха итд. Ниво звучне снаге буке погона у фреквенцијском опсегу и за возила реда м дефинише се једначином:

$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \times \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP,i,m}(v_m)$$

Коефицијенти $A_{P,i,m}$ и $B_{P,i,m}$ дају се у октавним опсезима за сваку категорију возила и за референтну брзину $v_{ref} = 70 \text{ km/h}$. $\Delta L_{WP,i,m}$ одговара збиру коефицијента корекције који ће се примењивати на емисију погонске буке за одређене услове вожње или стварне регионалне услове који одступају од референтних услова:

$$\Delta L_{WP,i,m}(v_m) = \Delta L_{WP,road,i,m}(v_m) + \Delta L_{WP,acc,i,m} + \Delta L_{WP,grad,i,m}(v_m)$$

$\Delta L_{WP,road,i,m}$ коефицијент корекције ефекта врсте површине пута на погонску буку. Он укључује ефекат порозне површине на локално простирање погонске буке. $\Delta L_{WP,acc,i,m}$ и $\Delta L_{WP,grad,i,m}$ коефицијенти корекције за одступања у вези са условима вожње.

Утицај нагиба пута

Нагиб пута има два ефекта на емисије буке возила: прво, утиче на брзину возила а тиме на емисију буке котрљања и погона возила; друго, то утиче и на оптерећење мотора и брзину мотора путем избора брзине а тиме емисије погонске буке. Само утицај на погонску буку се разматра у овом одељку, где се претпоставља стална брзина. Ефекат нагиба пута на погонску буку се узима у обзир помоћу корекционог члана $\Delta L_{WP,grad}$, који је функција нагиба s (у %), брзине возила v_m (у km/h) и категорију возила m . Појам корекције се приписује свим октавним опсезима једнако:



- за $m = 1$

$$\Delta L_{WP,grad,j,m=1}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 6\%}{1\%} & \text{for } s < -6\% \\ 0 & \text{for } -6\% \leq s \leq 2\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s) - 2\%}{1.5\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{for } s > 2\% \end{cases}$$

- за $m = 2$

$$\Delta L_{WP,grad,j,m=2}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0.7\%} \times \frac{v_m - 20}{100} & \text{for } s < -4\% \\ 0 & \text{for } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s)}{1\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{for } s > 0\% \end{cases}$$

- за $m = 3$

$$\Delta L_{WP,grad,j,m=3}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0.5\%} \times \frac{v_m - 10}{100} & \text{for } s < -4\% \\ 0 & \text{for } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s)}{0.8\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{for } s > 0\% \end{cases}$$

- за $m = 4$

$$\Delta L_{WP,grad,j,m=4} = 0$$

Сума је садржала $\Delta L_{WP,grad}$ имплицитно укључује ефекат нагиба на брзину.

Утицај убрзавања и успоравања возила

Убрзање и успоравање возила може имати значајан ефекат на емисију буке возила, нарочито када се приближавају или полазе са путних прелаза.

Пре и после раскрсница са семафорима и кружних токова примењује се корекција због утицаја убрзавања и успоравања.

Стога се у већини ситуација ефекат убрзања и успоравања може занемарити у сврху развоја стратешких мапа буке: $\Delta L_{WR,acc,i,m} = 0$ и $\Delta L_{WP,acc,i,m} = 0$.

Утицај типа површине пута

Тип површине пута значајно утиче на емисију буке возила. На површину пута са акустичким својствима која се разликују од оних референтних површина на буку котрљања и на буку погона примењује се спектрални корекциони члан.



Фактор корекције површине пута при емисији буке котрљања је:

$$\Delta L_{WR,road,i,m} = \alpha_{i,m} + \beta_m \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right)$$

i, m је спектрална корекција у dB на референтној брзини v_{ref} за категорију m (1, 2 или 3) и спектрални опсег и

β_m је ефекат брзине на смањење буке котрљања за категорију m (1, 2 или 3) и једнак је за све фреквенцијске опсеге

Фактор корекције површине пута за погонску буку је:

$$\Delta L_{WP,road,i,m} = \min\{\alpha_{i,m}; 0\}$$

Апсорпционе површине смањују погонску буку, а неапсорпционе површине је не повећавају.

ЖЕЛЕЗНИЧКИ САОБРАЋАЈ

Дефиниција возила и воза

Са циљем израде што прецизнијих прорачуна и карата буке, кроз Директиву EU 2015/996 и CNOSSOS-EU:2015 је дата дефиниција за (железничко) возило као „*било која њојединачна железничка њодјединица воза (обично локомотива или вагон) која се може крећати независно и одвојити од остатака воза*“. У специфичним случајевима када су подјединице воза део склопа који се не може раставити, за потребе ове методе прорачуна, све подјединице се групишу као једно возило. Воз се дефинише као „*низ сјојених (железничких) возила*“.

Табела 5. дефинише типове железничких возила укључених у изворну базу података. У њему су представљени одговарајући описи који ће се користити за класификовање возила у целости. Ови описи одговарају својствима возила, која утичу на акустичку усмерену звучну снагу по метру дужине еквивалентног моделованог линијског извора.

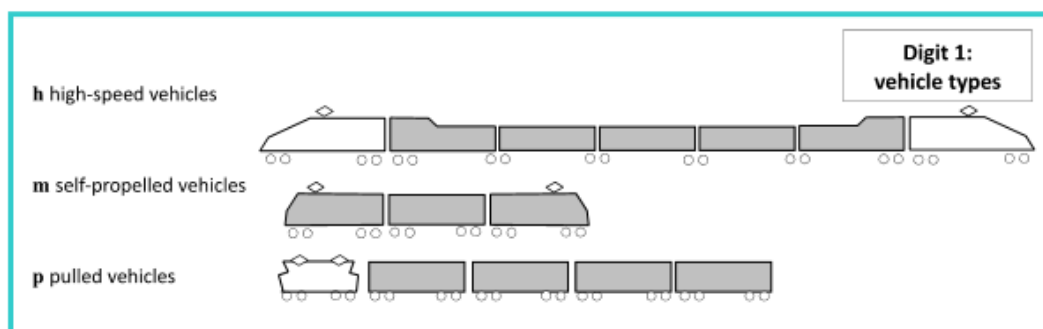
Број возила за сваку врсту треба одредити на свакој од деоница колосека за сваки временски период који ће се користити у израчунавању буке. Треба га исказати као просечан број возила на сат, тако што се добија дељењем укупног броја возила која путују у одређеном временском периоду са трајањем у часовима (нпр. 24 возила за 4 сата значи 6 возила на сат). Употребљавају се сви типови возила који путују на свакој деоници колосека.



Табела 5. Класификација и описи својстава железничких возила
(извор: Kephapopoulos, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Цифра	1	2	3	4
Дескриптор	Тип возила	Број осовина по возилу	Тип кочнице	Мере на точковима
Опис дескриптора	Слово којим се описује	Стварни број осовина	Слово којим се описује тип кочнице	Слово којим се описује врста мере за смањење буке
Могући описи	h возило велике брзине (> 200 km/h)	1	c Кочионе папуче од ливеног гвожђа	n Без мера
	m путнички вагони на властити погон	2	k Кочионе папуче од композитног или синтерованог метала	d Пригушивачи
	p вучени путнички вагони	3	n Кочнице које не делују на оброч точка, као што су диск, добош, магнетне кочнице	s Екрани
	c градски трамвај или лаки метро, путнички вагон на сопствени погон и без њега	4		o Остало
	d дизел локомотива	итд.		
	e електрична локомотива			
	a било које уобичајено теретно возило			
	o остало (на пример возила за одржавање итд.)			

Постојећи колосеци се могу разликовати јер постоји неколико елемената који доприносе и карактеришу њихова акустичка својства. Типови колосека коришћени у овој методи наведени су у Табела 6. Неки од елемената имају велики утицај на акустичка својства, док други имају само споредне ефекте. Генерално гледано, најрелевантнији елементи који утичу на емисију железничке буке су: храпавост површине шине, крутост железничке подлоге, подлога колосека, спојеви шина и радијус закривљености колосека. Друга могућност је да се дефинишу укупна својства колосека и, у том случају, храпавост површине шине и стопа пригушења колосека која су према ISO 3095 два акустички важна параметра, заједно са радијусом закривљености колосека.



Слика 5. Класификација типова возила
(извор: Kephelopoulou, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Деоница колосека је дефинисана као део једног колосека на прузи или станици или депоу, на којем се физичка својства и основне компоненте делова колосека не мењају. Табела 6 дефинише заједнички језик за описивање типова шина укључених у изворну базу података.

Табела 6. Опис типова шина укључени у базу података извора
(извор: Kephelopoulou, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Цифра	1	2	3	4	5	6
Дескриптор	Подлога колосека	Храпавост површине шина	Тип причврсних подлошки	Додатне мере	Спојеви шина	Кривина
Објашњене описа	Тип подлоге колосека	Индикатор храпавости	Представља индикацију „динамичке крутости“	Слово које описује Акустички уређај	Присутност спојева и размака	Навођење полупречника кривине у метрима
Допуштене ознаке	В Туцанички застор	Е Добро одржавано и врло глатко	С Мекано (од 150 до 250 MN/m)	Н Нема	Н Нема	Н Колосек у правцу
	С Колосек на бетонској подлози	М Нормално одржавано	М Средње (од 250 до 800 MN/m)	Д Пригушивач шина	С Један спој или скретница	Л Мала (од 1 000 до 500 m)
	Л Мост са туцаничким забором	Н Слабо одржавано	Н Тврдо (од 800 до 1 000 MN/m)	В Ниска баријера	Д Два споја или скретнице на 100 m	М Средња (мање од 500 m и више од 300 m)
	Н Мост без туцаничког застора	В Неодржавано и у лошем стању		А Апсорбујућа плоча на колосеку на бетонској подлози	М Више од два споја или скретница на 100 m	Н Велика (мање од 300 m)
	Т Утопљени колосек			Е Утопљени колосек		
	О Остало			О Остало		



Број и положај еквивалентних извора звука

Кроз CNOSSOS-EU:2015 дефинисан је заједнички језик за описивање типова возила у изворној бази података, чиме су представљени релевантни описи који ће се користити за класификацију возила у целости. Ови описи одговарају особинама возила које утичу на усмерену звучну снагу по дужном метру еквивалентног моделованог линијског извора. Број возила за сваки тип утврђује се на свакој деоници пруге за сваки од временских периода који ће се користити у прорачуну буке. За прорачуне потребно је користити све типове возила која саобраћају на свакој деоници пруге. Ова метода прорачунавања такође даје смернице за дефинисање карактеристика пруге, као и податке о елементима који имају већи или мањи утицај услед својих акустичких својстава.

Извори који доприносе стварању железничке буке чине различите компоненте система пруга-воз (шине, точкови, мотори, вентилатори, компресори, електрична опрема и издув у случају локомотива на дизел погон) и њихова својства (храпавост главе шине, крутост причврсног прибора, подлога колосека, спојеви шина и полупречник кривине колосека) и зависе од специфичних карактеристика појединачних подјединица у возу. Такође, удео ових извора буке зависи и од брзине воза. Различити еквивалентни линијски извори буке смештени су на различитим висинама и у средини пруге. Све висине се односе на раван која додирује две горње површине шина. Према CNOSSOS-EU:2015 постоји неколико извора буке који су подељени у различите категорије у зависности од механизма стварања буке

1. Бука котрљања (укључујући не само вибрацију шине и подлогу колосека и точкова, већ и где је присутна, бука надградње теретних возила ; храпавост точкова и шина - висина од 0,5 m);

Храпавост точкова и површина шина, кроз три преносне путање до зрачних површина (шине, точкови и надградња), представља буку котрљања. Ово је додељено на $h = 0,5$ m (емисионе површине А) како би се приказали доприноси колосека, у шта су укључени утицаји шинских површина, посебно колосека на чврстој подлози.

2. Бука вуче (еквивалентне висине извора 0,5 m - 4,0 m)

Висине еквивалентних извора за вучну буку варирају између 0,5 m (извор А) и 4,0 m (Извор Б), у зависности од физичке позиције компоненте о којој се ради. Вентилациони и издувни отвори система за хлађење се могу налазити на различитим висинама; издувни гасови возила на дизел мотору су често у нивоу крова, односно на 4,0 m (извор Б). Могу се лоцирати и други извори вуче као што су вентилатори или дизел мотори висине 0,5 m (извор А) или 4,0 m (извор Б). Ако се тачна висина извора налази између висина модела, звучна енергија је пропорционално распоређена између најближих висина извора. Из тог разлога, метода предвиђа две висине извора, 0,5 m (извор А) и 4,0 m (извор Б),

и еквивалента звучна снага повезана са сваким од њих се дистрибуира између њих у зависности од специфичне конфигурације извора на тип јединице.

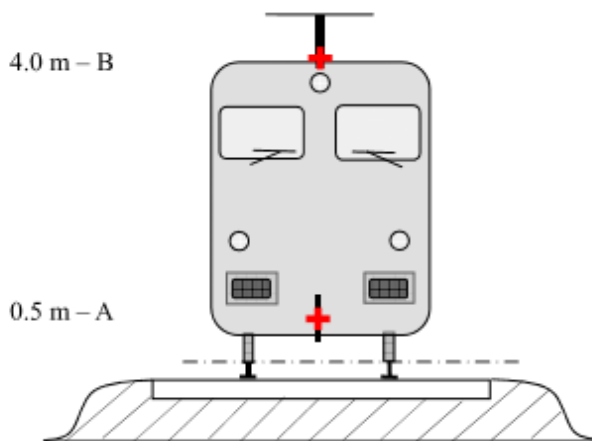
3. Аеродинамична бука (висина од 0,5 m , а 4,0 m за буку пантографа)

Аеродинамички ефекти буке су повезани са извором на 0,5 m (представља параване, извор А), и извором на 4, m (моделирање целог кровног апарата и пантографа, извор Б). Одабир висине од 4,0 m за пантограф се сматра једноставним па се мора пажљиво размотрити ако је циљ одабрати одговарајућу висину баријере.

4. Ударна бука (због прелаза, скретница и раскрсница, висина од 0,5 m)

5. Шкрипа (висина од 0,5 m – извор А)

6. Бука услед додатних утицаја као што су мостови и вијадукти (висина од 0,5 m – извор А)



Слика 6. Еквивалентни положаји извора буке смештени на различитим висинама
(извор: Kephelopoulou, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Појединачно возило

Модел за буку железничког саобраћаја, аналогно буци друмског саобраћаја, описује емисију звучне снаге као специфичну комбинацију типова возила и типова колосека који испуњава низ захтева описаних у класификацији возила и колосека, у оквиру скупа звучне снаге по сваком возилу ($L_{w,o}$).

Саобраћајни ток

Емисија буке саобраћајног тока на сваком колосеку представља скуп од два линијска извора који је описан усмереном звучном снагом по метру, по фреквенцијском опсегу. То одговара збиру емисија буке појединачних возила у саобраћајном току, при чему се у конкретном случају за возила у мировању, узима у обзир време које су возила провела на разматраној деоници пруге.

Дефинисана је усмерена звучна снага по метру и по фреквентном опсегу, услед проласка свих возила по свакој деоници на типу колосека:



- за сваки фреквенцијски опсег
- за сваку деоницу колосека j са истим типом композиције
- за сваку задату висину извора (h) (за изворе на 0,5 m $h = 1$, на 4,0 m $h = 2$),

а представља збир енергије свих доприноса свих возила која се крећу на одређеној j -тој деоници колосека. Ти су доприноси од:

- од свих возила
- при њиховим различитим брзинама
- у одређеним условима вожње (константна брзина)
- за сваки тип физичког извора (котрљање, удар, шкрипа, вуча, аеродинамика и додатни утицаји, нпр. бука моста)

Допринос возила и допринос колосека буци при котрљању су подељени у четири битна елемента: храпавост точка, храпавост шине, функцију преноса возила и надградњу и функцију преноса колосека. Храпавост точка и шине представљају узрок побуђивања вибрације на тачки контакта између шине и точка, а функције преноса су две емпиријске или моделоване функције које представљају читаве комплексне процесе механичке вибрације и стварање звука на површинама точка, шине, прагова и подлоге пруге. Ово доказује да храпавост присутна на шини може побудити вибрацију шине, али ће такође побудити вибрацију точка и обрнуто. Неукључивање једног од ова четири параметра би спречило раздвајање класификације шине и возова.

Бука котрљања се углавном јавља због храпавости шина и точкова на таласној дужини која се креће од 5 - 500 mm.

Укупан и ефективни ниво храпавости је дефинисан као:

$$L_{R,TOT,j} = 10 \cdot \lg \left(10^{L_{r,TR,i}/10} + 10^{L_{r,VEH,i}/10} \right) + A_{3,j}$$

$L_{r,TR,i}$ је ниво храпавости у шинама (грубост на шинама) за i -ти опсег таласног броја

$L_{r,VEH,i}$ је ниво храпавости точка за i -ти опсег таласног броја

$A_{3,i}$ је контакт филтер изражен као функција i -тог опсега таласног броја који одговара таласној дужини λ .

Ударна бука може бити узрокована приликом кретања воза кроз прелазе, скретнице и раскрснице. Ударна бука се узима у обзир за колосеке са спојевима. За ударну буку изазвану скретницама, прелазима и спојевима на деоницама колосека при брзинама мањој од 50 km/h (30 km/h само за трамваје и лаку градску железницу), неће се вршити моделовање, јер се минимална брзина од 50 km/h (30 km/h само за трамваје и лаку градску железницу) користи за укључивање више утицаја у складу са



описом у поглављу о буци котрљања. Моделовање буке се такође не ради у стању кретања $c = 2$ (стање мировања).

Ударна бука је укључена у члан буке котрљања додавањем додатног фиктивног нивоа храпавости (енергетски) додаје укупном ефективном нивоу храпавости за сваку специфичну j -ту деоницу колосека где постоји ова бука.

У овом случају, нови $L_{R,TOT+IMPACT,j}$ употребљава уместо $L_{R,TOT,j}$

$$L_{R,TOT+IMPACT,j} = 10 \times \lg \left(10^{L_{R,TOT,j}/10} + 10^{L_{R,IMPACT,j}/10} \right) \text{ dB}$$

Шкрипа у кривини колосека је посебан извор који је релевантан само за кривине и зато је локализован. Пошто може бити значајан, потребан је одговарајући опис. Шкрипа генерално зависи од закривљености (полупречника кривине), услова трења, брзине воза и геометрије и динамике између шина и точкова. Ниво емисије се одређује за кривине са радијусом мањим или једнаким 500 m и за оштрије кривине и скретнице са радијусима испод 300 m. Емисија буке треба да буде специфична за сваки тип возила, јер одређени типови точкова и окретних постоља могу бити значајно мање склони шкрипи од других.

У једноставном приступу буку шкрипе се узима у обзир тако што се спектрима звучне снаге буке котрљања за све фреквенције додат од 8 dB за $R < 300$ m и 5 dB за $300 \text{ m} < R < 500$ m. Допринос шкрипе треба применити на деловима железничког колосека где је радијус у наведеним вредностима за дужине најмање 50 m колосека.

Бука вуче је генерално специфична за свако карактеристично радно стање (константна брзина, успоравање, убрзање и стање мировања). Моделована снага извора одговара само условима максималног оптерећења.

Аеродинамичка бука је важна само при великим брзинама изнад 200 km/h и зато је прво треба проверити да ли је заправо потребна за ове примене. Ако су храпавост и преносне функције буке котрљања познате, може да се екстраполира на веће брзине и може упоредити са постојећим подацима за велике брзине да би се проверило да ли има већих нивоа. Ако су брзине воза изнад 200 km/h али ограничене на 250 km/h, у неким случајевима можда није потребно укључити аеродинамичку буку, у зависности од конструкције возила.



ИНДУСТРИЈА

Индустријски извори су веома променљивих димензија. То могу бити велика индустријска постројења као и мали концентрисани извори попут малих алата или оперативних машина које се користе у фабрикама. Зато је неопходно користити одговарајућу технику моделовања за одређени извор.

У зависности од димензија и начина на који се неколико појединачних извора налази на неком простору, при чему сваки припада истој индустријској локацији, они се могу моделовати као тачкасти, линијски или површински. У пракси, прорачуни ефекта буке се увек заснивају на тачкастим изворима, али неколико тачкастих извора може да се користи за представљање стварног сложеног извора, који се углавном налази на некој линији или површини.

Прави извори звука су моделирани помоћу еквивалентних извора звука представљених једним или више тачкастих извора тако да укупна звучна снага стварног извора одговара збиру појединачних звучних снага које се додељују различитим тачкастим изворима.

Општа правила која ће се примењивати у дефинисању броја тачкастих извора које ће се користити су:

- Линијски или тачкасти извори код којих је највећа димензија мања од $1/2$ растојања између извора и пријемника могу се моделовати као један тачкасти извор;
- Извори код којих је највећа димензија већа од $1/2$ удаљености између извора и пријемника треба моделовати као низ некохерентних тачкастих извора у линији или као низ некохерентних тачкастих извора на некој површини тако да за сваки од тих извора буде испуњен услов $1/2$ удаљености
- Посебни акценат је потребно придати висини извора за изворе код којих су највеће димензије по висини изнад 2 м или близу тла. Удвостручење броја извора уз њихову пројекцију по z-оси не мора довести до знатно бољег резултат
- у случају било ког извора удвостручење броја извора на површини извора (у свим димензијама) не мора довести до знатно бољег резултата

Услови рада извора

Следеће информације представљају комплетан скуп улазних података за израчунавање простирања звука методама које ће се користити за израду карата буке:

1. Спектар нивоа звучне снаге у октавним опсезима
2. Радно време (дан, вече, ноћ, на годишњем просечном нивоу)
3. Локација (координате x , y) и надморска висина (z) извора буке
4. Тип извора (тачка, линија, површина)



5. Димензија и оријентација
6. Услови рада извора
7. Усмереност извора

Потребно је дефинисати звучну снагу тачкастог, линијског и површинског извора као:

1. За тачкасти извор, звучна снага L_W и усмереност као функција три координате (x, y, z)
2. Могу се дефинисати два типа линијског извора :
 - a. За линијске изворе који представљају транспортне траке, цеви итд., звучну снагу по метру дужине L_W и усмереност као функцију две ортогоналне координате на оси изворне линије;
 - b. За линијске изворе које представљају возила у покрету, свака повезана са звучном снагом L_W и усмереност као функцијом две ортогоналне координате до осе линијског извора и звучне снаге по метру L_W изведене помоћу брзине и броја возила која путују по том правцу током дана, вечери и ноћи;
3. За површински извор, звучна снага по квадратном метру L_W/m^2 и без усмерености (може бити хоризонтална или вертикална).

Радно време је битан фактор за израчунавање нивоа буке. Радни сати би требало дати за период дан, вече и ноћ, ако се за ширење користи другачије метеоролошке класе дефинисане за сваки дан, вече и ноћ, онда финију дистрибуцију радних сати треба дати у потпериодима који одговарају расподели метеоролошких класа. Ове информације би требало да буду засноване на годишњем просеку.

Корекција за радне сате, која треба додати снази звучног извора да би се дефинисала коригована снага звука која ће се користити за прорачуне у сваком временском периоду, c_w у dB се израчунава на

$$C_w = 10 \times \lg \left(\frac{t}{T_0} \right)$$

следећи начин:

t је активно време извора по периоду на основу годишње просечне ситуације, у часовима;

T_0 је референтни временски период у часовима (нпр. дан је 12 сати, вече је 4 сата, ноћ 8 сати).

За доминантније изворе, годишња просечна корекција радног времена треба да се процени најмање у оквиру 0,5 dB толеранције како би се постигла прихватљива тачност (то је еквивалентно неизвесности мањој од 10% у дефиницији активног периода извора).

Усмереност извора

Усмереност извора је снажно повезана са положајем еквивалентног извора звука у односу на оближње површине. Пошто метода простирања разматра рефлексију од блиских површина као и њену



апсорпцију звука, неопходно је пажљиво размотрити локацију блиских површина. Генерално, ова два случаја ће увек бити разликована:

1. звучна снага извора и усмереност се одређује у односу на одређени реални извор када је извор смештен у слободном пољу, искључујући утицај терена.
2. звучна снага извора и усмереност се одређују у односу на одређени реални извор када се постави на одређену локацију и зато је изворна звучна снага и усмереност у ствари "еквивалентна", јер укључује моделовање утицаја блиских површина. Ово је дефинисано у „полуслободном пољу“ у складу са дефиницијама. У овом случају моделоване блиске површине треба искључити из прорачунавања простирања.

Усмереност ће бити изражена у прорачуну као фактор $DL_{V,dir,kiz}(k, i, z)$ који ће бити додат звучној снази да би се добила звучна снага у правом смеру референтног звучног извора каква се види у ширењу звука у заданом смеру. Фактор је дат као функција правца вектора дефинисаног са (x, y, z)

$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = 1$$

Ова усмереност може да се изрази помоћу других координатних система као што су угаони координатни системи.

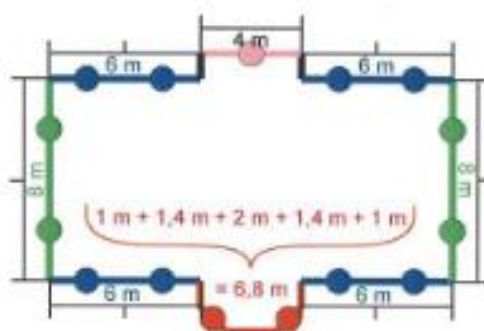
МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЦЕНЕ УГРОЖЕНОСТИ СТАНОВНИШТВА

Дистрибуција људи по стамбеним јединицама унутар стамбених објеката је урађена у складу са приступом наведеним у оквиру CNOSSOS-EU, где се напомиње да се процена изложениости буци не треба спроводити на нивоу појединца, већ на нивоу зграде, односно стамбене јединице. (Kerhalopoulos, Paviotti, & Anfosso-Le de e, 2012).

У процени изложености становништва буци, разматрају се само стамбене зграде. Нерезиденцијалним зградама, као што су школе, болнице, пословне зграде и фабрике, не додељују се становници. Утврђивање броја становника у стамбеним зградама мора бити засновано на најновијим званичним подацима (у зависности од важећих прописа сваке државе чланице).

Сви прорачуни индикатора буке на фасадама вршени су применом смерница Директиве и регулативе, при чему је распоред пријемника на фасади урађен у складу са VBEВ стандардом. Немачки VBEВ стандард на основу којег се у складу са END одређује угрожена популација дефинише на који начин се постављају пријемници на фасадама објеката и у потпуности задовољава све захтеве, изузимајући потребу за одређивањем највишег нивоа индикатора буке за целу зграду, када овај ефикасан алгоритам није ефикасан, мада је поуздан.

Начин на који се распоређују пријемници на фасадама у случају да су доступни подаци о броју становника, приказан је на Слици 19. (пресек на једном спрату).



Слика 7. Шематски приказ распореда пријемника на фасади (један спрат)
(извор: Kephelopoulou, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

Фасаде чија је дужина већа од 5 m деле се на сегменте једнаке дужине што је дуже могуће, али не дуже од 5 m. Тачка пријемника лоцирају се на средини сваког једнаког дела.

Фасаде чија је дужина између 2,5 m и 5 m имају само један пријемник представљен тачком на средини фасаде.

Преостале суседне фасаде укупне дужине преко 5 m сматрају се полилинијским објектима сличним претходна два случаја.

Фасаде мањих дужина се занемарују, осим у случају када већи број мањих фасада има дужину већу од 5 m, када се третирају као фасада дужине веће од 5 m.

Број становника који се приписује месту пријема процењује се у складу са дужином дотичне фасаде тако да збир свих пријемних тачака представља укупан број становника. Само у случају зграда за чији спрат се може претпоставити да имају само по један стан на сваком спрату, ниво буке са најизложеније фасаде директно се користи за статистику и приписује се броју становника зграде.

Додатни пријемник се поставља на 2 m од фасада, како би се у складу са END одредиле „тихе“ фасаде.

Према CNOSSOS-EU „тихе“ фасаде представљају фасаде објекта на којој је вредност L_{den} 4 m изнад земље и 2 m од фасаде, за буку која се емитује из одређеног извора, за више од 20 dB нижа него на фасади која има највише вредности L_{den} .



ДЕФИНИСАЊЕ ПОТРЕБНИХ ПОДАТАКА ЗА ПРОРАЧУН



УВОД

Дефинисањем области за мапирање и методе за прорачун индикатора буке је јасно дефинисано које податке је потребно користити за одабране методе прорачуна и за који обухват су подаци потребни. Ове информације се даље комбинују са изабраном стратегијом управљања подацима како би се направила спецификација скупа података за сваки од слојева просторних и других података који су потребни у процесу израде модела за прорачун.

Процес мапирања буке захтева широк спектар улазних података, од којих многи морају бити просторно референцирани. Улазне податке потребне да би се извршили прорачуни простирања буке можемо сврстати у следеће скупове података:

- Подаци о терену
- Подаци о објектима
- Подаци о изворима буке
- Подаци о становништву
- Подаци о вегетацији и тлу
- Метеоролошки подаци
- Подаци о мерама, програмима, студијама заштите од буке и годишњи извештаји о мерењима буке

Овакав тип пројекта је због обима и комплексности неопходно поделити у више фаза како би се реализовао на најквалитетнији начин и при том испоштовали временски оквири за његову реализацију.

Техничка реализација пројекта обухвата следеће фазе:

- Подаци о терену
 - Прикупљање података о терену за територију ГУП Града Крагујевца, у форми облака тачака са растером бољим од 5 метара за x и y координате и бољим од 0,2 метара по z-координати.
- Подаци о објектима
 - Прикупљање података о објектима, представља прибављање тачних позиција (координата), висина, површина, као и информације о намени сваког објекта.
- Прикупљање података о локацијама
 - Прикупљање података о локацијама обухвата прикупљање података о деоницама, насељима, становништву, густини насељености, намени објекта који се налазе у

близини саобраћајница, железница, аеродрома, индустријских постројења, мерама заштите од буке која су вршена.

- Прикупљање метеоролошких података
 - Прикупљање метеоролошких података подразумева преузимање података из метеоролошког извештаја Републичког хидрометеоролошког завода на територији ГУП Крагујевац.
- Прикупљање података о друмском саобраћају
 - Прикупљање података о саобраћају подразумева прикупљање података о просечном годишњем броју путничких и теретних возила, брзини кретања возила и формирање модела дневне временске расподеле (по сатима и периодима)
- Прикупљање података о железничком саобраћају
 - Прикупљање података о железничком саобраћају подразумева прикупљање података о годишњем броју теретних и путничких возова који саобраћају на пругама које су део ГУП-а Крагујевац.
- Прикупљање података о индустрији
 - Прикупљање података о индустрији подразумева прикупљање података о свим значајним изворима буке који потичу од индустријских објеката, а припадају територији града Крагујевца.
- Прикупљање података о резултатима мерења
 - Прикупљање података о двадесетчетворочасовним мерењима буке обављеним на територији Града Крагујевац од стране акредитованих лабораторија за мерење буке у животној средини.
- Прикупљање података о мерама и програмима заштите од буке
 - Прикупљање података о мерама и програмима заштите од буке који су се спроводили у последњих десет година, односно који се сада спроводе. Подаци о елаборатима буке, реализованим пројектима или пројектима у изради баријера и других мера заштите од буке друмског и железничког саобраћаја и индустрије.

ЗАХТЕВИ ЗА УЛАЗНЕ ПОДАТКЕ ЗА МОДЕЛ ТЕРЕНА

Прецизан 3Д модел терена је један од најважнијих улазних података неопходан за израду квалитетног и прецизног модела простирања буке. На основу доступних података о надморским висинама може да се генерише континуирано триангулисани модел тла који функционише као основа за даље кораке обраде потребне за прецизно прорачунавање и генерисање модела буке. Висинске линије (изохипсе) и/или висине тачака чине основне податке за креирање 3Д модела за прорачун, на основу којих се



израчунава и генерише дигитални модел терена (ДТМ). Ивице елевације из ДТМ-а се користе за детерминисање ефекта тла и скрининг (уколико је примењиво). Након што се генерише, унутар модела терена се постављају сви објекти потребни за прорачун (објекти, путеви, пруге, тунели, мостови, зелене површине итд).

Подаци о топографији терена који се захтевају за модел емисије буке су потребни за целокупну територију агломерације за коју се израђују стратешке карте буке. Елементи који чине 3Д модел терена укључују:

- Дигитални модел терена, који се састоји од:
 - Изохипса (висинских линија)
 - Насипа
- Објекте
 - Полигонски објекти који описују све отиске зграде унутар модела
 - Путеви
 - Пруге
 - Мостови
- Покривач тла
 - Полигонски објекти који дефинишу области акустички апсорбујућих или рефлектујућих покривача тла
- Баријере
 - Полилинијски објекти који дефинишу баријере или друге објекте за заштиту од буке

За потребе израде стратешких карата буке орган јединице локалне самоуправе је у обавези да достави горе наведене податке и то са:

- Дисозицијама и полигонима свих објеката који се налазе у зони агломерације (у ESRI Shape фајлу са атрибутом о висини објекта),
- Трасама друмског, бициклическог и пешачког саобраћаја које се налазе у зони агломерације (у ESRI Shape фајлу),
- Трасама железничких пруга које се налазе у зони агломерације (у ESRI Shape фајлу)

ЗАХТЕВИ ЗА УЛАЗНЕ ПОДАТКЕ О ОБЈЕКТИМА

Поред модела терена, објекти представљају један од најважнијих и најобимнијих података неопходних за развој тачног и ефикасног модела простирања буке. Сви објекти који се налазе у обухватју подручја за које се израђују стратешке карте буке су дефинисани помоћу података добијених од надлежних



органа локалне самоуправе. За прорачуне простирања буке су приликом креирања модела објеката неопходни су следећи подаци:

- Полигони објеката
- Висине објеката,
- Спратност објекта
- Намене објеката

Објекте према намени сврстати у следеће категорије:

- стамбени објекти
- пословни објекти (трговински објекти, пословне зграде, бензинске станице, тржни центри)
- образовни објекти (основне школе, средње школе, и објекте вишег образовања)
- индустријски објекти
- туристички објекти (хотели, хостели, виле, апартмани)
- здравствени објекти (болнице, домови здравља, клинички центри, амбуланте)
- вртићи и предшкловске установе
- угоститељски објекти (ресторани, кафићи)
- студентски или старачки домови
- објекти који имају реализоване посебне мере заштите од буке

ЗАХТЕВИ ЗА УЛАЗНЕ ПОДАТКЕ О ИЗВОРИМА БУКЕ

Стратешка карта буке представља процену изложености буци у области агломерације, која произилази из стратешких извора буке као што су путеви, железнице, аеродроми и индустрија.

Подаци о друмском саобраћају

Потребне информације за израду модела емисије буке за друмски саобраћај су следеће :

- Подаци о путевима:
 - Разделне линије пута или разделне линије коловоза
 - Класификација или категоризација пута
 - Име пута
 - Ограничења брзине
 - Тип површине пута
 - Тип хабајућег слоја пута и информација о последњој репарацији
 - Смер протока саобраћаја



- Саобраћајна сигнализација
- Врста моста и раскрснице
- Подаци о друмском саобраћају:
 - Проток саобраћаја
 - Брзина кретања возила
 - Врста протока
- Подаци о саобраћајном оптерећењу ПГДС за период дана (од 06:00 до 18:00), вечери (од 18:00 до 22:00) и ноћи (од 22:00 до 06:00) и брзине кретања са бројача саобраћаја

Подаци о железничком саобраћају

Потребне информације за израду модела емисије буке за друмски саобраћај су следеће :

- Подаци о просечној брзини кретања возова
- Подаци о максималним брзинама кретања возова
- Подаци о карактеристикама композиција
- Подаци о броју путничких и теретних возова
- Подаци о броју колосека
- Тип мостова
- Тип пруге
- Бочна потпора пруге
- Подаци о последњој репарацији пруге

Подаци о индустрији

Индустријска бука поред саобраћајне буке, представља један од главних загађивача буком сваке урбане средине. Индустријски објекти смештени унутар индустријских зона, не представљају велики проблем по питању буке за локално становништво. Међутим, у Крагујевцу као и у осталим урбаним срединама постоје индустријски објекти смештени у близини стамбених зона, што представља велики изазов за комфоран начин живота у урбаним срединама. Према Правилнику о садржини и методама израде стратешке карте буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и о њиховим обрасцима ("Сл. гласник РС", број 90/23) стратешка карта буке агломерација, осим података из става 1. Члана 7, садржи нарочито карте буке постројења и активности за које се према посебним прописима из области заштите животне средине издаје интегрисана дозвола.

За потребе израде стратешких карата буке за прорачун буке од индустријских објеката потребни су следећи подаци:



- Подаци о индустријским објектима који су значајни извори буке у области агломерације Крагујевац,
- Извештаји са годишњих двадесеточасовних мерења буке индустријских постројења,
- Тачне локације извора буке унутар индустријског постројења,
- Технички лист сваког извора буке унутар постројења, који садржи податке о његовим габаритима, податке о звучној снази и режиме рада машине
- Режим рада сваког индустријског постројења,

За израду прорачуна за индустријска постројења за потребе стратешких карата буке, потребно је дефинисати акустичке карактеристике појединачних извора буке. Потребно је дефинисати и време рада извора буке (дан, вече, ноћ) и просторну позицију сваког тачкастог, линијског или површинског извора. Индустријски извори се значајно разликују по димензијама и режимима рада. То могу бити и велика индустријска постројења, али и мали концентрисани извори попут малих алата или радних машина које се користе у фабрикама. Дакле, неопходно је користити одговарајућу технику моделовања за одређени извор који се процењује.

У зависности од димензија и начина на који се неколико појединачних извора простира на једном подручју, они се могу дефинисати као тачкасти, линијски или површински извори. Због комплексности дефинисања индустријског извора у моделу за прорачун простирања буке сваки индустријски извор је дефинисан на следећи начин :

- Звучна снага у октавним опсезима од 63 Hz до 4 kHz
- Радно време (дан, вече, ноћ, на годишњем просеку)
- Локација и надморска висина извора буке
- Врста извора (тачкасти, линијски, површински)
- Димензије и оријентација
- Радни услови извора
- Усмереност извора.

ПОДАЦИ О СТАНОВНИШТВУ

За потребе израде стратешких карата буке потребни су следећи подаци о становништву:

- Подаци о броју становника сваке месне заједнице или насеља које припада агломерацији Крагујевац
- Густина насељености сваке месне заједнице или насеља које припада агломерацији Крагујевац
- Просторни обухват месне заједнице или насеља унутар агломерације Крагујевац



- Број становника који живи у свакој стамбеном објекту

Дистрибуцију људи по стамбеним јединицама унутар стамбених објеката треба извршити у складу са приступом наведеним у оквиру CNOSSOS-EU, где се напомиње да се процена изложеости буци не треба спроводити на нивоу појединца, већ на нивоу зграде, односно стамбене јединице. (Kephalopoulos, Paviotti, & Anfosso-Lédée, Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU), 2012).

ПОДАЦИ О ВЕГЕТАЦИЈИ И ТЛУ

Подаци о карактеристикама тла и дистрибуцији вегетације које се захтевају за модел емисије буке су потребни за целокупну територију агломерације за коју се израђују стратешке карте буке.

За израду модела стратешке карте буке потребни су следећи подаци о:

- Просторој дистрибуцији ниске вегетације за територију града Крагујевац
- Просторној дистрибуцији средње вегетације за територију града Крагујевац
- Просторној дистрибуцији високе вегетације за територију града Крагујевац
- Просторној дистрибуцији јединица одржавања (позиције цветњака, пузавица, шибља, стабала, травњака, жердињера, живих ограда) за територију града Крагујевац

Пригушавање буке услед ефекта тла је претежно резултат интерференције између рефлектованог звука и звука који се шири директно од извора до пријемника. Физички је повезан са акустичком апсорпцијом тла изнад којег се шири звучни талас. Такође, он значајно зависи и од атмосферских услова, пошто савијање зрака утиче на висину пута изнад земље и чини утицај тла и земљиште које се налази у близини извора мање или више значајним. Својства акустичке апсорпције тла су повезане пре свега са његовом порозношћу. Компактно тло карактеришу углавном рефлектујућа својства, док порозно тло има апсорпциона својства. (Kephalopoulos, Paviotti, & Anfosso-Lédée, Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU), 2012)

Тло се на основу структуре распоређује у две основне категорије:

- апсорпционо (земљиште, травњаци, шумско тло...)
- рефлексионо (асфалт, бетон, камен...)

За потребе оперативног прорачуна, апсорпција тла се представља кроз коефицијент апсорпције (G), који се дефинише на скали од веома тврдог (0) до веома мекор (1). (Kephalopoulos, Paviotti, & Anfosso-Lédée, Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU), 2012)

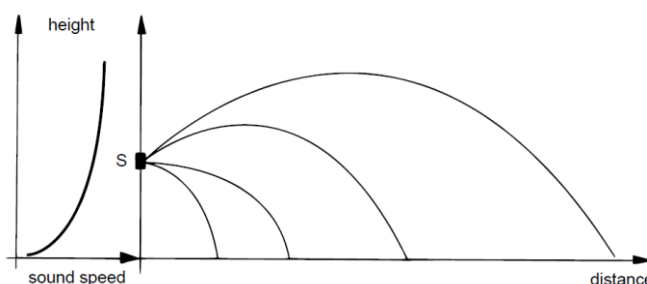
МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ

За потребе израде модела стратешке карте буке потребни су следећи метеоролошки подаци о годишњим просечним временским условима за агломерацију Крагујевац:

- Правац, смер и брзина ветра, нпр. ружа ветрова
- Релативна влажност
- Температура ваздуха
- Локални метеоролошки услови

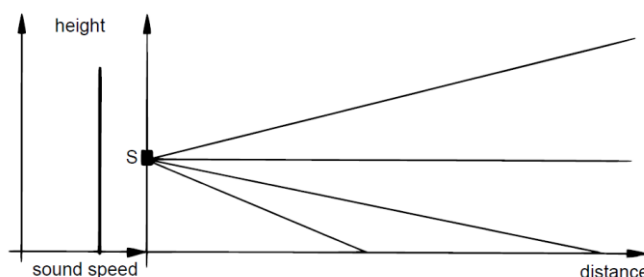
Методологија утицаја метеоролошких података на прорачун дата је CNOSSOS-EU методологијом коришћеном у прорачунима простирања буке. Ова методологија обухвата два типична начина простирања:

1. Услови за рефракцију „надоле“ (LF). У коришћеном алгоритму ови услови за рефракцију одговарају вертикалном градијенту брзине звука од $0.07/s$ (јединица је $(m/s)/m (=) 1/s$);



Слика 8. Приказ рефракције звука

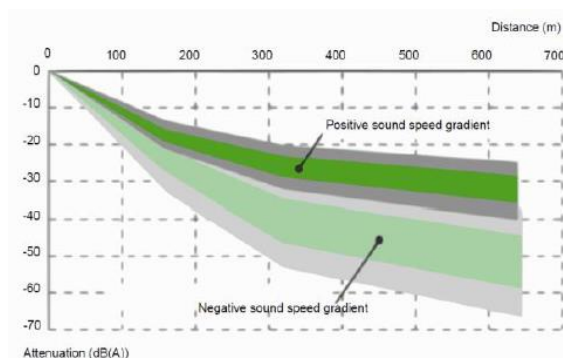
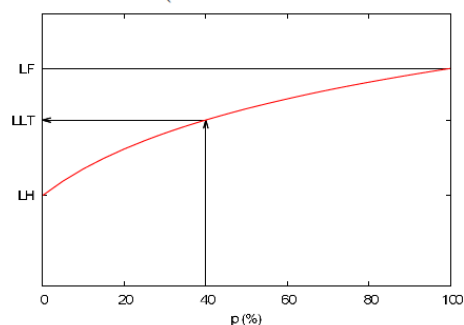
2. Хомогени услови простирања звука (LH). При овим условима простирање звука је праволинијско.



Слика 9. Приказ хомогених услова простирања звука

Не постоји применљив модел који би имплементирао рефракцију звука „нагоре“. Дуговремени ниво индикатора буке се израчунава енергетским сабирањем нивоа LF и LH, пондерисаних вероватноћом појављивања одговарајућих услова простирања (p):

$$L_{LT} = 10 \log_{10} \left(p 10^{L_F/10} + (1-p) 10^{L_H/10} \right)$$



Слика 10. Ефекат градијента брзине звука на слабење приликом простирања у односу на удаљеност извор и пријемник

Попис метеоролошких података

За потребе акустичког модела користе се просечни климатолошки подаци прикупљени од званичних јавних извора Републичког Хидрометеоролошког завода Србије. На територији Крагујевца смештена је главна метеоролошка станица бр. 2775 која је у раду од 1945. године која је лоцирана је на надморској висини 181 mnm и координатама: географска ширина 44 ° 02 ' и географска дужина 20 ° 56 '.

У следећим табелама (Табела 7) су приказани метеоролошки подаци за 2023. и 2024. годину прикупљени са горе наведене метеоролошке станице.

Табела 7. Метеоролошки подаци за Крагујевац

СТаница бр. 2775 Крагујевац										
Средње годишње вредности										
Година	Ваздушни притисак				Температуре ваздуха				Екстреми	
	(mb)				(°C)				(°C)	
	7	14	21	ср	мах	мин	амп	ср	мах	мин
2023	995,2	994,4	994,9	994,8	19,8	8,2	11,6	13,6	37,0	-10,0
2024	996,0	995,0	995,6	995,5	21,1	8,3	12,8	14,4	40,5	-11,2

СТаница бр. 2775 Крагујевац													
Средње годишње вредности													
Година	Напон водене паре				Релативна влажност				Ветар			Падавине	
	(mb)				(%)				(m/s)			сума	мах
	7	14	21	ср	7	14	21	ср	ср	>65	>85		
2023	11,6	11,6	12,2	11,8	82	53	77	71	1,8	64	7	709,1	45,1
2024	11,3	11,1	11,5	11,3	78	49	71	66	1,7	52	4	639,5	40,2



Подаци о честини правца и средњој брзини ветра за 2024.годину који су прикупљени са метеоролошке станице приказани су у следећој табели:

Табела 8. Метеоролошки подаци за Крагујевац

СТаница БР. 2775 Крагујевац																
Честина праваца и средња брзина ветра (m/s)																
N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		C
ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	тихо
148	2,4	75	1,9	55	1,4	72	2,2	249	1,9	208	1,9	60	1,8	121	2,6	110
Ознаке: ч – честина; б- брзина (m/s)																



АНАЛИЗА ПРИКУПЉЕНИХ ПОДАТАКА ПОТРЕБНИХ ЗА ПРОРАЧУН



ДОПИС ЗА ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА ПОТРЕБНИХ ЗА АКУСТИЧКИ ПРОРАЧУН

На основу Правилника о садржини и методама израде стратешких карата буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и о њиховим обрасцима, ("Сл. Гласник РС", бр. 90/2023) и Уговора број 404 – 722/25 - XXIV од 29. 7. 2025, наш број 17/25 од 4. 8. 2025, чији је предмет "Услуга израде документа: Стратешке карте буке агломерације Крагујевац" молимо да нам доставите следеће:

1. **Податке о терену** - територија агломерације Крагујевац, у форми изохипса или коте терена.
2. **Податке о објектима** - прибављање тачних позиција (координата), полигона са висинама, информације о намени сваког објекта, као и информације о броју станова унутар сваког објекта.
3. **Податке о друмском саобраћају** - податаке о просечном годишњем броју путничких и теретних возила, брзини кретања возила и модел дневне временске расподеле (по сатима) на територији Крагујевца.
4. **Податке о железничком саобраћају** - податаке о годишњем броју теретних и путничких возова који саобраћају на пругама, са временском расподелом по сатима, које су део агломерације Крагујевац.
5. **Податке о индустрији** - податаке о свим значајним изворима буке који потичу од индустријских објеката, а припадају агломерацији Крагујевац. Прорачуни стратешких карата буке се врше само за индустријске изворе који се налазе на листи постројења које имају обавезу да поседују интегрисану дозволу. Потребно је доставити листу индустријских постројења која су у обавези да поседују интегрисану дозволу и податке о мерењима буке која су вршена у последње две календарске године.
6. **Податке о становништву по пописним круговима.**
7. **Податке о вегетацији и тлу.** Паркови, шуме, растиње (ниско, средње и високо) и травнате површине у форми геореференцираних полигона.
8. **Метеоролошке податке на територији Крагујевца**
9. **Податке о локацијама осетљивих објеката** - болнице, зграде образовних установа (предшколско, основно, средње и високо образовање), старачки домови, студентски домови.
10. **Податке о мерама, програмима, студијама заштите од буке и акустичко зонирање Крагујевца.**



ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О ТЕРЕНУ И ОБЈЕКТИМА

Републички геодетски завод је 30. 09. 2025. године доставио следеће податке о терену и објектима:

- Топографску базу (250.000):
 - Хидрографија линије
 - Хидрографија површине
 - Путна мрежа
 - Саобраћајни објекти тачке
 - Водене површине
 - Железничка мрежа
- Дигитални модел терене градијент 1m
- Подаци сектора за ДТ:
 - Улице
- Подаци о објектима:
 - Парцела
 - Део парцеле
- Евиденција о утврђеним променама на објектима. Ови подаци представљају објекте који нису уписани у катастар непокретности до 2021. године а видљиви су на сателитским снимцима епоха 2015–2016. и 2020–2021. године.

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О ДРУМСКОМ САОБРАЋАЈУ

ЈП Урбанизам Крагујевац је доставио “ГЕНЕРАЛНИ ПЛАН КРАГУЈЕВАЦ 2025- СТУДИЈА САОБРАЋАЈА – Прилог 1: Књига бројања саобраћаја на уличној мрежи Града Крагујевца” из јануара 2018. године.

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О ЖЕЛЕЗНИЧКОМ САОБРАЋАЈУ

Инфраструктура железнице а.д, Сектор за саобраћајне послове, доставио је податке о ефекту рада за пругу 109 Лапово- Кралево - Лешак - Косово Поле - Ненерал Ј - државна граница - (Волково), односно део пруге коли се налази на територији града Крагујевац (Ресник Крагузевачки- Драгобраа), за период од 1. 1. 2024. до 31. 12. 2024. године.

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О ИНДУСТРИЈИ

Енергетика д.о.о. је доставила “Извештај о испитивању - мерењу нивоа буке у животној средини која настаје од рада опреме и уређаја у производном погону ЕНЕРГЕТИКА ДОО КРАГУЈЕВАЦ, котларница „Матична локација”, Првослава Раковина 4А, Број извештаја: 2513050000018-1 од 14.04.2025. године”



ФИАТ ФЦА КРАГУЈЕВАЦ је доставио “Извештај о испитивању - мерењу нивоа буке у животној средини која настаје од рада опреме и уређаја у производном погону ФЦА СРБИЈА ДОО КРАГУЈЕВАЦ, Косовска 4, Крагујевац, Број извештаја: 2513050000045-1 од 16.07.2025. године”

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О СТАНОВНИШТВУ

Републички завод за статистику доставио је податке са Пописа становништва 2022. године — број становника, као и број и површину станова по пописним круговима на територији Крагујевца.

ЕКГ ИНФОДАТА ДОО КРАГУЈЕВАЦ је доставио податке о границама пописних кругова.

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О ВЕГЕТАЦИЈИ И ТЛУ

Наручилац је доставио: “Елаборат заштите животне средине са еколошком валоризацијом за потребе израде ГУП Крагујевац 2025”, који је израдила ЈП Дирекција за урбанизам – Крагујевац, април 2016.

ПРИКУПЉЕНИ МЕТЕОРОЛОШКИ ПОДАЦИ

За потребе израде модела стратешке карте буке потребни су следећи метеоролошки подаци о годишњим просечним временским условима за агломерацију Крагујевац. Наведени подаци су прибављени са сајта Републичко хидрометеоролошког завода, Метеоролошки годишњак — климатолошки подаци за 2023. годину и Метеоролошки годишњак — климатолошки подаци за 2024. годину.

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О ЛОКАЦИЈАМА ОСЕТЉИВИХ ОБЈЕКТА

Подаци добијени од Републичког геодетског завода садржали су и Регистар географских имена, у оквиру ког се налазе и информације о осетљивим објектима са подручја ГУП-а Крагујевац.

ПРИКУПЉЕНИ ПОДАЦИ О МЕРАМА, ПРОГРАМИМА, СТУДИЈАМА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ И АКУСТИЧКО ЗОНИРАЊЕ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА

Наручилац је доставио следеће документе:

- “АКУСТИЧКО ЗОНИРАЊЕ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА 2014” који је израдио Институт за јавно здравље Крагујевац
- “Генерелни урбанистички план – КРАГУЈЕВАЦ 2030” који је израдио ЈП Урбанизам Крагујевац, 2013. године са Извештајем о стратешкој процени утицаја генералног урбанистичког плана на животну средину



- “Програм заштите животне средине Града Крагујевца за период 2023. до 2033. године”, Службени лист града Крагујевца, јун 2023. године
- “Просторни план града Крагујевца” који је израдила ЈП Дирекција за Урбанизам Крагујевац, 2009. година

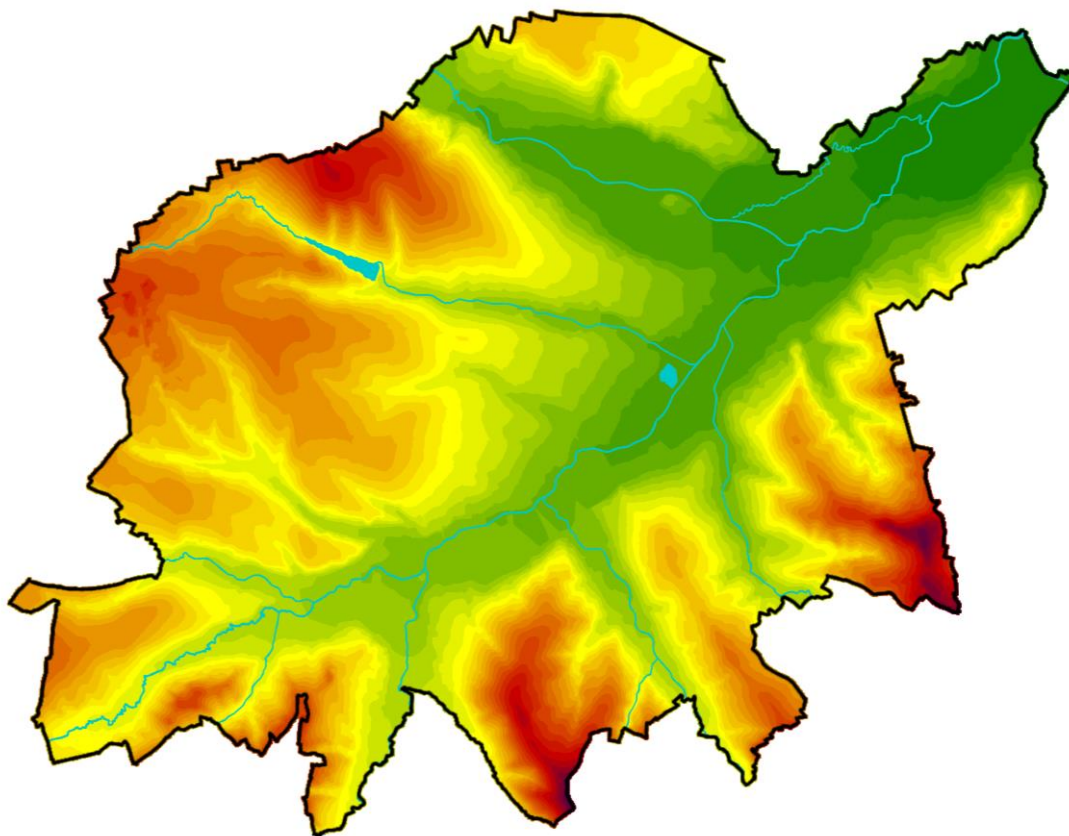


ОБРАДА И ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ПОДАТАКА ЗА ПОТРЕБЕ ПРОРАЧУНА

ПОДАЦИ О ТОПОГРАФИЈИ ТЕРЕНА

Прецизан 3Д модел тла је један од најважнијих улазних података неопходан за израду квалитетног и прецизног модела простирања буке.

На основу достављених података о надморским висинама може да се генерише континуирано триангулисани модел тла који функционише као основа за даље кораке обраде потребне за прецизно прорачунавање и генерисање модела буке. Висинске линије (изохипсе) и/или висине тачака чине основне податке за креирање 3Д модела за прорачун, на основу којих се израчунава и генерише дигитални модел терена (ДТМ). Ивице елевације из ДТМ-а се користе за детерминисање ефекта тла и скрининг (уколико је примењиво). Након што се генерише, унутар модела терена се постављају сви објекти потребни за прорачун (објекти, путеви, пруге, тунели, мостови, зелене површине, водене површине итд.

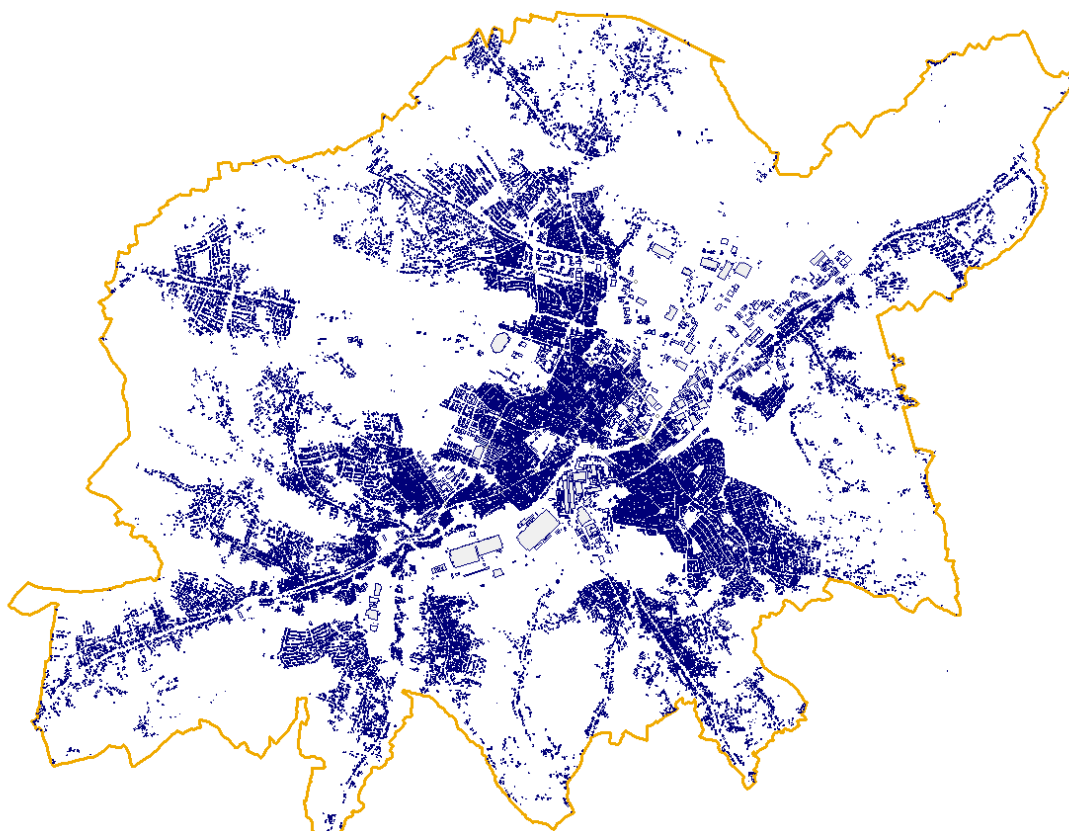


Слика 11. Приказ топографије терена генерисан у софтверу SoundPLAN 9.1. (Извор: Аутори)

ПОДАЦИ О ОБЈЕКТИМА И МЕТОДОЛОГИЈА ДЕФИНИСАЊА НАМЕНЕ И СПРАТНОСТИ ОБЈЕКТА

Поред модела терена, објекти представљају један од најважнијих и најобимнијих података неопходних за развој тачног и ефикасног модела простирања буке.

У софтверски пакет SoundPlan 9.1. унети су подаци за око 57.199 објеката на подручју стратешких карата буке (Слика 12).



Слика 12. Приказ објеката у софтверу SoundPLAN 9.1. (Извор: Аутори)

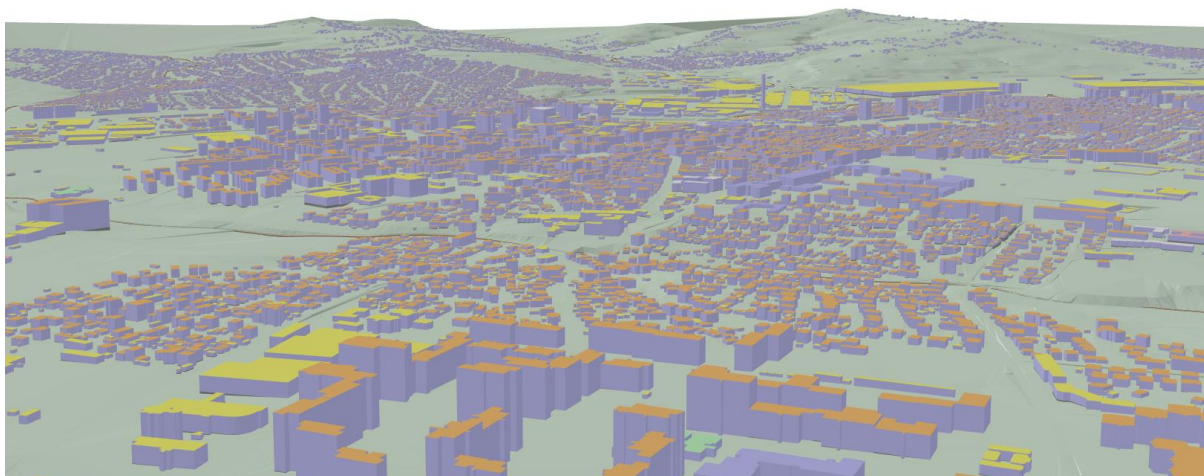
Објекти су према намени сврстани у пет категорија:

1. стамбени објекти (који укључују и хотеле, старачке домове, студентске домове, итд.),
2. објекти не стамбене намене (који укључују индустријске објекте, трговинске објекте, пословне објекте, бензинске станице, зграде јавних установа, помоћне објекте, итд.),
3. образовни објекти (основне школе, средње школе, и објекте вишег образовања)
4. објекти предшколских установа, и
5. здравствени објекти (клинички центри, болнице, домови здравља и друге здравствене установе).

Током дефинисања намене објеката, често се јављао проблем где сврстати објекте који садрже јединице различите намене, као што је нпр. случај да се врло често у стамбеним зградама налазе

приватни вртићи, пословни објекти, канцеларије, трговачке радње или амбуланте. У случају објеката који садрже јединице различитих намена, ти објекти су дефинисани према претежној намени објекта, тј. према томе која је већинска намена јединица унутар објекта.

Не постоје подаци о објектима који имају реализоване посебне мере заштите од буке.



Слика 13. Приказ 3Д модела са ДТМ и објектима у софтверу SoundPLAN 9.1 (Извор: Аутори)

Спратност објекта представља количник већ утврђене висине објекта и просечне вредности висине етажне. Вредност просечне висина етажне је 2,8 m. У складу са тим сви објекти који имају висину 2,8 – 5,6 m су приземни објекти, објекти висине 5,6 m – 8,4 m имају два спрата, итд.

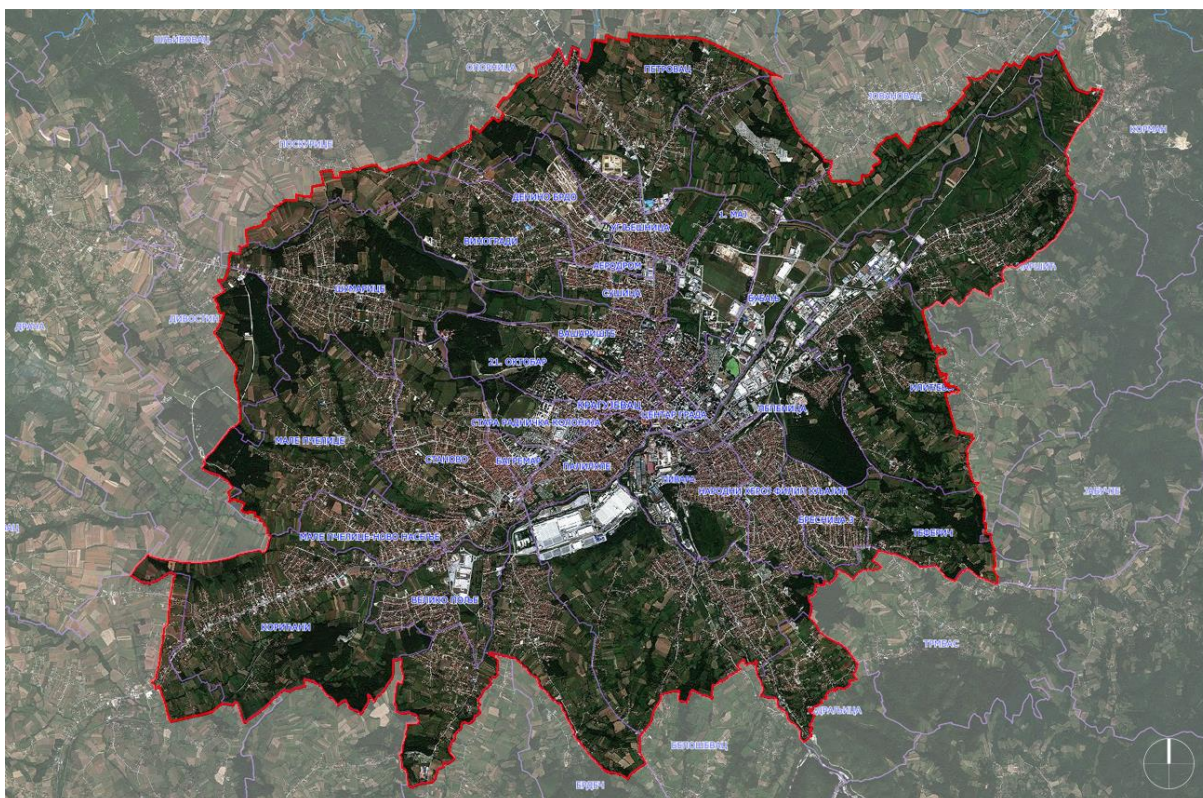
ПОДАЦИ О СТАНОВНИШТВУ И СТАМБЕНИМ ЈЕДИНИЦАМА ПО ПОПИСНИМ КРУГОВИМА

Крагујевац је најмногољуднији град централне Србије, а четврти по величини град на територији Републике. На подручју агломерације на основу Пописа из 2022. године живи око 146 315 становника, односно око 86% становника целокупног подручја АП Крагујевац (Табела 9).

Табела 9. Демографски подаци на територији Крагујевца
(извор: ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023; ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2025, Попис 2022)

Просторни обухват	Број становника		
	2002	2011	2022
АП Крагујевац	175 802	179 417	171 186
Агломерација Крагујевац	146 373	151 515	146 315

На подручју територије агломерације Крагујевац налази се 25 месних заједница у целости (Слика 14), и то: Корићани, Мале Пчелице, Мале Пчелице – ново насеље, Велико Поље, Станово, Багремар, Шумарице, Виногради, Денино Брдо, 21. октобар, Вашариште, Стара радничка колонија, Палилуле, Ердоглија, Сушица, Аеродром, Угљешница, 1. мај, Бубањ, Центар Града, Пивара, Народни херој Филип Кљајић, Бресница 3, Ждралица и Лепеница. Подручју агломерације припадају и делови 13 месних заједница, и то: Поскурице, Опорница, Петровац, Јовановац, Маршић, Корман, Илићево, Теферич, Белошевац, Ердеч, Groшница, Драгобраћа и Дивостин.



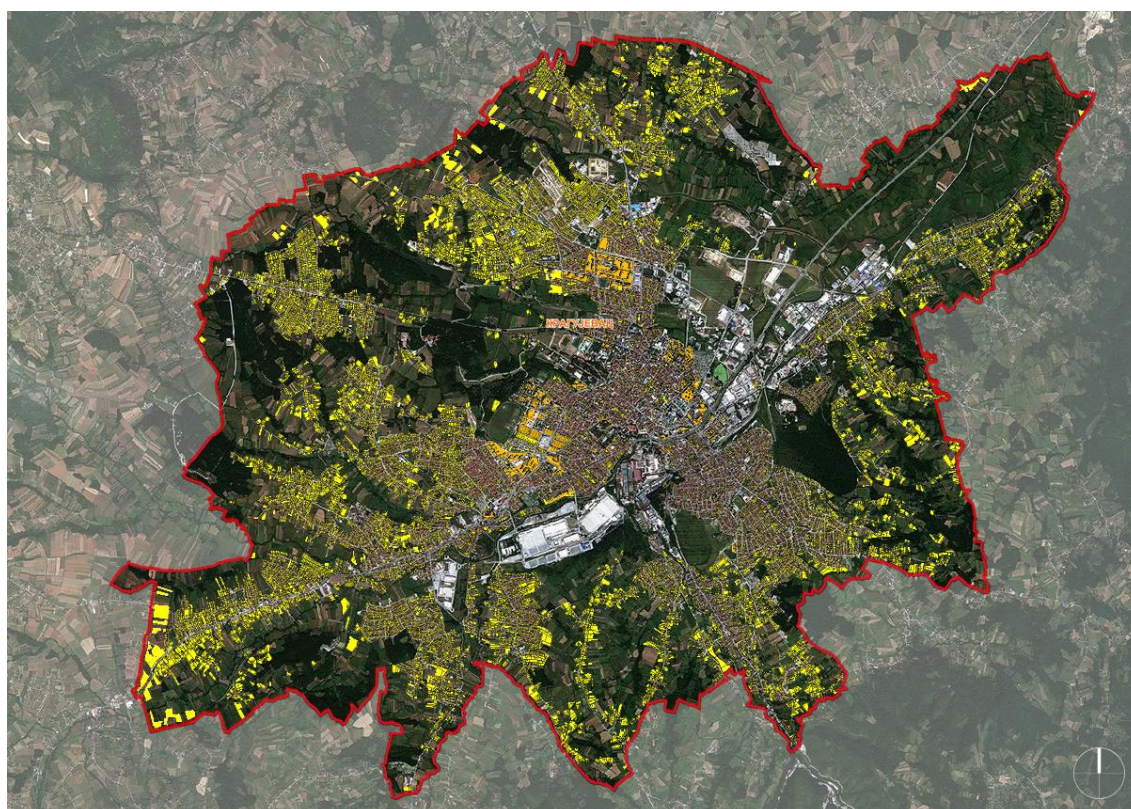
Слика 14. Приказ месних заједница на територији агломерације Крагујевац (Извор: Аутори)

Територија агломерације Крагујевац представља једино градско насеље на територији АП Крагујевац, а унутар његовог обухвата не налазе се остали типови насеља. На територији агломерације налази се 70 720 стамбених јединица (Табела 10), од чега је 79,31% стално настањено.

Табела 10. Подаци о стамбеним јединицама по типу насеља (извор: Попис 2022)

Територија - НСТЈ	Тип насеља			
	Градска насеља		Остала насеља	
	Број стамб. јединица	Површина стамб. јед. [m2]	Број стамбених јединица	Површина стамб. јед. [m2]
АП Крагујевац	70 720	5 058 349	17 520	1 249 469
Агломерација Крагујевац	70 720	5 058 349	/	/

Стамбени објекти, на основу ГУП „Крагујевац 2030.“ (ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023), чине 34,7% укупног грађевинског подручја на територији агломерације. Типологија стамбених јединица се разликују по просторним зонама града. У централним зонама, подручје северно од Лепенице, присутан је значајнији удео вишепородичног становања, док су у периферној зони агломерације заступљени пре свега једнопородични стамбени објекти (Слика 15).



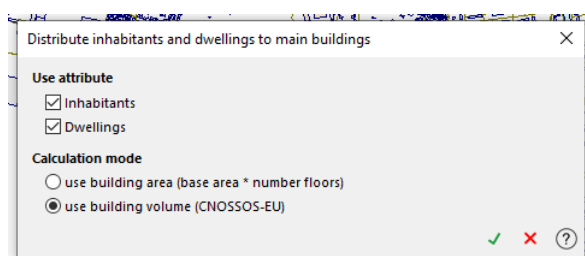
Слика 15. Зоне претежно вишепородичног становања (наранџасто) и претежно једнопородичног становања (жуто) на територији агломерације Крагујевац (извор: ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023)

Наручилац посла је податке о становништву по пописним круговима доставио од стране Републичког завода за статистику, у форми табела са подацима о броју становника у сваком пописном кругу и полигона граница пописних кругова. У софтверу SoundPLAN 9.1. импортоване су геореференциране границе пописних кругова (Слика 16). Након тога су стамбени објекти распоређени по пописним круговима којима територијално припадају.

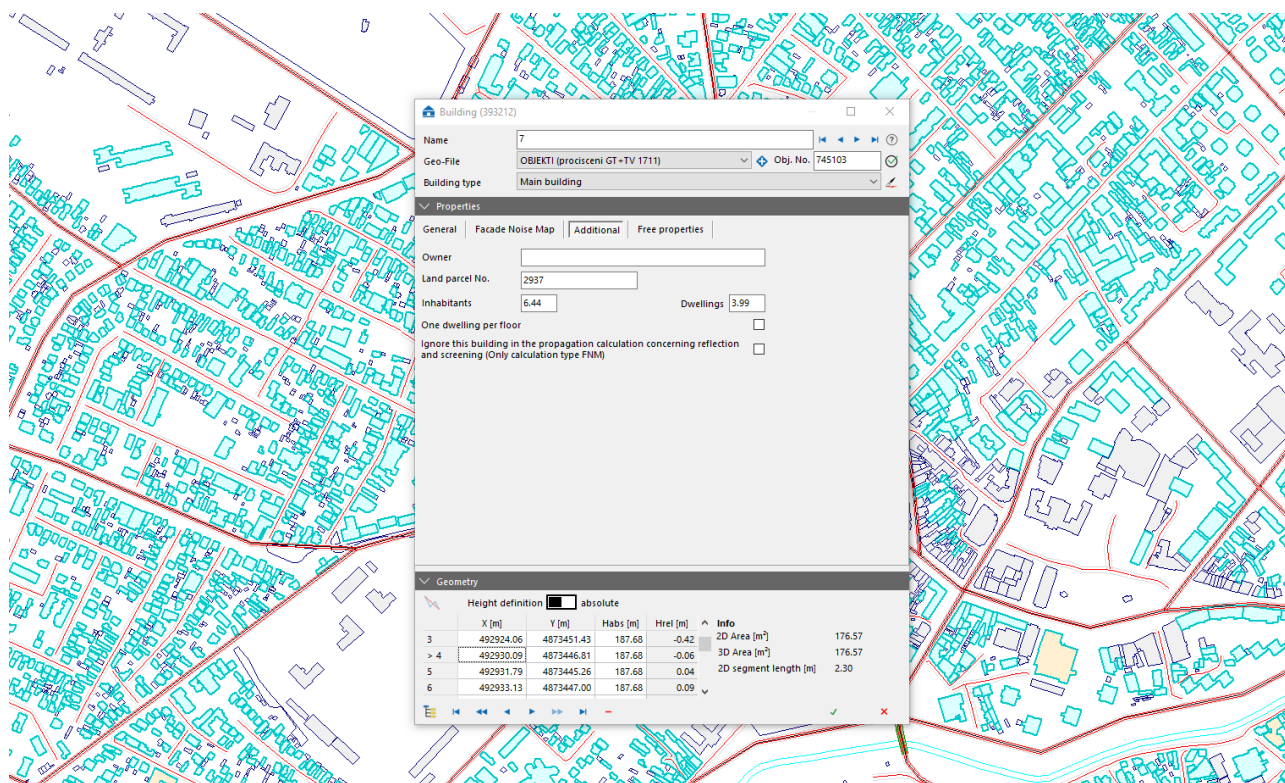


Слика 16. Границе пописних кругова у софтверу SoundPLAN 9.1. (Извор: Аутори)

Дистрибуција људи по стамбеним јединицама унутар стамбених објеката је извршена у складу са приступом наведеним у оквиру CNOSSOS-EU, где се напомиње да се процена изложености буци не треба спроводити на нивоу појединца, већ на нивоу зграде, односно стамбене јединице. (Kephalopoulos, Paviotti, & Anfosso-Lédée, Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU), 2012). На *Слика 17* је приказан принцип расподеле становништва и стамбених јединица унутар софтвера SoundPLAN 9.1. На основу доступних информација, становништво је расподељено по пописним круговима, док су стамбене јединице расподељене на основу информација о броју стамбених јединица по пописним круговима. На *Слика 18* приказана је расподела становника и стамбених јединица на примеру једног стамбеног објекта у софтверу SoundPLAN 9.1.



Слика 17. Принцип расподеле становништва и стамбених јединица у софтверу SoundPLAN 9.1.

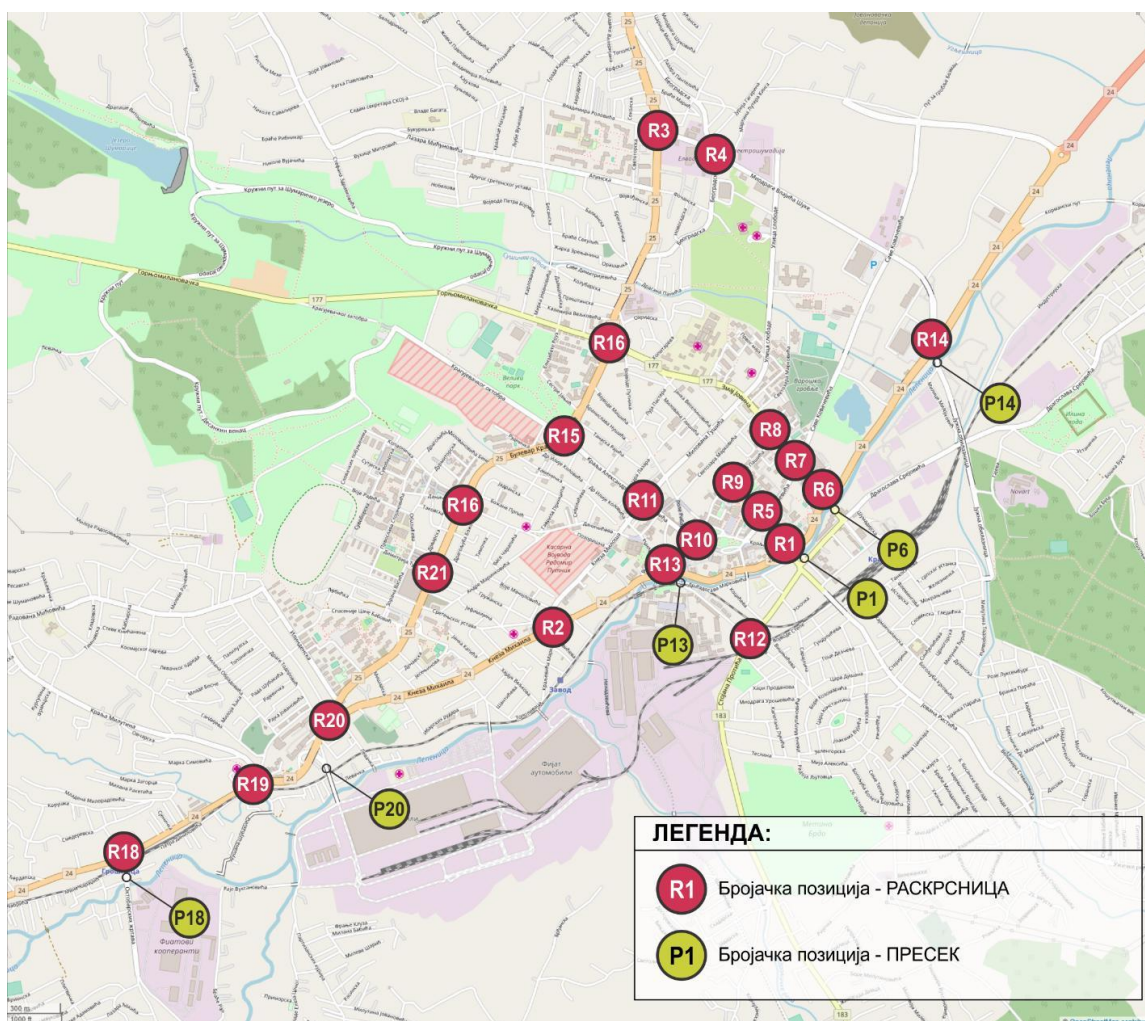


Слика 18. Расподела становника и стамбених јединица на примеру једног стамбеног објекта у софтверу SoundPLAN 9.1.

ПОДАЦИ О ДРУМСКОМ САОБРАЋАЈУ

На основу документа „Студија саобраћаја Крагујевца - књига бројања саобраћаја“, добијеног од Наручиоца, је преузета методологија бројања саобраћаја и подаци о саобраћају који су даље обрађивани и коришћени за акустички модел и прорачун.

Бројање саобраћаја на уличној мрежи подразумева бројање возила на раскрсницама и попречним пресецима подручја истраживања. Дефинисано је 27 позиција на којима је вршено бројање саобраћаја и то: 20 раскрсница (R1 – R21), 1 петља (P20) и 6 пресека (P1, P6, P13, P14, P18). Приказ бројчаних позиција на уличној мрежи Града Крагујевца је дат на *Слика 19*.



Слика 19. Положај бројачких позиција на уличној мрежи Града Крагујевца

Бројање је извршено у меродавном дану са просечним обимом саобраћаја на мрежи, у периоду који је меродаван за снимање саобраћаја карактеристичних за Град Крагујевац. Саобраћај на раскрсницама бројан је у периоду 06:00 - 09:00 и 14:00 - 17:00, а на пресецима у континуитету од 06:00 до 18:00 часова, 5, 6 и 7. септембра 2017. године.

За сваку анализирану позицију (раскрсницу, пресек и петљу) су дати шематски прикази и резултати бројања саобраћаја у виду табела и графика протока возила за сваки тип саобраћаја. Резултати у виду протока возила су приказивани за сваки сат и за сваки тип возила у оквиру периода бројања. На основу CNOSSOS-EU методе возила су груписана у пет одвијених категорија у односу на њихове карактеристике емисије буке од којих су анализирана возила сврстана у следеће категорије приказане у табели:

Табела 11. Ознаке и категорије анализираних возила

Ознака	Објашњење / значење	Категорија возила према CNOSSOS-EU
ПА	Путнички аутомобил (путнички комби возило 8+1 места)	Категорија 1 – Лака возила
БУС	Аутобус	Категорија 2 - Средња тешка возила
ТВ+АВ	Теретна возила и аутовоз (камион са приколицом / тегљач са полуприколицом)	Категорија 3 - Тешка возила

Како из Студије нису познати сви подаци о саобраћају потребни за прорачун, као што су брзине кретања возила, обим саобраћаја за периоде вечери и ноћи, проток саобраћаја у улицама које нису обухваћене студијом као и подаци о коловозу, коришћени су: Алат 2.5 (Табела 12), Алат 3.5, Алат 4.5 (Табела 13) и Алат 5.5 из последњег издања документа "Европска комисија, Радна група за оцену изложености буци - Полазне основе - Водич кроз добру праксу израде стратешких карата буке и с њима повезаних података о изложености буци", да би се надоместили подаци.

Табела 12 Алат 2.5 за случај када нема доступних података о протоку саобраћаја

Врста пута	Обим саобраћаја		
	дан	вече	ноћ
Слепа улица	175	50	25
Приступни путеви (претежно их користе становници који тамо живе)	350	100	50
Сабирни путеви (који прикупљају саобраћај са приступних путева и усмеравају га ка главним путевима и обрнуто)	700	200	100
Мањи главни путеви	1400	400	200

Употребом података из Алата 2.5 процењена тачност је 4 dB.

Коришћен је Алат 3.5 „Нису доступни подаци о брзинама саобраћаја“ и ставка „Коришћење ограничења брзине (нпр. са саобраћајних знакова)“ где је процењена тачност 2 dB.

За слепе улице и приступне путеве усвојена је брзина кретања од 30 km/h, док је за сабирне путеве и мање главне путеве усвојена брзина од 50 km/h.



Табела 13.Алат 4.5 за случај када нема доступних података о тешким возилима

Врста пута	Учешће теретног саобраћаја [%]		
	дан	вече	ноћ
Слепа улица	2	1	0
Пристапни путеви (претежно их користе становници који тамо живе)	5	2	1
Сабирни путеви (који прикупљају саобраћај са пристапних путева и усмеравају га ка главним путевима и обрнуто)	10	6	3
Мањи главни путеви	15	10	5

Употребом података из Алата 4.5, процењена тачност је 2 dB.

Како нису познати подаци о коловозу примењен је Алат 5.5 „Нема познатих података о коловозу“ и метод „Користити густе (збијени) асфалт за сваки пут, корекција је 0 dB“, процењена тачност је 3 dB

Модел расподеле и удео саобраћаја за категорије возила по периодима дан, вече, ноћ.

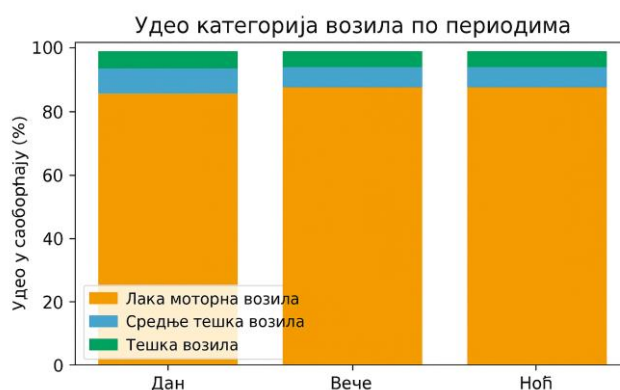


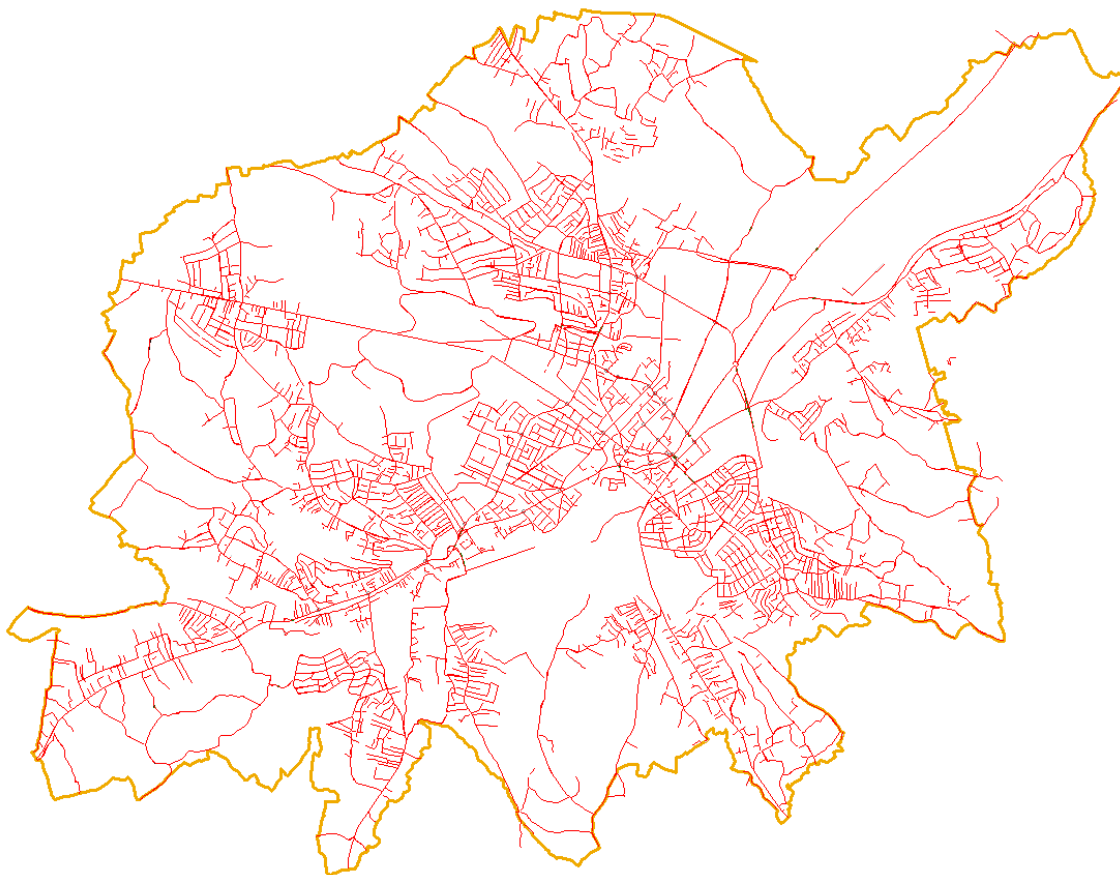
График 1.Приказ удела различитих категорија возила у саобраћају



График 2 Приказ расподеле броја возила по сату за различите категорије возила



Подаци о саобраћајницама достављени су од стране Наручиоца. Графички приказ мреже саобраћајница у обухвату ГУП Крагујевац приказан је на *Слика 20*.

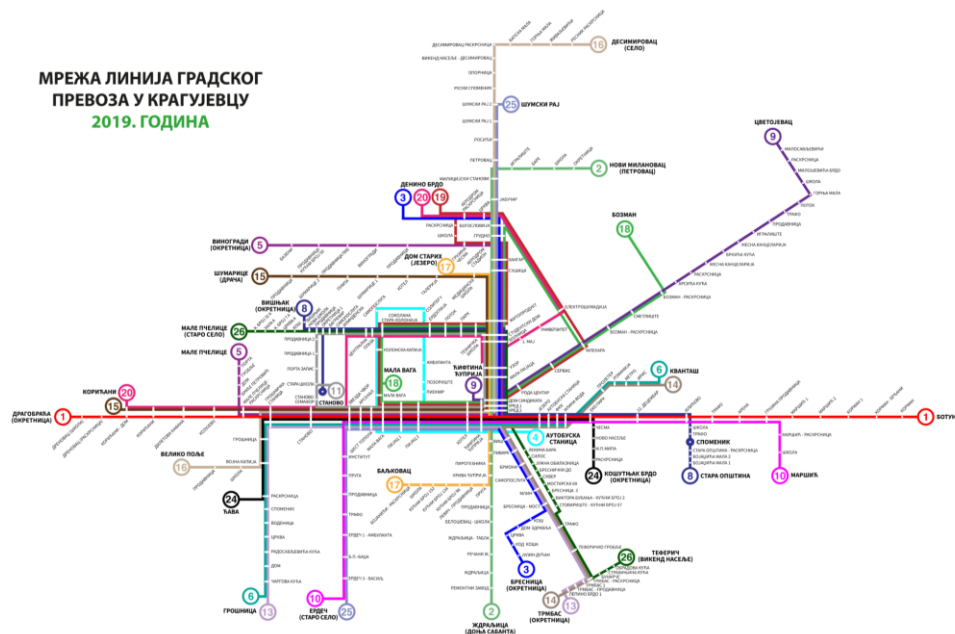


Слика 20. Саобраћајна мрежа у софтверу SoundPLAN 9.1. (Извор: Аутори)

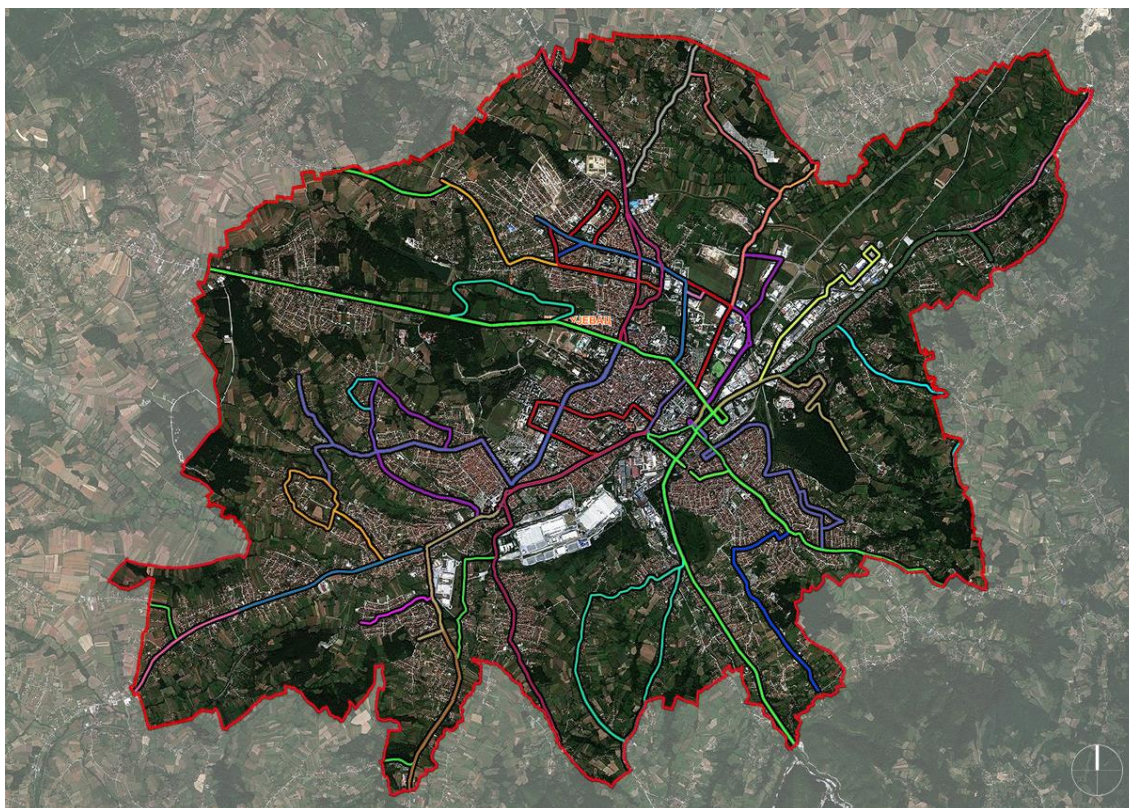
На основу ГУП „Крагујевац 2030“ (ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023), јавни превоз путника се у највећој мери обавља аутобуским саобраћајем. Градски превоз на територији Крагујевца се одвија у виду аутобуског саобраћаја на линијама приказаним на *Слика 21* *Слика 22*.



МРЕЖА ЛИНИЈА ГРАДСКОГ
ПРЕВОЗА У КРАГУЈЕВЦУ
2019. ГОДИНА



Слика 21. Мрежа линија градског превоза у Крагујевцу
(извор: (ЈКП "Шумадија Крагујевац" - Сектор јавног транспорта путника, 2025)



Слика 22. Просторни приказ траса линија јавног градског превоза на територији агломерације Крагујевац. (извор: Аутори)



ПОДАЦИ О ЖЕЛЕЗНИЧКОМ САОБРАЋАЈУ

У просторном обухвату израде Стратешке карте буке за град Крагујевац налази се део међународне пруга број 109 Лапово – Краљево – Лешак – Косово Поље – Ђен. Јанковић – државна граница – (Волково). Деоница пруге од Лапова до Крагујевца дужине 28,8 km пуштена је у саобраћај 3. марта 1887. године, док је деоница од Крагујевца до Краљева дужине 55,9 km у саобраћај пуштена 22.12.1939. године. Пруга је категорије Ц3 (дозвољено оптерећене 20 t/os и 7,2 t/m).

У току 2019. године извршена је реконструкција пруге на деоници од Лапова до Крагујевца чиме је на том делу омогућена највећа допуштена брзина до 100 km/h. На делу пруге од Крагујевца до Краљева, стање пруге је лоше и највећа допуштена брзина кретања возова износи 40 Km/h. На делу који је реконструисан горњи строј железничке пруге формиран је од засторне призма од туцаника са бетонским праговима и еластичним причврсним прибором, док се на осталом делу дрвени прагови са класичним причврсним прибором.

Организација железничког саобраћаја одвија се у станичном размаку, што значи да се на отвореној прузи између две станице истовремено може налазити само један воз. Максимална брзина возова за превоз путника је до 100 km/h, док је максимална брзина возова за превоз терета до 80 km/h.

Прорачунима је обухваћено око 17.300 метара железничке пруге између станица Јовановац и Драгобраћа. Детаљнији подаци о предметној деоници железничке пруге са обухваћеним службеним местима, врстом прагова и највећом допуштеном брзинама дати су у Табела 14.

Табела 14. Технички детаљи деонице пруге у обухвату израде Стратешке карте буке за Град Крагујевац

Службено место	Стационажа	Дужина одсека	Највећа допуштена брзина	Врста прага
		[m]	[km/h]	
Јовановац	22+300	6500	100	Бетонски
Крагујевац	28+800			
Завод стај.	31+300	2500	40	Дрвени
		2800	40	Дрвени
Грошница	34+100	5500	40	Дрвени
Драгобраћа	39+600			

Ситуациони положај дела железничке пруге број 109 Лапово – Краљево – Лешак – Косово Поље – Ђен. Јанковић – државна граница – (Волково) на подручју израде Стратешке карте буке за град Крагујевац дат је на слици 1. Приликом израде стратешких карата буке подаци о индустријском колосеку фабрике



„FCA Србија„ и обиму саобраћаја на њему нису били доступни, те у складу са тим нису били обхваћени прорачунима.

На деоници од станице Јовановац до станице Драгобраћа налази се 15 кривина чији је полупречник мањи од 500 метара. Преглед кривина са стациоณาма почетка прелазне кривине (ППК), почетка кружне кривине (ПКК), краја кружне кривине (ККК), краја прелазне кривине (КПК), радијуса, дужине прелазне кривине и дужине кружне кривине дат је у Табела 15.

Табела 15. Преглед кривина на прузи $R \leq 500 \text{ m}$

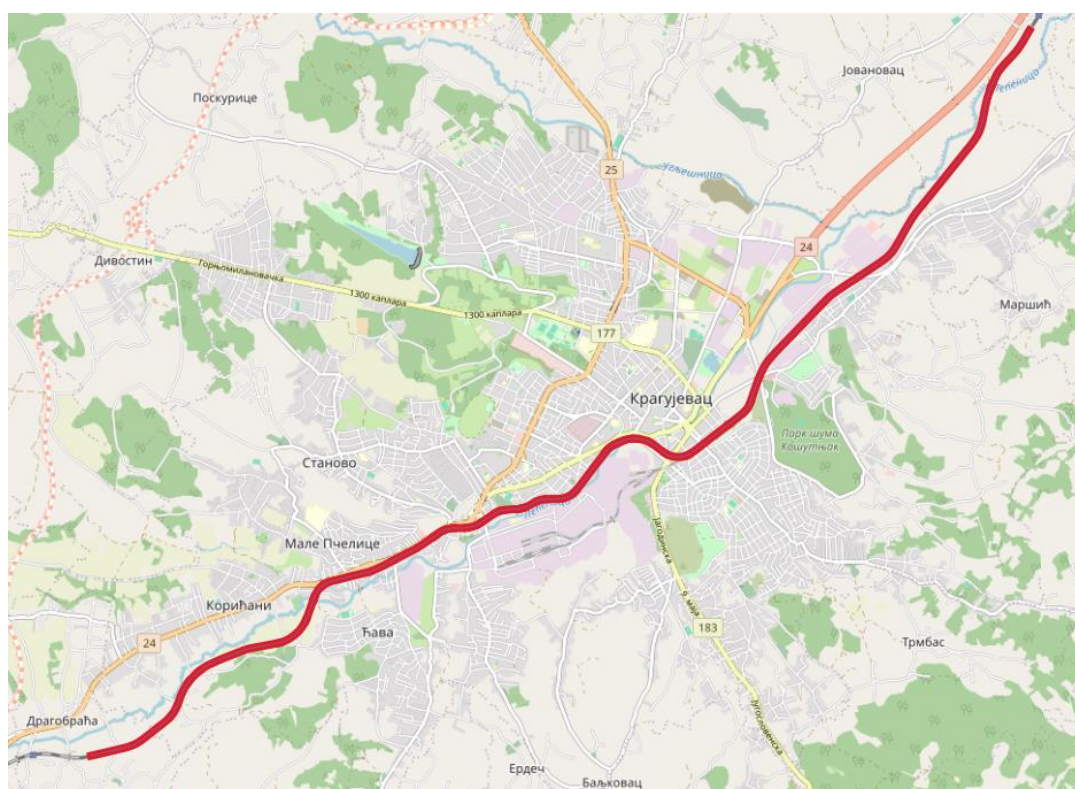
Редни број	Стационажа ППК	Стационажа ППК	Стационажа ККК	Стационажа КПК	Радијус	Дужина прелазне кривине	Дужина кружне кривине	Дужина прелазне кривине	Дужина кривине
1	28+302	28+462	28+603	28+673	400	160	141	70	371
2	29+805	29+835	30+137	30+177	300	30	302	40	372
3	30+280	30+340	30+709	30+769	400	60	369	60	489
4	30+803	30+853	30+949	30+999	300	50	96	50	196
5	31+530	31+590	31+805	31+865	300	60	215	60	335
6	31+943	32+003	32+096	32+156	300	60	93	60	213
7	32+184	32+254	32+314	32+384	300	70	60	70	200
8	32+482	32+552	32+639	32+709	300	70	87	70	227
9	32+820	32+890	33+059	33+129	400	70	169	70	309
10	33+186	33+246	33+369	33+429	300	60	123	60	243
11	34+259	34+339	34+378	34+458	500	80	39	80	199
12	34+856	34+916	35+152	35+212	300	60	236	60	356
13	35+420	35+500	35+941	36+021	500	80	441	80	601
14	37+461	37+541	37+747	37+827	500	80	206	80	366
15	38+107	38+187	38+322	38+402	500	80	135	80	295

На деоници од станице Јовановац до станице Драгобраћа налази се седам мостова распона од 6,6 до 47,4 метара. Стационаже мостова са описом дате су у Табела 16.



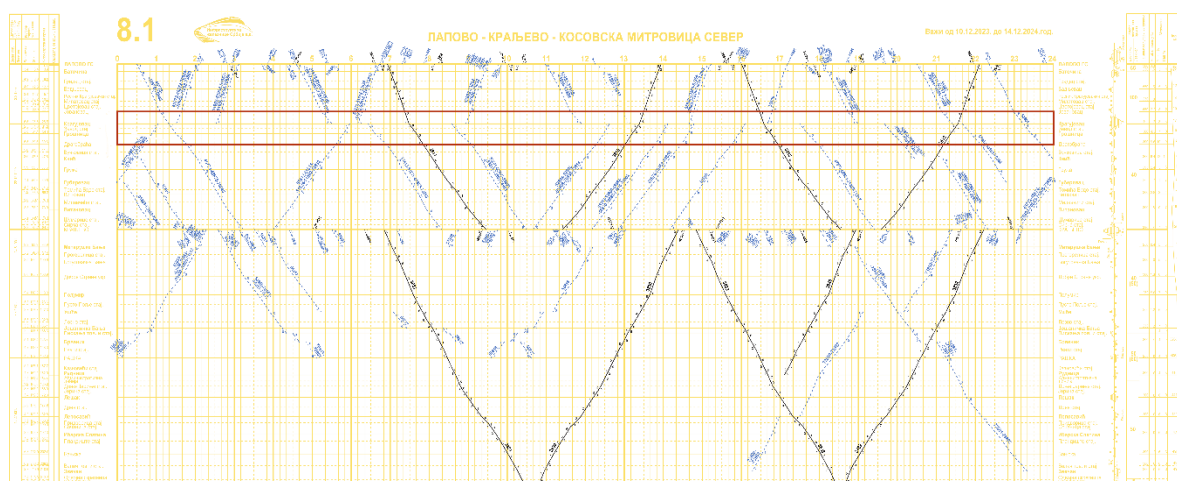
Табела 16. Положај мостова са описом

Редни број	Стационажа	Опис
1	23+288	L = 42,4 m, челик, камен
2	30+776	L = 47,4 m, челик, камен
3	31+108	L = 6,6 m, камен, засведен
4	33+475	L = 7,7 m, камен, засведен
5	35+020	L = 11,4 m, челик, камен
6	35+217	L = 11,4 m, челик, камен
7	39+093	L = 6,6 m, камен, засведен



Слика 23. Ситуациони положај пруге у обухвату израде Стратешке карте буке

Редом вожње за 2024. годину планирано је да на релацији Лапово – Краљево саобраћа два пара возова за превоз путника и резервисано је 13 траса за саобраћај теретних, помоћних и локомотивски возова. Графички приказ реда вожње, са обележеном деоницом у обухвату стратешке карте буке, дат је на Слика 23.



Слика 24. Графикон реда вожње за 2024. годину

Извод из реда вожње за 2024. годину са временима полазака возова за превоз путника дат је у Табела 17. Возови број 3811 и 3810 планирани су да саобраћају свакодневно, односно планиран је саобраћај по 366 возова. Возови број 3813 и 3812 нису планирани да саобраћају у дане викенда (субота и недеља) и дане државног празника, односно планиран је саобраћај по 252 воза у току године.

Табела 17. Извод из реда вожње возова за превоз путника

Број воза	Јовановац	Крагујевац	Завод стај.	Грошница	Драгобраћа
3811	7 ^{21/22}	7 ^{27/28}	7 ^{33/34}	7 ^{39/40}	7 ^{49/50}
3810	13 ^{29/30}	13 ^{23/24}	13 ^{17/18}	13 ^{11/12}	13 ^{01/02}
3813	16 ^{26/27}	16 ^{32/33}	16 ^{38/39}	16 ^{44/45}	16 ^{54/55}
3812	21 ^{39/40}	21 ^{33/34}	21 ^{27/28}	21 ^{21/22}	21 ^{11/12}

Реализовани саобраћај возова за превоз путника на предметним деоницама, на основу података о ефектима рада добијених од „Инфраструктуре железнице Србије“ ад (допис број 15/2025-1069 од 19.09.2025. године), приказан је у Табела 18.

Табела 18. Реализација реда вожње – путнички саобраћај

Деоница	Путнички возови		
	Локомотивски*	Возова	Укупно
Јовановац – Крагујевац	19	1090	1109
Крагујевац – Завод стај.	18	1035	1053
Завод стај. – Грошница	18	1035	1053
Грошница – Драгобраћа	18	1035	1053

*) Локомотивски возови су празне дизел моторне гарнитуре

На основу добијених података, редом вожње за 2024. годину планиран је саобраћај 1236 возова за превоз путника, од чега је реализовано 1090 возова (88,2%) на деоници Јовановац – Крагујевац и 1035

возова (83,7%) на деоници Крагујевац – Драгобраћа. Према реду вожње планирано је да 79,6% возова за превоз путника саобраћа у периоду дана и да 20,4% возова за превоз путника саобраћа у периоду вечери. Саобраћај возова за превоз путника није планиран у периоду ноћи.

На основу ефекта рада (реализације саобраћаја) и расподеле саобраћаја возова за превоз путника по периодима дана одређен је просечан број возова који је саобраћао у току дана за потребе прорачуна

Табела 19.

Табела 19. Просечан дневни број возова за превоз путника

Деоница	Путнички возови		
	Дан	Вече	Ноћ
Јовановац - Крагујевац	2,41	0,62	--
Крагујевац – Завод стај.	2,29	0,59	--
Завод стај. – Грошница	2,29	0,59	--
Грошница - Драгобраћа	2,29	0,59	--

Саобраћај возова планиран је дизел моторним гранитурама серије СЖ 711 произвођача „Метровагонмаш“. ДМГ имају два вучна мотора по 350 kW, распоред осовина Во'2'-2'Во' и максималну брзину кретања од 120 km/h. Опремљене су диск кочницама.



Планиране трасе возова за превоз терета по деоницама и периодима дана из реда вожње за 2024. годину приказане су Табела 20.

Табела 20. Планиране трасе возова за превоз терета

Деоница	Теретни возови		
	Дан	Вече	Ноћ
Јовановац - Крагујевац	6	2	5
Крагујевац – Завод стај.	7	2	4
Завод стај. – Грошница	7	2	4
Грошница - Драгобраћа	7	2	4

Реализовани саобраћај возова за превоз терета на предметним деоницама, на основу података о ефектима рада добијених од „Инфраструктуре железнице Србије“ ад (допис број 15/2025-1069 од 19.09.2025. године), приказан је у Табела 21.



Табела 21. Реализација реда вожње – теретни саобраћај

Деоница	Теретни возови		
	Локомотивски	Возова	Укупно
Јовановац - Крагујевац	132	726	858
Крагујевац – Завод стај.	153	729	882
Завод стај. – Грошница	153	729	882
Грошница - Драгобраћа	149	728	877

На основу добијених података, редом вожње за 2024. годину планирано је 4758 траса за саобраћај возова за превоз терета, од чега је реализовано 858 возова (18,0%) на деоници Јовановац – Крагујевац, 882 возова (18,5%) на деоници Крагујевац – Грошница и 877 возова (18,4%) на деоници Грошница – Драгобраћа.

Према реду вожње, на деоници Јовановац – Крагујевац планирано је 46,2% траса за саобраћај возова у периоду дана, 15,3% у периоду вечери и 38,5% у периоду ноћи. На деоници Крагујевац – Драгобраћа планирано 53,8% траса за саобраћај возова за превоз терета у периоду дана, 15,4% у периоду вечери и 30,8% у периоду ноћи.

На основу ефекта рада (реализације саобраћаја) и расподеле траса за саобраћаја возова за превоз терета по периодима дана одређен је просечан број возова који је саобраћао у току дана за потребе прорачуна

(Табела 22 и Табела 23).

Табела 22. Просечан дневни број локомотивских возова

Деоница	Путнички возови		
	Дан	Вече	Ноћ
Јовановац - Крагујевац	0,17	0,05	0,14
Крагујевац – Завод стај.	0,23	0,06	0,13
Завод стај. – Грошница	0,23	0,06	0,13
Грошница - Драгобраћа	0,22	0,06	0,13

Табела 23. Просечан дневни број возова за превоз терета

Деоница	Путнички возови		
	Дан	Вече	Ноћ
Јовановац - Крагујевац	0,91	0,31	0,76
Крагујевац – Завод стај.	1,07	0,31	0,61
Завод стај. – Грошница	1,07	0,31	0,61
Грошница - Драгобраћа	1,07	0,31	0,61

Просечан број кола, осовина, дужина и маса возова за превоз терета који су саобраћали на деоницама у оквиру израде стратешких карта буке у току 2024. године приказан је у Табела 24.



Табела 24. Просечан број кола, осовина, дужина и маса возова за превоз терета

Деоница	Теретни возови*			
	Број кола	Број осовина	Дужина [m]	Маса [т]
Јовановац - Крагујевац	18,67	74,63	274,24	865,65
Крагујевац – Завод стај.	18,48	73,94	272,55	860,95
Завод стај. – Groшница	18,48	73,94	272,55	860,95
Грошница - Драгобраћа	18,51	74,03	272,89	861,99

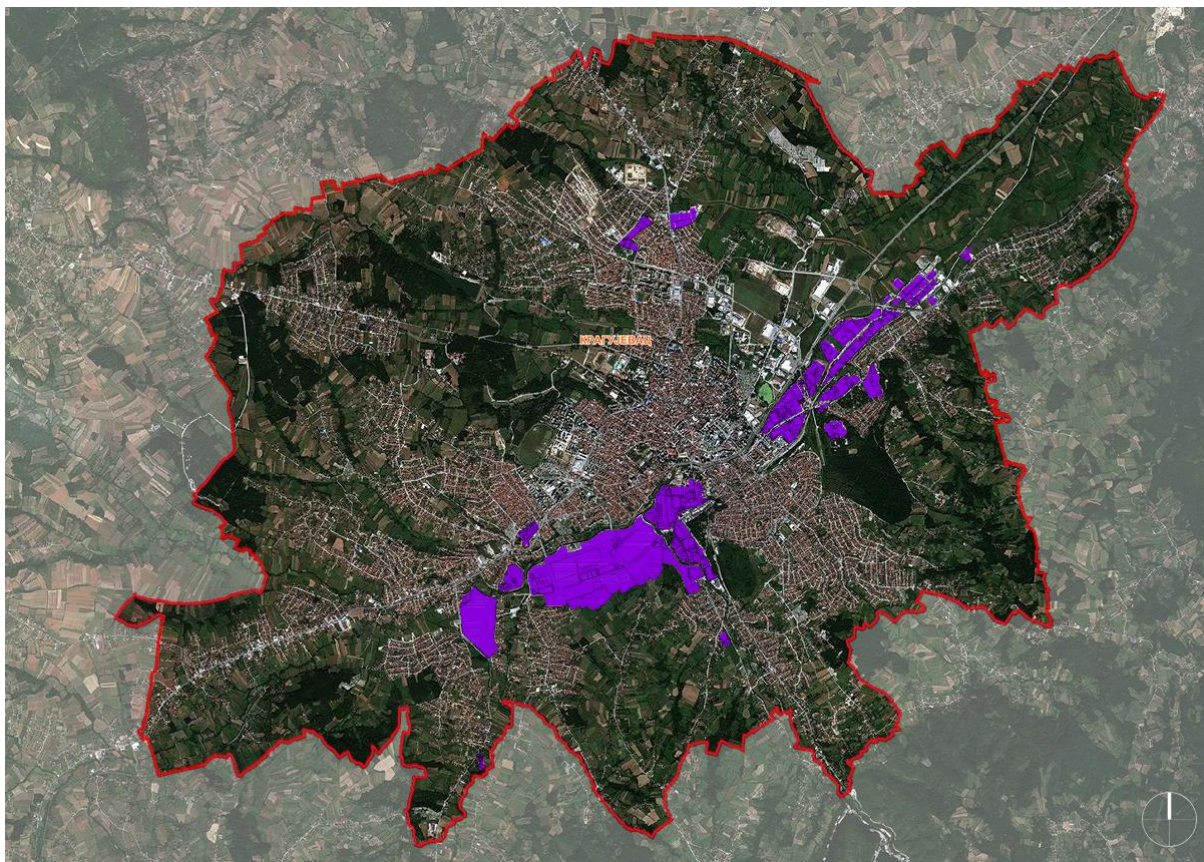
*) У обрађене податке нису ушли подаци о локомотиви, односно представљени подаци су састава без вучног возила

На предметним деоницама најчешће коришћене возне локомотиве су дизел серије 661 и 664. За потребе прорачуна као меродавна усвојена је дизел локомотива серије 661 произвођача "Генерал Моторс". Локомотиве су шестоосовинске, с појединачним погоном осовина (распореда осовина С'о-С'о) и намењене су за вучу теретних и путничких (уколико су опремљене са генератором паре) возова. Грађене су за максималну брзину од 124 km/h. Уграђена снага локомотиве износи 1454 kW. Опремљене су кочионим папучама од ливеног гвожђа.



За потребе прорачуна усвојено је да возови за превоз терета у свом саставу имају просечно 19 теретних кола са четири осовине. Сва кола су опремљена кочионим папучама од ливеног гвожђа.

ПОДАЦИ О ИНДУСТРИЈСКИМ КОМПЛЕКСИМА



Слика 25. Приказ постојећих радних зона (љубичасто) на територији агломерације Крагујевац

(извор: ЈП Урбанизам - Крагујевац, 2023)

Прорачуни стратешких карата буке се врше за индустријске изворе који се налазе на листи постројења које имају обавезу да поседују интегрисану дозволу, а налазе се унутар града Крагујевца. Увидом у документ *Списак постројења која подлежу издавању интегрисане дозволе (последња ревизија септембар 2022. године)* једно индустријско постројење се налази на том списку - "Енергетика" доо.

Од Наручиоца су добијени следећи Извештаји о мерењу буке:

- Извештај о испитивању- мерењу нивоа буке за индустријско постројење Енергетика доо. Крагујевац
- Извештај о испитивању- мерењу нивоа буке за погон FCA Србија д.о.о. Крагујевац

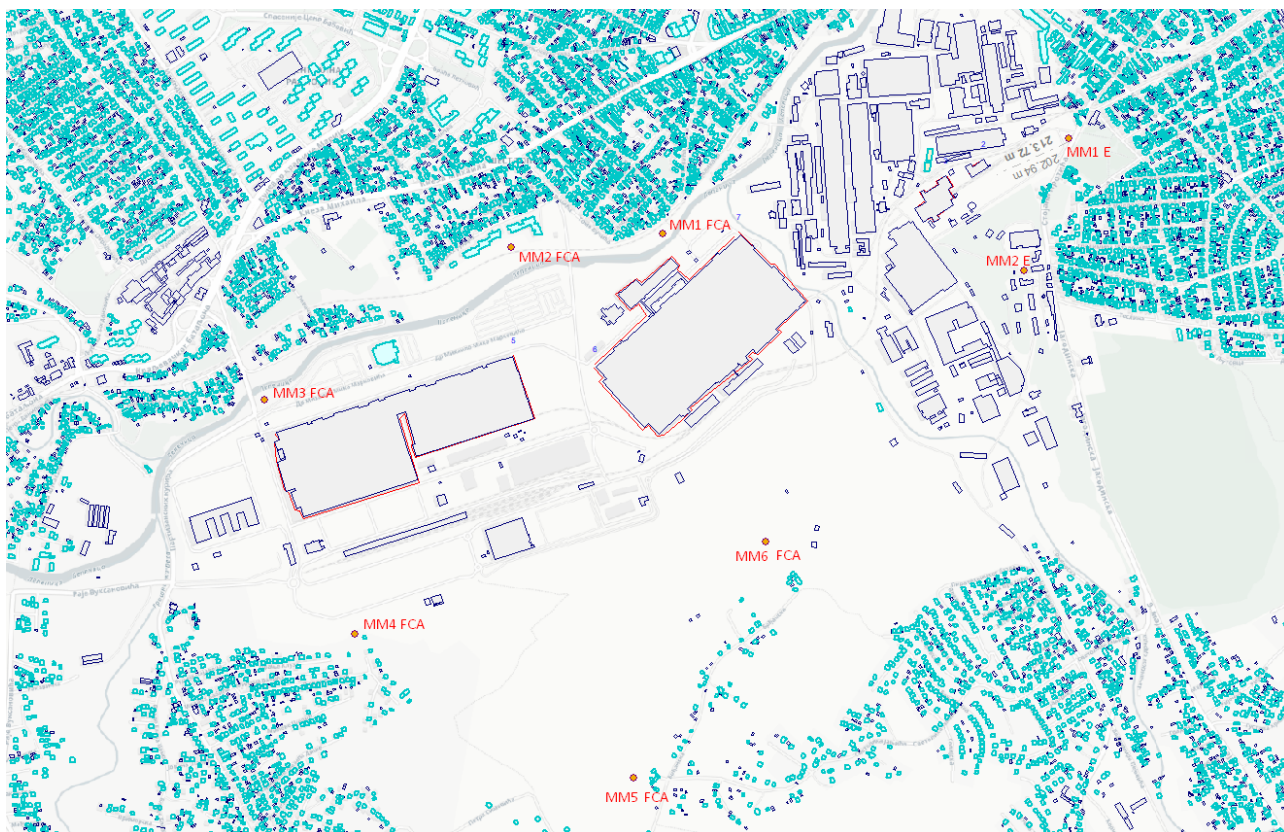
На основу извештаја су добијени улазни подаци о карактеристикама извора буке индустријског постројења.

У договору са Наручиоцем, погон фабрике FCA Srbija d.o.o. Kragujevac укључен је као индустријски извор за који је израђен прорачун.. У оквиру фабрике FCA Srbija се одвија производња аутомобила. Извори буке унутар постројења су следећи:



- Пресерај
- Балирница отпадних лимова
- Енергетски блок
- Расхладне куле
- Писта за пробу возила

На слици (Слика 26) су приказане позиције мерних места имплементираних у софтвер SoundPLAN 9.1.



Слика 26. Положај мерних места приказаних у софтверу SoundPLAN 9.1. око објекта фабрике FCA Srbija d.o.o. Kragujevac и „Енергетика“ д.о.о. (Извор: Аутори)



ПРОРАЧУН ИНДИКАТОРА БУКЕ

УНУТРАШЊА КОНТРОЛА ПОДАТАКА

Подаци који се користе за прорачун у софтверу треба да прођу унутрашњу контролу квалитета података у више итерација. Финална контрола улазних података је и анализа резултата прорачуна и оцена усклађености са улазним подацима, односно смислености добијених резултата.

Пре сваког прорачуна врши се претходна провера података (*preflight*) и отклањају се грубе грешке које доводе до заустављања прорачуна, а затим и грешке нижег нивоа – упозорења, која се односе на геометрију извора буке у односу на терен, позиције пријемника и друге значајне елементе који могу да буду од утицаја на резултат. По отклањању свих грешака и упозорења који су од утицаја на прорачун, приступа се прорачунима.

Приликом реализације прорачуна, прво се врши пробни прорачун мање резолуције и проверавају се параметри прорачуна на више нивоа. Ако се пробни прорачун покаже као задовољавајући за сваки од извора буке, врши се прорачун у захтеваној резолуцији за сваки од типова извора буке, како би се сагледали евентуални недостаци. Уколико је неки од значајних објеката погрешно дефинисан или постоје нелогичности у прорачуну, врше се исправке у моделу и пробно прорачун се понавља, док се не постигне циљани ниво квалитета.

Овај итеративни поступак је временски захтеван и неопходна је значајна процесорска снага, али и људски ресурси, како би се постигао захтевани квалитет. Коначни прорачун се врши са максималном пажњом и ангажовањем свих ресурса.

СОФТВЕР ЗА МАПИРАЊЕ БУКЕ

За прорачуне израде стратешких карата буке и акционог плана биће коришћен софтвер SoundPLAN Acoustic Complete, верзија 9, са следећим модулима:

- Geographical Database (with DXF)
- Road Noise Propagation
- Grid Noise Map (GNM)
- Grid Cross Section Map (Vertical)
- Aircraft noise with statistics
- Facade Noise Map
- Cartography
- ArcView Shapefile Interface
- 3-D Graphics
- 3-D Graphics Animation



- Distributed Computing
- Noise Mapping Tool Box (with Tiling)

Софтвер SoundPLAN је сертифициван за прорачун буке у животној средини и његов развој имплементира систем квалитета ISO 9001:2008. SoundPLAN је софтвер у потпуности заснован на стандардима и ради у Windows окружењу. Свако ново издање софтвера SoundPLAN се тестира како би се задржао континуитет квалитета прорачуна и у складу са тим се публикују резултати тест-прорачуна који се пореде са резултатима тест прорачуна претходне верзије чиме се доказује да су резултати идентични и у потпуности усклађени са CNOSSOS-EU методологијом прорачуна.



АНАЛИЗА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА И ЊИХОВО
ПРИКАЗИВАЊЕ У СКЛАДУ СА ЗАХТЕВИМА ЗАКОНСКЕ
РЕГУЛАТИВЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ И ЕУ



Друмски саобраћај - процењени број станова, болница, школа и вртића

Друмски саобраћај				
Процењени број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке – L_{den}				
Опсег индикатора буке L_{den} /dB(A)	Број станова/објеката – L_{den}			
	Станови	Болнице	Школе	Вртићи
< 55	32 646	1	2	2
55-59	19 510	6	8	6
60-64	14 574	3	19	7
65-69	4 012	2	9	3
70-74	236	1	-	-
> 75	4	-	1	-
Процењени број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке – L_{night}				
Опсег индикатора буке L_{night} /dB(A)	Број станова/објеката – L_{night}			
	Станови	Болнице	Школе	Вртићи
< 50	21 712	-	2	1
50-54	18 646	3	5	3
55-59	19 070	6	7	7
60-64	9 941	2	21	5
65-69	1 551	2	3	2
> 70	60	-	1	-



Железнички саобраћај - процењени број станова, болница, школа и вртића

Железнички саобраћај				
Процењени број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке – L_{den}				
Опсег индикатора буке L_{den} /dB(A)	Број станова/објеката – L_{den}			
	Станови	Болнице	Школе	Вртићи
< 55	70 962	13	39	18
55-59	13	-		-
60-64	2	-		-
65-69	-	-		-
70-74	-	-		-
> 75	-	-		-
Процењени број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке – L_{night}				
Опсег индикатора буке L_{night} /dB(A)	Број станова/објеката – L_{night}			
	Станови	Болнице	Школе	Вртићи
< 50	69 696	11	36	17
50-54	712	2	1	1
55-59	471	-	-	-
60-64	90	-	2	-
65-69	11	-	-	-
> 70	1	-	-	-



Индустријска подручја - процењени број станова, болница, школа и вртића

Индустријска подручја				
Процењени број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке – L_{den}				
Опсег индикатора буке L_{den} /dB(A)	Број станова/објеката – L_{den}			
	Станови	Болнице	Школе	Вртићи
< 55	-	-	-	-
55-59	-	-	-	-
60-64	-	-	-	-
65-69	-	-	-	-
70-74	-	-	-	-
> 75	-	-	-	-
Процењени број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке – L_{night}				
Опсег индикатора буке L_{night} /dB(A)	Број станова/објеката – L_{night}			
	Станови	Болнице	Школе	Вртићи
< 50	-	-	-	-
50-54	-	-	-	-
55-59	-	-	-	-
60-64	-	-	-	-
65-69	-	-	-	-
> 70	-	-	-	-



Образац 1 - Подаци о обвезнику израде стратешке карте буке агломерације

Обвезник	Град Крагујевац - Градска управа за развој и инвестиције
Матични број	07184069
ПИБ	101982436
Седиште	Крагујевац
Поштански број	34000
Адреса	Трг слободе бр.3
Име и презиме одговорне особе	Драган Маринковић Начелник Одељења за заштиту животне средине
Тел.:	-
Факс:	-
Е-маил:	dmarinkovic@kg.org.rs



Образац 3 - Подаци из стратешке карте буке агломерације

Национални јединствени ID код	Назив општине/града	Матични број јединице локалне самоуправе	Национални ID код агломерације	Број становника	Површина (km ²)
RS	Крагујевац			146 315	84,1

Анализа изложености становништва - L _{den}				
Опсег индикатора буке L _{den} /dB	Број становника (у стотинама) изложен опсезима буке индикатора L _{den}			
	Друмски саобраћај	Железнички саобраћај	Индустријска подручја	Сви извори буке заједно
< 55	656	1 449	-	656
55-59	413	0 (25)	-	413
60-64	299	0 (4)	-	299
65-69	77	-	-	77
70-74	4	-	-	4
> 75	0 (8)	-	-	0 (8)
Анализа изложености становништва - L _{night}				
Опсег индикатора буке L _{night} /dB	Број становника (у стотинама) изложен опсезима буке индикатора L _{night}			
	Друмски саобраћај	Железнички саобраћај	Индустријска подручја	Сви извори буке заједно
< 50	426	1 423	-	426
50-54	393	15	-	393
55-59	400	10	-	400
60-64	199	2	-	199
65-69	29	0 (20)	-	29
> 70	1	0 (3)	-	1



Анализа изложености становништва у становима с посебном звучном изолацијом, односно, тихом фасадом - L_{den}				
Опсег индикатора буке L_{den} /dB	Број становника (у стотинама) који живе у становима с посебном звучном изолацијом - L_{den}			
	Друмски саобраћај	Железнички саобраћај	Индустријска подручја	Сви извори буке заједно
< 55	-	-	-	-
55-59	-	-	-	-
60-64	-	-	-	-
65-69	-	-	-	-
70-74	-	-	-	-
> 75	-	-	-	-
Опсег индикатора буке L_{den} /dB	Број становника (у стотинама) који живе у становима с тихом фасадом - L_{den}			
	Друмски саобраћај	Железнички саобраћај	Индустријска подручја	Сви извори буке заједно
< 55	113	46	-	113
55-59	64	0 (17)	-	64
60-64	67	0 (3)	-	67
65-69	31	-	-	31
70-74	3	-	-	3
> 75	0 (5)	-	-	0 (5)



Анализа изложености становништва у становима с посебном звучном изолацијом, односно, тихом фасадом - L_{night}				
Опсег индикатора буке L_{night} /dB	Број становника (у стотинама) који живе у становима с посебном звучном изолацијом - L_{night}			
	Друмски саобраћај	Железнички саобраћај	Индустријска подручја	Сви извори буке заједно
< 50	-	-	-	-
50-54	-	-	-	-
55-59	-	-	-	-
60-64	-	-	-	-
65-69	-	-	-	-
> 70	-	-	-	-
Опсег индикатора буке L_{night} /dB	Број становника (у стотинама) који живе у становима с тихом фасадом - L_{night}			
	Друмски саобраћај	Железнички саобраћај	Индустријска подручја	Сви извори буке заједно
< 50	79	36		79
50-54	51	9		51
55-59	66	6		66
60-64	54	1		54
65-69	13	0 (14)		13
> 70	0 (78)	0 (2)		0 (79)

Формат графичког дела стратешке карте буке: *.dwg

Геопросторна тачност податка у метрима: 10 m x 10 m

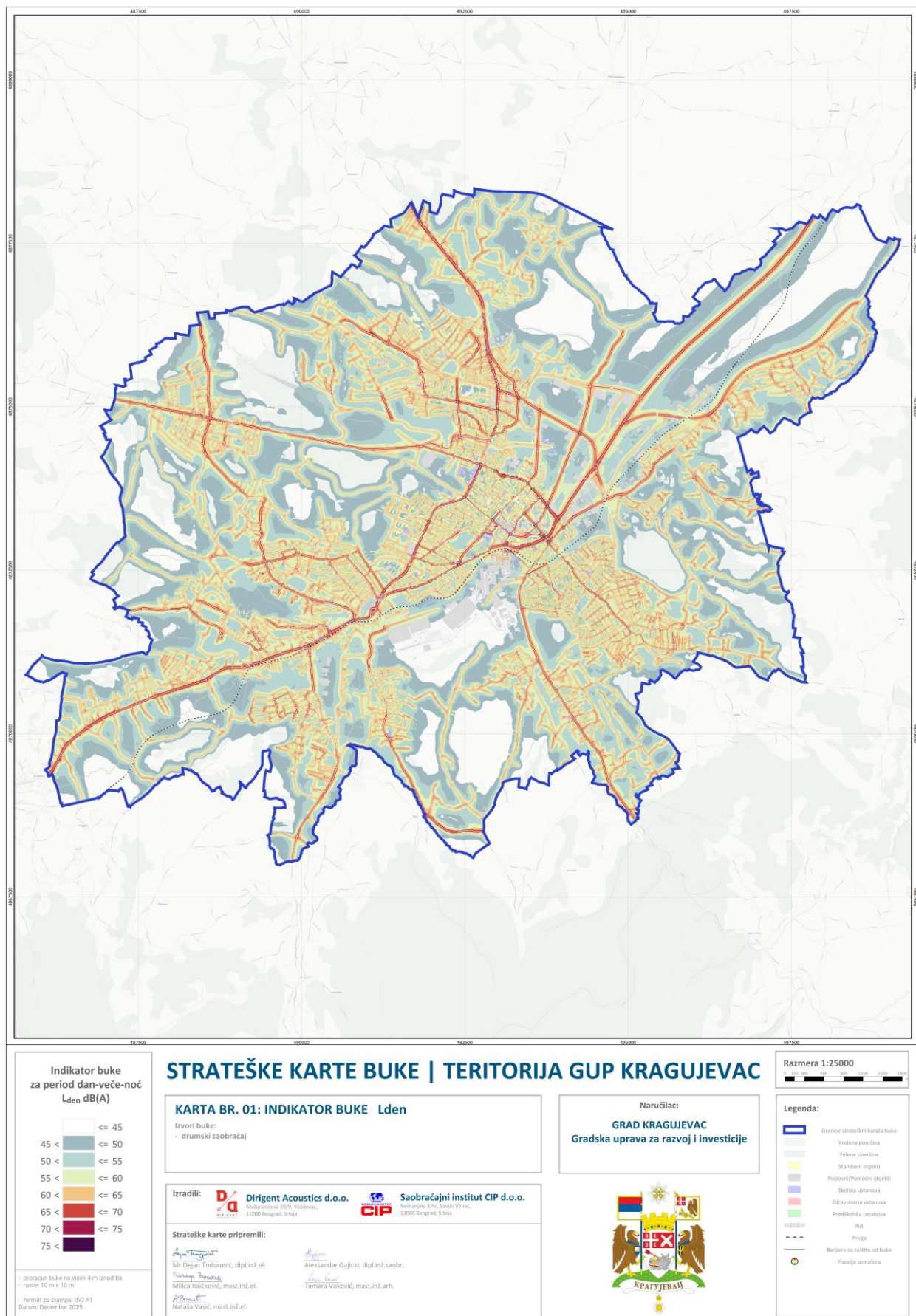
Коришћена размера за графички део карте буке Р 1:25 000

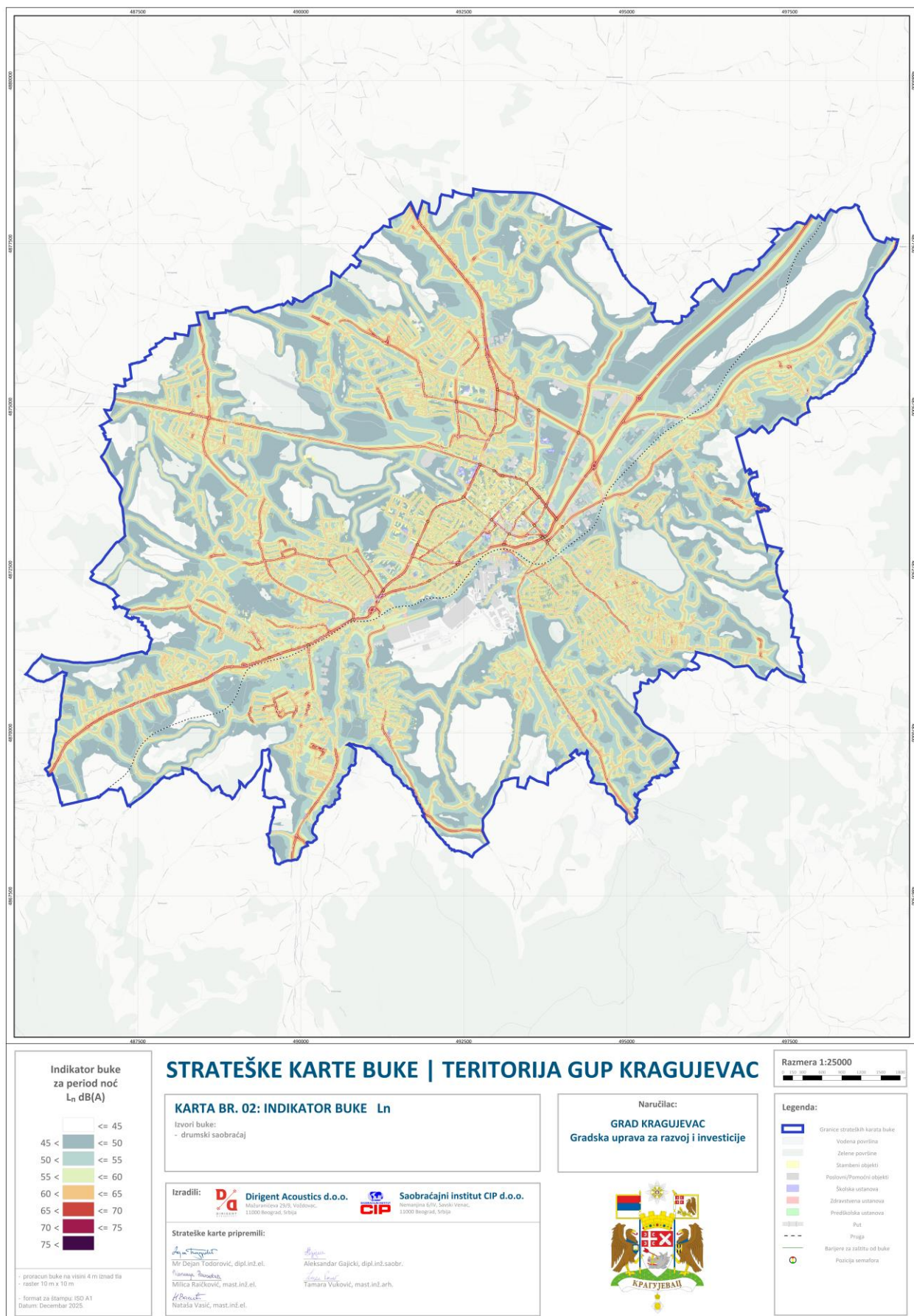
ЛИТЕРАТУРА

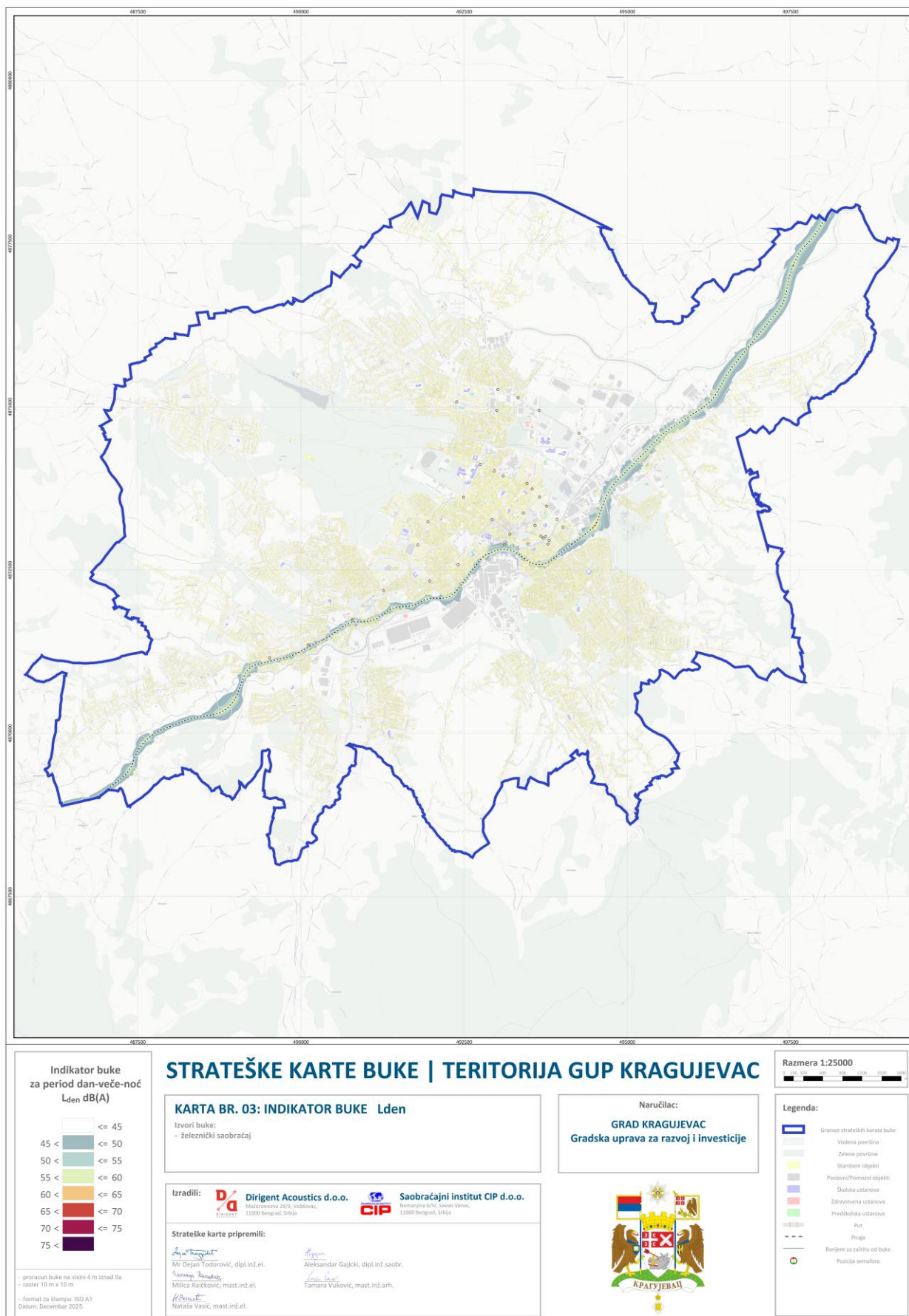
1. Закон о заштити од буке у животној средини ("Службени гласник Републике Србије", бр. 96/2021)
2. Правилник о садржини и методама израде стратешке карте буке и акционог плана, начину њихове израде и приказивања јавности, као и о њиховим обрасцима. („Службени гласник Републике Србије“, бр. 90/2023)
3. Правилник о методологији за одређивање акустичких зона ("Службени гласник Републике Србије", бр. 72/2010)
4. Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини ("Службени гласник Републике Србије", бр. 75/2010)
5. Directive 2002/49/EC relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. (2002). Official Journal of the European Communities, L 189, 18/07/2002 P. 0012 – 0026.
6. European Communities. (2002). Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
7. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) (2006). Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, 2006 (Version 2). European Commission, Bruxelles.
8. Kephalopoulos, S., Paviotti, M., & Anfosso-Lédée, F. (2012). Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Преузето са <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC72550>
9. Европска комисија, Радна група за оцену изложености буци - Полазне основе - Водич кроз добру праксу израде стратешких карата буке и с њима повезаних података о изложености буци
10. Dirigent Acoustics д.о.о. (2022). Стратешке карте буке Град Нови Сад, Београд.
11. Dirigent Acoustics д.о.о. (2025). Стратешке карте буке Град Београд, Београд.
12. Институт за јавно здравље крагујевац (2014), Акустичко зонирање града Крагујевца 2014, Крагујевац
13. ЈП Урбанизам – Крагујевац (2018), Генерални план Крагујевац 2025, Студија саобраћаја, Прилог 1: Књига бројања саобраћаја на уличној мрежи Града Крагујевца, Крагујевац
14. ЈКП "Шумадија Крагујевац" - Сектор јавног транспорта путника. (2025, 11 24). *Аудиобуске линије градског превоза града Крагујевца*. Преузето са ЈКП "Шумадија Крагујевац" - Сектор јавног транспорта путника: <https://www.kgbus.rs/linije/?script=lat>

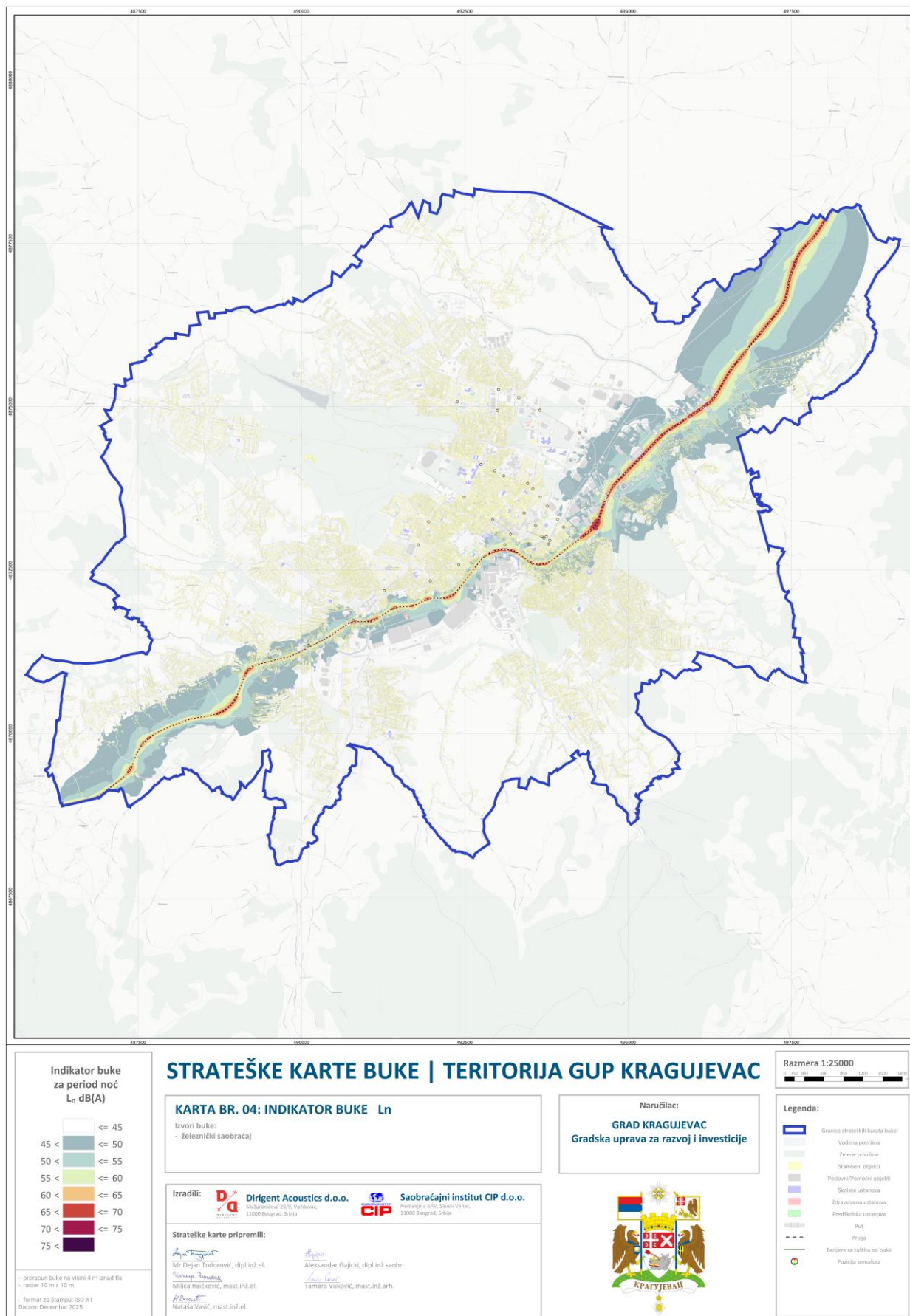
15. ЈП Дирекција за урбани развој Крагујевац. (2009). *Просјорни план Града Крагујевца*. Крагујевац: Град Крагујевац.
16. ЈП Урбанизам - Крагујевац. (2023). *Генерални урбанистички план „Крагујевац 2030.“* Крагујевац: Град Крагујевац Градска управа за просторно планирање, урбанизам, изградњу и заштиту животне средине.
17. ЈП Урбанизам - Крагујевац. (2025). *Просјорни план града Крагујевца - Елаборат за рани јавни увид*. Крагујевац: Град Крагујевац.
18. Републички завод за статистику (РЗС). (2024, јул 4). *Попис 2022*. Преузето са Републички завод за статистику (РЗС): <https://popis2022.stat.gov.rs/sr-Cyrl/>

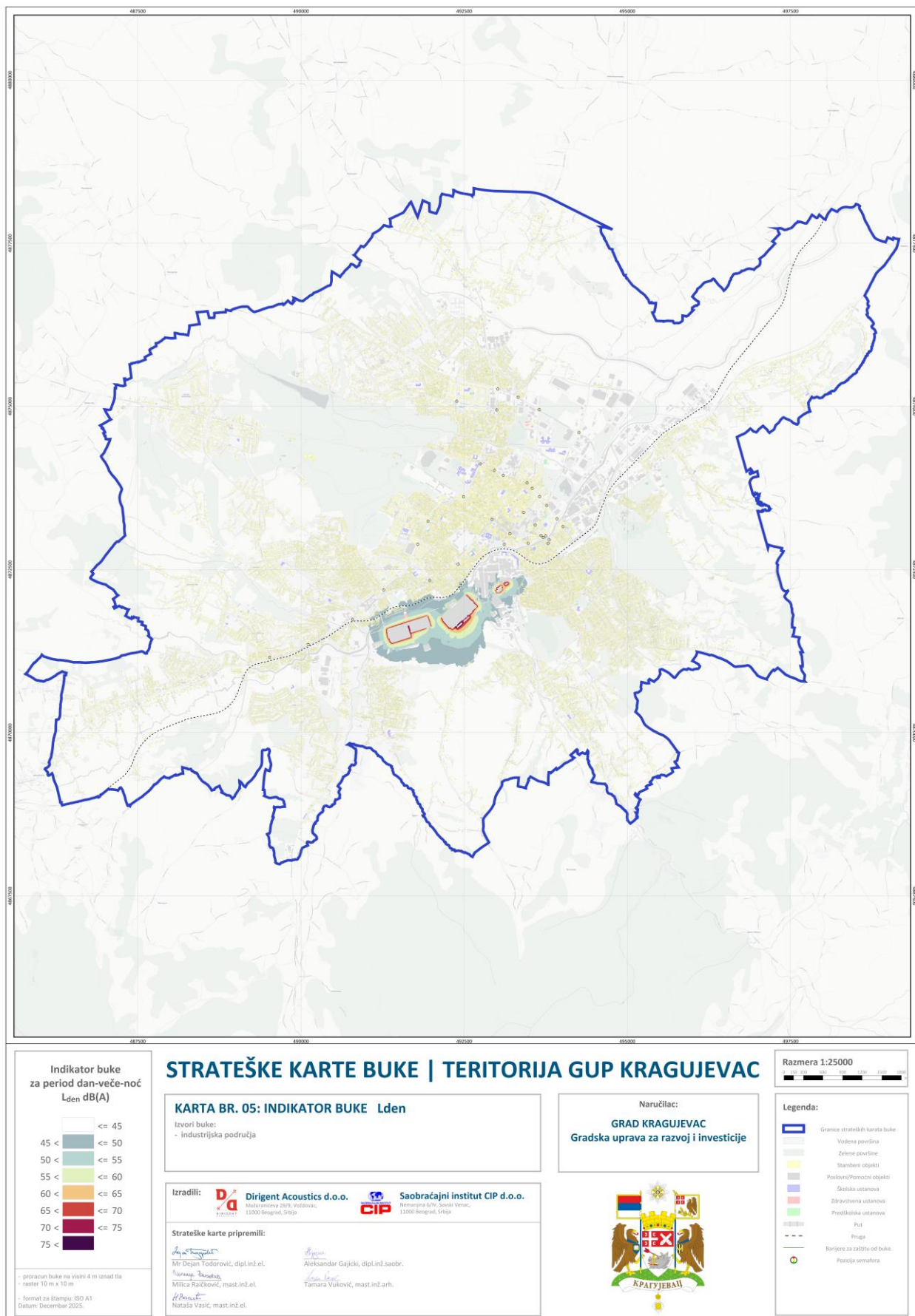
ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ

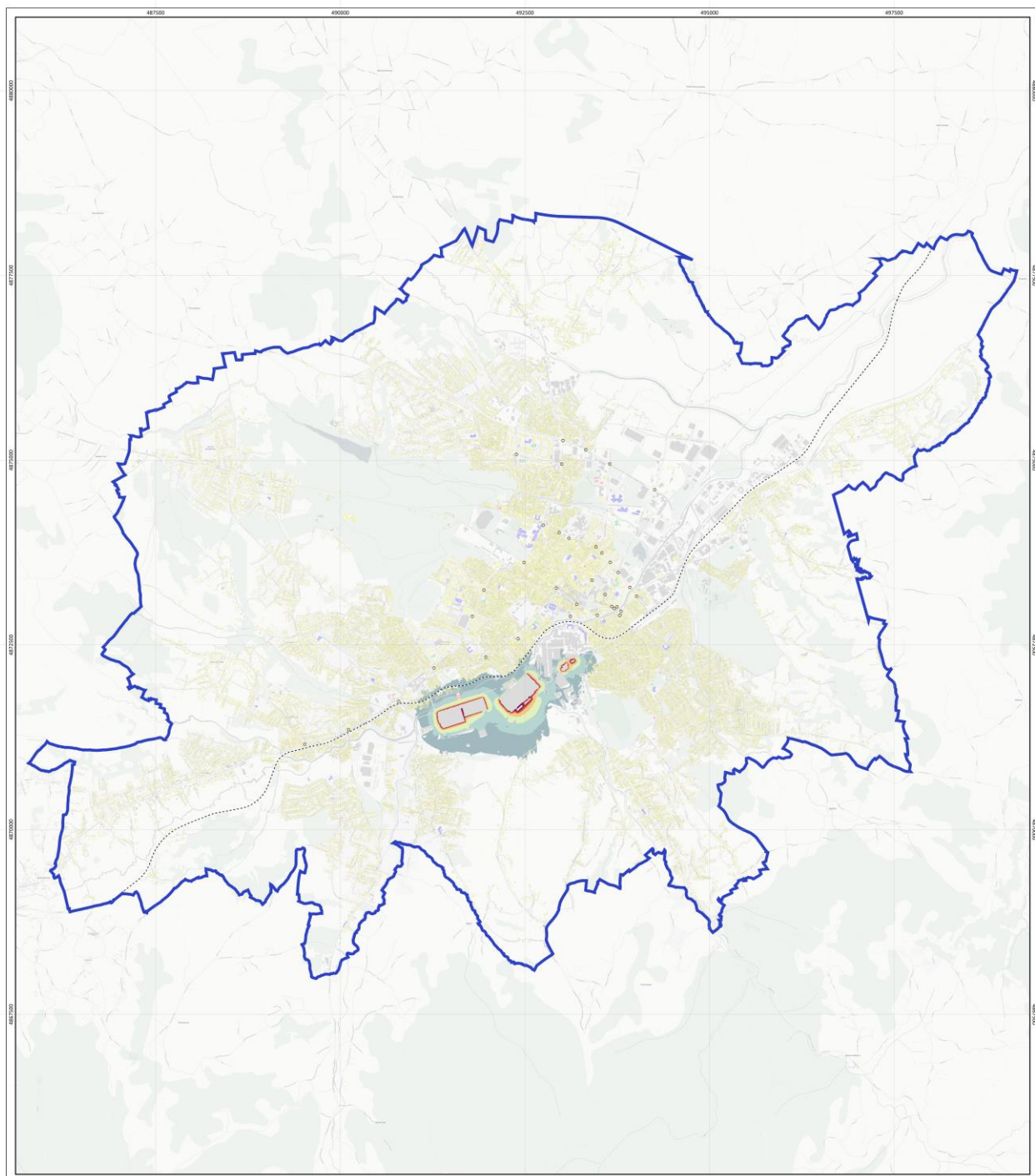












Indikator buke
za period noć
 L_n dB(A)



proračun buke na visini 4 m iznad tla
raščl. 10 m x 10 m
format za štampu ISO A1
Datum: Decembar 2025.

СТРАТЕШКЕ КАРТЕ БУКЕ | TERITORIJA GUP KRAGUJEVAC

KARTA BR. 06: INDIKATOR BUKЕ L_n

Izvori buke:
- Industrijska područja



Dirigent Acoustics d.o.o.
Maturska 25/1, Vozdovac,
11000 Beograd, Srbija



Saobraćajni institut CIP d.o.o.
Karamuzina 6/1, Savić Venac,
11000 Beograd, Srbija

Strateške karte pripremili:

Mir Dejan Todorović, dipl.inž.el.

Milica Raičković, mast.inž.el.

Nataša Vasić, mast.inž.el.

Aleksandar Gajicki, dipl.inž.saobr.

Tamara Vuković, mast.inž.arh.

Naručilac:

GRAD KRAGUJEVAC
Gradska uprava za razvoj i investicije

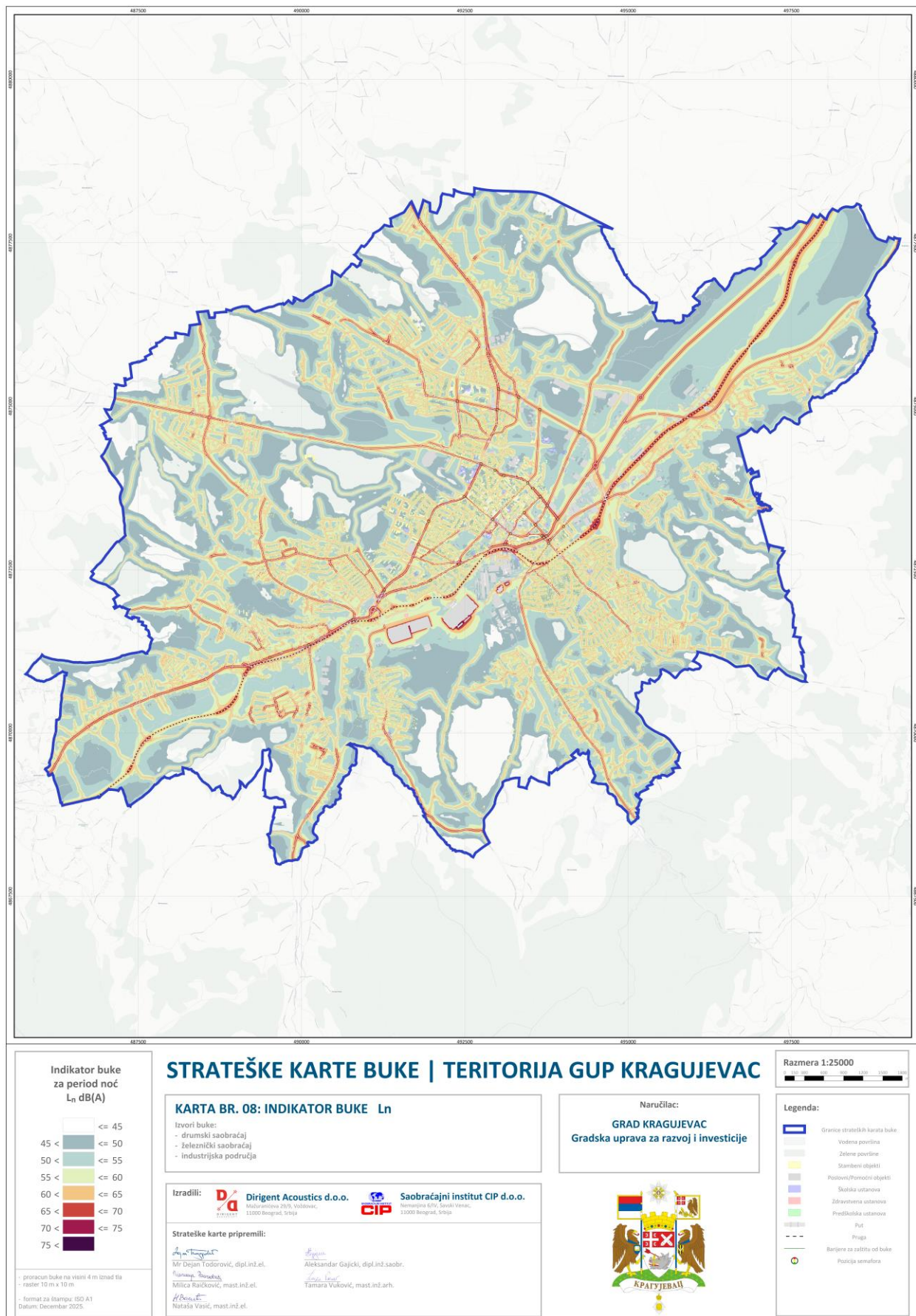


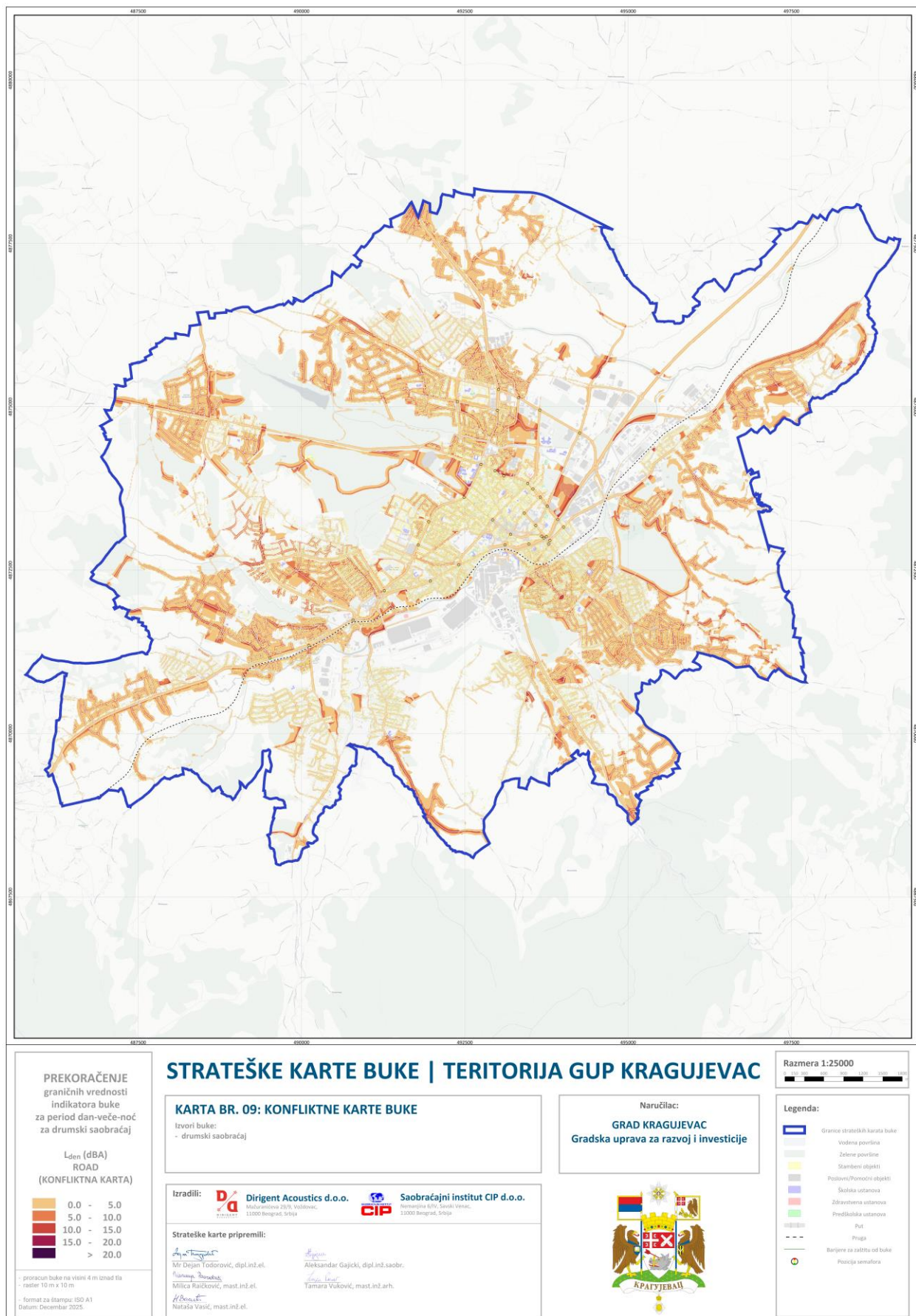
Razmera 1:25000

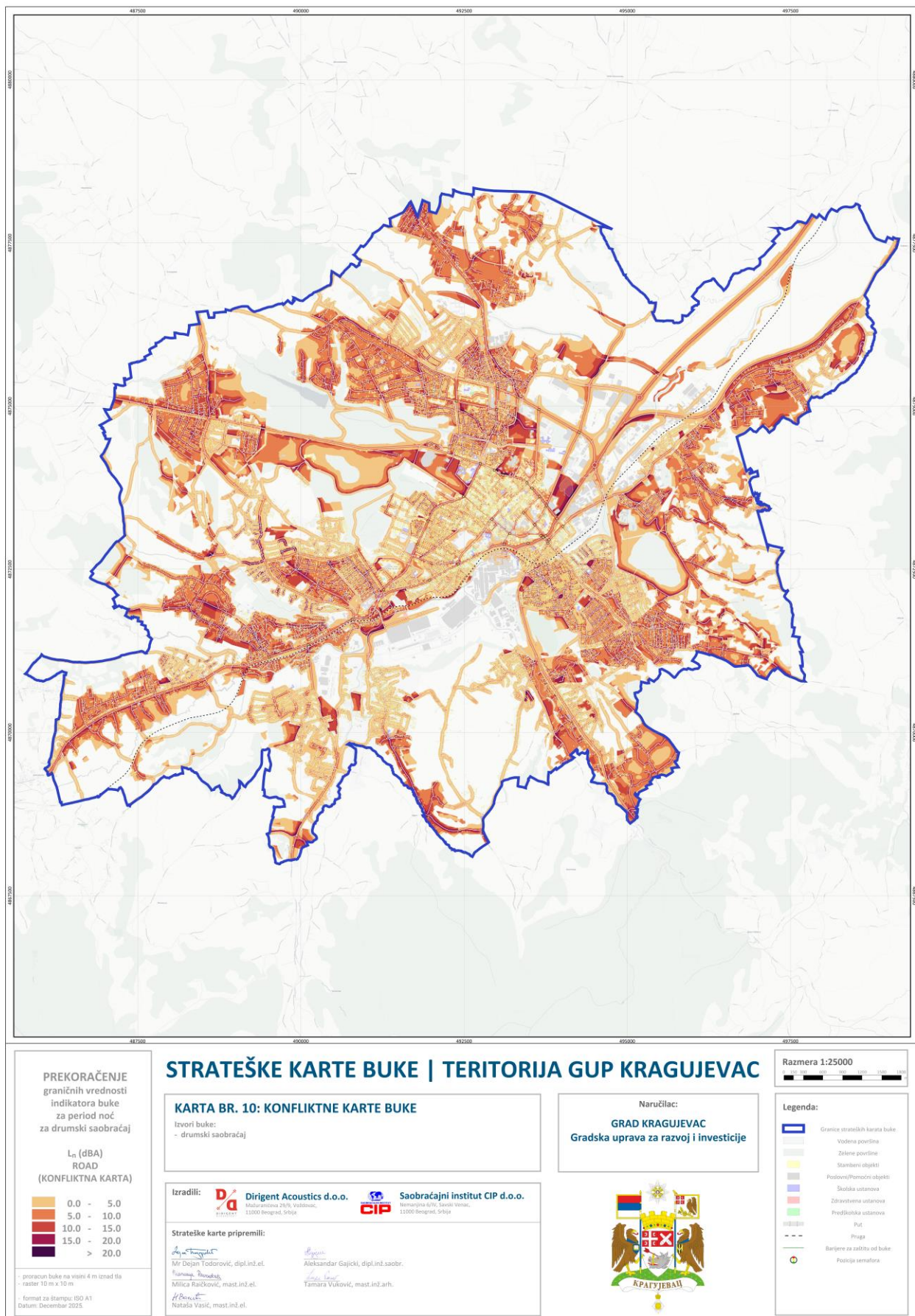
Legenda:

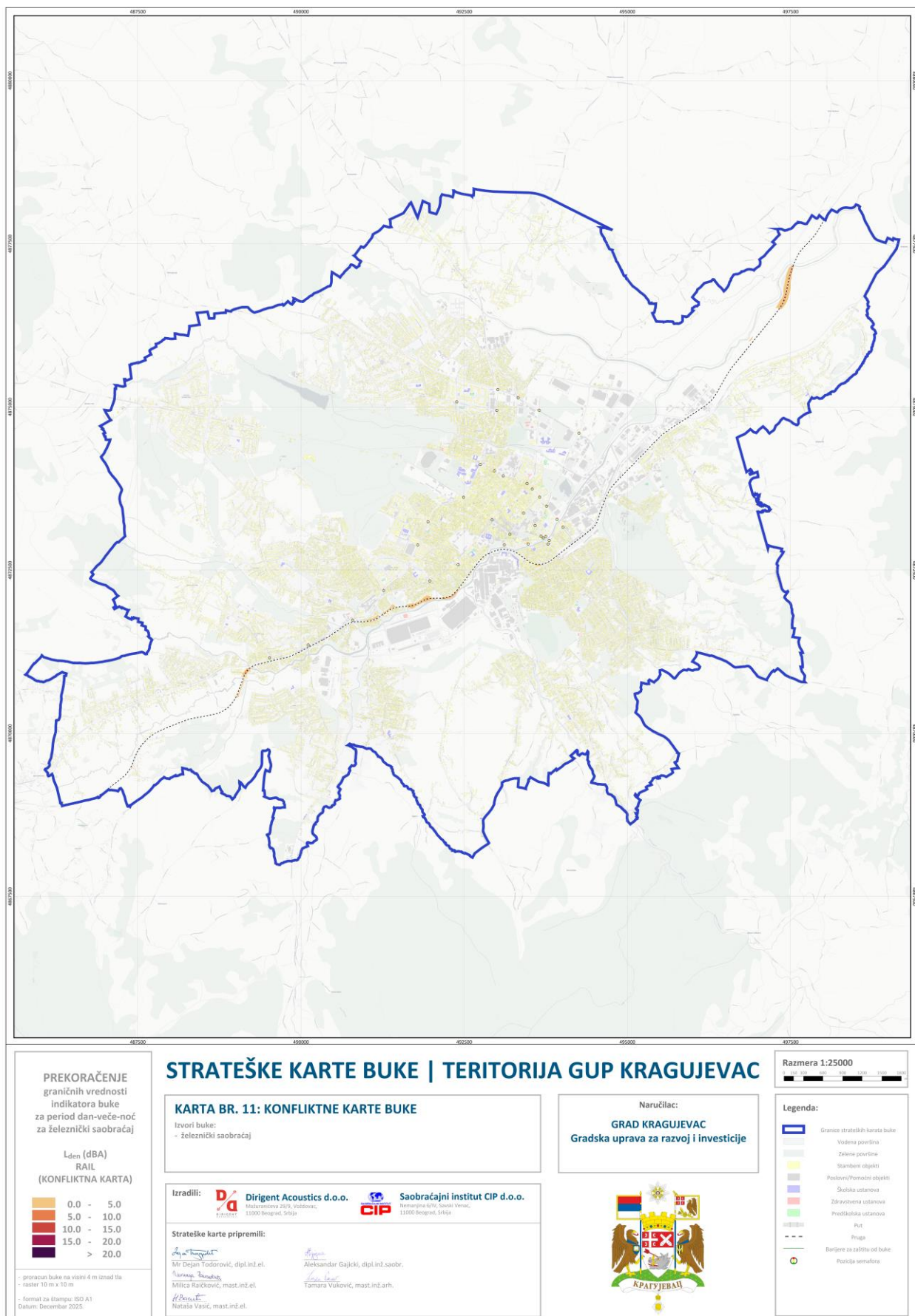
- Granice strateških karata buke
- Vodena površina
- Zelena površina
- Stambeni objekti
- Poslovni/Pomoćni objekti
- Školska ustanova
- Zdravstvena ustanova
- Predškolska ustanova
- Put
- Pruga
- Barijere za zaštitu od buke
- Postolja semafora

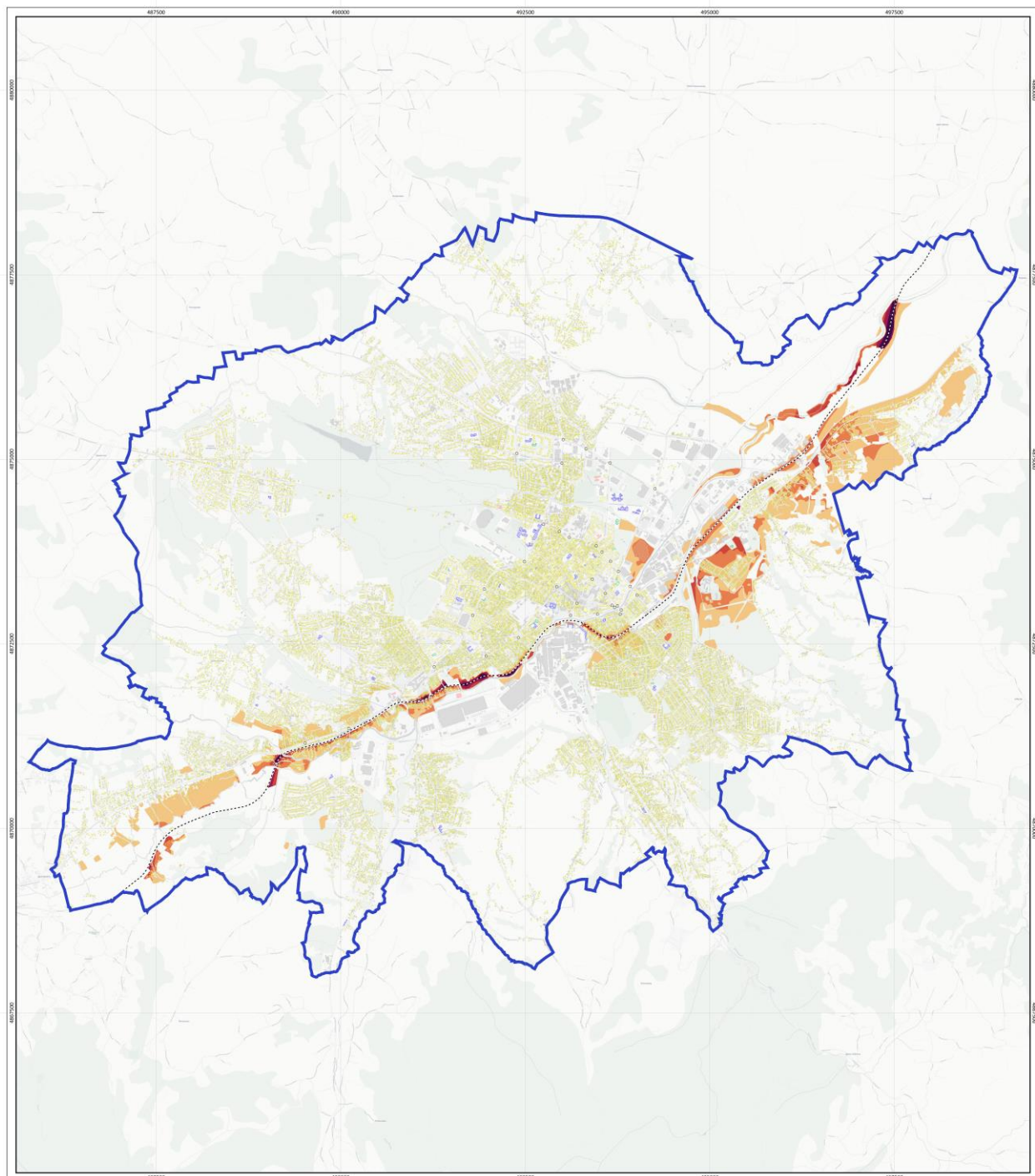






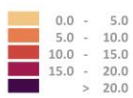






PREKORAČENJE
graničnih vrednosti
indikatora buke
za period noć
za železnički saobraćaj

L_n (dBA)
RAIL
(KONFLIKTNA KARTA)



- proračun buke na visini 4 m iznad tla
- raster 10 m x 10 m
- format za štampu: ISO A1
Datum: Decembar 2025.

STRATEŠKE KARTE BUKЕ | TERITORIJA GUP KRAГУJEVAC

KARTA BR. 12: KONFLIKTNE KARTE BUKЕ

Izvori buke:
- železnički saobraćaj

Izradili: **Dirigent Acoustics d.o.o.** **Saobraćajni institut CIP d.o.o.**
Miroslavica 209, Vršina, 11000 Beograd, Srbija. **CIP** Beogradska 6/97, Savski Venac, 11000 Beograd, Srbija

Strateške karte pripremili:

Mr Dejan Todorović, dipl.inž.el.

Milica Raičković, mast.inž.el.

Nataša Vasić, mast.inž.el.

Aleksandar Gajicki, dipl.inž.saobr.

Tamara Vuković, mast.inž.arh.

Naručilac:

GRAD KRAГУJEVAC
Gradska uprava za razvoj i investicije

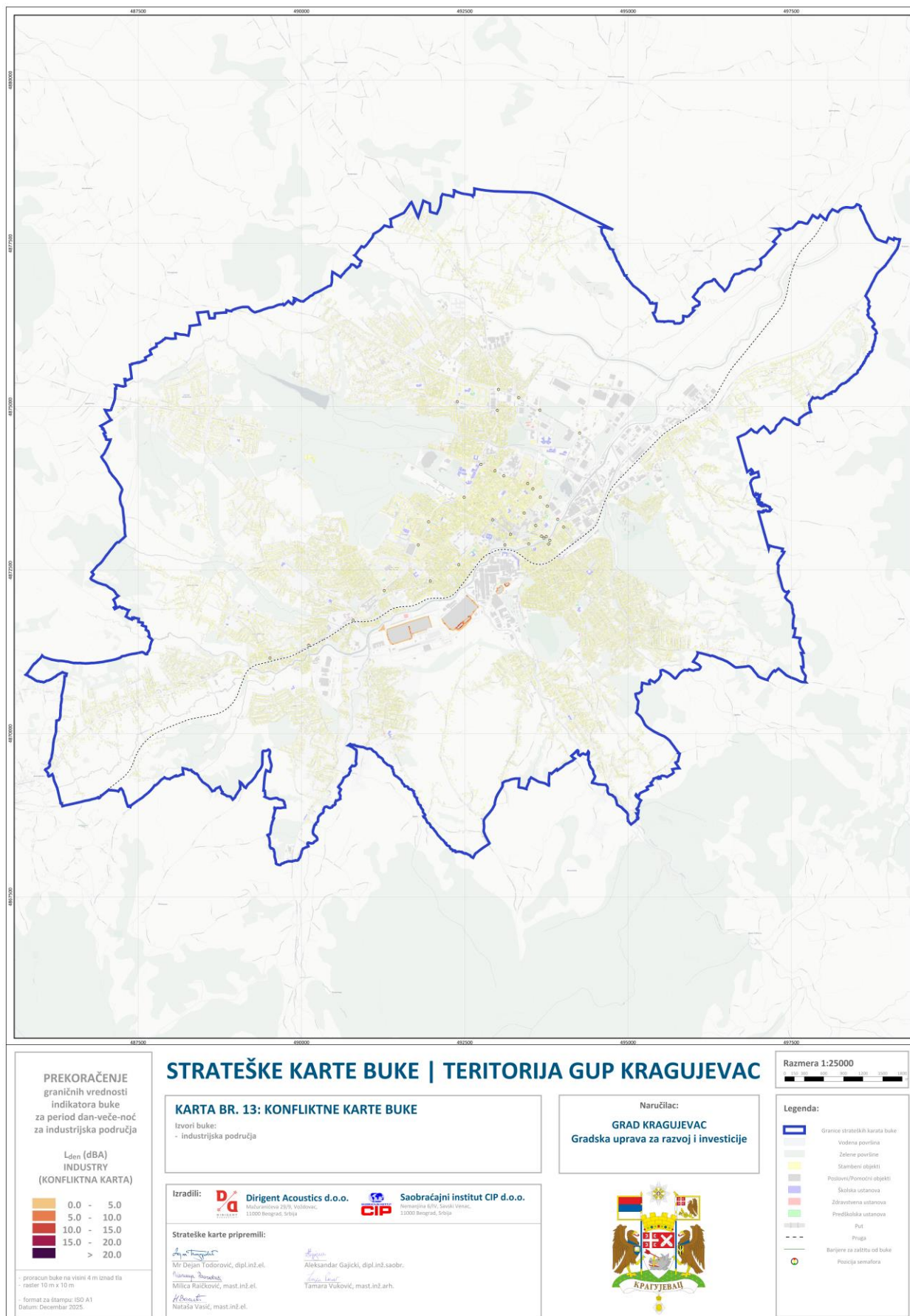


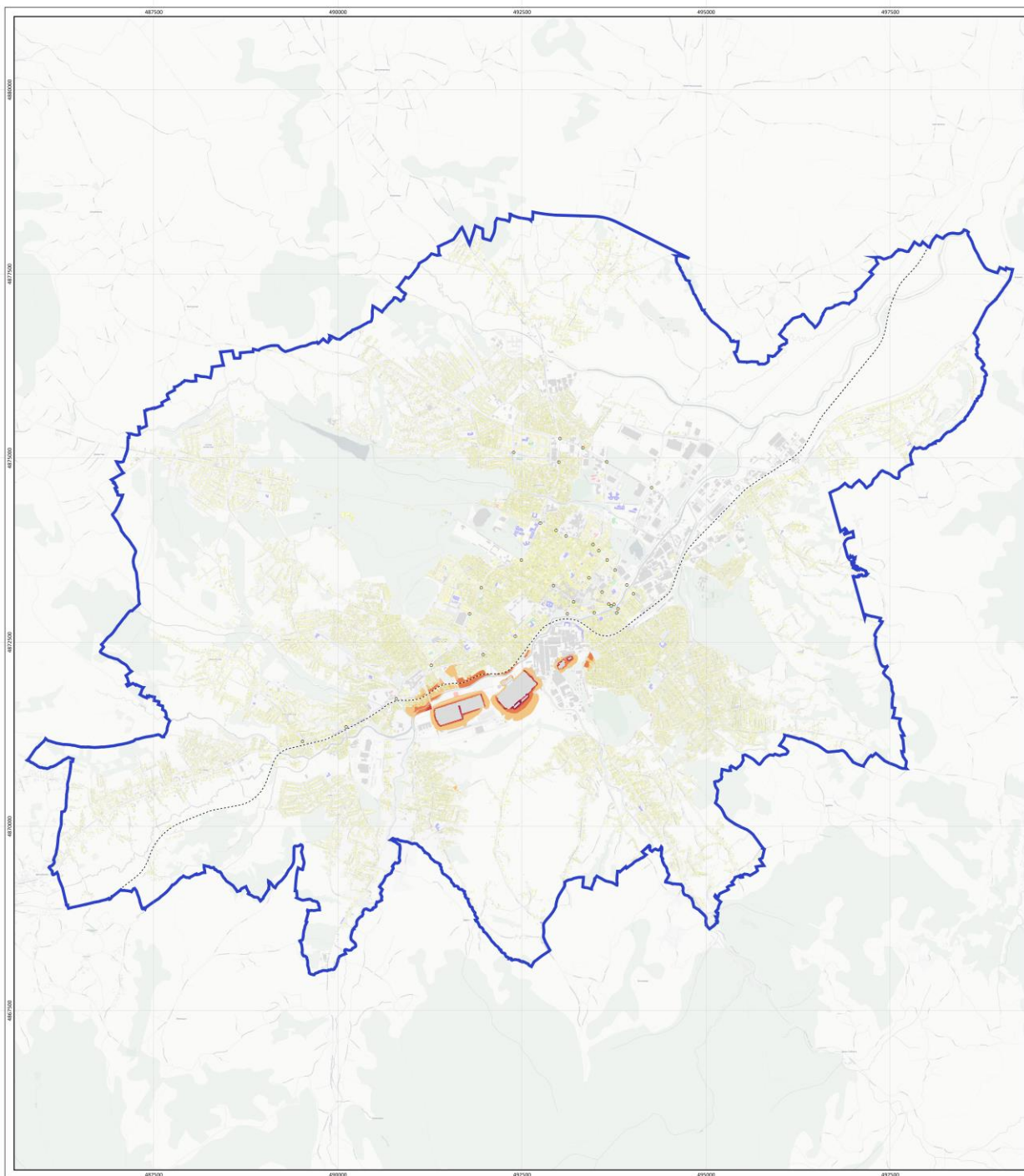
Razmera 1:25000



Legenda:

- Granice strateških karata buke
- Vodena površina
- Želene površine
- Stambeni objekti
- Poslovni/Pomoćni objekti
- Školske ustanove
- Zdravstvena ustanova
- Predškolska ustanova
- Put
- Pruga
- Barijere za zaštitu od buke
- Postaja semafora





PREKORAČENJE
graničnih vrednosti
indikatora buke
za period noć
za industrijska područja

L_n (dBA)
INDUSTRY
(KONFLIKTNA KARTA)



- proračun buke na visini 4 m iznad tla
- raster 10 m x 10 m
- format za štampu: ISO A1
Datum: Decembar 2023.

STRATEŠKE KARTE BUKU | TERITORIJA GUP KRAGUJEVAC

KARTA BR. 14: KONFLIKTNE KARTE BUKU

Izvori buke:
- industrijska područja

Izradili:

Dirigent Acoustics d.o.o.
Matoranova 29/9, Vršina,
11000 Beograd, Srbija

Saobraćajni institut CIP d.o.o.
Remenjska 6/IV, Sremski Vrh,
11000 Beograd, Srbija

Strateške karte pripremili:

Mr Dejan Todorović, dipl.inž.el.

Mr Milica Raičković, mast.inž.el.

Mr Nikola Vasić, mast.inž.el.

Aleksandar Gajicki, dipl.inž.saob.

Tamara Vuković, mast.inž.arh.

Naručilac:

GRAD KRAGUJEVAC
Gradska uprava za razvoj i investicije



Razmera 1:25000



Legenda:

- Granice strateških karata buke
- Vodena površina
- Zelene površine
- Stambeni objekti
- Poslovni/poslovni objekti
- Školske ustanove
- Zdravstvene ustanove
- Predškolske ustanove
- Put
- Pruga
- Barijere za zaštitu od buke
- Polozaj semafora