

ПРИМЕНА ГИС-А У АНАЛИЗИ ЕФИКАСНОСТИ РАДА ВАТРОГАСНЕ СЛУЖБЕ НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА НИША

Матија Милић¹

Апстракт: У раду је анализирана тренутна приступачност и ефикасност рада ватрогасних служби на територији града Ниша, као и пројектовано потенцијално стање у случају постављања додатних пунктова ватрогасних станица на територији Града. У раду су примењени дескриптивни, текстуални, аналитичко-синтетички, картографски, компаративни и апликативни метод. Са OpenStreetMap (OSM) платформе преузете су саобраћајнице на територији Србије у виду shapefile-а, а потом је уз помоћ алгорита Intersection извршен њихов просторни пресек са територијом Града Ниша. Добијен је нови лејер који садржи саобраћајнице на територији Града и који је коришћен као улазни лејер за технике мрежне анализе. Као релевантни параметри узети су смер и брзина кретања ватрогасних возила (60 km/h), док број и тип ватрогасних возила није урачунат у анализи. Картографски су приказане и анализиране појаве и подаци рађени у компјутерском програму QGIS 3.28.11, са подлогом Google Road. Појаве и објекти на карти приказивани су у Гаус-Кригеровој пројекцији MGI Balkans zone 7 (EPSG: 6316). У анализи је коришћен додатак QNEAT3 и његов алгоритам Iso-Area as Polygons (from Layer). Потврђено је да се велики део територије Града може заштитити од катастрофе у кратком временском року (до 15 минута), као и да се увођењем два додатна потенцијална пункта повећава ефикасност заштите. Добијени резултати могу бити значајни приликом даљег стратешког планирања заштите у ванредним ситуацијама, као и код будућих урбанистичких и инвеститорских пројеката у Граду Нишу.

Кључне речи: ГИС, QGIS, Град Ниш, ватрогасна служба, мрежна анализа

УВОД

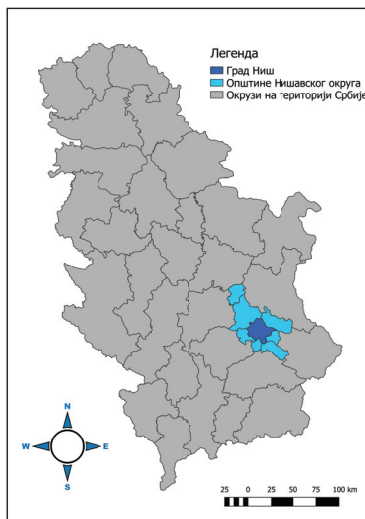
За становништво и опстанак насеља веома је важно спровођење контроле над догађајима у ванредним ситуацијама. Према Закону о ванредним ситуацијама (2009-3, 2011-6, 2012-30), ванредна ситуација представља стање када су ризици и претње или последице катастрофа, ванредних догађаја и других опасности по становништво, животну средину и материјална добра таквог обима и интензитета да њихов настанак или последице није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних органа и служби, због чега је за њихово ублажавање и отклањање неопходно употребити посебне мере, снаге и средства уз појачан режим рада. Ванредне ситуације могу бити разноврсне, а значајни примери обухватају појаве пожара, поплава, клизишта, земљотреса, техногених опасности, нуклеарних несрећа, тероризма и временских непогода (Сектор за заштиту и спасавање). Нагла погоршања здравственог стања и тешке телесне повреде људи, које захтевају хитну медицинску интервенцију, такође представљају облик ванредних ситуација.

Циљ овог рада јесте да покаже на који начин се може сагледати тренутна приступачност и ефикасност рада ватрогасних служби на територији града Ниша. Осим тренутног стања, у раду је приказана и потенцијална ситуација, уколико би се поред већ постојећих ватрогасних станица у граду, увели и додатни пунктови. За истраживање су коришћени релевантни научни радови јавно доступни на Интернет страницама, који су везани за области географске информационе науке и науке о заштити простора. Осим научних радова и Интернет страница, ради вршења анализа и приказивања њихових резултата, коришћен је ГИС софтвер QGIS (*Quantum GIS*). С обзиром на то да је рад стручно-апликативног карактера, примењени су дескриптивни, текстуални, аналитичко-синтетички, картографски, компаративни и апликативни метод.

¹ Докторанд, jumpermak@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3837-8570

ПРОСТОР ИСТРАЖИВАЊА

Град Ниш се налази у нишкој котлини, на $43^{\circ}19'$ северне географске ширине и $21^{\circ}54'$ источне географске дужине (Стратегија, 2011-2016). Град се простире на површини од $454,93 \text{ km}^2$ (без урачунате територије градске општине Нишка Бања), и обухвата око 0,7% површине Србије и 21,8% површине Нишавског управног округа (Карта 1).



Карта 1. Географски положај Града Ниша
Извор: аутор

Ниш се налази на раскрсници значајних националних, балканских и европских саобраћајних праваца. Окосницу друмских веза на територији града Ниша чине државни путеви I и II реда и општински путеви (Просторни план Града Ниша, 2022). Град Ниш је један од најстаријих градова на Балкану, трећи по величини у Србији, највећи град јужне и источне Србије и седиште је Нишавског управног округа. Представља природни, друштвени, привредни, образовни, здравствени, културни и спортски центар југоисточне Србије (Стратегија, 2011-2016).

Урбано подручје Ниша је средиште велике зоне утицаја, изузетног саобраћајног значаја, која се пружа ка југу и истоку Србије и обухвата општине: Алексинац, Ражањ, Сврљиг, Меровина, Дољевац и Гаџин Хан (Просторни план Града Ниша, 2022). Ниш је препознат и као урбано-индустријска агломерација највишег ранга (са преко 50.000 запослених), смештена на месту укрштаја основних осовина развоја, административни, универзитетски, и интермодални логистички центар од међународног значаја, а од 2019. године је услед индустријског раста поново сврстан у категорију великих индустријских центара. Град Ниш, као центар међународног значаја има главну улогу у функционално просторној организацији подручја Понишавља и Топлице као и Републике Србије у целини и као такав представља функционални центар и центар регионалне урбанизације (Просторни план Града Ниша, 2022).

Према последњем попису из 2022. године, у Нишу живи 249501 становник (Републички завод за статистику). Административно, град Ниш је подељен на пет општина: Палилула, Пантелеј, Медијана, Црвени Крст и Нишка Бања.

ВАТРОГАСНА СЛУЖБА

Пожаром се може сматрати неконтролисано ширење ватре које се одвија под различитим условима (Игњић, 2018). Пожари се јављају на целој планети и не постоје места која су у том погледу поштеђена. Могу бити изазвани природним катастрофама (земљотреси, ерупције вулкана), али најчешћи узрок настајања пожара је људски фактор, изазван непажњом или нехатом човека. Осим пожара, ситуације у којима реагује ватрогасно-спасилачка служба обухватају поплаве, земљотресе, клизишта, хемијске акциденте и саобраћајне незгоде (Зиројевић, 2020).

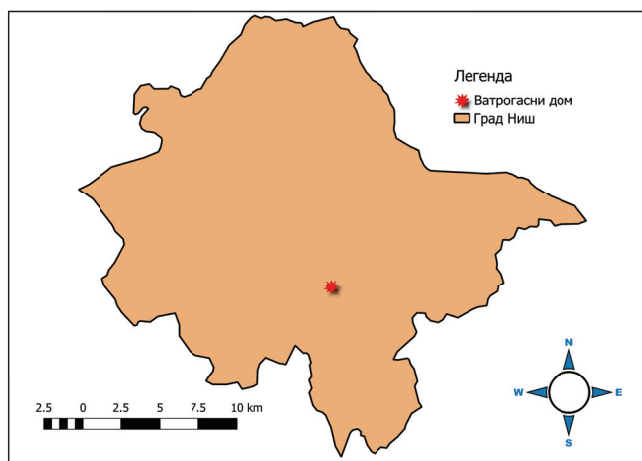
Заштита од пожара је стара колико и откриће ватре а током историје се развијала у складу са друштвеним и научно-техничким напретком сваког људског друштва (Божовић, 2021). Законска регулатива из области заштите од пожара је током историје углавном пратила развој

технологије, а најстарији документ који садржи законску регулативу која се односи на заштиту од пожара везује се за Хамурабија, оснивача Вавилонског царства.

Различити видови несрећа, попут пожара, поплава, земљотреса, клизишта, хемијских акцидентата, догађају се свуда, у сваком моменту и без упозорења и на тај начин захтевају од ватрогасаца високу професионалност и правовремено реаговање. Успешан рад ватрогасних јединица на гашењу пожара и реаговању код других видова опасности зависи најпре од организације оперативне ватрогасне службе (Божовић, 2021).

Напори за превенцију шумских пожара могу се фокусирати тамо где пожари представљају највећи ризик од губитка ресурса (ESRI® White Paper, 2006). Када се предели који су веома подложни паљењу налазе у непосредној близини извора ватре, тада превенција пожара постаје критична. У урбаном окружењу захтевају се екстензивне мере за превенцију и заштиту од пожара, док се путем ГИС-а у ту сврху могу моделовати и приказати потенцијалне стратегије (ESRI® White Paper, 2006).

Према подацима са Интернет сајта МУП-а², територија коју покрива Одељење за ванредне ситуације у Нишу обухвата 71 насеље. Одељење за ванредне ситуације у Нишу броји 9 инспектора Превентиве, 103 ватрогасца и 40 ватрогасних возила. Од ватрогасних возила, у свом саставу има навална возила, аутоцистерне, возила за техничке интервенције, хидрауличну телескопску платформу, возила за опасне материје, возила за спасавање на води и ципове. Ватрогасно-спасилачка јединица (Ватрогасни дом) на територији Ниша налази се на адреси Војводе Мишића 56, у градској општини Медијана, у близини центра града. Позивни број Ватрогасноспасилачке јединице у Нишу, као и свих ватрогасно-спасилачких служби на територији Србије је 193. На карти 2 приказана је локација Ватрогасног дома у Нишу, која представља почетну тачку са које крећу ватрогасна возила ка свим деловима града.



Карта 2. Положај Ватрогасног дома на територији Ниша
Извор: аутор

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

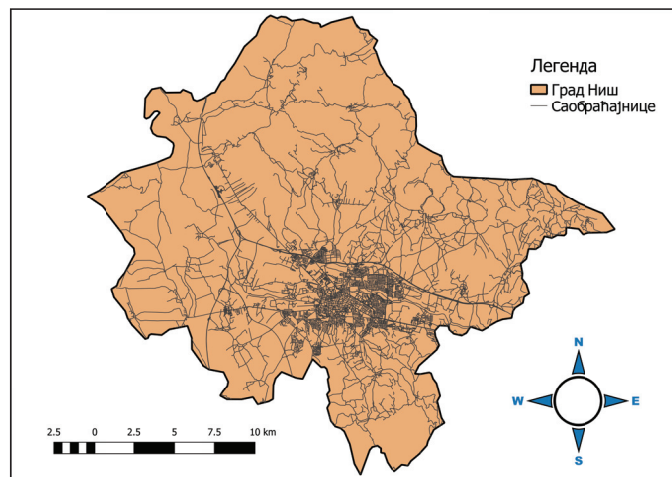
Данас се адекватно управљање простором не може замислити без примене географских информационих система (Новковић, 2022). Примена ГИС-а је присутна у областима које се на било који начин баве простором, попут геонаука, геодезије, шумарства, пољопривреде, заштите животне средине, туризма, медицине и др. ГИС представља моћан скуп алата за прикупљање, складиштење, претраживање, трансформацију и приказ геопросторних података и састоји се од хардвера, софтвера, података и кадрова који управљају ГИС-ом. Суштина ГИС-а је да просторне податке учини употребљивим, односно да од њих генерише информације које служе за доношење одлука (Новковић, 2022).

У раду су картографски приказане и анализиране појаве и подаци рађени у компјутерском програму QGIS 3.28 11. QGIS је ГИС софтвер отвореног кода (*opensource*) урађен у C++ програмском језику (Новковић, 2022). Посебну вредност софтвера чине бројни додаци (*plugins*) писани у Python и C++ програмским језицима, који нису део основног софтверског пакета, али му знатно повећавају функционалност. Додатна предност QGIS софтвера је то што већина основних операција није хардверски захтевна, па ће радити и на слабијим конфигурацијама (Новковић, 2022).

² SZS: Odeljenje za zaštitu i spasavanje u Nišu (mup.gov.rs) , приступљено: 15.2.2024.

Користећи лејер са ватрогасним станицама и лејер са улицама, може се извршити анализа времена одзива (ESRI® White Paper, 2006). Лејер са улицама је често представљен у ГИС-у серијом линија које се укрштају на карти, креирајући мрежу. За потребе рада коришћене су технике мрежне анализе. Мрежа представља скуп међусобно повезаних линија кроз који је могућ проток ресурса (Новковић, 2022). Ту спадају речне мреже, мреже саобраћајница, водоводне и канализационе мреже, електроенергетске мреже итд. Мрежне анализе имају велику примену у данашње време, а највише се користе за рачунање саобраћајних рута, планирање туристичких путовања, управљање ванредним ситуацијама, а користе се и у раду комуналних предузећа, у хидролошким истраживањима итд. Да би мрежне анализе биле могуће, потребно је да постоји одговарајућа геопросторна база података, а мреже које се у њој налазе морају бити повезане на адекватан начин, уз поштовање тополошких правила. Оне такође морају имати одговарајуће атрибуте који ће омогућити веродостојније резултате анализа (Новковић, 2022). Сваки сегмент уличне мреже може да садржи податке као што су тип пута, растојање и брзина кретања (у миљама или километрима на сат), приказане у табели са атрибутима у ГИС софтверу (ESRI® White Paper, 2006). На тај начин је корисницима ГИС-а омогућено да идентификују локацију станице, одреде време путовања и изврше мрежне анализе.

У QGIS програму је коришћена подлога **Google Road**³. Појаве и објекти на карти приказивани су у Гаус-Кригеровој пројекцији *MGI Balkans zone 7 (EPSG: 6316)*⁴. Ради анализа, коришћена је мрежа саобраћајница на територији Града Ниша. Саобраћајнице на територији Србије су преузете са OpenStreetMap (OSM) платформе у виду *shaperefile*-а, а потом је уз помоћ алгорита *Intersection* извршен просторни пресек свих саобраћајница на територији Србије са територијом Ниша и као резултат је добијен нови лејер који садржи саобраћајнице на територији Ниша (Карта 3).



Карта 3. Мрежа саобраћајница на територији Ниша
Извор: аутор

С обзиром на то да пожар може настати било где, у парку, у згради, у објекту, поред објекта и сл., приликом анализе су коришћене све саобраћајнице на територији Ниша, неvezано за њихов тип. Проблем представља то што не могу сва ватрогасна возила да прођу сваком улицом. Претпоставка у овом случају је да кроз неке уске улице могу да прођу поједина возила Б категорије, попут комбија и ципова, да би помогли при евакуацији људи на том простору и да би санирали штету колико год је то могуће.

Императив свих ватрогасних интервенција је брзина и тачност реаговања (Roland et al, 2015). У анализи је коришћен додаток QNEAT3 и његов алгоритам *Iso-Area as Polygons (from Layer)*. Као параметар брзине кретања ватрогасних возила, изабрана је брзина од 60 km/h. Та брзина је узета у обзир у анализи јер има вредност мало већу од просечне брзине кретања возила у граду (50 km/h). У појединим деловима Града ватрогасна возила се могу кретати и већом брзином, мада, у дневним шпиц терминима, услед загушења у саобраћају, кретање може бити знатно успорено. С обзиром на то да су у току ноћи саобраћајнице мање прометне, ватрогасна возила се могу у том периоду знатно брже кретати. Такође, у анализи је узет у обзир смер кретања возила, односно, да ли се ради о једносмерним или двосмерним улицама. Време од телефонског позива ватрогасне службе до поласка возила, као и време од доласка возила на место пожара и током гашења пожара нису коришћени као параметри приликом анализе. Због

³ Google Road подлога приказује планету Земљу са путевима и објектима

⁴ Приказ у метрима, као основној јединици

наведених параметара, крајњи резултати би требало да покажу само оквирно тренутно стање, као и пројектовано потенцијално стање у случају постављања додатних пунктова на територији Града. У том контексту, коришћење ГИС-а омогућава да се, захваљујући имплементираним алгоритмима, елиминишу евентуалне људске грешке при избору руте, а значајно скрати време интервенције (Roland et al, 2015). У развијенијим земљама незаобилазан је тренд уградње GPS уређаја у возни парк ватрогасних возила, помоћу којих се у сваком тренутку може утврдити њихова тачна локација, прецизирајући их у складу са тренутном ситуацијом на терену.

У циљу што ефикасније покривености ватрогасним станицама, уз помоћ ГИС-а могу се одредити оптималне локације, број и распоред потребних ватрогасних станица на одређеном подручју. Према Roland et al. (2015) циљ анализе је препознавање оне локације која покрива што веће подручје, тако да се од ње до места пожара може доћи унутар стандардног времена потребног за интервенцију. Првобитно је добијен растер којим је приказано време (у секундама) потребно возилима ватрогасне службе да од Ватрогасног дома стигну до свих делова града (А). Након тога, поступак је поновљен и за будуће (потенцијалне) пунктове од којих се један налази на територији градске општине Црвени Крст (В), на адреси Булевар 12. Фебруар 80 (паркинг код Мега Махи-ја), а други се налази на територији у близини градске општине Палилула (С), на адреси Мајаковског бб (паркинг код Јуск-а и Emmezet-e). С обзиром на то да постављање пунктова за сада није планирано никаквим званичним актом, они су на мапама произвољно постављени на периферним деловима Ниша, у оквиру великих јавних паркинга, јер је претпоставка да на тим паркинзима нема великих гужви, те да ће мањи број ватрогасних возила моћи да их користи као полазне станице. Растери који ће приказати планиране (потенцијалне) промене биће представљени у оквиру резултата анализе. Формуле које се користе у *Raster Calculator*-у након увођења првог, односно првог и другог пункта су:

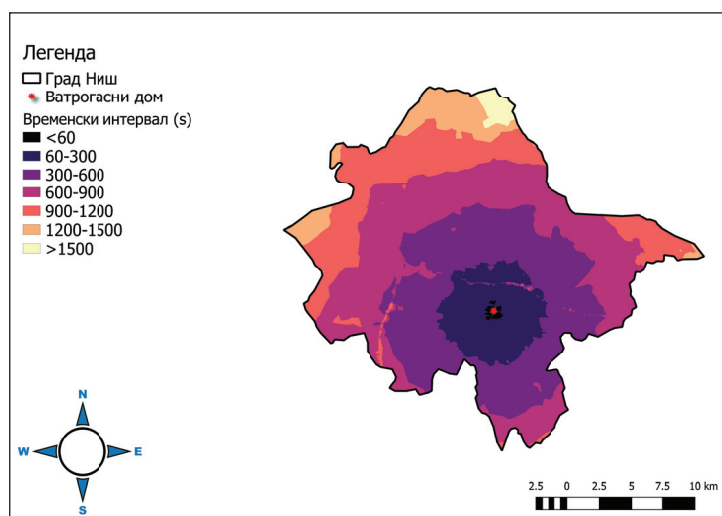
1) MIN (A, B)

2) $\text{MIN (MIN (A, B), C)}$

РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗА

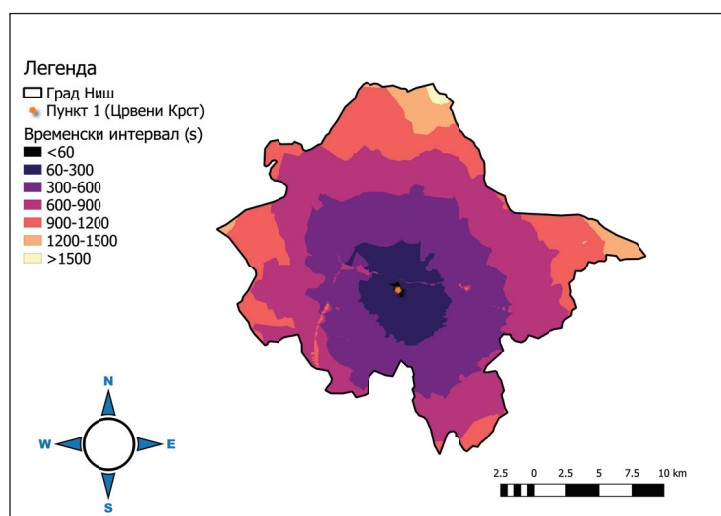
Растери који су добијени су рекласификовни у седам класа (<1, 1-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, >25 минута). Осим карата, у раду су приложене табеле и графикон који бројчано и графички приказују површински и процентуални удео ових класа на територији Града Ниша. Упоредивањем тих података омогућује се праћење промена које су настале увођењем нових потенцијалних пунктова у организацији ватрогасне службе на територији Ниша.

Ватрогасни дом (А) омогућава својим возилима да до највећег дела територије Ниша, крећући се брзином од 60 km/h, стигну у року од 5-15 минута (Карта 4). Око 18% територије покривају изохроне од 15-20 минута, док најмање делове (мање од 2% територије) обухватају изохроне <1 и >25 минута. Од самог Ватрогасног дома изохроне се радијално шире, док се одступања јављају у оквиру аутопута због удаљености петљи.



Карта 4. Временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну од Ватрогасног дома (А) до места катастрофе на територији Ниша (тренутно стање)
Извор: аутор

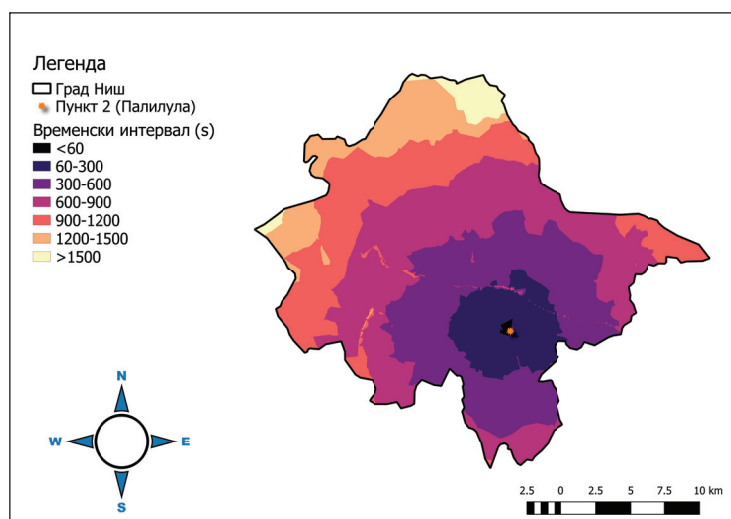
Пункт који је произвољно постављен на територији градске општине Црвени Крст (В), односно у северозападном делу периферије Ниша, показује сличне резултате као и Ватрогасни дом (Карта 5). Највећи део територије покривају изохроне од 5-15 минута, док изохроне <1 и >25 минута обухватају мање од 1% територије Ниша.



Карта 5. Временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну од пункта на територији градске општине Црвени Крст (В) до места катастрофе на територији Ниша
Извор: аутор

Пункт који је произвољно постављен на територији градске општине Палилула (С), односно у југоисточном делу периферије Ниша, омогућава својим возилима да до највећег дела територије Ниша (око 30% територије), крећући се брзином од 60 km/h, стигну у року између 10 и 15 минута (Карта 6). Нешто мањи део територије обухватају изохроне од 5-10 и 15-20 минута. Изохроне од 1-5 и од 20-25 минута обухватају по 10% територије, док најмањи део територије обухватају изохроне <1 минута (0,19% територије).

Упоредни преглед удела временских интервала од сваке локације појединачно на укупној територији Града Ниша приказан је у табели 1. Површине и проценти у табелама су добијени у QGIS-у алгоритмом *Raster layer unique values report*.



Карта 6. Временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну од пункта на територији градске општине Палилула (С) до места катастрофе на територији Ниша
Извор: аутор

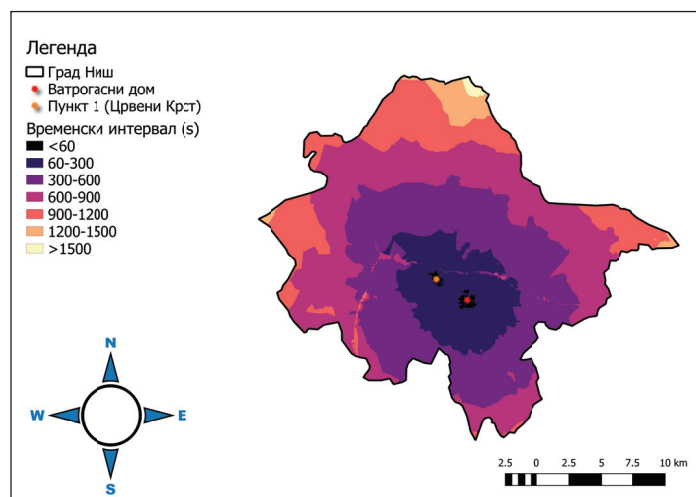
Табела 1. Упоредни преглед удела временских интервала на укупној територији Града Ниша, за сваку локацију појединачно

Време (s)	Карта 4		Карта 5		Карта 6	
	Површина (km ²)	%	Површина (km ²)	%	Површина (km ²)	%
<60	1,22	0,27	0,59	0,13	0,86	0,19
60-300	47,66	10,48	38,73	8,51	42,96	9,44
300-600	141,51	31,11	143,48	31,54	121,6	26,73
600-900	146,43	32,19	162,8	35,79	138,23	30,39
900-1200	83,9	18,44	90,38	19,87	93,51	20,56
1200-1500	28,27	6,21	17,41	3,83	45,56	10,01
>1500	5,94	1,3	1,54	0,33	12,21	2,68
Укупно	454,93	100	454,93	100	454,93	100

Извор: аутор

У наставку рада биће представљено предложено потенцијално стање приступачности ватрогасне службе, након постављања пункта на територији градске општине Црвени Крст, односно, након постављања једног пункта на територији градске општине Црвени Крст и другог пункта на територији градске општине Палилула (карте 7 и 8), спроведено упоредном анализом са већ постојећим Ватрогасним домом. На тај начин биће приказан могући утицај промена у виду додатих пунктова са возилима ватрогасне службе.

Карта 7, на којој је приказан временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну до места катастрофе од Ватрогасног дома и од пункта на територији градске општине Црвени Крст, заједно, показује ширење изохрона од 1-15 минута ка северозападном делу територије Ниша, у поређењу са картом 4. То ширење изохрона је постигнуто тиме што је потенцијални пункт постављен северозападно у односу на Ватрогасни дом. Највећи удео територије Града обухватају изохроне од 5-15 минута. Знатно мањи део територије чине изохроне од 1-5 и од 15-20 минута, док остале изохроне (<1, 20-25 и >25 минута) чине најмањи део територије Ниша.

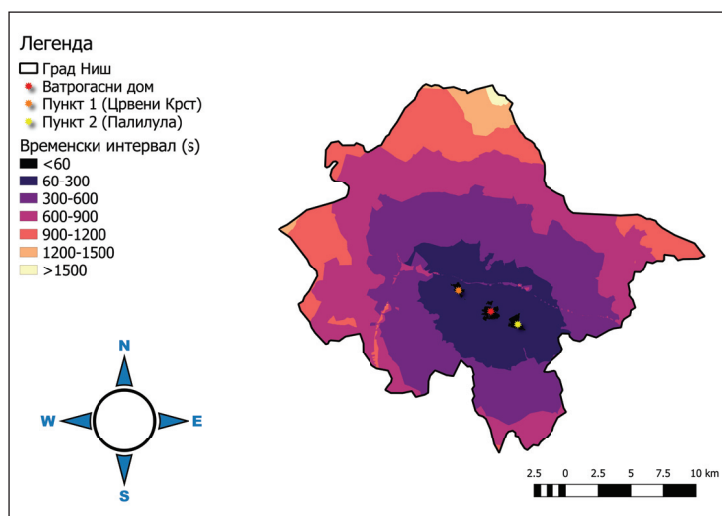


Карта 7. Временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну од Ватрогасног дома (А) и од пункта на територији градске општине Црвени Крст (В) до места катастрофе на територији Ниша (потенцијално стање)

Извор: аутор

Карта 8 приказује временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну до места катастрофе од све три локације заједно (Ватрогасни дом (А), пункт на територији градске општине Црвени Крст (В) и пункт на територији градске општине Палилула (С)). У односу на карте 4 и 7, примећује се ширење изохрона од 1-15 минута ка североисточном, источном и југоисточном делу територије Града, које је постигнуто постављањем пункта (С) источно од Ватрогасног дома. Изохроне од 5-15 минута показују највећи удео, изохроне од 1-5 и од 15-20 минута се простиру на знатно мањем делу територије, док остале изохроне (<1, 20-25 и >25 минута) покривају најмањи део територије Ниша.

У табели 2 и на графикону 1 је приказан компаративни преглед тренутног стања и потенцијалног стања након увођења пунктова на територијама градских општина Црвени Крст и Палилула, где су анализирани резултати са карти 4, 7 и 8.



Карта 8. Временски интервал потребан возилима ватрогасне службе да стигну од Ватрогасног дома (А) и од пунктова на територијама градских општина Црвени Крст (В) и Палилула (С) до места катастрофе на територији Ниша (потенцијално стање)

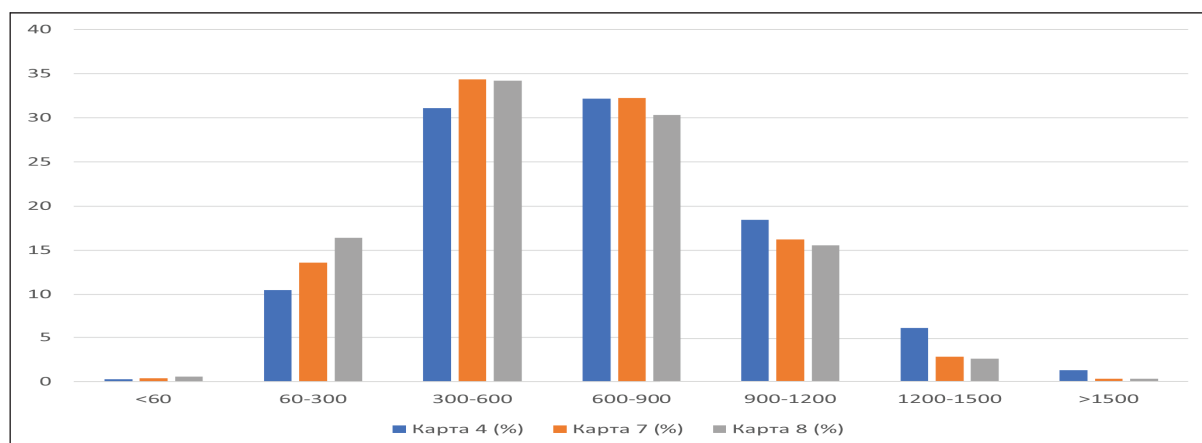
Извор: аутор

Табела 2. Упоредни преглед удела временских интервала на укупној територији Града Ниша (тренутно и потенцијално стање)

Време (s)	Карта 4		Карта 7		Карта 8	
	Површина (km ²)	%	Површина (km ²)	%	Површина (km ²)	%
<60	1,22	0,27	1,81	0,4	2,68	0,59
60-300	47,66	10,48	61,97	13,62	74,64	16,41
300-600	141,51	31,11	156,34	34,37	155,64	34,21
600-900	146,43	32,19	146,67	32,24	137,93	30,32
900-1200	83,9	18,44	73,89	16,24	70,76	15,55
1200-1500	28,27	6,21	12,71	2,79	11,74	2,58
>1500	5,94	1,3	1,54	0,34	1,54	0,34
Укупно	454,93	100	454,93	100	454,93	100

Извор: аутор

Графикон 1. Графички приказ упоредних удела временских интервала на укупној територији Града Ниша (тренутно и потенцијално стање)



Извор: аутор

На графикону 1 хоризонтална оса приказује временске интервале у секундама, а вертикална оса проценте. Посматрајући табелу 2 и графикон 1, уочавају се поједине промене, настале увођењем потенцијалних пунктова. Најефикасније промене обухватају оне које се односе на повећање временског интервала од 1-5 минута и промене које се односе на знатно смањење временских интервала >15 минута. Захваљујући тим променама, у мањој мери би се увећала доступност градског насеља и његовог окружења возилима ватрогасне службе на територији Ниша.

Анализом којом је приказано тренутно стање ватрогасне службе на територији града Ниша, закључује се да се велики део те територије може заштитити од катастрофе у кратком временском року (до 15 минута). Анализа је такође потврдила да се увођењем два додатна потенцијална пункта (локације: Црвени крст и Палилула) повећава ефикасност заштите. Добијени резултати би могли бити значајни приликом даљег стратешког планирања заштите у ванредним ситуацијама, као и код будућих урбанистичких и инвеститорских пројеката у Граду.

Ипак, веома битан фактор представља број и тип ватрогасних возила. Тај фактор није урачунат у анализи, али је веома важно у сваком тренутку имати довољан број возила у приправности и на располагању. Још један проблем који се често јавља у већим градовима јесу саобраћајне гужве, јер оне знатно отежавају возилима ватрогасне службе, а и других хитних служби, да за што краће време стигну до места катастрофе. То је нарочито опасно за пожаре јер се ватра брзо шири. Тај проблем се може делимично решити модернизацијом саобраћајница, односно додатним увођењем и проширивањем коловозних трака, јер би то омогућило другим возилима да се примакну уз ивице коловоза и да се тиме обезбеди несметан пролазак возила под ротацијом.

ЗАКЉУЧАК

Заштита од пожара, непогода и других ванредних ситуација је веома значајна за сва насеља, а начелно и за све делове Земљине површине. За становништво је веома важно константно побољшање услуга које пружају сектори за ванредне ситуације, како би људи имали поверење у те секторе и како би се осећали што безбедније. Географски информациони системи као алат могу значајно да помогну у решавању наведених проблема, у различитим делатностима и сферама живота, као и у доношењу одлука. За обраду и анализу у ГИС-у је притом најважније постојање што квалитетнијих и прецизнијих података.

С обзиром на то да Ниш спада у велике градове на територији Србије (трећи по величини), изузетно је потребно константно унапређење путне инфраструктуре, јер загушења у саобраћају представљају проблем са којим се данас у већој или мањој мери сусрећемо. Обезбеђивање оптималног броја ватрогасних возила и стручно оспособљених кадрова за ванредне ситуације је неопходно како би спасавање становништва од непогода и санирање штета било што ефикасније. Иако постављање додатних пунктова са којих би кретала возила ватрогасне службе није засада планирано, њихово постављање на периферијама Града би знатно олакшало ефикаснију заштиту од катастрофа, што показују резултати анализе којима су приказана потенцијална стања након додавања тих пунктова. Такође је изузетно важно стално и системско едуковање становништва о узроцима и заштити од катастрофа, у циљу спречавања њиховог намерног и ненамерног настајања и благовременог санирања последица.

ЛИТЕРАТУРА

- Божовић, М. (2021), *Развој базе података за управљање ризицима на раду ватрогасно-спасилачких јединица у условима мултиризика*. Докторска дисертација. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу, Универзитет у Нишу
- Зиројевић, Н. (2020). *Мрежна анализа приступачности градског насеља Београд службама хитне медицинске помоћи и ватрогасно-спасилачке јединице*. Мастер рад. Београд: Географски факултет, Универзитет у Београду
- Игњић, З. (2018), *Управљање ванредним ситуацијама изазваним ризиком од пожара у Републици Србији*. Докторска дисертација. Београд: Факултет безбедности, Универзитет у Београду
- Новковић, И. (2022). *ГИС анализа - практикум*. Београд: Географски факултет, Универзитет у Београду
- Просторни план Града Ниша (2022)*, ЈП Завод за урбанизам Ниш
- Републички завод за статистику (ПОПИС 2022 - ексел табеле | О ПОПИСУ СТАНОВНИШТВА (stat.gov.rs) , приступљено: 14.2.2024.)

Стратегија развоја туризма града Ниша 2011-2016. (2011)

An ESRI® White Paper (March 2006), *GIS Technology and Applications for the Fire Service*

Roland, V. Marić, I, Milošević, R. (2015). *Primjena GIS tehnologije u vatrogastvu /Application of GIS technology in firefighting*. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, br. 1/2015., vol. V, Zagreb, 57 – 71.

Sektor za zaštitu i spasavanje (mup.gov.rs) , приступљено: 14.2.2024.

SZS: Odeljenje za zaštitu i spasavanje u Nišu (mup.gov.rs) , приступљено: 15.2.2024.

Zakon o vanrednim situacijama: 111/2009-3, 92/2011-6, 93/2012-30 (pravno-informacioni-sistem.rs) , приступљено: 14.2.2024.

APPLICATION OF GIS IN THE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE WORK OF THE FIRE DEPARTMENT IN THE TERRITORY OF THE CITY OF NIS

Matija Milić⁵

Abstract: The paper analyzes the current accessibility and efficiency of the work of fire services in the territory of the city of Niš, as well as the projected potential situation in case of setting up additional points of fire stations in the territory of the city. Descriptive, textual, analytical-synthetic, cartographic, comparative and application methods were applied in the work. From the OpenStreetMap (OSM) platform, roads on the territory of Serbia were downloaded in the form of shapefile, and then with the help of the Intersection algorithm, their spatial intersection with the territory of the City of Niš was performed. A new layer was obtained that contains traffic roads on the territory of the City and which was used as an input layer for network analysis techniques. The direction and speed of movement of fire vehicles (60 km/h) were taken as relevant parameters, while the number and type of fire vehicles were not included in the analysis. Phenomena and data were cartographically displayed and analyzed in the computer program QGIS 3.28 11, with the Google Road background. The phenomena and objects on the map were shown in the Gauss-Kruger projection of MGI Balkans zone 7 (EPSG: 6316). The QNEAT3 plugin and its algorithm Iso-Area as Polygons (from Layer) were used in the analysis. It was confirmed that a large part of the City's territory can be protected from a disaster in a short period of time (up to 15 minutes), as well as that the introduction of two additional potential points increases the efficiency of protection. The obtained results can be significant during further strategic planning of protection in emergency situations, as well as in future urban planning and investment projects in the City of Niš.

Keywords: GIS, QGIS, City of Niš, Fire Department, network analysis

⁵ Ph.D. student, jumpermaki@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3837-8570