



Стратешке карте буке агломерације Нови Сад

Дејан Тодоровић^а, Милица Раичковић^а, Тамара Вуковић^а

^а *Dirigent Acoustics д.о.о.*

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.69.02.08

Стручни рад

Примљен: 21.05.2023.

Прихваћен: 07.06.2023.

Кореспондент аутор:

dejan.todorovic@dirigent-acoustics.co.rs

Кључне речи:

стратешке карте буке
агломерација
бука у животној средини
заштита од буке
CNOSSOS – EU

РЕЗИМЕ

Надлежни орган јединице локалне самоуправе Града Новог Сада 2021. године је расписао јавну набавку за прве стратешке карте буке за територију агломерације Нови Сад. Карте буке су реализоване методолошки и садржајно у складу са важећом законском регулативом Републике Србије и у складу са смерницама из Директиве ЕУ 2015/996 (CNOSSOS - EU:2015) и Директиве 2002/49/E3 (познатије као „European Noise Directive – END“). Друмски саобраћај, као доминантан извор буке у агломерацијама је посебно анализиран. Приликом реализације стратешких карата буке посебно је прављен модел друмског саобраћаја за више од 3.000 путних деоница, где је деоница сваки део саобраћајне инфраструктуре између две раскрснице, док су параметри за акустички модел дуж деонице дефинисани од тачке до тачке. Део података о саобраћају је прикупљен и кроз увид у Саобраћајну студију Новог Сада 2029, која је обухватала израду Транспортног модела Новог Сада – Модел НОСТРАМ [1], чија је израда била предвиђена у оквиру израде Генералног плана Новог Сада до 2029. године. Кроз прорачун обухваћено је више од 70.000 објеката са укупно 147.618 стамбених јединица и 320.346 становника на површини од укупно 137,96 km². Овај стратешки документ је први корак у процесу управљања буком и процене ефеката буке у животној средини, чији подаци се користе као основа за израду акционих планова заштите од буке у животној средини кроз које се прописују мере за смањење буке.

1. Увод

Бука представља један од загађивача животне средине чији кумулативни утицај може имати значајне и дугорочне последице по људско здравље. Истраживања су утврдила да континуално излагање људи високим нивоима буке може имати ефекат на повећање нивоа стреса, слабљење чула слуха, развој менталних проблема, повећање ризика од кардиоваскуларних обољења и развоја различитих хроничних обољења [2]. Главни начин решавања овог проблема је предузимање мера за смањење и контролисање нивоа буке. Са задатком смањења утицаја буке на животну средину израђене су бројне студије, норме и стандарди, као и законска регулатива кроз које се дефинишу дозвољени нивои буке у животној средини, али и процедуре кроз које је могуће постићи жељене ефекте и смањење негативних последица. Бука моторног саобраћаја представља један од значајних проблема данашњице, посебно унутар урбаних средина.

Како би ефикасно утицали на смањење негативног ефекта буке, неопходно је имати стратешки приступ решавању проблема и предузимању одговарајућих мера заштите на адекватном нивоу. Израда стратешких карата буке може се посматрати управо као први такав корак у процесу управљања и контроле буке у животној средини. Усвајањем првих стратешких и планских докумената везаних за буку друмског и железничког саобраћаја, као и буку унутар урбаних средина, реализоване су прве конкретне активности у домену заштите од буке у Републици Србији. Један од ових докумената чине управо у овом раду обрађене Стратешке карте буке за агломерацију Нови Сад [3], које први пут обухватају подручје Генералног плана Града Новог Сада [4] (у даљем тексту: ГУП), а уједно представља и тек други документ овог типа израђен за целину агломерације на територији државе. У овом раду је изложена методологија, процес и поступак израде стратешких карата буке, са фокусом на друмски саобраћај и његов утицај на буку на подручју агломерације Нови Сад.

2. Методологија и основе за израду стратешких карата буке

Потреба за израдом стратешких карата буке за подручје агломерација дефинисана је Законом о заштити од буке у животној средини [5], где се агломерације уједно дефинишу као делови територије са преко 100.000 становника где је густина становништва таква да се може сматрати урбанизованим подручјем. Кроз овај вид стратешког документа прорачунима се процењује и приказује укупна изложеност буци која потиче од друмског, железничког и ваздушног саобраћаја, као и од индустријских извора. Услед тога, неопходно је обухватити све релевантне путеве, пруге, аеродроме и индустријске локације које имају утицај у зони агломерације. Карте буке приказују постојеће, претходно или предвиђено стање буке изражено индикаторима буке у складу са Правилником о садржини и методама израде стратешких карата буке и начину њиховог приказивања јавности [6] (у даљем тексту: Правилник), као и прекорачење граничних нивоа буке. Кроз документ се врши процена броја људи који су изложени буци на одређеном подручју, као и станова, школа, болница и тихих фасада који су изложени одређеним вредностима индикатора буке. Карте буке се израђују за индикаторе буке за период дан-вече-ноћ (L_{den}) и за период ноћ (L_{night}) за све видове извора појединачно, као и свих извора заједно. У складу са локалном регулативом, карте буке се израђују за претходну календарску годину, а подаци који се користе не смеју бити старији од три године.

2.1. Примењени метод за израду стратешких карата буке

Важећи Правилник којим се ближе дефинише садржај и методологија израде стратешких карата буке, је попут и других законских докумената Републике Србије који се баве заштитом од буке, заснован на смерницама и директивама усвојеним од стране Европске комисије. Директива о буци у животној средини (2002/49/ЕЦ) (позната и као European Noise Directive, у даљем тексту: END) [7], прописује да се стратешке карте буке за све главне путеве, железнице, аеродроме и агломерације које утврђују изложеност и нивое буке одређеног подручја израђују на сваких 5 година. Стратешке карте буке се затим користе за информисање јавности о нивоима буке којој су изложени, као и за израду акционих планова за заштиту од буке кроз које се дефинишу мере и акције за смањење нивоа буке. За потребе израде карата буке за агломерацију Нови Сад примењена је нова заједничка метода оцењивања CNOSSOS - EU:2015 дефинисана кроз Директиву ЕУ 2015/996 [8], која се односи на све стратешке карте буке израђене након 31. децембра 2018. године.

Кроз овај документ стављен је ван снаге и замењен је Прилог II END, и стога замењује Прилог 1.1 „Методе за оцењивање основних индикатора“ из локалне Уредбе о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини [9], у којем се наводе претходне методе оцењивања које је препоручивала ЕУ. CNOSSOS - EU (Common NOise aSSessment MethOdS) метод за израду стратешких карата буке је развијен у периоду од 2009 - 2012 године од стране Европске комисије како би се створио заједнички методолошки оквир за израду стратешких карата буке према END. Метода настаје у циљу побољшања ефикасности имплементације END, али и зарад обезбеђивања конзистентних и упоредивих података свих земаља чланица.

2.1.1. Специфичности друмског саобраћаја

За потребе израде стратешких карата буке за прорачун друмског саобраћаја, коришћена је методологија дефинисана кроз CNOSSOS - EU. У складу са овим методолошким оквиром, возила се за потребе прорачуна сврставају у једну од четири главне категорије (са две поткатеорије) у зависности од њихових акустичких карактеристика. Ове категорије приказане су у табели 1. Бука друмског саобраћаја се утврђује комбиновањем емисије буке сваког појединачног возила које формира саобраћајни ток по дефинисаним категоријама. [10]

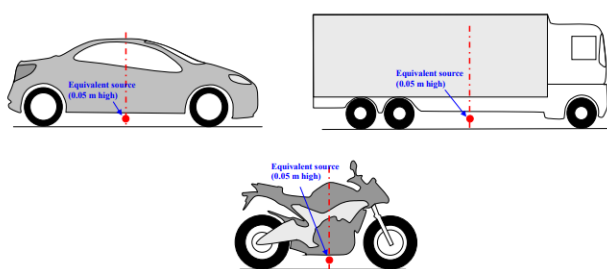
Табела 1. Четири главне категорије возила на основу CNOSSOS – EU методе

Кат.	Назив	Опис	Кат. возила на основу Директиве 2007/46/ЕЦ*
1	Лака моторна возила	Путнички аутомобили, доставна возила ≤ 3.5 тоне, теренски аутомобили, 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 мопеда, 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

Извор: (Kephelopoulous, S.; Paviotti, M.; Anfosso-Lédée, F., 2012)

За прорачун простирања буке и за одређивање емисије звучне снаге саобраћајног тока, потребно је описати сваки појединачни извор са једним или више тачкастих извора који се крећу. У CNOSSOS - EU методи, свако возило (у складу са категоријом) је представљено једним тачкастим извором. Као што је приказано на слици 1, овај тачкасти извор је постављен 0,05 m изнад површине пута, јер је бука контакта гума са подлогом доминантан извор буке возила у покрету. Саобраћајни ток се за потребе прорачуна представља као линијски извор, а приликом моделовања пута са више трака, свака трака треба да буде представљена линијским извором постављеним у осни траке. Смањење броја линијских извора може се постићи постављањем једног линијског извора на сваку спољну траку пута или, у случају пута са две траке, на средини самог пута. [10] Дуж линијских извора се симулира проток саобраћаја помоћу следећих параметара: број возила који саобраћа дуж одређене деонице пута (по категорији и периоду дана), просечне брзине кретања возила на деоници (по категорији и периоду дана), карактеристике подлоге – хабајућег слоја, просечним годишњим метеоролошким подацима на основу којих се врше одговарајуће корекције, и др.; а нагиб деонице (од тачке до тачке), аутоматски се прорачунава у акустичком моделу.



Слика 1. Локација еквивалентног тачкастог извора на лаким возилима (категирија 1), средње тешким и тешким возилима (категирије 2 и 3) и двоточкашима (категирија 4)

Извор: (Kefalopoulos, S.; Paviotti, M.; Anfoso-Lédée, F., 2012)

2.1. Примењени метод за израду стратешких карата буке

Први и кључни корак у процесу израде стратешких карата буке је дефинисање подручја за које се израђују карте [11]. По одређивању просторног обухвата, прикупљају се сви релевантни подаци за подручје које се обрађује и на основу њих се формира акустички модел. Ово подразумева информације о топографији терена, постојећим објектима (координате, висина, површина, намена сваког објекта,...), локацији (насељима, становништву, густини насељености,...), метеоролошким условима (просечним годишњим вредностима температуре ваздуха, ваздушног притиска, напона водене паре, релативне

влажноти, падавина и ветра), друмском саобраћају са подацима о карактеристикама коловоза, железничком саобраћају са подацима о карактеристикама пруга, значајним изворима индустријске буке, аеродромима који се налазе на подручју агломерације, свим спроведеним мерама и програмима заштите од буке и релевантним двадесетчетворо-часовним мерењима буке индустријских постројења обављеним на територији агломерације.

Како би се прецизно израдио модел за прорачун нивоа буке за територију агломерације, формира се дигитални модел терена (ДТМ) унутар софтвера за прорачун простирања буке на основу података о координатама (x, y и z) за обухваћено подручје. Дигитални модел терена функционише као основа за прорачун простирања, где се по његовом генерисању постављају сви објекти који су потребни за прорачун (зграде, путеви, пруге, тунели, мостови, зелене површине, раскрснице, кружни токови, итд.). Помоћу дигиталног модела терена се такође детерминише слабљење буке услед конфигурације и ефекта тла. Неопходни су детаљни подаци о свим зградама смештеним на територији агломерације. Ово подразумева информације о њиховој тачној позицији, основи, висини, спратности и намени. Спратност зграда се у случају недостатка тачних података за сваки појединачни објекат, одређују на основу висине објекта и просечне вредности висине етажне. Прецизност података је од суштинског значаја за квалитетан прорачун, како представља предуслов за одређивање изложености становништва одређеним вредностима индикатора буке. Објекти се за потребе израде стратешких карата буке дефинишу на основу њихове претежне намене и у складу са тим су сврстани у једну од наредних категорија:

1. Стамбени објекти (у које су сврстани и хотели, старачки домови, ученички и студентски домови, итд.)
2. Објекти нестамбене намене (индустријски објекти, трговински објекти, пословни објекти, бензинске станице, зграде јавних установа, помоћни објекти, итд.)
3. Образовни објекти (основне школе, средње школе и објекти вишег образовања)
4. Објекти предшколских установа
5. Здравствени објекти (клинички центри, болнице, домови здравља и друге здравствене установе)

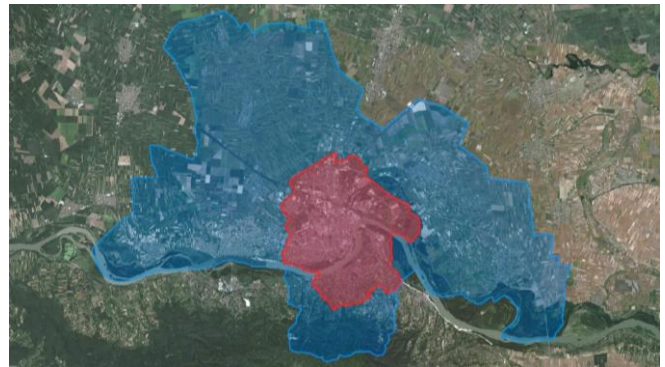
Процена изложености буци становника агломерације врши се у складу са приступом наведеним у оквиру CNOSSOS - EU, односно на нивоу стамбене јединице, односно зграде, а не на нивоу појединца [10]. Помоћу података о густини насељености за дефинисане просторне целине и укупне нето стамбене површине појединачног објекта врши се прорачун за расподелу становништва по стамбеним јединицама.

Подаци о изворима буке (друмском, железничком и авио саобраћају, као и индустријским изворима) и свим до тада спроведеним мерама заштите од буке се затим имплементирају у прорачун са свим релевантним подацима потребним за прецизан и веродостојан прорачун. На основу формираног модела и акустичких прорачуна се затим генеришу стратешке карте које визуелно приказују вредности за индикаторе буке L_{den} и L_{night} , прикази прекорачења граничних вредности, као и процена изложености становништва, станова и објеката карактеристичних намена у свему у складу са Правилником. За израду стратешких карата буке користе се посебни рачунски програми који морају да имају потврду да је програм у складу са методама из CNOSSOS - EU:2015 у виду потврде резултата из испитних случајева као што је наведено у ISO/TR CNOSSOS - EU R 17534-4. За све прорачуне стратешких карата буке за територију агломерације Нови Сад коришћен је софтвер SoundPLAN Acoustic Complete, верзија 8.2, који је валидиран и сертификован за прорачун буке у животној средини. 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.

3. Опис агломерације

Обухват стратешких карата буке за подручје агломерације Нови Сад одређен је у сарадњи са надлежним органом јединице локалне самоуправе, ослањајући се на постојећу правну и планску документацију за подручје града. Границе агломерације за које су израђене стратешке карте буке (уже подручје града приказано на слици 2) утврђене су кроз Одлуку о одређивању акустичних зона на територији града Новог Сада [12] и обухвата подручје ГУП-а. Територијални обухват пројекта заузима укупну површину од 137,96 km² и у целости обухвата катастарске општине Нови Сад I, II, III и IV и Сремску Каменицу, као и делове општина Петроварадин (10 ha припада грађевинском рејону насеља Буковац), Ветерник (Адице и Ветерничка рампа), Лединци, Буковац, Ченеј и Футог.

Надморска висина подручја агломерације креће се од 75 m до 238 m, а територија Новог Сада може се поделити на две целине у погледу топографије, које су просторно разграничене Дунавом. Кроз прорачун стратешких карата буке за агломерацију Нови Сад обрађени су подаци за око 70.000 објеката различитих намена. Подаци о становништву на територији агломерације су прикупљени из јавно доступних извора Републичког завода за статистику [13] и ЈКП Информатике Нови Сад [14], а обрађени подаци за целокупну територију агломерације дати су у табели 2.



Слика 2. Обухват територије изван ужег подручја Града Новог Сада (плаво) и унутар ужег подручја Града Новог Сада обухваћеног Генералним планом града (црвено)
Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

Табела 2. Подаци о стамбеним јединицама и метрима квадратним стамбеног простора који у просеку стоји на располагању једном становнику за 2021. годину

Просторни обухват	Стамбених простора	Колективно становање	Индивидуално становање
Агломерација Нови Сад	147 618	122 985	24 633
Просторни обухват	Становника	Површина ст. простора (m ²)	m ² по становнику
Агломерација Нови Сад	320 346	8 189 626	25,56

Извор: (<https://nsinfo.co.rs/cyr/broj-stanovnika-po-mesnim-zajednicama>, 2021)

Метеоролошки подаци прикупљени су из званичних извештаја Републичког хидрометеоролошког завода Србије [15, 16]. Преглед дела ових података са главне метеоролошке станице Римски Шанчеви бр. 1654 приказан је кроз табелу 3.

Табела 3. Метеоролошки подаци за Нови Сад

Средње годишње вредности						
Година	Ваздушни притисак					
	(mb)					
	7	14	21	ср		
2019	1006.1	1005.7	1005.8	1005.9		
2020	1007.7	1007.2	1007.3	1007.4		
Средње годишње вредности						
Година	Температура ваздуха			Екстрими		
	(°C)			(°C)		
	мах	мин	амп	ср	мах	мин
2019	19.3	8.2	11.1	13.4	37	-12
2020	18.4	7.8	10.6	12.8	35.3	-6.6

Извор: (РХЗ (Републички хидрометеоролошки завод), 2020, 2021)

Кроз стратешке карте буке агломерације Нови Сад обухваћени су прорачуни нивоа буке друмског саобраћаја, железничког саобраћаја и индустријских извора (укључујући и постројења и активности за које се издаје интегрисана дозвола), док прорачуни за ваздушни саобраћај нису вршени како унутар граница зоне агломерације не постоји аеродром који је у функцији.

3.1. Претходно спроведене мере заштите од буке

До тренутка процеса реализације стратешких карата буке, кроз Одлуку о одређивању акустичних зона на територији града Новог Сада [12] дефинисане су акустичке зоне на територији Града Новог Сада (подаци о зонама дати су у табели 4). Такође, у претходних десет година реализоване су и стратешке карате буке за неколико мањих обухвата на територији града, и то: Лимани, Стари Град (Нови центар и Грбавица), Северни Телеп са околином, Центар са околином, Сателит и Ново Насеље, Детелинара и Авијатичарско насеље, делови радне зоне Север II, Банатића, Роткварије, Салајке, Подбаре и Радне зоне Север III. Ове карте буке нису имале употребну вредност, јер нису одговарале захтевима Правилника.

У погледу просторних интервенција, до тренутка израде стратешких карата буке постављено је неколико баријера за заштиту од буке друмског саобраћаја. Једна баријера је смештена на излазу са аутопута Е-75 на Темерински пут у зони насеља Кписа, док се пет краћих баријера налази дуж Булеvara Европе у зони насеља Горње Ливаде и оне су имплементиране у наш модел.

Табела 4. Граничне вредности индикатора буке акустичких зона Новог Сада

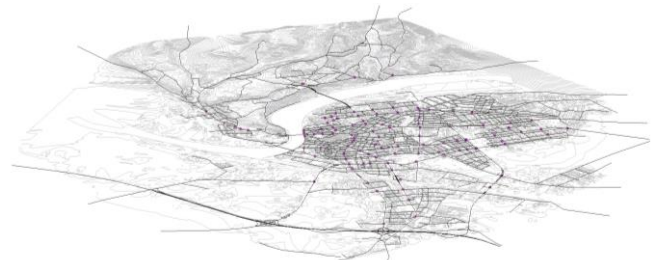
Зона	Намена простора	Ниво буке у dB (A)			Боја зоне
		за дан (06-18h)	за вече (18-22h)	за ноћ (22-06h)	
1	Подручја за одмор и рекреацију, болничке зоне и опоравилишта, културно-историјски локалитети, велики паркови	50	50	40	Зелена
2	Туристичка подручја, кампови и школске зоне	50	50	40	Плава
3	Чисто стамбена подручја	55	55	45	Жута
4	Пословно-стамбена подручја, трговачко-стамбена подручја и деchја игралишта	60	60	50	Оранжева
5	Градски центар, занатска, трговачка, административно-управна зона са становима, зона дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница	65	65	55	Светло наранџаста
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			Ружичаста

Извор: ("Службени лист Града Новог Сада", бр. 54/2015 и 32/2017)

4. Друмски саобраћај и путна мрежа

На основу ГУП-а, за саобраћајну повезаност агломерације, као значајни саобраћајни токови издвајају се аутопут Е-75 (државни пут А1, IА реда), државни пут IБ реда ознаке 12, који преко Новог Сада води ка Зрењанину и државној граници са Румунијом и државни пут IБ реда ознаке 21, који из Новог Сада преко Руме и Шапца води ка Сјеници. Важећи ГУП међу најзначајније магистралне саобраћајнице на левој обали Дунава издваја пут дуж Суботичке пруге од аутопута Е-75 до Дунава (са везом на мост који се предвиђа после планског периода), завршетак магистралног пута М-7 од улице Партизанске до улице Корнелија Станковића (обилазнице око Алмашког гробља), повезивање Булеvara Јаше Томића са Темеринском улицом (улицом Косте Шокице) и Алмашке улице са улицом Марка Миљанова.

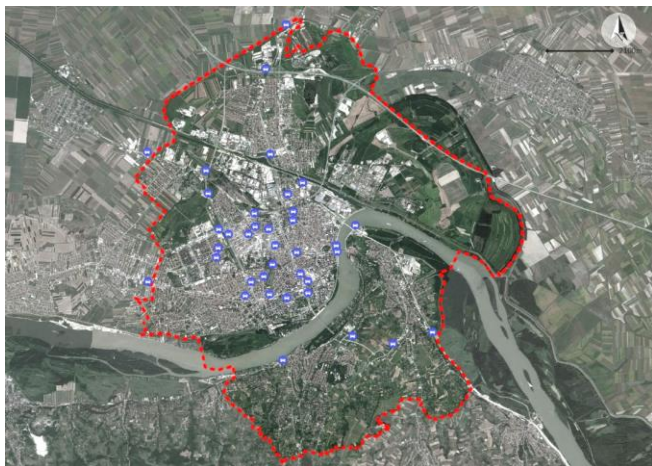
Као релевантни документ у погледу података везаних за друмски саобраћај, коришћена је Саобраћајна студија Града Новог Сада са динамиком уређења саобраћаја – Новосадски Саобраћајни ТРАнспортни Модел (у даљем тексту НОСТРАМ) [1].



Слика 3. Приказ изохипси терена са трасама друмског саобраћаја у софтверу SoundPLAN 8.2.

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

Трасе друмског саобраћаја (слика 3) унутар зоне агломерације достављене су из званичних база података за територију Новог Сада од стране Градске управе за заштиту животне средине Града Новог Сада у ESRI Shape формату са дефинисаним висинским координатама. Ове трасе су затим анализирани и упоређени са подацима из НОСТРАМ-а, као и са постојећим стањем на терену. Свака целина између две раскрснице подељена је и посебно дефинисана као путна деоница, а релевантни параметри дуж деоница уношени су од тачке до тачке. На овај начин дефинисане су вредности кроз које се детерминише ширина саобраћајнице и број трака, као и позиције мостова, натпутњака и тунела. Позиције семафора и кружних токова су појединачно дефинисане на основу података из званичне ГИС базе података за територију Новог Сада. Модел израђен за потребе прорачуна друмског саобраћаја садржао је више од 3.000 путних деоница.



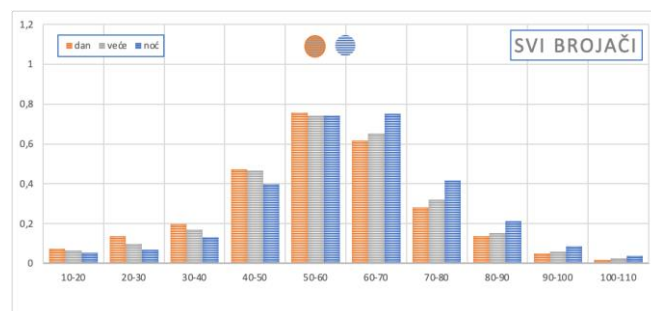
Слика 4. Позиције аутоматских мерача моторног саобраћаја на територији Новог Сада

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

Нови Сад поседује систем за аутоматско бројање саобраћаја, успостављен на 41 локацији. Овај систем прикупља податке о броју возила и бицикала, о категорији возила, брзини кретања возила, као и опште информације о датуму, времену и температури. За потребе израде стратешких карата буке коришћени су подаци са бројачких места, изузимајући бројаче који бележе само проток бициклистичког саобраћаја. На слици 4 су приказане локације ових бројача саобраћаја. За потребе прорачуна нивоа буке у животnoj средини користе се подаци о просечном дневном (од 06 - 18 сати), вечерњем (од 18 – 22 сата) и ноћном (од 22 - 06 сати) саобраћају. За израчунавање дневног, вечерњег и ноћног протока саобраћаја из целодневног или вршног, коришћен је посебан алгоритам развијен за потребе реализације ових стратешких карата буке. Вредности прикупљене са бројача су коришћени за нормализацију података из НОСТРАМ-а како би се формирао модел који одговара реалним условима саобраћаја у Новом Саду и у највећој мери избегло коришћење апроксимација. Типови возила дефинисани су на основу CNOSSOS - EU методе категоризације типова возила. За потребе акустичких прорачуна сви параметри интензитета саобраћаја дефинисани су по временским интервалима за ове четири категорије возила, појединачно за сваку деоницу.

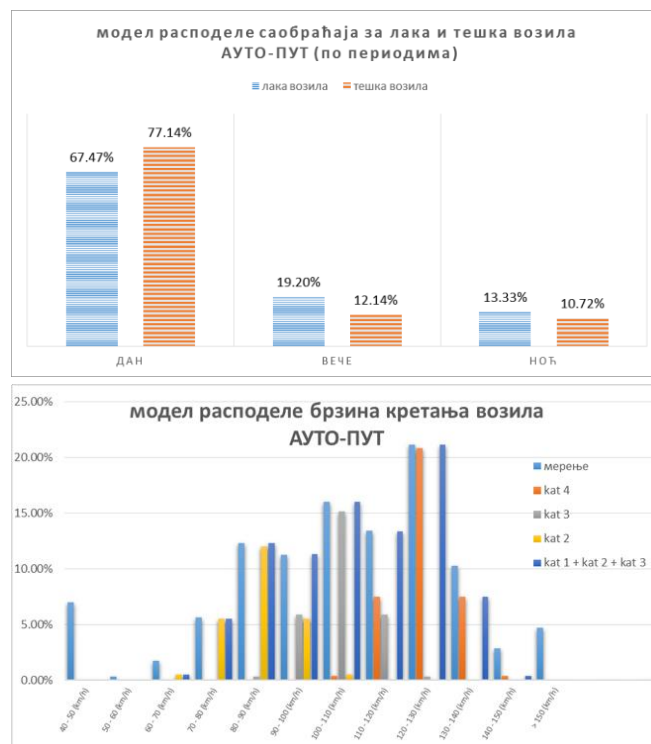
Вредности просечне брзине возила су у већини случајева једнаке или нешто мање од ограничења брзине на одређеној саобраћајној деоници. Ограничења за већину деоница се мењају дуж деонице, у зависности од тога да ли се на путу налазе искључења, укрштаји (раскрснице и станице за гориво), сужења (мостови, натпутњаци и тунели), хоризонталне и вертикалне кривине чији су радијуси мањи од минималног радијуса за законом одређену максималну брзину на предметном путу, насеља, зоне школа, успоривачи саобраћаја, итд. У прорачуну су за сваку деоницу као полазне

коришћене вредности ограничења брзине. Ове вредности су на неким деловима деоница провераване и теренским мерењима просечне брзине возила. Станице за мерење броја возила на територији Новог Сада, такође бележе и брзине кретања возила и те вредности су коришћене у моделу. Подаци са свих аутоматских мерача су обрађени за периоде дан, вече и ноћ појединачно, а збирни резултати су приказани на Слика 5 (кружићима је приказана усвојена вредност брзине протока саобраћаја).



Слика 5. Статистички подаци о броју и брзини кретања возила за дан, вече и ноћ за свих бројача

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

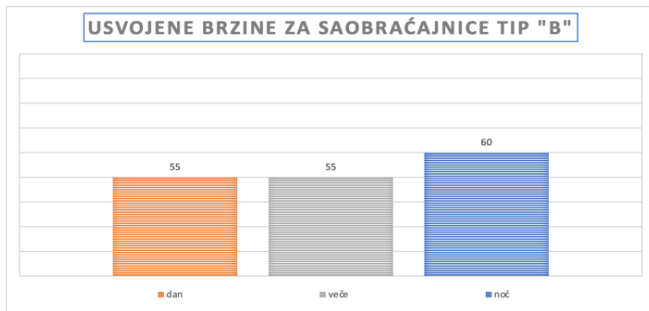


Слика 6. Успостављене брзине за саобраћајнице тип „А“ - аутопут за дан, вече и ноћ. Лака возила су возила категорије 1, 2 и 4, тешка возила су категорије 3

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

Усвојене брзине кретања возила по типу саобраћајнице дате су кроз Слике 6 и 7, где је извршена подела на Тип „А“ – аутопут и Тип „Б“ – главне градске саобраћајнице на којима нема бројача саобраћаја.

За магистралне саобраћајнице, као и остале градске саобраћајнице усвојене су брзине кретања према подацима о ограничењу брзине кретања возила за сваку деоницу.



Слика 7. Усвојене брзине за саобраћајнице тип "Б" за дан, вече и ноћ

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

5. Резултати

Сви прикупљени подаци унети су у софтвер за прорачун како би се формирали акустички модели. Пробни прорачуни мање резолуције врше се пре реализације коначних прорачуна како би се проверили параметри прорачуна на више нивоа како би се препознали и уклонили могући недостаци. Визуелни приказ пробног прорачуна дат је на слици 5, где су уочени објекти без резултата поправљени и укључени у коначни прорачун и на основу прорачунатих вредности индикатора буке је проверен саобраћајни модел. Након неколико итерација пробних прорачуна, извршен је коначни прорачун у захтеваној резолуцији за сваки тип извора буке. Сви прорачуни су, у складу са END, вршени узимајући у обзир директан звук и једну рефлексију. Кањон ефекат је коришћен за прорачун у зонама у којима се ефекат јавља (високе зграде у низу са обе стране деонице). Коначни прорачун за све изворе буке извршен је у растеру 10 m x 10 m, на висини 4 m изнад терена (укупно 1.300.000 тачака). На исти начин рађен је и прорачун буке на свим пријемницима на фасадама стамбених, школских и здравствених објеката (на укупно 442.500 тачака). Прорачун је реализован на 6 десктоп рачуна са укупно 48 процесорских језгара са просечним тактом приликом израчунавања од око 4,2 GHz и трајао је око 6 дана непрекидно.

Подручје које је обрађено кроз стратешке карте буке обухвата укупну површину од 137,96 km² са бафер зоном од 1 km за вршење прорачуна. Прорачуном је обухваћено 147.618 стамбених јединица унутар којих је смештено 320.346 становника Новог Сада. Резултат прорачуна представљају карте буке са визуелним приказом индикатора буке L_{den} и L_{night} за друмски саобраћај, железнички саобраћај и за индустријске изворе. У складу са Правилником, за приказ карата буке коришћен је код боја приказан

кроз табелу 5, а приказ карте буке за друмски саобраћај за L_{den} представљен је на слици 9. На овај начин приказани су кумулативни ефекти свих извора заједно, као и појединачни прикази за сваки појединачни вид извора буке. На основу ових прорачуна и у складу са Одлуком о одређивању акустичких зона на територији Града Новог Сада [12], генерисане су и конфликтне карте буке. Конфликтне карте представљају визуелни приказ прекорачења граничних вредности индикатора буке за период L_{den} и L_{night} за све посматране изворе буке појединачно. Приказ прорачуна буке за друмски саобраћај за период L_{den} дат је на слици 8.



Слика 8. Успостављене брзине за саобраћајнице тип "А" - аутопут за дан, вече и ноћ. Лака возила су возила категорије 1, 2 и 4, тешка возила су категорије 3

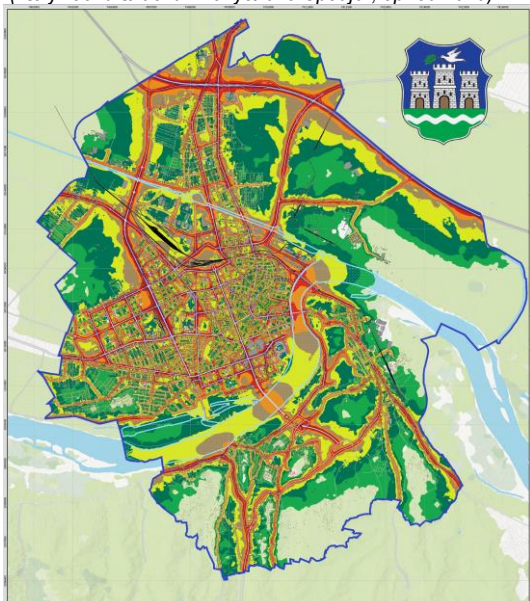
Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

На основу акустичких прорачуна извршена је процена изложености становништва по опсегу индикатора буке. Утврђен је број становника који је изложен опсезима буке и у табелама 6 и 7 приказане су ове вредности за све обрађиване изворе буке појединачно и за све изворе буке заједно. Изложеност становништва у становима са тихом фасадом и становима са посебном звучном изолацијом, као и број станова, болница, школа и вртића који су изложени одређеним вредностима индикатора буке такође су анализирани кроз овај пројекат. Све анализе вршене су за период L_{den} и L_{night} у складу са Правилником.

Табела 5. Код боја за приказ нивоа буке на картама

Ниво буке $L_{dB(A)}$	Назив боје	Ознака боје према DIN 6164, Део 1 Т:С:Д	Одговарајућа боја у регистру боја
$L \leq 35$	светлозелена	22,9:2,0:1,3	RAL 6019
$35 < L \leq 40$	зелена	23,0:7,3:3,1	RAL 6018
$40 < L \leq 45$	тамнозелена	20,8:6,2:5,2	RAL 6016
$45 < L \leq 50$	жута	24,8:5,9:0,7	RAL 1016
$50 < L \leq 55$	окер	2,8:4,3:2,9	RAL 1011
$55 < L \leq 60$	пастелнонаранџаста	5,1:6,0:1,1	RAL 2003
$60 < L \leq 65$	црвена	7,4:8,6:2,0	RAL 3020 – F81
$65 < L \leq 70$	рубин-црвена	7,8:8,9:3,6	RAL 3003
$70 < L \leq 75$	пурпурна	10,3:5,7:3,9	RAL 4006 – F81
$75 < L \leq 80$	светлоплава	17,3:4,4:2,2	RAL 5012
$80 < L$	тамноплава	17,3:5,7:4,0	RAL 5019

Извор: ("Службени гласник Републике Србије", бр. 80/2010)



Слика 9. Финални приказ карте буке друмског саобраћаја за период дан-вече-ноћ (L_{den}) за целокупну територију агломерације Нови Сад
Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

Табела 6. Анализа изложености становништва опсезима буке индикатора L_{den} за територију агломерације Нови Сад

Анализа изложености становништва - L_{den}					
Опсег индикатора буке $L_{den}/dB(A)$	Број становника изложен опсезима буке индикатора L_{den}				Сви извори буке заједно
	Друмски саобр.	Железн. саобр.	Ваздуш. саобр.	Индустр. подручја	
< 55	224 985	309 480	-	320 091	224 615
55 - 59	32 470	592	-	157	32 624
60 - 64	33 702	262	-	55	33 890
65 - 69	26 659	88	-	1	26 692
70 - 74	2 484	15	-	0	2 484
> 75	0	0	-	0	0

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

Табела 7. Анализа изложености становништва опсезима буке индикатора L_{night} за територију агломерације Нови Сад

Анализа изложености становништва - L_{night}					
Опсег индикатора буке $L_{night}/dB(A)$	Број становника изложен опсезима буке индикатора L_{night}				Сви извори буке заједно
	Друмски саобр.	Железн. саобр.	Ваздуш. саобр.	Индустр. подручја	
< 45	221 560	308 394	-	320 117	221 021
45 - 49	33 289	1 452	-	119	33 621
50 - 54	33 669	420	-	33	33 821
55 - 59	27 909	127	-	35	27 956
60 - 64	3 868	40	-	0	3 876
65 - 69	9	5	-	0	11
> 70	0	0	-	0	0

Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)



Слика 10. Приказ конфликтних карата буке друмског саобраћаја за период дан-вече-ноћ (L_{den}) за део територије агломерације Нови Сад – Црвеном бојом назначене су подручја где су забележена прекорачења
Извор: (Стратешке карте буке – Град Нови Сад, 2022)

5. Закључак

Бука представља један од загађивача који значајно утиче на деградацију квалитета живота људи, посебно у подручјима у близини прометних саобраћајница и унутар урбаних средина. Бука је локални проблем, а простирање буке у животној средини се показује као комплексан проблем и захтева висок степен стручности. Један од закључака CNOSSOS - EU, а и наша искуства из праксе показују да релевантни урбанистички планови развоја неадекватно и површно обрађују буку као битан параметар при пројектовању, осим у изузетним случајевима (нпр. заштита зграда посебне намене). Услед тога, неопходан је детаљнији приступ на различитим нивоима, посебно када је реч о планским и стратешким документима помоћу којих је могуће обезбедити свеобухватнији ниво контроле и умањења нивоа буке. Показали смо да су стратешке карте буке значајан алат у процесу процене утицаја буке у животној средини, информисања грађана и представљају основу за израду акционих планова за заштиту од буке. Оне услед тога морају бити поуздане, јасне и упоредиве једна са другом и неопходно је обезбедити конзистентност квалитета њихове израде [17].

У процесу реализације Стратешких карата буке агломерације Нови Сад за 2021 годину, имплементирани су хармонизовани стандарди (CNOSSOS - EU) на највишем нивоу, чиме је обезбеђен веродостојан приказ стања буке на територији агломерације. Анализом резултата приказаних кроз графичке и табеларне прилоге, утврђено је да су на подручју Новог Сада забележена значајна прекорачења усвојених граничних вредности. Као доминантан извор буке издваја се друмски саобраћај. Око 30% грађана Новог Сада је изложено повишеним вредностима индикатора буке L_{den} , а 31% повишеним вредностима индикатора буке L_{night} . Утврђено је да је од укупног броја становника на територији агломерације који су изложени нивоима буке преко граничне вредности од 55 dB (A) у целодневном периоду (L_{den}), њих 99,6% је изложено буци која проистиче од друмског саобраћаја.

У ноћном периоду (L_{night}) удео популације који је изложен нивоима буке друмског саобраћаја преко 45 dB (A) чини 99,4% укупног становништва изложеног буци свих разматраних извора. Како би утицали на побољшање квалитета живота и здравља грађана Новог Сада, неопходно је да се на основу резултата стратешких карата буке израде и акциони планови за заштиту од буке кроз које би се прописале адекватне и економски оправдане мере смањења и контроле буке друмског саобраћаја помоћу којих би се вредности индикатора буке у што већој мери довеле унутар граничних вредности. Неопходно је наставити и доследно спроводити и стратешке и тактичке мере смањења буке у животној средини, које за циљ имају побољшање квалитета живота грађана, а на које обавезује и локална и ЕУ регулатива.

Agglomeration of Novi Sad Strategic Noise Maps

Dejan Todorović, Milica Raičković, Tamara Vuković

Dirigent Acoustics d.o.o.

Abstract: The local governing unit of the City of Novi Sad issued a public procurement in 2021 for the first strategic noise maps for the territory of the Novi Sad agglomeration. The strategic noise maps were methodologically and in terms of content realized in accordance with the local regulations of the Republic of Serbia that were in effect, as well as the Directive EU 2015/996 (CNOSSOS - EU:2015) and Directive 2002/49/EZ (better known as "European Noise Directive – END") guidelines. Road traffic was specifically analyzed due to it being the dominant noise source in the agglomeration. During the realization of the strategic noise maps a noise model for road traffic was created, with more than 3.000 road sections, where a road section is a part between two road junctions for the entire traffic infrastructure, with parameters for the acoustic model defined from point-to-point along the section. A part of the traffic data was gathered through the Traffic Study of Novi Sad 2029, which encompassed the Transportation Model of Novi Sad – NOSTRAM Model [1], the realization of which was planned as part of the development of General Plan of Novi Sad until 2029. The calculations encompassed more than 70.000 buildings with 147.618 living units and 320.346 inhabitants on a total area of 137,96 km². This strategic document is the first step in noise management and environmental noise assessment, the data of which is used as the basis for action plans for environmental noise protection through which noise reduction measures are defined.

Keywords: strategic noise maps, agglomeration, environmental noise, noise control, CNOSSOS – EU

Литература

- [1] ЈП "Урбанизам", Завод за урбанизам, Нови Сад. (2009). Саобраћајна студија Града Новог Сада са динамиком уређења саобраћаја (НОСТРАМ). Књига: Основна. Нови Сад: ЈП "Завод за изградњу града", Нови Сад.
- [2] European Environment Agency. (2010). Good practice guide on noise exposure and potential health effects. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union.
- [3] Dirigent Acoustics d.o.o. (2022). "Стратешке карте буке - Град Нови Сад".
- [4] Генерални план Града Новог Сада до 2021. године. ("Службени лист Града Новог Сада", бр. 39/2006 - пречишћен текст)
- [5] Закон о заштити од буке у животној средини ("Службени гласник Републике Србије", бр. 96/2021)
- [6] "Правилник о садржини и методама израде стратешких карата буке и начину њиховог приказивања јавности ("Службени гласник Републике Србије", бр. 80/2010)
- [7] European Commission. (2002). Directive 2002/49/EC on the assessment and management of environmental noise.
- [8] European Commission. (2015). Commission Directive (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance).
- [9] 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)
- [10] Kephelopoulou, S., Paviotti, M., & Anfoso-Lédée, F. (2012). Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2788/31776
- [11] Министарство заштите животне средине. (2019). Смернице за израду стратешких карата буке у Србији. (on-line) available at: http://www.sepa.gov.rs/download/buka/Prirucnik_z_a_izradu_strateskih_karata_z_a_aglomeracije.pdf (07.03.2023.)
- [12] Одлука о одређивању акустичких зона на територији Града Новог Сада ("Службени лист Града Новог Сада", бр. 54/2015 и 32/2017)
- [13] Републички завод за статистику. (2012). Попис 2011. (on-line) available at: <https://www.stat.gov.rs/oblasti/popis/popis-2011/> (07.03.2023.)
- [14] ЈКП Информатика Нови Сад. (2021). Број становника по месним заједницама. (on-line) available at: <https://nsinfo.co.rs/cyr/broj-stanovnika-po-mesnim-zajednicama> (19.11.2021.)
- [15] РХЗ (Републички хидрометеоролошки завод). (2020). Метеоролошки годишњак 1. Климатолошки подаци 2019. Београд: РХЗ (Републички хидрометеоролошки завод).
- [16] РХЗ (Републички хидрометеоролошки завод). (2021). Метеоролошки годишњак 1. Климатолошки подаци 2020. Београд: РХЗ (Републички хидрометеоролошки завод).
- [17] Conference of European Directors of Roads (CEDER). (2013). Best Practice in Strategic Noise Mapping. CEDR's Secretariat General.