

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Poglajen, U., 2015. Prostorske analize podatkov Reševalne postaje UKC Ljubljana. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Turk, G., somentor Drobne, S.): 65 str.

Datum arhiviranja: 04-01-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Poglajen, U., 2015. Prostorske analize podatkov Reševalne postaje UKC Ljubljana. Master Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Turk, G., co-supervisor Drobne, S.): 65 pp.

Archiving Date: 04-01-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE STOPNJE
GEODEZIJA IN
GEOINFORMATIKA**

Kandidatka:

URŠA POGLAJEN

**PROSTORSKE ANALIZE PODATKOV REŠEVALNE
POSTAJE UKC LJUBLJANA**

Magistrsko delo št.: 9/II.GIG

**SPATIAL ANALYSES OF THE UKC LJUBLJANA
EMERGENCY MEDICAL STATION DATA**

Graduation – Master Thesis No.: 9/II.GIG

Mentor:

prof. dr. Goran Turk

Somentor:

viš. pred. mag. Samo Drobne

Ljubljana, 24. 12. 2015

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana URŠA POGLAJEN izjavljam, da sem avtorica magistrskega dela z naslovom:
»PROSTORSKE ANALIZE PODATKOV REŠEVALNE POSTAJE UKC LJUBLJANA«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Litija, 9. 12. 2015

(podpis avtorja)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	725.1:614.21:519.22(043.3)
Avtorica:	Urša Poglajen, dipl. inž. geod. (UN)
Mentor:	prof. dr. Goran Turk
Somentor:	viš. pred. mag. Samo Drobne
Naslov:	Prostorske analize podatkov Reševalne postaje UKC Ljubljana
Tip dokumenta:	magistrsko delo
Obseg in oprema:	65 str., 8 pregl., 42 sl., 12 en.
Ključne besede:	nujna medicinska pomoč, dispečerska služba, dostopni čas, prostorska statistika, prostorska avtokorelacija, krigiranje, avtomatski eksterni defibrilator

IZVLEČEK

V magistrskem delu analiziramo intervencije in odzive dispečerske službe Reševalne postaje UKC Ljubljana v obdobju od 2005 do 2014. V nalogi je predstavljena zakonodaja in ostali predpisi s področja nujne medicinske pomoči v Sloveniji in tujini. Na podlagi analiz je prikazana porazdelitev intervencij v obdobju dneva, tedna in leta. V nalogi smo preverili nekatere domneve o doseganju standardov odzivnih časov, časov sprejema klica, izvoza ekip nujne medicinske pomoči ter drugih predpisanih časov. Za ugotovitev in statistično potrditev prostorske povezanosti podatkov smo uporabili globalno avtokorelacijsko statistiko. Preverili smo avtokorelacijo voznih časov in z metodo krigiranja izdelali ploskve voznih časov ekip nujne medicinske pomoči. Na podlagi rezultatov statističnih prostorskih analiz smo prikazali verjetnost pojavljanja izrednih dogodkov na območju, ki ga pokriva Reševalna postaja UKC Ljubljana, ter prikazali območja, kjer so potrebe po pokrivanju z novimi izpostavami nujne medicinske pomoči večje. S podatki o lokacijah avtomatskih eksternih defibrilatorjev ter lokacij dogodkov srčnega zastoja smo preverili pokritost analiziranega območja z nameščenimi defibrilatorji ter prikazali območja s slabim oziroma nezadostnim dostopom do defibrilatorjev.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 725.1:614.21:519.22(043.3)
Author: Urša Poglajen, B.Sc.
Supervisor: prof. Goran Turk, Ph.D.
Cosupervisors: Sen. Lect. Samo Drobne, M.Sc.
Title: Spatial analyses of the UKC Ljubljana Emergency Medical Station data
Document type: M. Sc. Thesis
Scope and tools: 65 p., 8 tab., 42 fig., 12 eq.
Keywords: emergency medical service, Dispatch Service, response time, spatial statistics, spatial autocorrelation, kriging, automatic external defibrillator

ABSTRACT

This master's thesis analyzes interventions and responses of the Dispatch Service of the University Medical Center (UKC) Ljubljana Emergency Medical Station from 2005 to 2014. It also presents the legislation and other regulations pertaining to the medical emergency services in Slovenia and abroad. Based on various analyses the subdivision of interventions was displayed in terms of days, weeks, and years. Certain assumptions regarding standard response times, call received times, the emergency medical attention teams response times and others were verified. Global autocorrelation statistics was used in determining and confirming the spatial interconnection of the data. It was verified autocorrelation of travel time. The kriging method was used to make emergency medical teams travel time charts. Based on statistical spatial analyses the probability of emergency occurrences in areas covered by the UKC Ljubljana Emergency Medical Station was displayed along with areas that merited a greater coverage with emergency medical assistance station branches. It was verified, based on the automatic external defibrillator locations and locations of events of cardiac arrest, coverage of the analyzed area with installed defibrillator, and additionally which areas suffer from a poor or an inadequate access to a defibrillator.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Goranu Turku, in somentorju, viš. pred. mag. Samu Drobnetu, ki sta me usmerjala pri izdelavi magistrskega dela in mi nudila vso strokovno pomoč.

Posebna zahvala gre vodji Reševalne postaje UKC Ljubljana, as. Andreju Finku, dipl. zn. MSHS (ZDA), ki nam je omogočil pridobitev vseh potrebnih podatkov za izdelavo magistrskega dela ter nas seznanil s problematiko, postopki, definicijami in zakonodajo s področja nujne medicinske pomoči.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	V
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT.....	VI
ZAHVALA	VII
KAZALO VSEBINE	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	X
KAZALO SLIK	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIII
1 UVOD IN OPIS POBLEMA	1
2 NAMEN IN CILJI NALOGE.....	3
3 PREDSTAVITEV OBSTOJEČEGA STANJA	4
3.1 Pregled zakonodaje in pravilnikov	4
3.2 Sistem aktiviranja nujne medicinske pomoči	6
4 PODATKOVNE OSNOVE.....	8
4.1 Viri in opis podatkov	8
4.2 Priprava podatkov.....	13
4.2.1 Baza intervencij.....	13
4.2.2 Baza AED.....	15
5 METODE DELA	16
5.1 Analiza intervencij.....	16
5.2 Analize časov aktiviranja ekipe NMP	16
5.3 Analiza prostorske povezanosti podatkov	18
5.3.1 Moranov indeks I	21
5.3.2 Gearyjevo razmerje C	22
5.4 Krigiranje ploskve voznih časov ekipe NMP.....	22
5.5 Verjetnostni model pojavljanja intervencij.....	25
5.6 Območja lociranja izpostav NMP.....	25
5.7 Analiza AED	26
6 REZULTATI.....	27
6.1 Intervencije	27
6.2 Časi aktiviranja ekipe NMP.....	30
6.3 Analiza prostorske povezanosti podatkov	41
6.4 Krigiranje ploskve voznih časov ekipe NMP.....	45
6.5 Verjetnostni model pojavljanja intervencij.....	50
6.6 Območja lociranja izpostav NMP.....	51
6.7 Analiza AED	53

7	VREDNOTENJE REZULTATOV	57
8	ZAKLJUČEK	60
	VIRI IN LITERATURA	63

KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Vrste dejavnosti in pripadajoči časi po drugem kriteriju NFPA 1710 in NFPA 1221 za zdravstveno reševalno službo (Dobravc in sod., 2010).....</i>	<i>5</i>
<i>Preglednica 2: Struktura podatkov o intervencijah Reševalne postaje Ljubljana (baza podatkov: NMP3000dispatch, vzdrževalec: Computel d.o.o.)</i>	<i>9</i>
<i>Preglednica 3: Vrste dogodkov in njihove šifre (baza podatkov: NMP3000dispatch, vzdrževalec: Computel d.o.o.)</i>	<i>10</i>
<i>Preglednica 4: Prioritete in njihove šifre(baza podatkov: NMP3000dispatch, vzdrževalec: Computel d.o.o.)</i>	<i>11</i>
<i>Preglednica 5: Struktura podatkov o avtomatskih eksternih defibrilatorjih (AED; baza podatkov: AED, vzdrževalec: Computel d.o.o.).....</i>	<i>13</i>
<i>Preglednica 6: Število intervencij Reševalne postaje Ljubljana po letih in prioritetah.....</i>	<i>27</i>
<i>Preglednica 7: Število primernih in neprimernih intervencij Reševalne postaje Ljubljana prioretet P70, P80 in P90 po letih.....</i>	<i>27</i>
<i>Preglednica 8: Število intervencij po dnevih v tednu</i>	<i>28</i>

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Območje Reševalne postaje UKC Ljubljana.....</i>	<i>8</i>
<i>Slika 2: Grafični prikaz časov.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 3: Grafični podatki NMP3000dispatch.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 4: Lokacije intervencij prioritet P70, P80 in P90 Reševalne postaje UKC Ljubljana v Sloveniji (2005–2014).....</i>	<i>14</i>
<i>Slika 5: Baza AED in intervencije, pri katerih je potreben AED.....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 6: Število intervencij prioritet P70, P80 in P90 po letih.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 7: Število intervencij prioritet P70, P80 in P90 skupaj po dnevih v tednu.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 8: Število intervencij prioritet P70, P80 in P90 skupaj po mesecih.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 9: Število intervencij prioritet P70, P80 in P90 skupaj po urah.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 10: Odzivni čas prioritet P70, P80 in P90 skupaj po letih.....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 11: Odzivni čas prioritet P70, P80 in P90 skupaj po dnevih.....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 12: Odzivni čas todz ≤ 10 s in todz > 10 s po letih.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 13: Čas sprejema klica prioritet P70, P80 in P90 skupaj po letih.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 14: Čas sprejema klica prioritet P70, P80 in P90 skupaj po dnevih.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 15: Čas sprejema klica tsprej ≤ 1min in tsprej > 1 min po letih.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 16: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P90 po letih.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 17: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P90 po dnevih.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 18: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P80 po letih.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 19: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P80 po dnevih.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 20: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P70 po letih.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 21: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P70 po dnevih.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 22: Reakcijski časi intervencij prioritete P90 po letih.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 23: Reakcijski časi intervencij prioritete P90 po dnevih.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 24: Reakcijski časi intervencij prioritete P80 po letih.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 25: Reakcijski časi intervencij prioritete P80 po dnevih.....</i>	<i>40</i>
<i>Slika 26: Reakcijski časi intervencij prioritete P70 po letih.....</i>	<i>40</i>
<i>Slika 27: Reakcijski časi intervencij prioritete P70 po dnevih.....</i>	<i>41</i>
<i>Slika 28: Korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P70.....</i>	<i>41</i>
<i>Slika 29: Variogram voznih časov intervencij prioritete P70.....</i>	<i>42</i>
<i>Slika 30: Korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P80.....</i>	<i>43</i>
<i>Slika 31: Variogram voznih časov intervencij prioritete P80.....</i>	<i>43</i>
<i>Slika 32: Korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P90.....</i>	<i>44</i>
<i>Slika 33: Variogram voznih časov intervencij prioritete P90.....</i>	<i>45</i>

<i>Slika 34: Krigirana ploskev voznih časov intervencij prioritete P70 (Opomba: Legenda je usklajena s kartama na slikah 35 in 36; razred, ki ga ni na karti, je v oklepaju)</i>	<i>47</i>
<i>Slika 35: Krigirana ploskev voznih časov intervencij prioritete P80 (Opomba: Legenda je usklajena s kartama na slikah 34 in 36; razredi, ki jih ni na karti, so v oklepajih)</i>	<i>48</i>
<i>Slika 36: Krigirana ploskev voznih časov intervencij prioritete P90 (Opomba: Legenda je usklajena s kartama na slikah 34 in 35; razredi, ki jih ni na karti, so v oklepajih)</i>	<i>49</i>
<i>Slika 37: Verjetnostni model pojavljanja intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj.....</i>	<i>50</i>
<i>Slika 38: Karta verjetnosti pojavljanja intervencij in voznih časov daljših od 8 minut</i>	<i>52</i>
<i>Slika 39: Karta verjetnosti pojavljanja intervencij in voznih časov daljših od 9 min</i>	<i>53</i>
<i>Slika 40: Intervencije v radiju 150 m od AED-jev.....</i>	<i>54</i>
<i>Slika 41: AED-ji brez intervencij v radiju 150 m</i>	<i>55</i>
<i>Slika 42: Gostota intervencij, pri katerih je potreben AED in območja primanjkljaja AED-jev</i>	<i>56</i>

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AED	Avtomatski eksterni defibrilator
ALS	Advanced Life Saving
DRSC	Direkcija Republike Slovenije za ceste
GIS	Geografski informacijski sistem
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
NFPA	National Firefighter Protection Association
NMP	Nujna medicinska pomoč
TPO	Temeljni postopki oživljanja
UKC	Univerzitetni klinični center
ZZDej	Zakon o zdravstveni dejavnosti
ZZZS	Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije

»Ta stran je namenoma prazna.«

1 UVOD IN OPIS POBLEMA

Cilj nujne medicinske pomoči (NMP) je zmanjšati smrtnost, invalidnost in trpljenje oseb. Hitro in učinkovito posredovanje pri različnih vrstah izrednih dogodkov je ključnega pomena za dolgoročno preživetje pacienta. Pri tem pomeni vsaka minuta večjo možnost preživetja, ki jo lahko pridobimo s samo reorganizacijo sistema nujne medicinske pomoči. Ponudniki nujne medicinske pomoči nenehno iščejo načine za izboljšanje učinkovitosti sistema. Potrebe po ekipah NMP se preko leta, tednov, dni v tednu in celo časa v dnevu spreminjajo. Dispečerji nujne medicinske pomoči se tako soočajo s težko nalogo lociranja omejenega števila reševalnih vozil na način, ki bo omogočil najbolj racionalno in najboljšo pokritost območja z ekipami NMP (Rajagopalan in sod., 2006).

Ena od glavnih skrbi nujne medicinske pomoči je čim hitreje zagotoviti prvo nujno medicinsko pomoč nenadno obolelim ali poškodovanim osebam. Čas med klicem v sili in njeno pomočjo, to je dostopni čas, je v urbanih okoljih odvisen od različnih dejavnikov, kot so število in lokacija reševalnih vozil, lokalne prometne razmere, zastoji, dan v tednu, čas, itd. (Takeda in sod., 2005).

Hitrost posredovanja NMP pa je odvisna od različnih dejavnikov. Največji vpliv na to ima organiziranost službe NMP. Služba NMP Reševalne postaje UKC Ljubljana pokriva veliko področje s centralnim načinom delovanja službe NMP, kar povzroča dolge dostopne čase ekip NMP in posledično majhno dolgoročno preživetje nenadno obolelih ali poškodovanih oseb v primerih neposredne življenjske ogroženosti. Negativne lastnosti sedanje organiziranosti delovanja NMP so tudi pozno obveščanje o izrednem dogodku, nizek odstotek nujenja prve pomoči s strani laikov oziroma očividcev dogodka ali nesreče ter dolgi reakcijski časi dispečerske službe. Odstotek dolgoročnega preživetja bi lahko izboljšali s tremi neodvisnimi dejavniki: skrajševanje časa od sprejema klica do prihoda ekipe NMP na kraj dogodka, izvedbo akcije, s katero bi laike poučili o pomenu izvajanja temeljnih postopkov oživljanja (TPO) ter izvajanje TPO s strani policistov ali gasilcev. Dodatni ukrep za dvig odstotka preživetja po nastanku primarnega srčnega zastoja pa je, v kombinaciji s kratkimi dostopnimi časi, izvajanje električne defibrilacije z uporabo avtomatskega eksternega defibrilatorja (AED), ki za razliko od klasičnega defibrilatorja ne potrebuje predhodnega znanja prepoznavanja motenj srčnega ritma (Fink, 2000).

Za izboljšavo sistema NMP je zato potrebno najprej analizirati obstoječi sistem ter podatke, ki prikazujejo trenutno stanje in trend spreminjanja sistema skozi različna obdobja. Pri analizi sistema je še posebnega pomena pregled standardov ter pravil, ki narekujejo načine ravnanja in ukrepanja v primeru izrednih dogodkov. V nalogi bomo na podlagi statističnih analiz prostorskih podatkov o intervencijah Reševalne postaje UKC Ljubljana prikazali trenutno stanje in trend spreminjanja sistema

na področju NMP. Analizirali bomo odzivne čase, čase sprejema klica, izvoza ekip nujne medicinske pomoči in druge predpisane čase. Prikazali bomo območja, ki so slabše pokrita s prvo nujno medicinsko pomočjo ter avtomatskimi eksternimi defibrilatorji.

2 NAMEN IN CILJI NALOGE

Glavni namen magistrskega dela je analizirati in predstaviti trenutno stanje v dispečerski službi Reševalne postaje UKC Ljubljana ter stanje pri ekipah nujne medicinske pomoči. Zanima nas predvsem, ali dosegajo standarde odzivnih, reakcijskih, dostopnih in drugih predpisanih časov ter kakšna je porazdelitev intervencij v obdobju dneva, tedna in leta, saj je od tega odvisno, koliko ekip NMP je potrebno imeti v pripravljenosti. Cilj naloge je tudi na podlagi rezultatov statističnih prostorskih analiz prikazati verjetnost pojavljanja izrednih dogodkov na območju, ki ga pokriva Reševalna postaja UKC Ljubljana. Na UKC Ljubljana nameravajo namreč v prihodnje preiti na dinamični sistem izpostav. Ekipe NMP, ki so trenutno locirane v Reševalni postaji UKC, bi bile v primeru dinamičnega sistema locirane na izpostavah, katerih lokacije bi bile določene glede na pogostost pojavljanja intervencij. V ta namen bomo analizirali, kje se pogosto pojavljajo intervencije na obravnavanem območju, ter zasnovali verjetnostni model lociranja izpostav, ki bi na ta način lažje dosegale standard 8 minut (vozni čas – čas od izvoza na intervencijo do prihoda na kraj dogodka) v 95 % vseh primerov v letu.

V magistrskem delu bomo preverili tudi:

- Ali je odzivni čas dispečerjev 10 sekund ali manj?
- Ali je čas sprejema klica dispečerjev 1 minuto ali manj?
- Ali je izvoz ekipe NMP pri višjih prioritetah (P90 in P80) krajši od 2 minut od sprejema klica?
- Ali je izvoz ekipe NMP pri prioriteti P70 najkasneje v roku 1 ure?
- Ali so AED-ji smiselno umeščeni v prostor ter v koliko odstotkih bi v primerih, kjer je bilo to potrebno, lahko uporabili javno nameščen AED?

3 PREDSTAVITEV OBSTOJEČEGA STANJA

Pregled literature (npr. Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2008; WHO, 2008; Pickering in sod., 2009; Dobravc in sod., 2010; NFPA 1710: 2010; NFPA 1221: 2013; Zakon o zdravstveni dejavnosti (ZZDej), 2013; ZZZS, 2014; Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015) pokaže, da na ravni Evropske unije in širše standardi dostopnih časov NMP niso poenoteni. Po posvetu z vodjo Reševalne postaje UKC Ljubljana, g. Andrejem Finkom (Fink, 2014), smo se odločili, da se osredotočimo na standarde in pravilnike v Sloveniji ter na standarde in pravilnike iz Združenih držav Amerike (ZDA). Za slednje smo se odločili predvsem zaradi razpoložljive literature.

3.1 Pregled zakonodaje in pravilnikov

V Sloveniji so smernice dostopnih časov obravnavane v Zakonu o zdravstveni dejavnosti (Zakon o zdravstveni dejavnosti (ZZDej), 2013) ter v Pravilniku o službi NMP (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2008). Zakon o zdravstveni dejavnosti v 6. členu pravi: »Javna zdravstvena služba mora biti organizirana tako, da je vsem prebivalcem Republike Slovenije zagotovljena vedno dostopna nujna medicinska pomoč, vključno z nujnimi reševalnimi prevozi in preskrbo z nujnimi zdravili, čimprej in čim bližje njihovem nastanku in med transportom.« Tako kot ZZDej tudi Pravilnik o službi NMP ne opredeljuje točnih dostopnih časov; v prvem odstavku 7. člena tega pravilnika je zapisano: »Mreža enot NMP se oblikuje na podlagi strokovno utemeljenih meril in razvoja dejavnosti NMP tako, da je v običajnih razmerah omogočena dosegljivost večine prebivalcev v čim krajšem oziroma vsaj še sprejemljivem odzivnem času.« V zaključni fazi pisanja magistrskega dela (14. 11. 2015) je stopil v veljavo Pravilnik o službi NMP (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015), ki v 8. členu prvega in drugega odstavka določa dostopni in izvozni čas:

- »(1) Mreža službe NMP iz Priloge 1 tega pravilnika se oblikuje na podlagi strokovno utemeljenih meril in razvoja dejavnosti NMP tako, da je v primeru nujnih intervencij omogočena dosegljivost večine prebivalcev v čim krajšem dostopnem času.«
- »(2) Dostopni čas iz prejšnjega odstavka je povprečni dostopni čas mobilne enote NMP, ki ne sme presegati 15 minut, pri čemer izvozni čas ne presega 1 minute od aktivacije mobilne enote NMP s strani dispečerske službe zdravstva.«

V pravilniku ni definirano, kaj pomeni pojem nujne intervencije, zato smo v nalogi predpostavili, da so to predvsem intervencije prioriteta P80 in P90 (ki so pojasnjene v nadaljevanju; glej poglavje 4.1 Viri in opis podatkov). Ugotovljamo, da je povprečni dostopni čas v pravilniku opredeljen kot povprečni čas dostopa vseh nujnih intervencij in ni bolj podrobno opredeljen, zato smo opredelitev dostopnega časa prevzeli po Finku (2015), ki pojasnjuje, da je dostopni čas čas od javljanja dispečerja na klic do prihoda intervencijske ekipe na kraj dogodka. V veljavi sta še dva dokumenta, v katerih so podane smernice

nujne medicinske pomoči. V Navodilu za uveljavljanje pravice zavarovanih oseb do prevoza z reševalnimi in drugimi vozili v obveznem zdravstvenem zavarovanju, dokumentu Zavoda za zdravstveno zavarovanje Slovenije (ZZZS, 2014), piše, da mora biti prevoz zavarovane osebe od njenega prebivališča do bolnišnice izveden v eni uri po odredbi zdravnika. Drugi tak dokument je priloga Pravilnika o službi nujne medicinske pomoči, ocenjevalni list – točkovnik (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2008), kjer je opisan aktivacijski preizkus, ki se izvaja med strokovnim nadzorom enot NMP. Eden izmed kriterijev, ki določa, da je aktivacijski preizkus uspešen, je opredeljen s časom od sprejema klica in do trenutka, ko vozilo odpelje na kraj dogodka, ki mora biti dve minuti ali manj.

V ZDA se na področju dostopnih časov ekip predbolnišnične NMP v praksi uporabljata dva standarda NFPA 1221 (2013) in NFPA 1710 (2010). Kljub temu da imajo v ZDA sistem predbolnišnične nujne medicinske pomoči nekoliko drugače zasnovan kot v Sloveniji, pa bi lahko ta standard v nekaterih delih uporabili tudi za Slovenijo (glej preglednico 1; Dobravec in sod., 2010):

- Čas od prejema obvestila o nesreči do izvoza iz postaje je največ 60 sekund.
- Prvo vozilo z reševalci, usposobljenimi za tretjo raven (nujno reševalno vozilo z zdravnikom), pride na mesto intervencije v 8 minutah v 90 % vseh primerov v letu.

ALS (angl. Advanced Life Saving) v slovenskem sistemu predbolnišnične nujne medicinske pomoči pomeni najvišjo raven, z vso opremo in znanjem dokončnih postopkov oživljanja, nudenja predbolnišnične nujne medicinske pomoči.

Preglednica 1: Vrste dejavnosti in pripadajoči časi po drugem kriteriju NFPA 1710 in NFPA 1221 za zdravstveno reševalno službo (Dobravec in sod., 2010)

Prijavitelj kliče 112	Regijski center za obveščanje sprejme klic	Dispečerski centri obdelajo klic in sprejmejo odločitev o aktiviranju – vrsti in število vozil in moštva ter obvestijo/aktivirajo izbrane ekipe (Regijski center za obveščanje, Reševalna postaja Kliničnega centra Ljubljana, Nujna medicinska pomoč Zdravstvenega doma Ljubljana).	Izbrane ekipe za tretjo raven nudenja zdravstvenega reševanja izvozijo.	Izbrane ekipe za tretjo raven (ALS) nudenja zdravstvenega reševanja so na mestu intervencije.
	30 sekund	1 minuta	1 minuta	8 minut
	NFPA 1221	NFPA 1221	NFPA 1710	NFPA 1710

Reševalna postaja UKC Ljubljana je v internih navodilih za opravljanje dispečerske službe zapisala smernice, ki določajo (Brezovnik, 2014):

- da je povprečni odzivni čas dolg največ 10 sekund,
- optimalni standard (odzivni časi so v 95 % dolgi 10 sekund ali manj),
- zadovoljivi standard (odzivni časi so v 80 % dolgi 10 sekund ali manj),
- minimalni standard (odzivni časi so v 70 % dolgi 10 sekund ali manj) in

- da mora v primeru z najvišjo stopnjo nujnosti prva ekipa NMP izvoziti na intervencijo v 1 minuti ali manj.

Primere raziskav s področja predbolnišnične NMP iz sveta najdemo v Jones in Bentham (1995), Al-Ghamdi (2002) in Naoum-Sawaya in Elhedhli (2013), iz Slovenije pa v Fink (2000), Pušenjak (2011) ter Železnjak in sod. (2011). Za Slovenijo so Železnjak in sod. (2011) opravili analizo dostopnih časov službe NMP v Kočevju in primerjavo le teh s priporočenimi mednarodnimi smernicami (upoštevali so ameriški standard NFPA 1221 (2013) ter NFPA 1710 (2010)). Podatke, ki so jih vključili v statistične analize, so zbrali naključno z vzorcem velikosti 80 nujnih intervencij za časovno obdobje treh mesecev v letu 2009. Rezultati raziskave so pokazali, da je povprečni dostopni čas pri urgentnih stanjih in pri oddaljenosti od NMP Kočevje 15 km in več znašal 16,5 – 27,3 minute, kar je skoraj za polovico nad skrajnimi priporočenimi mednarodnimi smernicami. Možnost preživetja pri urgentnih stanjih, pri katerih je zgornja časovna meja intervencije 14 minut, je minimalna ali pa je sploh ni.

3.2 Sistem aktiviranja nujne medicinske pomoči

Sestavni del službe nujne medicinske pomoči je tudi dispečerstvo. Dispečerji skrbijo za prvo fazo zagotavljanja NMP, to je sprejemanje podatkov o pacientih ter aktiviranje ekipe NMP, ki opravijo prevoz pacienta iz začetne na končno točko. Do 10. 5. 2004 je sprejem klicev, obdelava intervencij ter arhiviranje podatkov temeljil na papirnatih obrazcih. Dispečer v sprejemnem delu je ob telefonskem klicu zabeležil podatke na papirni obrazec za sprejem klica ter izpolnjen obrazec predal oddajnemu dispečerju. Oddajni dispečer je sprejete intervencije razvrstil po prioritetah, intervencije v skladu s prioritetami predal intervencijskim ekipam, evidentiral odzivne čase in vnesel manjkajoče podatke, pomembne podatke prepisal iz obrazca v knjigo prevozov ter spremljal premike intervencijskih ekip. Tak sistem je v večini primerov presegal standardnih 60 sekund, ki so na voljo za sprejem klica in dopuščal veliko grobih napak dispečerjev. Z novim sistemom aktiviranja nujne medicinske pomoči so uvedli elektronski obrazec za sprejemnega dispečerja, s katerim so se znebili velikega števila pomanjkljivosti prejšnjega sistema, kot je na primer nepotrebno prepisovanje iz enega v drugi dokument, popravljanje vsebine sprejemnega obrazca, v primeru, da nam s kraja nesreče sporočijo nove pomembne informacije, razmejevanje odgovornosti za vnesene informacije, zamudne analize, težavno planiranje nenujnih prevozov in drugo. Za oddajnega dispečerja pa so uvedli intuitiven grafični vmesnik z enostavnim pregledom nad ekipami ter intervencijami na čakanju in intervencijami v izvajanju (Fink in Jelovšek, 2004; Jelovšek in sod, 2007).

Na Reševalni postaji UKC Ljubljana izvajajo dispečerstvo za to usposobljene osebe neprekinjeno, štiriindvajset ur dnevno. Da bi odpravili težave, ki izvirajo iz ročnega obravnavanja klicev, so se odločili,

da računalniško podprejo delo dispečerske službe, ki dispečerjem omogoča lažje, hitrejše in natančnejše delo. Podjetje Computel d.o.o. je izdelalo program NMP3000dispatch. Pred uporabo aplikacije se mora uporabnik prijaviti v program, kar omogoča sledljivost pri vpisovanju podatkov v obrazec. Na ta način so dosegli osebno odgovornost dispečerjev, kar pomeni, da dispečerji bolj vestno in natančno vnašajo podatke. Računalniško podprt sistem omogoča vnašanje večjega števila podatkov, ki so pomembni za sledenje razvoja intervencij in za kvalitetnejše analize postopkov. V program se beležijo naslednji podatki (Fink, 2014; Jelovšek in sod, 2007):

- Evidenčni podatki intervencije, ki se beležijo avtomatsko. To so podatki o številki intervencije, času nastanka intervencije, času popravka intervencije in kdo je intervencijo popravil.
- Podatki o kličočem (ime, priimek, telefonska številka ...).
- Podatki o dogodku (katere narave je dogodek in koliko je bolnikov oziroma poškodovancev).
- Podatki o lokaciji dogodka (ulica, hišna številka, naselje in občina). Iz teh podatkov se pridobijo tudi koordinate lokacije dogodka.
- Podatki o končni lokaciji, to je lokacija, kamor se bo bolnika oziroma poškodovanca peljalo.
- Stanje bolnika/poškodovanca (zavest, dihanje, bolečina, krvavitev in pokretnost).
- Podatki o bolniku/poškodovancu (ime, priimek, spol in starost).
- Ostali podatki (nujnost intervencije, prioriteta, voznik, spremljevalec in vozilo).

V nekaterih primerih intervencij višje stopnje nujnosti, ko dispečer ne more sam določiti prioritete intervencije, le-ta preveže klic do zdravnika, ki po posvetu s kličočim potrdi ali spremeni stopnjo nujnosti. Program dispečerju pomaga pri vnosu pravih podatkov tako, da so podatki razporejeni po točno določenem vrstnem redu, določeni podatki so šifrirani, kar preko izbirnih menijev omogoča hitrejše beleženje podatkov. Lokacijski podatki, za katere nimajo podatkov o ulici in hišni številki, pa se vnašajo neposredno preko zemljevidov. Računalniški sistem omogoča, da v primeru nujne intervencije dispečer vnese le nekaj najosnovnejših podatkov in takoj aktivira ekipo NMP, nato pa nadaljuje z dopolnjevanjem podatkov. V primerjavi s starim načinom, ko je bilo potrebno pred samo aktivacijo ekipe najprej v celoti izpolniti obrazec, so tako pridobili nekaj pomembnih sekund. (Fink, 2014; Jelovšek in sod, 2007).

4 PODATKOVNE OSNOVE

4.1 Viri in opis podatkov

Študijsko območje obsega območje šestnajstih občin (Mestna občina Ljubljana, Brezovica, Vrhnika, Borovnica, Dobrova – Polhov Gradec, Horjul, Ig, Škofljica, Velike Lašče, Dobrepolje, Grosuplje, Ivančna Gorica, Dol pri Ljubljani, Vodice, Medvode in Log – Dragomer). Na sliki 1 lahko vidimo območje šestnajstih občin, ki ga pokriva Reševalna postaja UKC Ljubljana in za katero območje smo izvedli analize.



Slika 1: Območje Reševalne postaje UKC Ljubljana

Podatke za nekaj več kot 600.000 intervencij Reševalne postaje Ljubljana v letih 2005–2014 smo pridobili pri podjetju Computel d.o.o. Podjetje vzdržuje podatkovno bazo programa NMP3000dispatch od leta 2005 naprej. Struktura pridobljenih podatkov v formatu MS Access je opisana v preglednici 2.

Preglednica 2: Struktura podatkov o intervencijah Reševalne postaje Ljubljana (baza podatkov: NMP3000dispatch, vzdrževalec: Computel d.o.o.)

Oznaka	Opis
ID_Prevoza	enolični identifikator intervencije (prevoza)
X	koordinata x kraja dogodka
Y	koordinata y kraja dogodka
Obcina	občina nastanka dogodka
Ring	čas (datum in ura) klica v dispečerski službi Reševalne postaje UKC Ljubljana
Dvig	čas (datum in ura), zabeležen ob dvigu klica v dispečerski službi Reševalne postaje UKC Ljubljana
Nastanek_naloga	čas (datum in ura), vezan na nastanek naloga (v primeru, ko je več pacientov, se le ta razlikuje od časa nastanka osnovnega naloga)
Nastanek_osnovnega_naloga	čas (datum in ura), ki se zabeleži samodejno, ko dispečer začne podatke o dogodku vnašati v program NMP3000dispatch
Koncan_vnos	čas (datum in ura), ko dispečer zaključi z vnosom podatkov
Trajanje_sprejema	razlika v času končanega vnosa in dviga
Oddaja_voznje	čas (datum in ura), ko dispečer aktivira ekipo NMP
Zacetek_voznje	čas (datum in ura), ko ekipa NMP izvozi na intervencijo
Na_kraju_dogodka	čas (datum in ura) prihoda ekipe NMP na kraj dogodka
Na_cilju	čas (datum in ura) prihoda ekipe NMP na končno lokacijo
Prost	čas (datum in ura), ko je ekipa NMP prosta (pripravljena na novo intervencijo)
ID_Vrste_dogodka	šifrant vrste dogodka
Vrsta_dogodka	vrsta dogodka
ID_Prioriteta	šifra prioritete
Prioriteta	prioriteta
Koncna_lokacija	lokacija, kamor ekipa NMP pripelje pacienta

Vrste dogodkov in šifranti so opisani v preglednici 3, šifre prioritete in prioritete pa v preglednici 4.

Preglednica 3: Vrste dogodkov in njihove šifre (baza podatkov: NMP3000dispatch, vzdrževalec: Computel d.o.o.)

Oznaka	Opis
0	ostalo
1	prometna nesreča
2	poškodba
3	utopitev (možnost utopitve)
4	nosečnost/porod
5	psihiatrične/vedenjske motnje
6	zastrupitve
7	bolezen
8	ugriz živali
9	napad/pretep/spolno nasilje
10	krvavitev/rana
11	opekline
12	poškodbe oči
13	padec z višine
14	termične poškodbe
15	industrijske nesreče
16	strelne/vbodne rane
17	bolečina v trebuhu
18	alergija/pik
19	bolečina v hrbtu/križu
20	težave z dihanjem
21	bolečina v prsnem košu
22	sladkorna bolezen/težave
23	glavobol
24	srčno obolenje
25	krči
26	ICV (možganska kap)
27	neznano/oseba na tleh
28	zastrupitev s CO ₂ / nevarno snovjo
29	srčni zastoj
30	dušenje
31	poškodba z elektriko
32	nezavest/omedlevica
33	prevoz b/p (prevoz za ZZZS)
34	premestitev b/p (medklinični prevoz znotraj UKC Ljubljana)
35	prevoz krvi
36	prevoz materiala
37	prevoz od/do heliporta
38	prevoz inkubatorja
39	nalezljiva bolezen
40	dežurstvo
41	nepotrebna intervencija

Preglednica 4: Prioritete in njihove šifre(baza podatkov: NMP3000dispatch, vzdrževalec: Computel d.o.o.)

Oznaka	Opis
1	10
2	20
3	30
4	40
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90

Opis prioritet smo povzeli po Brezovniku (2014) in ga uskladili s Pravilnikom o službi NMP (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015):

- Prioriteta 90: življenjsko ogrožajoče stanje, ki terja takojšen izvoz reanimobila (zdravnik specialist, diplomirani zdravstvenik in zdravstveni reševalec – voznik). Izvoz se opravi v najkrajšem možnem času in z uporabo zvočne in svetlobne signalizacije. Praviloma izvoz ne sme biti več kot 2 minuti po sprejemu klica.
- Prioriteta 80: težko zdravstveno stanje, ki terja takojšen izvoz nujnega reševalnega vozila (diplomirani zdravstvenik in zdravstveni reševalec – voznik) z uporabo zvočne in svetlobne signalizacije. Praviloma izvoz ne sme biti več kot 2 minuti po sprejemu klica.
- Prioriteta 70: zdravstveno stanje, ki neposredno ne ogroža življenja, vendar terja medicinsko obravnavo. Prevoz se praviloma opravi takoj, v primeru pomanjkanja ekip pa v roku ene ure. Ekipo sestavljata diplomirani zdravstvenik in zdravstveni reševalec – voznik.

Opredelitev različnih časov, potrebnih za časovne analize (Fink, 2011):

Odzivni čas ($T_{ODZ_ČAS}$) je čas od vzpostavitve telefonske zveze klicatelja (prvi »ring«) z dispečerskim centrom (T_{KLIC}) in javljanjem dispečerja (»dvig telefonske slušalke«) na klic klicatelja (T_{DVIK}):

$$T_{ODZ_ČAS} = T_{DVIK} - T_{KLIC}$$

Čas sprejema klica ($T_{SPR_ČAS}$) zajema čas od dviga telefonske slušalke dispečerja (T_{DVIK}) do odločitve dispečerja o načinu izvedbe intervencije oziroma določitvi stopnje nujnosti (T_{SPR}):

$$T_{SPR_ČAS} = T_{SPR} - T_{DVIK}$$

Dostopni čas ($T_{DOS_ČAS}$) je čas, ki se meri od javljanja zdravstvenega dispečerja na klic (T_{DVIK}) in vse do prihoda intervencijske ekipe na kraj dogodka (T_{DOG}):

$$T_{DOS_ČAS} = T_{DOG} - T_{DVIK}$$

Reakcijski čas ($T_{REA_ČAS}$) je del dostopnega časa, ki se meri od javljanja dispečerja na klic klicatelja (T_{DVIK}) ter do izvoza ekipe NMP na intervencijo (T_{IZVOZ}):

$$T_{REA_ČAS} = T_{IZVOZ} - T_{DVIK}$$

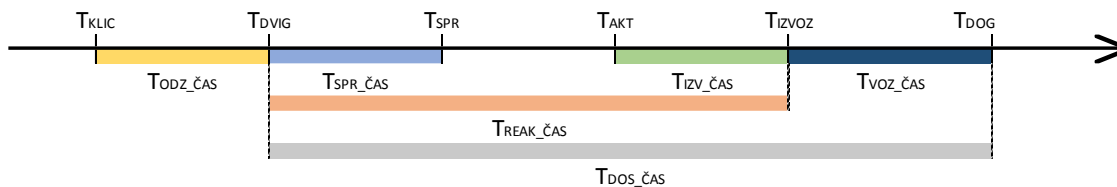
Izvojni čas ($T_{IZV_ČAS}$) je čas od aktivacije ekipe NMP (T_{AKT}) do dejanskega odhoda ekipe na intervencijo (T_{IZVOZ}):

$$T_{IZV_ČAS} = T_{IZVOZ} - T_{AKT}$$

Vojni čas ($T_{VOZ_ČAS}$) je čas od odhoda ekipe NMP na intervencijo (T_{IZVOZ}) do prihoda le te na kraj dogodka (T_{DOG}):

$$T_{VOZ_ČAS} = T_{DOG} - T_{IZVOZ}$$

Na sliki 2 so opisani časi predstavljeni grafično. Prazen prostor med časom T_{SPR} in časom T_{AKT} predstavlja čas, ko dispečer po zaključku sprejema klica zaradi različnih razlogov še ni aktiviral ekipe NMP. Eden izmed razlogov je, da v tistem trenutku ni imel na voljo nobene ekipe NMP, ki bi jo lahko aktiviral (ekipe so bile zasedene, to pomeni, da gre za primanjkljaj ekip). Lahko pa se je dispečer na podlagi stopnje nujnosti odločil, da bo pred samo aktivacijo ekipe sprejel še druge klice.



Slika 2: Grafični prikaz časov

Pri podjetju Computel d.o.o. smo pridobili tudi podatke o lokacijah avtomatskih eksternih defibrilatorjev (AED). V nalogi smo izvedli analizo povezanosti lokacij AED in verjetnosti srčnega zastoja. Avtomatski eksterni defibrilator je prenosna elektronska naprava, ki pri človeku zazna zastoj srca in ga z električnimi sunki ponovno požene ter s tem v primeru hitrega posega reši življenje. Baza AED vsebuje naslednje podatke, prikazane v preglednici 5:

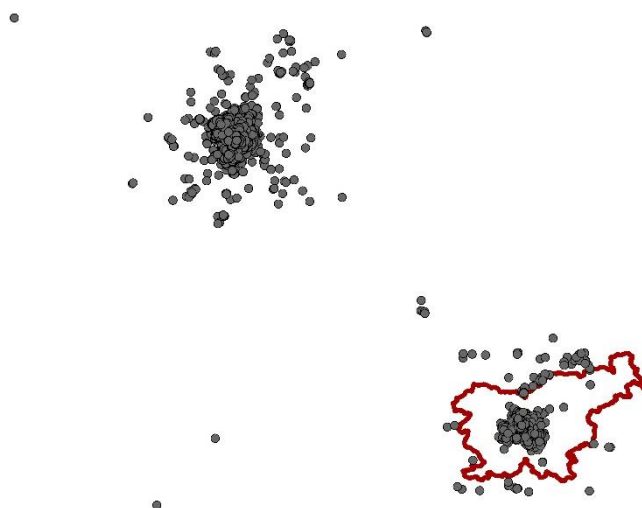
Preglednica 5: Struktura podatkov o avtomatskih eksternih defibrilatorjih (AED; baza podatkov: AED, vzdrževalec: Computel d.o.o.)

Oznaka	Opis
ID	enolični identifikator AED-ja
Lokacija	lokacija nameščenega AED-ja
Naslov	naslov lokacije
Kraj	kraj in poštna številka
Telefon	<i>ni podatka v preglednici</i>
E-mail	<i>ni podatka v preglednici</i>
Območje	<i>ni podatka v preglednici</i>
Dosegljivost	natančna pozicija AED-ja in dosegljivost skozi dan
24/7 dostop	dostopnost AED-ja 24h na dan (da/ne)
CentroidX	koordinata x centroida AED-ja
CentroidY	koordinata y centroida AED-ja

4.2 Priprava podatkov

4.2.1 Baza intervencij

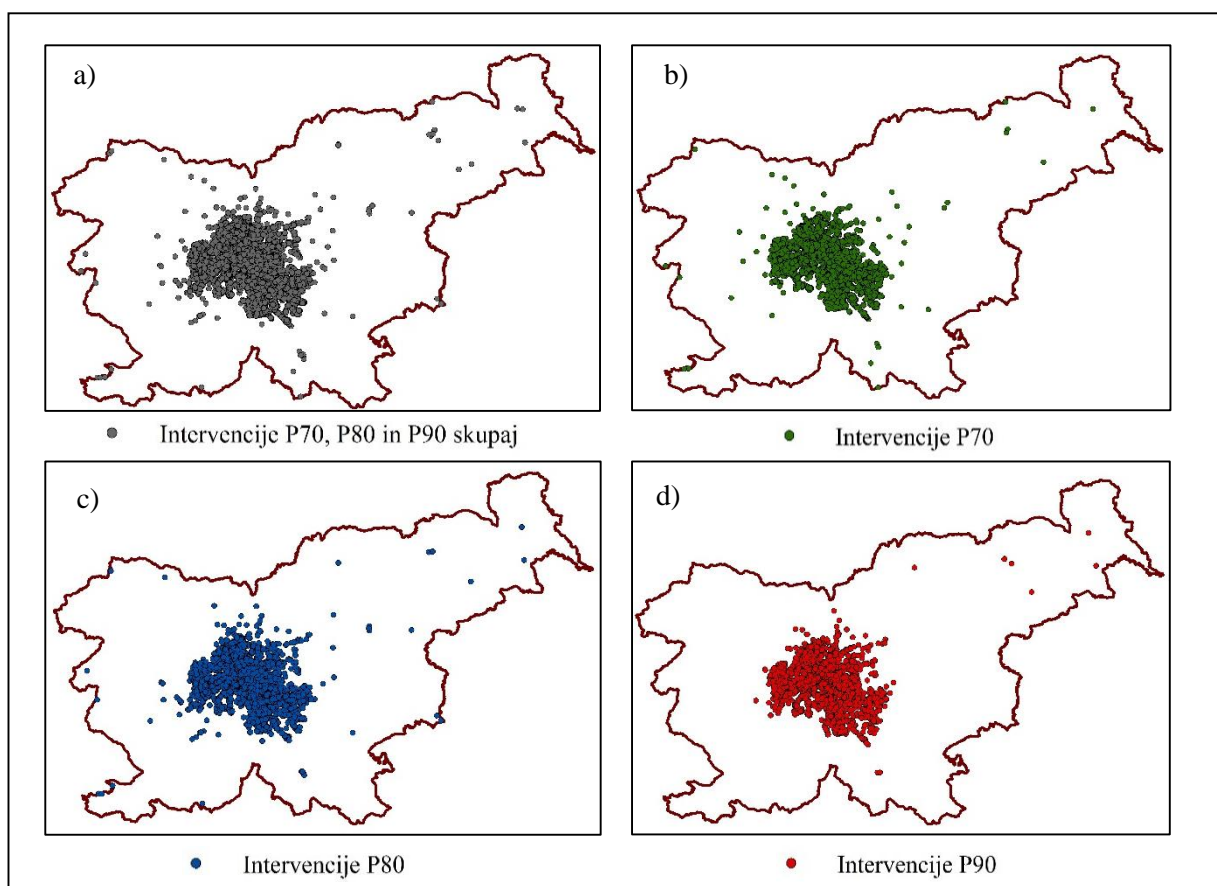
Pred samo analizo je bilo potrebno podatke urediti. Podatke smo uvozili v orodje ArcGIS¹, kjer smo opazili neenotnost v zajemu podatkov. Nastali sta namreč dve skupini podatkov, ena na območju Slovenije, druga zunaj meja naše države (glej sliko 3).



Slika 3: Grafični podatki NMP3000dispatch

¹ ArcGIS je zaščitena blagovna znamka ESRI Incorporation.

Glede na to, da Reševalna postaja Ljubljana pokriva območje ljubljanske mestne občine ter petnajst primestnih občin, je torej skupina podatkov zunaj meja Slovenije napačna. Pri pregledu te skupine smo iz podatkov o intervencijah (občina, vrsta dogodka, prioriteta in končna lokacija) ugotovili, da je prišlo do zamenjave koordinat x in y . Ob tej predpostavki smo torej podatke dvakrat uvozili v program ArcMap, s tem, da smo drugič zamenjali koordinate x in y . Ker nas zanimajo samo intervencije znotraj Slovenije, smo v obeh primerih izvozili samo intervencije znotraj Slovenije, tako smo pridobili dva sloja podatkov, ki smo ju združili. To smo storili v programu ArcMap s funkcijo Append (uporabili smo orodje Data Management → General → Append). Izvozili smo le tiste podatke, ki smo jih v nadaljevanju analizirali, to so podatki o intervencijah s prioriteto P70, P80 in P90 (slika 4). Na sliki 4a) so prikazane intervencije prioritete P70, P80 in P90 skupaj, slike 4b), 4c) in 4d) pa prikazujejo intervencije vsake prioritete posebej.



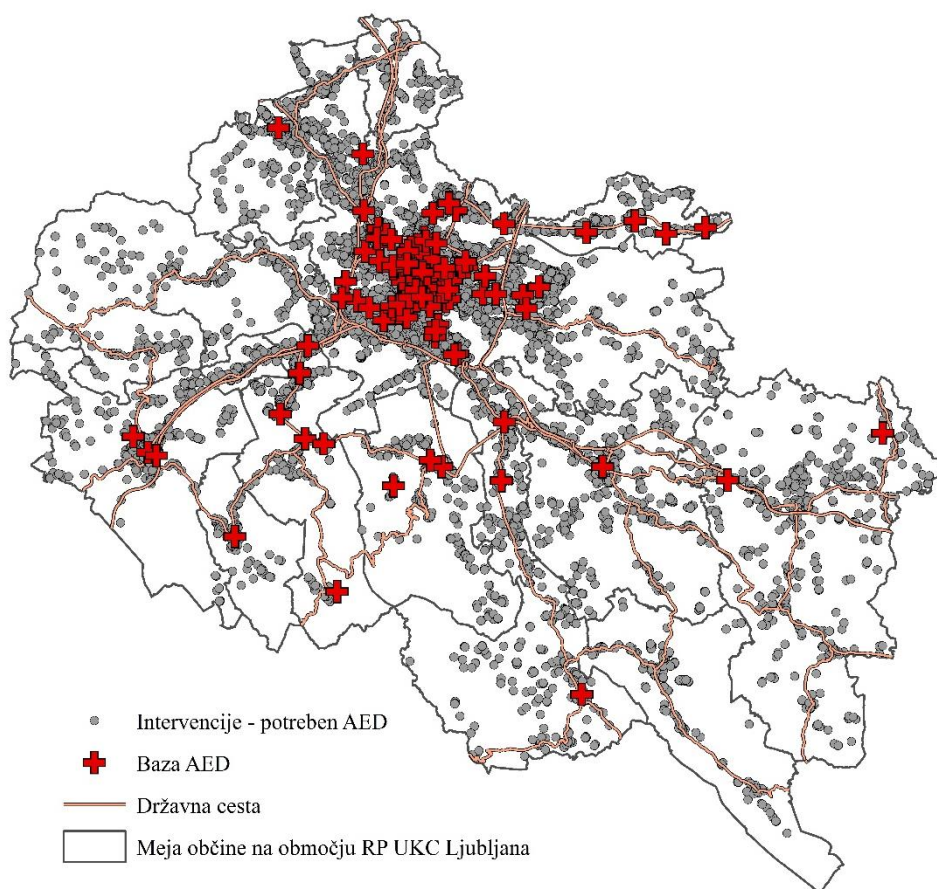
Slika 4: Lokacije intervencij prioritete P70, P80 in P90 Reševalne postaje UKC Ljubljana v Sloveniji (2005–2014)

Sledila je priprava podatkov za analize. V atributni tabeli izvoženega sloja podatkov (T2_Intervencije_2005_2014_Prior_70_80_90) smo z orodjem Convert Time Field (Data Management Tools → Fields → Convert Time Field) iz stolpca Nastanek_naloga v nov stolpec izločili leto, mesec in

dan v tednu. Tako smo pridobili tri nove stolpce: Nastanek_naloga_Leto, Nastanek_naloga_Mesec in Nastanek_naloga_DanVTednu.

4.2.2 Baza AED

V program ArcGIS smo uvozili študijsko območje, območje Reševanje postaje UKC Ljubljana (16 občin) ter intervencije vseh prioritiet od leta 2005 do 2014. Za potrebe nadaljnjih analiz smo izvozili intervencije, ki ležijo znotraj študijskega območja in intervencije, pri katerih bi potrebovali avtomatski eksterni defibrilator. To so intervencije, katere vrste dogodka so: utopitev (možnost utopitve), bolečina v prsnem košu, srčno obolenje, neznano/oseba na tleh, srčni zastoj, poškodba z elektriko ter nezavest/omedlevica. Izvozili smo 46.060 intervencij. Poleg intervencij smo v program uvozili tudi bazo AED, ki smo jo uredili na območje analize. Znotraj območja Reševalne postaje UKC Ljubljana imamo 159 defibrilatorjev. Slika 5 prikazuje intervencije na območju Reševalne postaje UKC Ljubljana, pri katerih je potreben AED ter bazo avtomatskih eksternih defibrilatorjev.



Slika 5: Baza AED in intervencije, pri katerih je potreben AED

5 METODE DELA

5.1 Analiza intervencij

Bazo intervencij prioritete P70, P80 in P90, ki smo jo predhodno že izvozili iz programa ArcGIS, smo uvozili v program Excel², kjer smo izvedli osnovne analize. Najprej nas je zanimalo predvsem število vseh intervencij in število intervencij po prioritetah. Zanimalo nas je število intervencij, ki smo jih uporabili za nadaljnje analize in število intervencij, ki smo jih izločili iz obravnave. V Excelu smo za vse intervencije določili podatek o uri nastanka intervencij (ura, brez minut, v kateri je intervencija nastala). Izdelali smo tudi graf, ki prikazuje število intervencij prioritete P70, P80 in P90 po letih ter graf, ki prikazuje število intervencij po letih in dnevih v tednu. Z grafom smo prikazali tudi število intervencij po urah, število intervencij po mesecih ter število intervencij po dnevih v tednu.

5.2 Analize časov aktiviranja ekipe NMP

Podatke o intervencijah prioritete P70, P80 in P90 smo iz programa ArcGIS izvozili v Excel. Imeli smo podatke za 223.749 intervencij. Na podatkih smo izvedli osnovne statistične metode (urejanje v ranžirne vrste, razvrščanje podatkov v razrede, analitični grafični prikazi). Zanimal nas je predvsem odzivni čas dispečerjev, čas sprejema klica in izvozni čas.

Odzivni čas

S filtrom smo izločili vse prazne vrstice, kjer nismo imeli podatka o času klica in času dviga klica. Izračunali smo odzivni čas, ki je razlika časa dviga klica in časa klica. S filtrom smo izločili vse odzivne čase, kjer je prišlo do grobih napak (npr. dvig klica je zabeležen prej kot čas klica). Skupaj smo izločili 62.437 intervencij, za nadaljnje izračune pa jih je ostalo 161.312. Iz raziskave smo nato za objektivnejšo sliko rezultatov izločili vse intervencije, katerih vrsta dogodka je bila: dežurstvo, nepotrebna intervencija, premestitev b/p, prevoz b/p, prevoz inkubatorja, prevoz krvi, prevoz materiala in prevoz od/do heliporta. Ostalo je 144.808 intervencij, za katere smo izračunali povprečni odzivni čas za vsa leta skupaj, ki znaša 5 sekund. Izračunali smo tudi minimum in maksimum. Za izračun števila intervencij, pri katerih je bil odzivni čas manjši oziroma večji od 10 sekund smo uporabili histogram. Izračunali smo, da je pri 130.292 intervencijah odzivni čas manjši ali enak 10 sekundam, kar pomeni 90,0 %. Intervencij z odzivnim časom večjim od 10 sekund pa je 14.516, to pomeni 10,0 % intervencij. Za izračun vseh povprečnih časov po letih smo uporabili vrtilno tabelo. Za vsako leto posebej smo izračunali povprečni odzivni čas ter število in odstotek intervencij, kjer je odzivni čas manjši ali enak

² Program Excel je zaščitena blagovna znamka podjetja Microsoft Corp.

ter večji od 10 sekund. Vrtilno tabelo smo uporabili tudi za izračun odzivnih časov po posameznem dnevu v tednu. Za vsako leto posebej smo izračunali tudi mediano ter kvantil ($P = 0,95$) odzivnega časa. Mediana predstavlja vrednost, ki leži na sredini vseh vrednosti v vzorcu in od katere je manjših 50 % vseh vrednosti vzorca. Kvantil ($P = 0,95$) pa predstavlja število, pod katerim je 95 % celotne populacije.

Čas sprejema klica

V programu Excel smo s filtrom izločili intervencije, za katere ni bilo podatka o času dviga klica ali času končanega vnosa podatkov. Sledil je izračun časa sprejema klica, ki je razlika med časom končanega vnosa in časom dviga klica. Vse čase sprejema klica, ki so bili grobo pogrešeni, smo izbrisali (npr. napačen datum, ura). Zaradi nekaterih zelo dolgih časov sprejema klica smo se odločili, da iz analize odstranimo intervencije, pri katerih je čas sprejema daljši od 1 ure. Najdaljši sprejemni čas je namreč znašal skoraj 13 ur, kar pa kaže na očitno grobo napako, v ta namen smo odstranili 146 intervencij. Skupno smo odstranili 62.051 intervencij. Za nadaljnjo analizo je ostalo torej 161.698 intervencij. Tako kot pri odzivnem času smo tudi tu odstranili nekatere vrste dogodkov (intervencije, katerih vrsta dogodka je bila: dežurstvo, nepotrebna intervencija, premestitev b/p, prevoz b/p, prevoz inkubatorja, prevoz krvi, prevoz materiala in prevoz od/do heliporta), ki bi kvarili rezultate. Ostalo je 145.105 intervencij, na katerih smo izvajali nadaljnje analize. Povprečni čas sprejema klica znaša 1 minuto in 32 sekund. Uporabili smo orodje Histogram za izračun števila intervencij, katerih čas sprejema klica je krajših ali enakih 1 minuti. Izračunali smo, da je takšnih intervencij 36.293, kar predstavlja 25 %. Z vrtilno tabelo smo nato izračunali povprečni čas sprejema klica po letih in dnevih v tednu ter odstotek intervencij, kjer je čas sprejema klica manjši ali enak oziroma večji od 1 minute. Sledil je še izračun mediane in kvantila ($P = 0,95$) časa sprejema klica po letih.

Izvozni čas

S filtrom smo izločili vse prazne vrstice, kjer nismo imeli podatka o času oddaje vožnje in času začetka vožnje. Izračunali smo čas od aktivacije ekipe NMP do izvoza. Izločili smo tiste izvozne čase, kjer je prišlo do grobih napak (npr. napačni datumi, ure). S filtrom smo ločili intervencije prioriteta P80, P90 in P70, ker jih bomo obravnavali ločeno, zaradi različnih predpisanih izvoznih časov. Devetim intervencijam prioriteta P80 in P90 smo popravili datume in ure, pri katerih se je jasno videlo, da je prišlo do grobe napake. Na podoben način smo štiri intervencije prioriteta P80 in P90, pri katerih nismo mogli ugotoviti napake, odstranili. Kljub odstranjenim in popravljenim vidnim grobim napakam pa so v bazi podatkov ostale intervencije, ki so imele zelo dolg izvozni čas (tudi do 24 ur), kar je za intervencije višjih prioriteta nemogoče. Tako smo se odločili, da izbrišemo vse intervencije, pri katerih je izvozni čas daljši od 1 ure, saj je v teh primerih prišlo do grobih napak (npr. ekipa NMP ni javila izvoza, oziroma so čas izvoza naknadno napačno vpisali ...). Takih intervencij smo imeli 148. Pri prioritetah P80 in P90 je torej ostalo 77.525 intervencij (skupaj smo izločili 146.224 intervencij). Podobno smo naredili tudi

pri intervencijah prioritete 70. Pri 23 intervencijah smo popravili očitne grobe napake v datumih in urah ter izločili 5 intervencij. Zaradi predolgega izvoznega časa smo izločili 11 intervencij, kjer je bil izvozni čas daljši od 9 ur. Za kriterij 9 ur smo se odločili, ker je prišlo pri izvoznem času do nenadnega preskoka iz 5 ur na 9 ur, tako smo obdržali samo izvozne čase, ki so krajši od 5 ur. Vse skupaj smo torej izločili 103.474 intervencij, za nadaljnje analize pa smo jih uporabili 120.275. Iz podobnih razlogov kot pri prejšnjih časih smo izločili intervencije z nekaterimi vrstami dogodkov (dežurstvo, nepotrebna intervencija, premestitev b/p, prevoz b/p, prevoz inkubatorja, prevoz krvi, prevoz materiala in prevoz od/do heliporta). Intervencij prioritete P90 je za nadaljnje izračune ostalo 27.105, intervencij prioritete P80 44.243, P70 pa 106.194. Izračunali smo povprečni izvozni čas za vsa leta skupaj. Pri prioriteti P90 ta znaša 2:41 minut, pri prioriteti P80 1:29 minut, pri prioriteti P70 pa 1:52 minut. S histogramom smo ugotovili, da imamo le 8,2 % intervencij prioritete P90 in 57,3 % intervencij prioritete P80, ki imajo izvozni čas krajši od 1 minute. Z vrtilno tabelo smo nato za prioritete P80, P90 in P70 izračunali povprečni čas izvoza po letih in dnevih v tednu. Za izvozni čas smo nato po letih za vsako prioriteto posebej izračunali tudi mediano in kvantil ($P = 0,95$).

Reakcijski čas

Podobno kot pri ostalih časih smo izračunali tudi reakcijski čas, ki je čas od dviga slušalke do izvoza ekipe. Izločili smo vse prazne vrstice, vrstice, kjer nismo imeli podatka o času dviga klica in času oddaje vožnje. Izračunali smo reakcijski čas in izločili tiste, kjer je prišlo do grobih napak (npr. da je čas oddaje vožnje zabeležen prej, kot je zabeležen dvig klica). Ločili smo intervencije prioritet P80, P90 in P70. Pri intervencijah višjih prioritet smo zaradi dolgih reakcijskih časov izločili intervencije, katerih reakcijski čas je bil daljši od 1 ure. Ostalo je 55.500 intervencij prioritet P80 in P90 ter 82.564 intervencij prioritete P70. Ravno tako smo izločili intervencije nekaterih vrst dogodkov (dežurstvo, nepotrebna intervencija, premestitev b/p, prevoz b/p, prevoz inkubatorja, prevoz krvi, prevoz materiala in prevoz od/do heliporta). Ostalo je 20.664 intervencij prioritete P90, 30.561 intervencij prioritete P80 ter 73.048 intervencij prioritete P70. Za vse prioritete smo nato izračunali povprečne reakcijske čase po letih in dnevih. Po letih smo za reakcijski čas izračunali tudi mediano in kvantil ($P = 0,95$).

5.3 Analiza prostorske povezanosti podatkov

Za ugotovitev in statistično potrditev prostorske povezanosti podatkov smo uporabili globalno avtokorelacijsko statistiko. Veliko globalnih statistik je uporabnih za prostorsko avtokorelacijo spremenljivk s samo dvema izidoma. V stvarnem svetu sicer imamo nekaj takšnih situacij, še vedno pa prevladujejo spremenljivke z intervalno zalogo vrednosti. V tem primeru lahko uporabimo Moranov indeks I in Gearyjevo razmerje C . Obe statistiki temeljita na primerjavi atributnih vrednosti sosednje površinske enote. V primeru, da imajo sosednje enote na celotnem obravnavanem študijskem območju

podobne vrednosti, naj bi statistiki pokazali močno pozitivno vrednost prostorske avtokorelacije. V primeru, da sosednje enote nimajo podobnih vrednosti, statistiki pokažeta močno negativno prostorsko avtokorelacijo. Za primerjavo sosednjih vrednosti statistiki uporabljata različne pristope (Wong in Lee, 2001).

Zanima nas, ali obstaja prostorska povezanost podatkov glede na vozni čas. Preverili smo, ali imajo intervencije, ki so blizu skupaj, podoben vozni čas. V programu Mathematica 10.0³ smo izračunali Moranov indeks I ter Gearyjevo razmerje C za intervencije prioritete P70, P80 in P90. V Excelu smo za vse intervencije izračunali vozni čas ($T_{VOZ_ČAS}$) v sekundah. Podatke po prioritetah P70, P80 in P90 smo pregledovali in čistili v ločenih datotekah. Izločili smo vse intervencije, ki niso imele podatka o času izvoza ekipe NMP na intervencijo ter času prihoda ekipe na kraj dogodka. Grobe, očitne napake pri času izvoza in času prihoda ekipe na kraj dogodka smo popravili, nesmiselne pa izločili iz nadaljnje obravnave. Izločili smo 29.279 intervencij prioritete P70, 14.978 intervencij prioritete P80 in 6730 intervencij prioritete P90. Tako nam je ostalo 105.325 intervencij prioritete P70, 43.558 intervencij prioritete P80 ter 23.878 intervencij prioritete P90. V program Mathematica smo uvozili podatke intervencij in definirali spremenljivke. Za pravilen izračun kovariančne in korelacijske funkcije podatki ne smejo biti razvrščeni po vrednostih analizirane spremenljivke, zato smo pred samimi izračuni točke slučajno premestili. Zaradi velikega števila vhodnih podatkov smo postopke analiz prilagodili. Omejili smo število parov, potrebnih za izračun geostatističnih ocen. Izračunali ter izrisali smo grafe kovariančne funkcije ($C(\vec{h})$), korelacijske funkcije ($\rho(\vec{h})$) in variogram ($\gamma(\vec{h})$), ki smo jih izračunali s 500, 1000, 2000, 5000, 10.000 pari točk ter vsemi pari. Iz grafov smo se na podlagi odstopanja krivulj z manjšim številom parov točk od krivulj izračunanim z vsemi pari odločili, da je 2000 parov dovolj za nadaljnje izračune. Sledil je izračun in grafični prikaz kovariančne in korelacijske funkcije ter variograma z 2000 pari. Za oddaljenost med pari točk smo vzeli $h_0 = 12.000$ m, za kar smo se odločili po predhodnih izračunih in grafičnih prikazih variograma za različne oddaljenosti.

Korelacijsko funkcijo, $\rho(\vec{h})$, smo izračunali po enačbi:

$$\rho(\vec{h}) = \frac{C(\vec{h})}{\hat{\sigma}_{\vec{s}} \cdot \hat{\sigma}_{\vec{s}+\vec{h}}}, \quad (1)$$

kjer je:

- $C(\vec{h})$ kovariančna funkcija,
- $\vec{s}_i(x_i, y_i)$ točke, v katerih imamo podane vrednosti spremenljivke, $z(\vec{s}_i)$,

³ Program Mathematica je zaščiten blagovna znamka podjetja Wolfram.

- $\hat{\sigma}_{\bar{s}}$ in $\hat{\sigma}_{\bar{s}+\bar{h}}$ pa sta oceni variance.

Korelacijske funkcije lahko zavzamejo vrednosti na intervalu $[-1, 1]$. Kovariančno funkcijo izračunamo po enačbi:

$$C(\bar{h}) = \frac{\sum_{i=1}^{N(\bar{h})} z_{\bar{s}}(\bar{s}_i) z_{\bar{s}+\bar{h}}(\bar{s}_i)}{N(\bar{h})} - \hat{m}_{\bar{s}} \hat{m}_{\bar{s}+\bar{h}}, \quad (2)$$

oceno variance pa po enačbi:

$$\hat{\sigma}_{\bar{s}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N(\bar{h})} z(\bar{s}_i)^2}{N(\bar{h})} - \hat{m}_{\bar{s}}^2, \quad (3)$$

kjer je:

- $N(\bar{h})$ število parov in
- $\hat{m}_{\bar{s}}$ ocena srednje vrednosti.

Po spodnji enačbi smo izračunali in grafično prikazali variogram ($\gamma(\bar{h})$), ki opisuje stopnjo prostorske povezanosti:

$$\hat{\gamma}(\bar{h}) = \frac{1}{2 \cdot N(\bar{h})} \sum_{i=1}^{N(\bar{h})} \Delta z^2(\bar{s}_i), \quad (4)$$

kjer je:

- $\Delta z(\bar{s}_i) = z(\bar{s}_i + \bar{h}) - z(\bar{s}_i)$; povzeto po (Turk, 2014); primerjaj (Cressie, 1993).

Sledil je izračun Moranovega indeksa I na dva načina: z upoštevanjem linearnega padanja vpliva z razdaljo ter eksponentnega padanja vpliva z razdaljo. Pri prvem načinu smo določili matriko uteži glede na izbrano mejno razdaljo med točkami, kjer smo za d_k (kritična razdalja) vzeli 12.000 m. Matriko uteži smo sestavili iz binarnih uteži (v primeru, da je razdalja med točkami manjša od d_k naj bo 1, sicer 0). V drugem primeru pa smo definirali matriko uteži w_{ij} kot funkcijo razdalje, $w_{ij}(d) = e^{(-\beta \cdot d)}$, kjer $\beta = 0,5$. Z dolžino smo torej spreminjali uteži. V obeh primerih smo za lažji izračun zmanjšali število točk na 500. Sledil je izračun Moranovega indeksa I ter pričakovane vrednosti, $E[I]$, in variance Moranovega indeksa I , $\text{var}[I]$. Preizkusili smo domnevo o prostorski povezanosti podatkov, zanimalo nas je, ali lahko s tveganjem $\alpha = 0,05$ trdimo, da so podatki prostorsko povezani. Postavili smo ničelno (H_0) in alternativno domnevo (H_1):

- H_0 : podatki niso prostorsko povezani.
- H_1 : podatki so prostorsko povezani.

Določili smo stopnjo tveganja ($\alpha = 0,05$), izračunali statistiko $Z = \frac{I - E[I]}{\sqrt{\text{var}[I]}}$ in iz tabel določili kritično vrednost statistike $z_{1-\alpha/2} = 1,95996$.

Na podoben način kot pri Moranovem indeksu smo na dva načina izračunali Gearyjevo razmerje C . Prvič smo določili matriko uteži glede na izbrano mejno razdaljo med točkami, $d_k = 12.000$ m, drugič pa definirali matriko uteži kot funkcijo razdalje, $w_{ij}(d) = e^{(-\beta \cdot d)}$. Poleg Gearyjevega razmerja C smo izračunali še njegovo varianco ter tako kot pri Moranovem indeksu preizkusili domnevo o prostorski povezanosti podatkov. Statistiko Z smo izračunali po enačbi $Z = \frac{C-1}{\sqrt{\text{var}[C]}}$, stopnjo tveganja in kritično vrednost z pa smo določili pri enaki stopnji zaupanja (oziroma $\alpha = 0,05$) kot pri Moranovem indeksu I .

5.3.1 Moranov indeks I

Moranov indeks I je mera za prostorsko povezanost podatkov, ki jo izračunamo:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (5)$$

kjer je:

- n število površinskih enot,
- x_i vrednost intervalne spremenljivke v površinski enoti i ,
- w_{ij} utež,
- W vsota vseh elementov prostorsko utežene matrike, ki je lahko različnih oblik (binarna, stohastična ali odvisna od razdalj),
- $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

Moranov indeks I leži na intervalu $[-1, +1]$. Če je I blizu -1 , pomeni da obstaja močna negativna prostorska avtokorelacija, če je I blizu $+1$, pa obstaja močna pozitivna prostorska avtokorelacija. V primeru, da prostorska avtokorelacija ne obstaja, je I blizu 0 . Pričakovana vrednost Moranovega indeksa I je $E[I] = \frac{-1}{n-1}$. Iz formule opazimo, da je $E[I]$ vedno negativen in obratno sorazmeren s številom površinskih enot n . Običajno uporabljamo 0 kot vrednost, ki prikazuje nevtralno situacijo, kar pomeni brez korelacije. V primeru Moranovega indeksa I pa to ne drži. Vrednost 0 ni prava referenčna točka za razlikovanje pozitivne od negativne prostorske avtokorelacije. V primeru, ko se Moranov indeks I približuje 1 , obstaja močna povezanost v prostoru, podobne vrednosti so v gručah, v primeru, ko se približuje -1 , pa je močna negativna povezanost (enakomerno razporejeno) (Wong in Lee, 2001).

5.3.2 Gearyjevo razmerje C

Podobno kot Moranov indeks I je tudi Gearyjevo razmerje C mera za prostorsko povezanost podatkov, ki je definiran kot:

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2W \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (6)$$

Tako kot Moranov indeks I lahko vsebuje tudi Gearyjevo razmerje C različne tipe prostorsko uteženih matrik, najbolj pa se uporabljajo binarne in stohastične matrike. V primeru, ko primerjamo enačbo za izračun Moranovega indeksa I z enačbo Gearyjevega razmerja C , opazimo, da je najpomembnejša razlika v števcu. Števec je v enačbi za izračun Moranovega indeksa sestavljen iz razlik dveh sosednjih vrednosti s povprečjem, medtem ko je v števcu Gearyjevega razmerja neposredna razlika dveh sosednjih vrednosti med seboj. Gearyjev C se torej ne ukvarja ali je x_i večji od x_j in obratno, ampak s tem, kako podobni sta si vrednosti dveh sosedov. Razpon Gearyjevega razmerja C sega od 0 do 2. Vrednost 0 kaže na močno pozitivno prostorsko avtokorelacijo (podobne vrednosti so v gručah), to je, ko so vrednosti sosedov enake in števec postane 0. Če je Gearyjevo razmerje C enako 2, obstaja močna negativna prostorska avtokorelacija, v primeru, ko je $C \approx 1$ pa prostorske avtokorelacije ni. Za razliko od Moranovega indeksa pa pričakovana vrednost Gearyjevega razmerja ni odvisna od velikosti vzorca n , ampak je vedno 1 (Wong in Lee, 2005).

5.4 Krigiranje ploskve voznih časov ekipe NMP

Krigiranje je ena od aproksimacijskih metod, ki upošteva vrednosti v okolici aproksimacije in načelo prostorske povezanosti. Vhodni podatki za krigiranje so prostorski podatki (x_i, y_i, z_i) in model variograma $g(h)$. Ideja krigiranja je, da poiščemo vrednost z_i za poljubno točko $\vec{s}_i(x_i, y_i)$. Osnovna enačba krigiranja je:

$$z^*(\vec{s}) = m(\vec{s}) + \sum_{i=1}^{n(\vec{s})} \lambda_i(\vec{s}) (z(\vec{s}_i) - m(\vec{s}_i)), \quad (7)$$

kjer je:

- $z^*(\vec{s})$ aproksimacija s krigiranjem v poljubni točki,
- $\lambda_i(\vec{s})$ uteži,
- $z(\vec{s}_i)$ vrednosti v sosednjih točkah,
- $n(\vec{s})$ število sosednjih točk,
- $m(\vec{s}) = E[z(\vec{s})]$ srednja vrednost in

- $m(\vec{s}_i) = E[z(\vec{s}_i)]$ srednja vrednost v sosednjih točkah.

Naloga krigiranja je, da določi tolikšne uteži $\lambda_i(\vec{s})$, da bo varianca $\text{var}[z^* - z(\vec{s})]$ čim manjša. $z(\vec{s})$ je prava vrednost slučajne spremenljivke. Glede na izbiro $m(\vec{s})$ pa ločimo več tipov krigiranja: preprosto krigiranje, običajno krigiranje in krigiranje s trendom.

Pri preprostem krigiranju, ki je primerno za stacionarna polja, je $m(\vec{s}) = m$ in je konstanten. Enačba preprostega krigiranja je torej:

$$z^*(\vec{s}) = m + \sum_{i=1}^{n(\vec{s})} \lambda_i(\vec{s})(z(\vec{s}_i) - m). \quad (8)$$

Pri običajnem krigiranju $m(\vec{s})$ ni v naprej znan in ni skupen celotnemu območju, je odsekoma konstanten ($m(\vec{s}_i) = m(\vec{s})$). Enačba običajnega krigiranja je:

$$z^*(\vec{s}) = m(\vec{s}) + \sum_{i=1}^{n(\vec{s})} \lambda_i(\vec{s})(z(\vec{s}_i) - m(\vec{s})). \quad (9)$$

Krigiranje s trendom pa je aproksimacija, pri kateri je $m(\vec{s})$ funkcija:

$$m(\vec{s}) = \sum_{k=1}^K \alpha_k(\vec{s}) f_k(\vec{s}), \quad (10)$$

kjer je:

- $\alpha_k(\vec{s})$ neznani koeficient in
- $f_k(\vec{s})$ model, nastavek.

Enačba krigiranja je torej:

$$z^*(\vec{s}) = \sum_{k=1}^K \alpha_k(\vec{s}) f_k(\vec{s}) + \sum_{i=1}^{n(\vec{s})} \lambda_i(\vec{s}) \left(z(\vec{s}_i) - \sum_{k=1}^K \alpha_k(\vec{s}) f_k(\vec{s}_i) \right); \quad (11)$$

povzeto po (Turk, 2014), primerjaj (Cressie, 1993).

V programu Mathematica smo z uporabo kode, ki smo jo razvili pri vajah iz Prostorske statistike (Drobne in Turk, 2014), izračunali kovariančno funkcijo, korelacijsko funkcijo, variogram ter Moranov indeks I in Gearyjevo razmerje C , kjer smo ugotavljali razpršenost in prostorsko povezanost podatkov (voznih časov). Ploskev voznih časov smo krigirali v orodju ArcGIS, ki ima vgrajenih več različnih teoretičnih modelov variograma. V vseh primerih se je izkazalo, da se najbolje prilaga model *Stable*:

$$\gamma(h; \theta) = \theta_s \left[1 - \exp \left(-3 \left(\frac{\|h\|}{\theta_r} \right)^{\theta_e} \right) \right] \text{ za vse } h, \quad (12)$$

kjer je:

- $\theta_s \geq 0$ in
- $0 \leq \theta_e \leq 2$.

Model brez zrnivosti se vede nestabilno, zato orodje *Geostatistical Analyst* samodejno v model doda nekaj zrnivosti, to je 1/1000 vzorca variance, izračunane iz podatkov (Johnston in sod., 2001).

Vhodni podatki za krigiranje so bili prečiščeni podatki o intervencijah prioritete P70, P80 in P90. V fazi čiščenja smo izločili vse intervencije, ki niso imele podatka o času izvoza ekipe NMP na intervencijo ter času prihoda ekipe na kraj dogodka. V programu Excel smo izračunali vozni čas ($T_{VOZ_ČAS}$) in ga pretvorili v sekunde. Podatke smo pregledali in našli še nekaj napak pri časih izvoza in časih prihoda na kraj dogodka. Grobe, očitne napake smo popravili, ostale pa izločili iz nadaljnje obravnave. Od začetnih 223.748 intervencij je tako ostalo 172.761 intervencij. Izločili smo jih 50.987. Poleg intervencij smo v ArcGIS uvozili poligone občin (vir podatkov GURS, 2014). Izmed vseh občin smo izbrali in izvozili občine, ki jih pokriva Reševalna postaja UKC Ljubljana, to je 16 občin. Z orodjem *Select By Location* smo nato izbrali vse intervencije, ki ležijo znotraj študijskega območja in jih izvozili. Za vsako prioriteto posebej (P70, P80 in P90) smo z orodjem *Geostatistical Analyst* izvedli kriging voznega časa. Vhodni podatki so bili podatki o vozni časih intervencij, izraženih v sekundah. Na začetku smo izbrali običajni tip krigiranja in izdelali ploskev tako, da smo pustili privzete nastavitve. Program je izbral teoretični model variograma *Stable*, ki se je najbolj prilegal podatkom in krigiral izotropno (v vse smeri enako). Sledilo je raziskovanje podatkov. Geostatistične analize v programu ArcGIS zagotavljajo veliko orodij za raziskovanje podatkov. Podatke smo raziskali na tri načine:

- preučili smo porazdelitev podatkov z orodjem *Histogram*,
- prepoznavali trend v podatkih in
- poskušali razumeti prostorsko avtokorelacijo in smerne vplive.

Na podlagi preučenih statističnih lastnosti vzorčnih podatkov smo nato ponovno uporabili interpolacijsko metodo kriging, vendar smo tokrat, za pridobitev boljšega modela, v model vključili trend in anizotropijo. Za vsako prioriteto smo tako dobili po dve ploskvi, ki smo ju med seboj primerjali in se na podlagi njunih lastnosti odločili za boljšo. Z orodjem *GA Layer To Grid* smo za vsako prioriteto posebej pretvorili obe ploskvi v raster. Z orodjem *Minus* smo nato izračunali razliko istoležnih vrednosti (primerjali rezultate obeh pristopov krigiranja). Za lažjo orientacijo smo za območje Reševalne postaje Ljubljana dodali sloj cest (vir podatkov DRSC, 2014).

5.5 Verjetnostni model pojavljanja intervencij

V program ArcGIS smo uvozili intervencije prioritete P70, P80 in P90 za območje Reševalne postaje UKC Ljubljana. Z orodjem *Point to Raster* smo točkovni sloj intervencij pretvorili v raster s celico velikosti 500×500 m. Ločljivost rastra smo izbrali izkustveno. Z ukazom *Count* smo izdelali raster gostote intervencij. Celica rastra je vsebovala podatek o številu intervencij na tem območju. V atributni tabeli rastra smo dodali stolpec, v katerem smo izračunali verjetnost pojava intervencije. Verjetnost smo ocenili tako, da smo število intervencij posamezne celice delili s skupnim številom vseh intervencij, ki je znašala 222.793. Raster smo nato z orodjem *Raster to Point* pretvorili nazaj v točkovni sloj, s tem, da so imele točke podatke o verjetnostih rastrskih celic. Z orodjem *Geostatistical Wizard* smo z metodo običajnega tipa krigiranja izdelali ploskev verjetnosti pojavljanja intervencij. Vhodni podatki so bili podatki točkovnega sloja, ki smo ga izdelali iz rastra in je vseboval podatke o verjetnostih za vsako rastrsko celico ločljivosti 500 m. Izbrali smo običajni tip krigiranja in pustili privzete lastnosti. Program je izbral teoretični model variograma *Stable*, ki se je najbolj prilegal podatkom in krigiral izotropno, v vse smeri enako. Ploskvi verjetnostnega modela pojavljanja intervencij smo podložili Državno pregledno karto Republike Slovenije v merilu 1 : 500.000 (GURS, 2015).

5.6 Območja lociranja izpostav NMP

Za določitev območij lociranja izpostav NMP smo uporabili karto verjetnosti pojavljanja intervencij prioritete P70, P80 in P90, ki smo jo izdelali v poglavju 5.5 ter podatke intervencij prioritete P70, P80 in P90 z izračunanimi voznimi časi, ki smo jih izračunali v poglavju 5.4. Z orodjem *Geostatistical Analyst* smo izvedli kriging. Za vhodne podatke smo uporabili podatke o voznih časih intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj. Izbrali smo običajni tip krigiranja in uporabili privzete nastavitve. Teoretični model variograma, ki se je najbolj prilegal podatkom, je bil model *Stable*, krigirali pa smo izotropno, v vse smeri enako. Na ta način smo izdelali ploskev voznih časov za intervencije prioritete P70, P80 in P90 skupaj, ki smo jo prikazali skupaj s karto verjetnosti pojavljanja intervencij. V zaključni fazi pisanja naloge je stopil v veljavo nov pravilnik (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015), ki določa, da dostopni čas ne sme presegati 15 minut. V nalogi smo zato izvedli obe analizi, prvo po pravilih iz tujine (vozni čas 8 min; NFPA, 1710), drugo po novem pravilniku (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015). Ker novi pravilnik določa dostopni čas (čas od dviga klica do prihoda na kraj dogodka) in ne vozni čas, smo kriterij dostopnega časa pretvorili v vozni čas. Za intervencije prioritete P80 in P90 smo izračunali povprečni čas od dviga klica do izvoza ekipe NMP, nato pa to vrednost odšteli od kriterija 15 minut. Na karti voznih časov smo nato z enotno šrafuro prikazali območja, kjer je vozni čas večji od predpisanega kriterija po pravilih iz tujine ter po slovenskem pravilniku (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015). S prekrivanjem kart voznih časov in karte verjetnosti lahko določimo območja, kjer bi bile potrebe po pokrivanju območij z novimi izpostavami NMP večje. To so območja,

kjer je verjetnost pojavljanja intervencij visoka in kjer je vozni čas ekipe NMP večji od predpisanega. Karti verjetnosti in karti voznih časov smo podložili Državno pregledno karto Republike Slovenije z merilom 1 : 500.000 (GURS, 2015).

5.7 Analiza AED

Analizo AED smo izvedli v orodju ArcGIS. Z orodjem *Buffer* smo okoli lokacij avtomatskih eksternih defibrilatorjev izdelali poligone s polmerom 150 m. Polmer 150 m smo izbrali zato, ker je idealni dostopni čas za začetek temeljnih postopkov oživljanja krajši od 4 minut. Odstotek preživetja poškodovancev se nato iz minute v minuto drastično zmanjšuje (Fink, 2000). Predpostavili smo, da bi bila idealna razdalja, ki jo lahko očividec v 4 minutah prehodi od ponesrečenca po defibrilator in nazaj, 150 m. Izračunali smo, v koliko odstotkih bi v primerih, kjer je bilo potrebno, lahko uporabili javno nameščen AED. Na podlagi lokacij intervencij smo z orodjem *Point to Raster* pretvorili lokacije intervencij v raster z velikostjo celice 300×300 m ter za vsako celico izračunali vsoto intervencij na tem območju. Ločljivost rastra smo izbrali izkustveno. Raster gostote intervencij smo nato z orodjem *Raster to Polygon* pretvorili v poligone, tako da je vsaka celica rastra velikosti 300×300 m predstavljala svoj poligon s podatkom o številu intervencij na tem območju. Z orodjem *Select By Attributes* smo izbrali tiste poligone, kjer je gostota intervencij večja ali enaka 50, nato pa smo z orodjem *Select By Location* iz izbranih poligonov izločili tiste, ki se prekrivajo s poligoni 150-metrskih vmesnih območij okoli AED-jev. Izbrane poligone smo izvozili in tako določili območja, za katera predvidevamo slabo pokritost z defibrilatorji. V analizi smo predpostavili, da so vsi defibrilatorji v bazi dostopni javnosti, saj nam v bazi AED pri večini defibrilatorjih manjka podatek o njihovi razpoložljivosti. Kartam smo za lažjo orientacijo dodali sloj cest (vir podatkov DRSC, 2014).

6 REZULTATI

6.1 Intervencije

Analizirali smo podatke o intervencijah med 3. 10. 2005 in 30. 11. 2014. V preglednici 6 je prikazano število intervencij po letih in prioritetah. Skupno število vseh intervencij v bazi pa znaša 637.056.

Preglednica 6: Število intervencij Reševalne postaje Ljubljana po letih in prioritetah

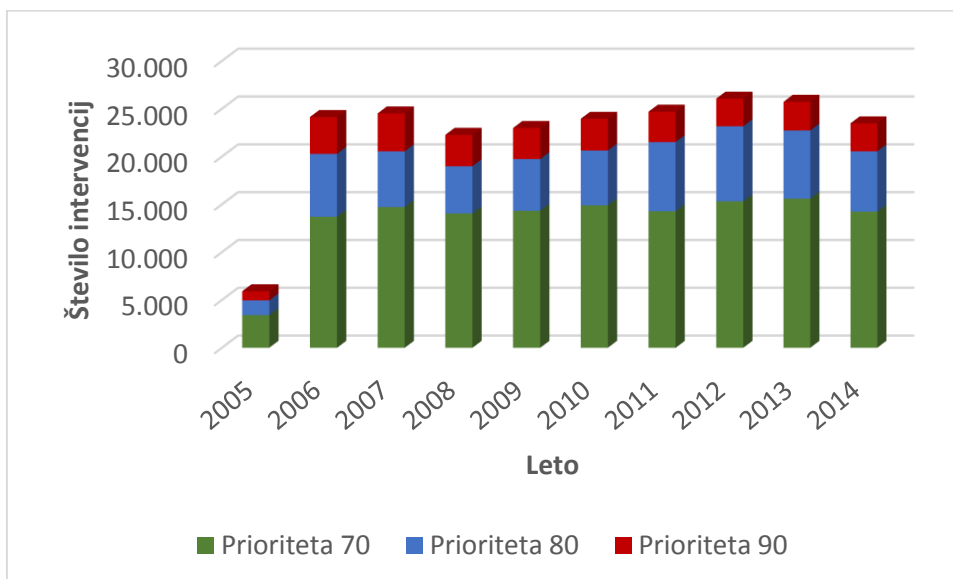
	Prioriteta 10	Prioriteta 20	Prioriteta 30	Prioriteta 40	Prioriteta 50	Prioriteta 60	Prioriteta 70	Prioriteta 80	Prioriteta 90	Skupaj
2005	0	56	214	53	97	7.263	3.420	1.548	947	13.598
2006	42	248	1.200	172	313	31.781	13.707	6.581	3.854	57.898
2007	7	39	1.396	166	257	41.303	14.726	5.821	3.969	67.684
2008	1	11	1.732	104	280	49.443	14.060	4.929	3.285	73.845
2009	1	7	2.034	100	243	47.802	14.336	5.411	3.253	73.187
2010	4	12	2.664	31	305	42.391	14.903	5.734	3.317	69.361
2011	30	21	3.149	68	501	43.469	14.286	7.227	3.185	71.936
2012	9	30	3.727	127	808	42.045	15.325	7.852	2.884	72.807
2013	5	39	4.098	54	1.175	39.625	15.604	7.129	2.993	70.722
2014	21	28	3.546	30	1.526	37.354	14.250	6.334	2.929	66.018
Skupaj	120	491	23.760	905	5.505	382.476	134.617	58.566	30.616	637.056

Za nadaljnje analize smo izločili intervencije prioritet P10, P20, P30, P40, P50 in P60. Analizirali smo podatke o 223.799 intervencijah prioritet P70, P80 in P90. Izmed teh intervencij smo izločili 50 intervencij, ki so bile locirane izven meja Slovenije ali pa so bile grobo pogrešene (npr. imele so napačne koordinate, koordinate $x = 0$ in $y = 0$). V preglednici 7 je prikazano število primernih in neprimernih (izločenih) intervencij prioritet P70, P80 in P90 po letih.

Preglednica 7: Število primernih in neprimernih intervencij Reševalne postaje Ljubljana prioritet P70, P80 in P90 po letih

	Prioriteta 70		Prioriteta 80		Prioriteta 90		Skupaj
	Primerni	Neprimerni	Primerni	Neprimerni	Primerni	Neprimerni	
2005	3.420	0	1.548	0	947	0	5.915
2006	13.706	1	6.581	0	3.854	0	24.142
2007	14.726	0	5.821	0	3.969	0	24.516
2008	14.060	0	4.929	0	3.284	1	22.274
2009	14.335	1	5.410	1	3.251	2	23.000
2010	14.902	1	5.733	1	3.317	0	23.954
2011	14.285	1	7.226	1	3.185	0	24.698
2012	15.325	0	7.851	1	2.883	1	26.061
2013	15.604	0	7.128	1	2.993	0	25.726
2014	14.241	9	6.310	24	2.925	4	23.513
Skupaj	134.604	13	58.537	29	30.608	8	223.799

Število intervencij prioritete P70, P80 in P90 po letih prikazuje tudi slika 6. Opazimo, da je bilo leta 2005 zabeleženih manj kot 6000 intervencij, saj imamo v bazi za leto 2005 le podatke od 3. 10. 2005 naprej. V letu 2005 je namreč v Reševalni postaji Ljubljana prišlo do zamenjave in vzpostavitve nove podatkovne baze podatkov s programom NMP3000dispatch, ki jo vzdržuje podjetje Computel d.o.o.. Opazimo tudi, da je vsako leto največ intervencij prioritete P70, sledijo jim prioritete P80, najmanj pa je intervencij prioritete P90.

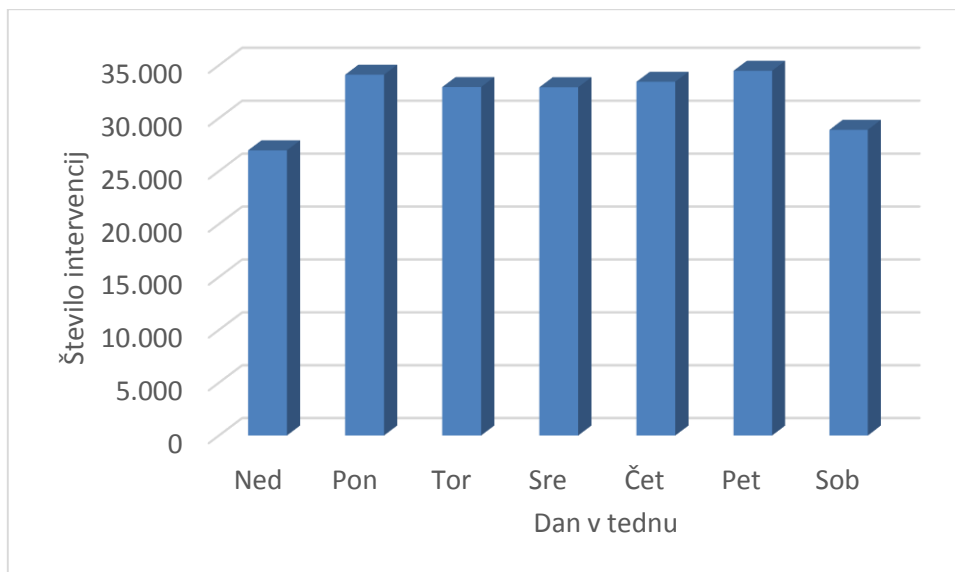


Slika 6: Število intervencij prioritete P70, P80 in P90 po letih

V preglednici 8 je prikazano število primernih intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj, ki smo jih vključili v nadaljnjo obravnavo, po dnevih v tednu. S slike 7 razberemo, da se največ intervencij zgodi v petek in ponedeljek, sledijo jim drugi dnevi v tednu, najmanj intervencij pa je v nedeljo in soboto.

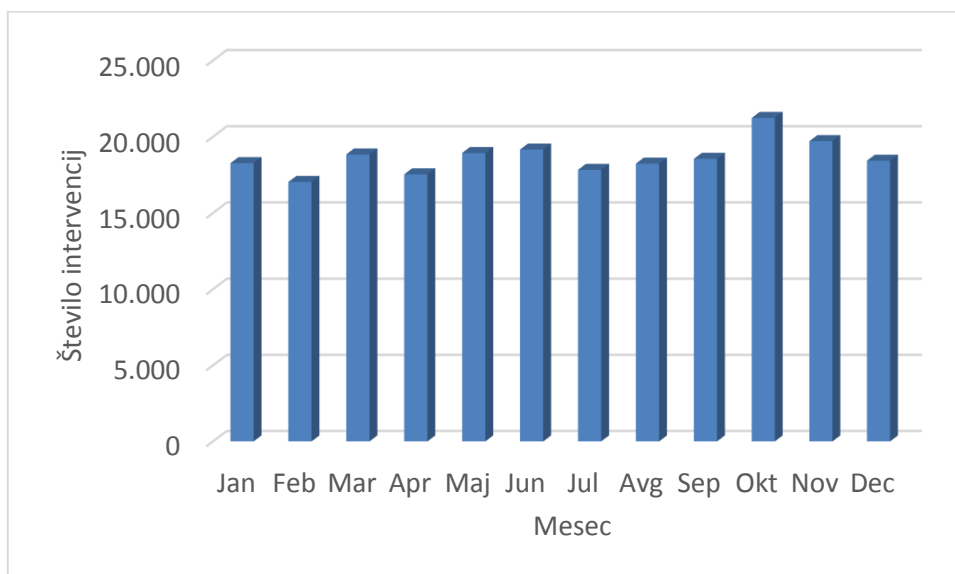
Preglednica 8: Število intervencij po dnevih v tednu

	Nedelja	Ponedeljek	Torek	Sreda	Četrtek	Petek	Sobota	Skupaj
2005	591	886	892	889	926	950	781	5.915
2006	3.061	3.701	3.433	3.525	3.632	3.674	3.115	24.141
2007	3.017	3.850	3.459	3.473	3.660	3.830	3.227	24.516
2008	2.660	3.362	3.367	3.421	3.268	3.363	2.832	22.273
2009	2.787	3.529	3.460	3.420	3.468	3.496	2.836	22.996
2010	2.847	3.639	3.596	3.558	3.586	3.661	3.065	23.952
2011	2.890	3.724	3.698	3.534	3.846	3.830	3.174	24.696
2012	3.108	3.998	3.843	3.812	3.870	4.057	3.371	26.059
2013	3.122	3.828	3.809	3.882	3.692	3.994	3.398	25.725
2014	2.879	3.592	3.382	3.408	3.491	3.622	3.102	23.476
Skupaj	26.962	34.109	32.939	32.922	33.439	34.477	28.901	223.749



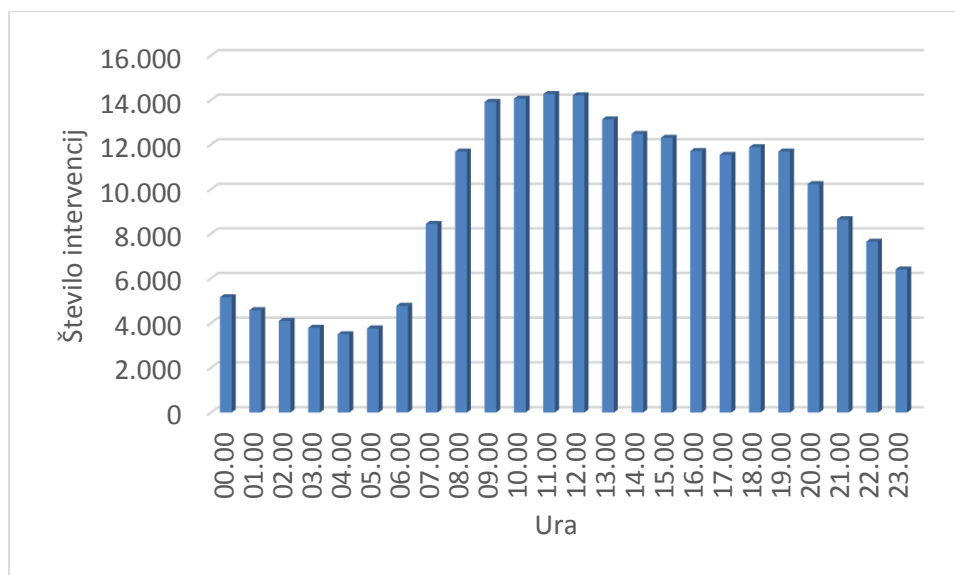
Slika 7: Število intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj po dnevih v tednu

Slika 8 prikazuje število intervencij po mesecih. Zanimalo nas je, v katerih obdobjih v letu se najpogosteje pojavljajo intervencije. Ugotovili smo, da je največ intervencij v mesecu oktobru, sledita mu mesec november in mesec marec. Najmanj intervencij pa je v mesecu februarju.



Slika 8: Število intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj po mesecih

Slika 9 prikazuje porazdelitev intervencij tekom celotnega dneva. Ugotovljeno je bilo, da se intervencije prioritete P70, P80 in P90 skupaj ne glede na delavnik ali vikend najpogosteje pojavljajo med 9. in 13. uro. Zopet opazimo rahlo povišanje med 18. in 20. uro, nato pa število intervencij ponovno pada do 5. ure zjutraj, ko začne zopet hitro naraščati.

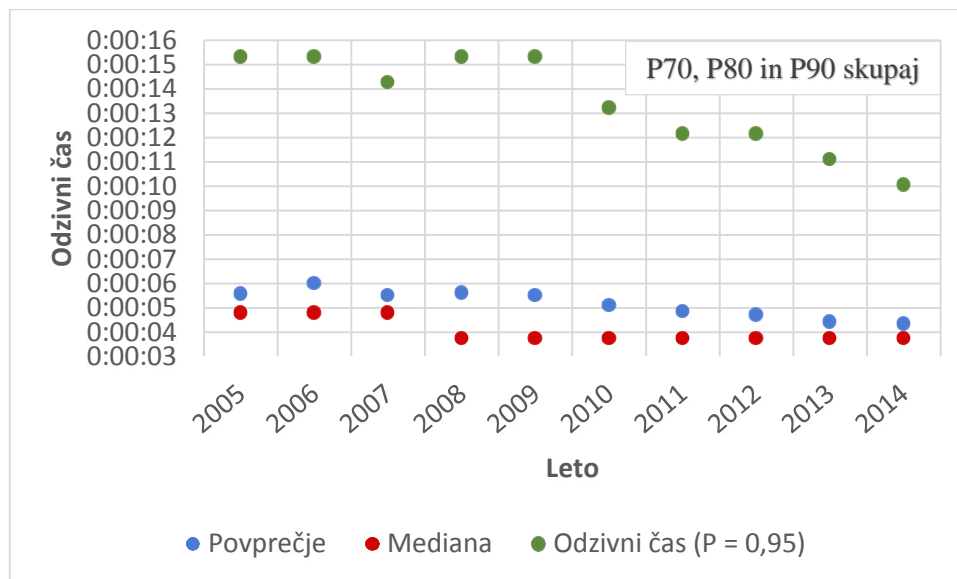


Slika 9: Število intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj po urah

6.2 Časi aktiviranja ekipe NMP

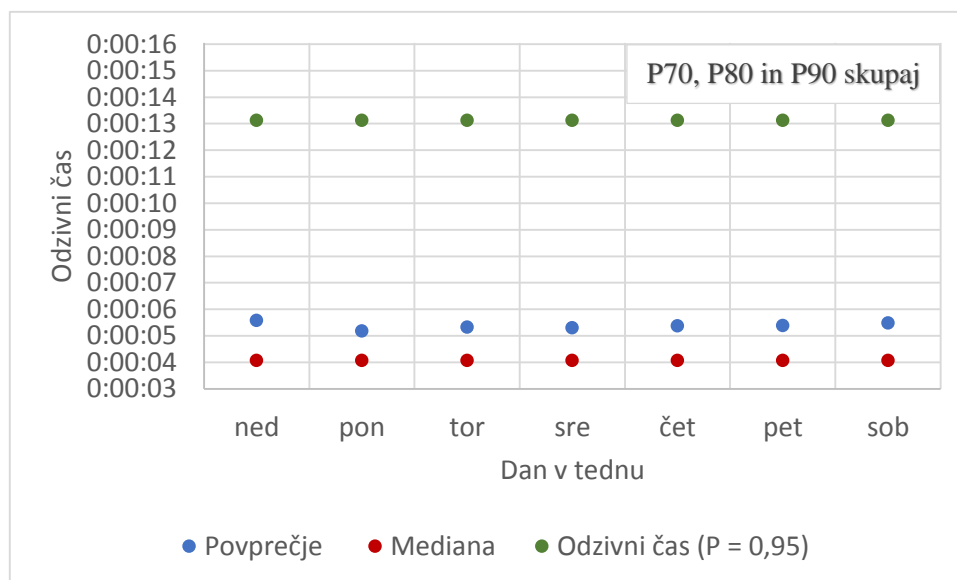
Odzivni čas

Slika 10 prikazuje odzivni čas prioritete P70, P80 in P90 skupaj po letih, in sicer je na grafu prikazan povprečni odzivni čas, mediana in 95. kvantil, pod katerim je 95 % vseh intervencij s krajšimi odzivnimi časi. Opazimo, da se odzivni čas skozi leta krajša. Najdaljši povprečni odzivni čas dispečerjev je bil leta 2006 in je znašal 6,1 sekunde, najkrajši pa leta 2014, 4,6 sekunde. Mediana, ki prikazuje vrednost, pod katero je 50 % vseh vrednosti v ranžirni vrsti, se je leta 2008 spustila na 4 sekunde. Opazimo, da je mediana v vseh primerih nižja od povprečja, kar nakazuje asimetrično porazdelitev v desno. Mediana in povprečje se najbolj približata leta 2014. Na skrajševanje odzivnega časa pa nam kaže tudi 95. kvantil. Na grafu namreč vidimo, da je le ta začel leta 2010 intenzivno padati. Leta 2014 je dosegel najnižjo vrednost, to je 10 sekund, kar pomeni, da je bilo leta 2014 le še 5 % odzivnih časov, ki so bili daljši od 10 sekund.



Slika 10: Odzivni čas prioritet P70, P80 in P90 skupaj po letih

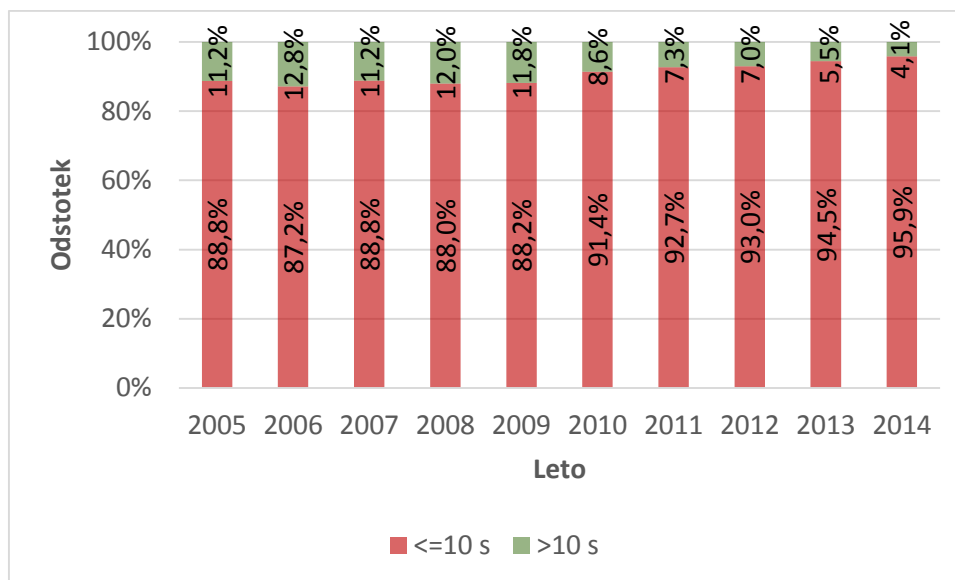
Izdelali smo tudi graf odzivnih časov po dnevih. S slike 11 opazimo, da so razlike med povprečnimi odzivnimi časi po dnevih minimalne. Nekoliko daljši povprečni odzivni čas je v nedeljo in soboto, najkrajši pa v ponedeljek. Izračunali smo tudi mediano in 95. kvantil, ki znašata 4 sekunde in 13 sekund ter se po dnevih ne spreminjata. Iz tega sklepamo, da ne obstaja povezanost odzivnega časa z dnevi v tednu.



Slika 11: Odzivni čas prioritet P70, P80 in P90 skupaj po dnevih

Predvsem v zadnjih petih letih je opazno postopno skrajševanje odzivnega časa dispečerjev. Ugotovili smo, da je povprečni odzivni čas krajši od 10 sekund, kot je predpisano v internih navodilih za opravljanje dispečerske službe Reševalne postaje UKC Ljubljana. To velja za celotno analizirano

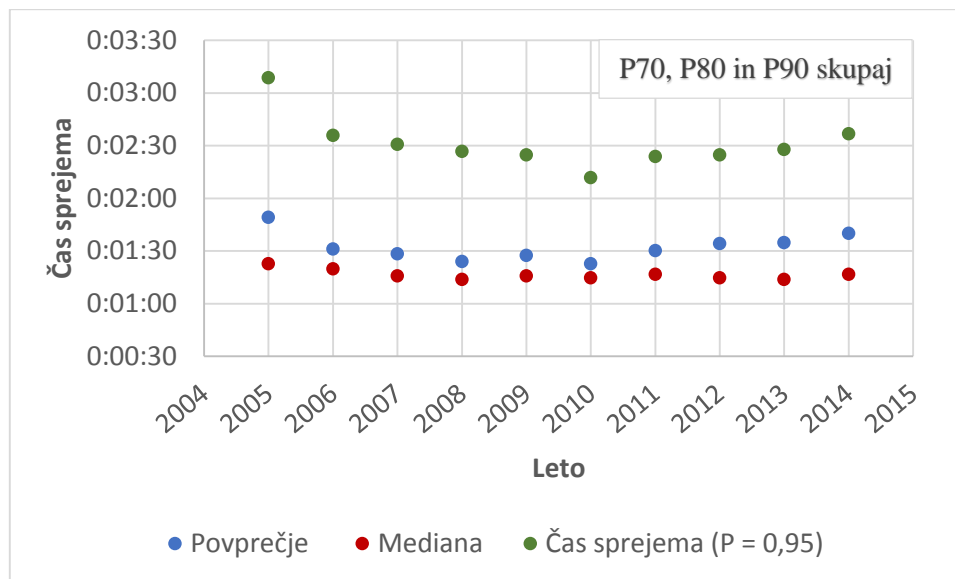
obdobje. S slike 12 opazimo, da so dispečerji Reševalne postaje UKC Ljubljana vse do leta 2014 dosegali zadovoljivi standard, to pomeni, da so odzivni časi v vsaj 80 % 10 sekund ali manj. V letu 2014 pa so v 95,9 % dosegli optimalni standard.



Slika 12: Odzivni čas $t_{odz} \leq 10$ s in $t_{odz} > 10$ s po letih

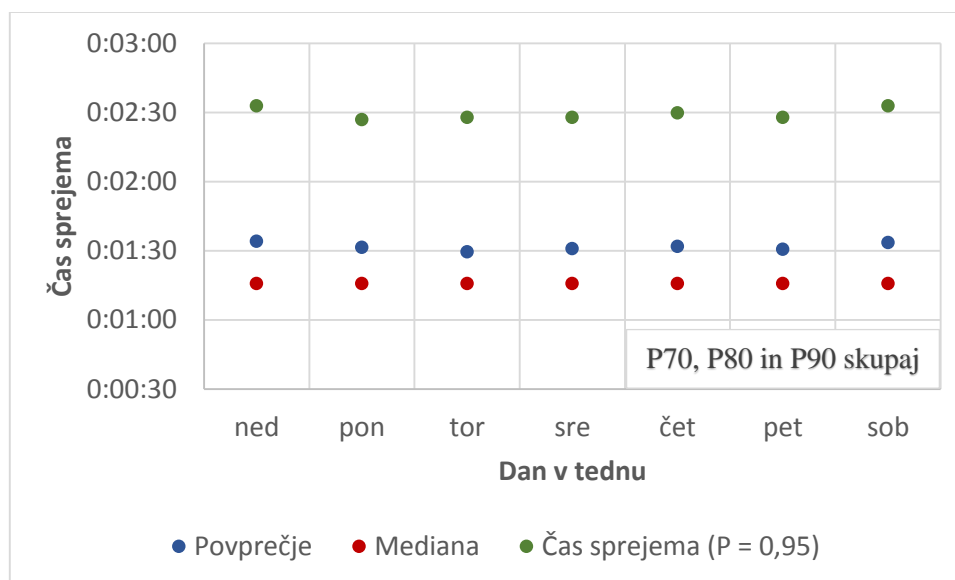
Čas sprejema klica

S slike 13 razberemo, da sta povprečni čas sprejema klica in 95. kvantil do leta 2010 postopoma padala, nato pa sta se ponovno začela dvigovati do leta 2014, ko sta dosegla 1 minuto in 40 sekund ter 2 minuti in 37 sekund. Pri mediani je zaznati manjše spremembe. Ravno tako pa je bila najvišja leta 2005.



Slika 13: Čas sprejema klica prioriteta P70, P80 in P90 skupaj po letih

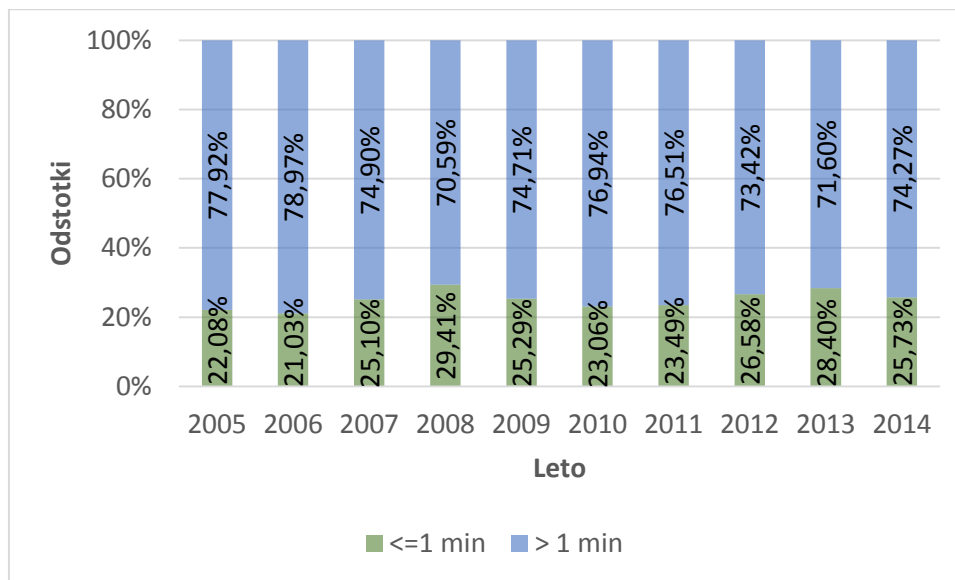
Slika 14 prikazuje čas sprejema klica po dnevih v tednu. Opazimo, da se povprečni čas sprejema giblje okoli 1 minute in 32 sekund, 95. kvantil pa okoli 2 minuti in 30 sekund. V nedeljo in soboto pa je tako pri povprečju kot tudi pri 95. kvantilu opazen nekoliko daljši čas sprejema. Iz izračunane mediane, ki vsak dan v tednu znaša 1 minuto in 16 sekund, pa lahko sklepamo, da ni opaziti velike odvisnosti časa sprejema klica od dneva v tednu.



Slika 14: Čas sprejema klica prioriteta P70, P80 in P90 skupaj po dnevih

Slika 15 prikazuje odstotke intervencij, pri katerih je čas sprejema klica krajši ali enak 1 minuti, in odstotke intervencij, pri katerih je čas sprejema klica daljši od 1 minute. Iz grafa lahko razberemo, da je

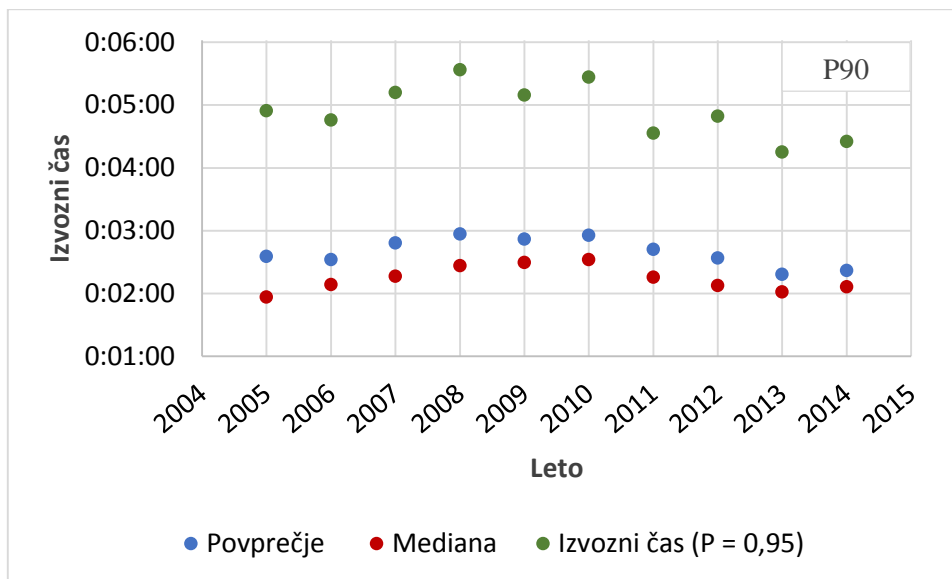
intervencij, ki imajo čas sprejema klica krajši ali enak 1 minuti, v povprečju okoli 25 %, najvišji odstotek je bil dosežen leta 2008, najnižji pa leta 2006.



Slika 15: Čas sprejema klica $t_{sprej} \leq 1 \text{ min}$ in $t_{sprej} > 1 \text{ min}$ po letih

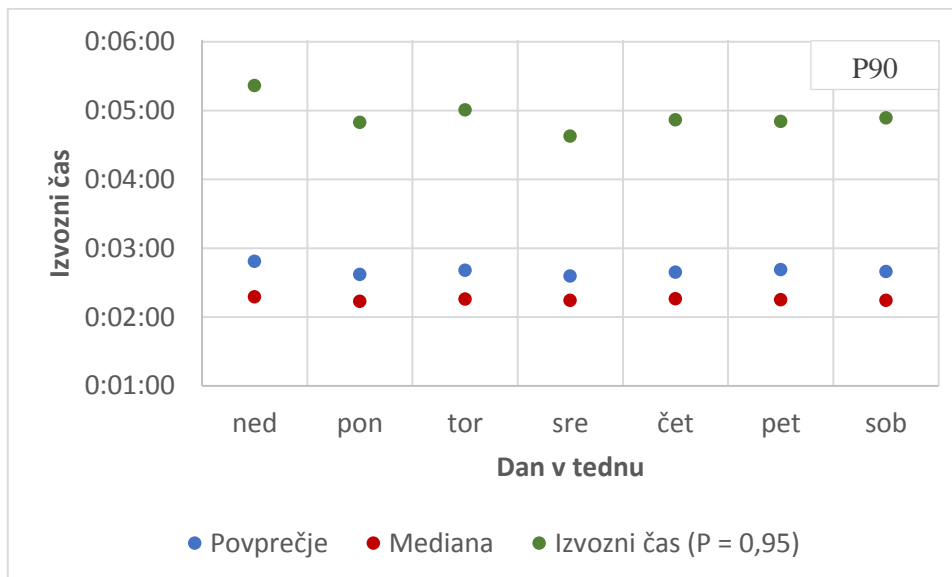
Izvozni čas

Slika 16 prikazuje izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P90 po letih. Tako pri povprečju kot tudi mediani je opaziti postopno daljšanje izvoznega časa vse do leta 2010, ko je le ta dosegel najvišje vrednosti. V zadnjih štirih letih pa izvozni čas pada, najnižjo vrednost je dosegel leta 2013, ko je povprečje znašalo 2 minuti in 19 sekund, mediana pa 2 minuti in 2 sekundi. Kljub večji razgibanosti pri izračunanih 95. kvantilih, je tudi tam opaziti skrajševanje izvoznega časa v zadnjih štirih letih (manj je ekstremnih vrednosti izvoznega časa).



Slika 16: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P90 po letih

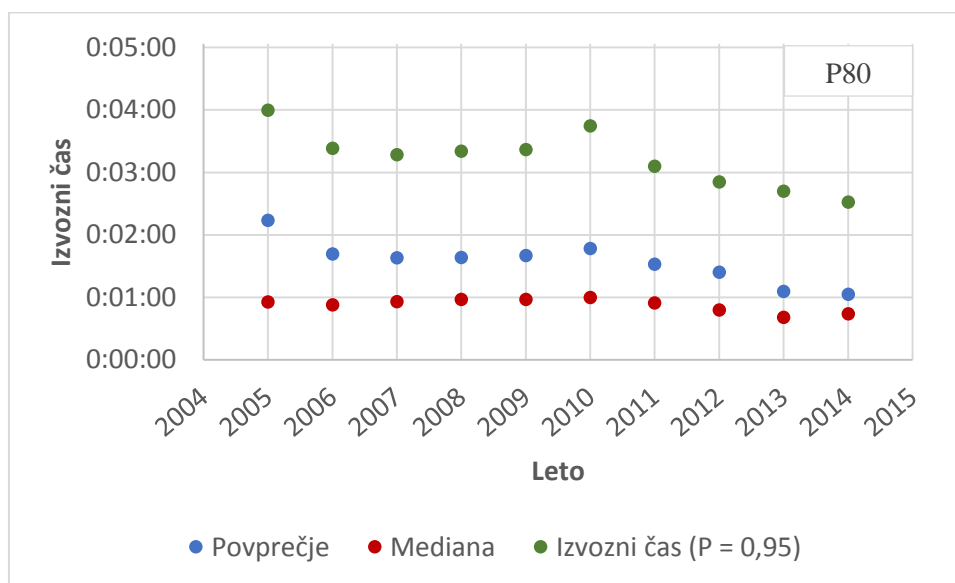
S slike 17 razberemo, da je nekoliko višji izvozni čas intervencij prioritete P90 v nedeljo. Povprečje, mediana in 95. kvantil imajo namreč najvišje vrednosti izvoznega časa v nedeljo, najnižji izvozni čas pa je v sredo.



Slika 17: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P90 po dnevih

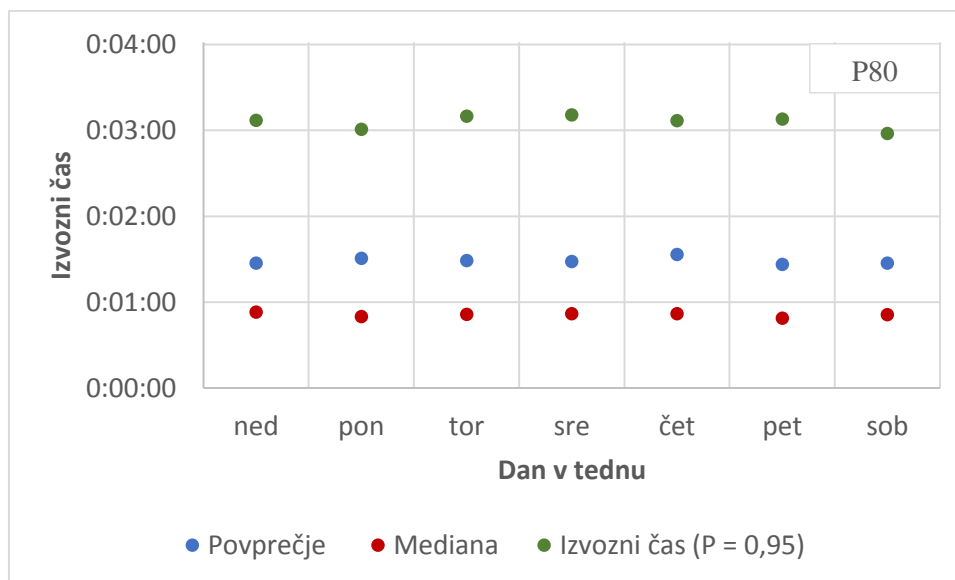
Slika 18 prikazuje izvozni čas intervencij prioritete P80. Podobno kot pri prioriteti P90 tudi tu izvozni čas do leta 2010 narašča, v zadnjih štirih letih pa je opaziti skrajševanje izvoznega časa. Izvozni čas ekipe NMP pri intervencijah prioritete P80 je skoraj za polovico krajši od izvoznega časa intervencij prioritete P90. Najkrajši povprečni izvozni čas znaša 1 minuto in 3 sekunde leta 2014, mediana pa je bila najnižja leta 2013, in sicer 41 sekund. Leta 2005 je tako pri povprečju kot tudi pri 95. kvantilu

opaziti dolg izvozni čas. S pomočjo izračunane mediane izvoznega časa za leto 2005 sklepamo, da je večina ekip NMP za izvoz na intervencijo porabila okoli 55 sekund, za visoko povprečje pa so krive visoke vrednosti nekaterih ostalih izvoznih časov.



Slika 18: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P80 po letih

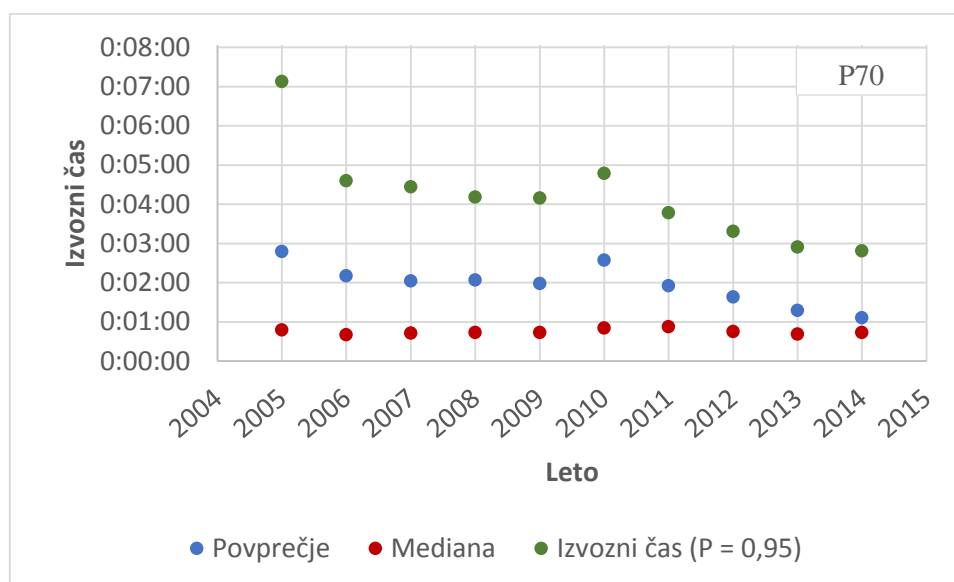
Slika 19 prikazuje izvozni čas prioritete P80 po dnevih. Z grafa ni opaziti velikih sprememb med dnevi.



Slika 19: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P80 po dnevih

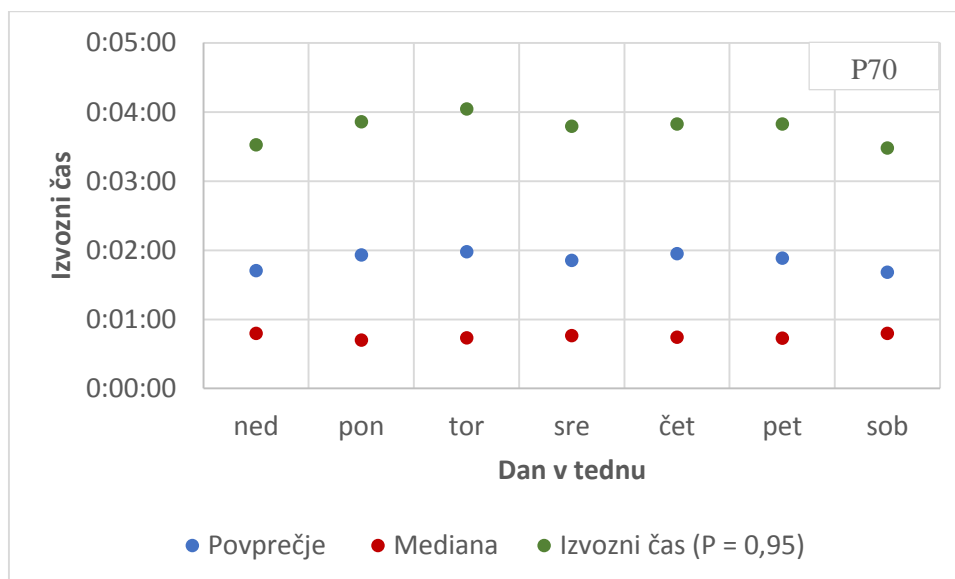
Tudi pri intervencijah prioritete P70 s slike 20 opazimo, da izvozni čas v zadnjih letih pada. Tako kot pri prioritetah P80 in P90 je tudi v tem primeru nekoliko višji izvozni čas v letu 2010. Najnižji povprečni izvozni čas je tudi v primeru intervencij prioritete P70 v letu 2014 in znaša 1 minuto in 7 sekund.

Ugotovili smo, da so izvozni časi intervencij prioritete P70 nekoliko daljši od izvoznih časov intervencij prioritete P80 ter za skoraj polovico krajši od izvoznih časov intervencij prioritete P90. Tako kot pri intervencijah prioritete P80 je tudi tukaj opazen zelo dolg izvozni čas v letu 2005. Podobno lahko tudi tukaj na podlagi mediane, ki za leto 2005 znaša 48 sekund, sklepamo, da je večina ekip NMP na intervencijo prioritete P70 izvozila v času okoli 48 sekund.



Slika 20: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P70 po letih

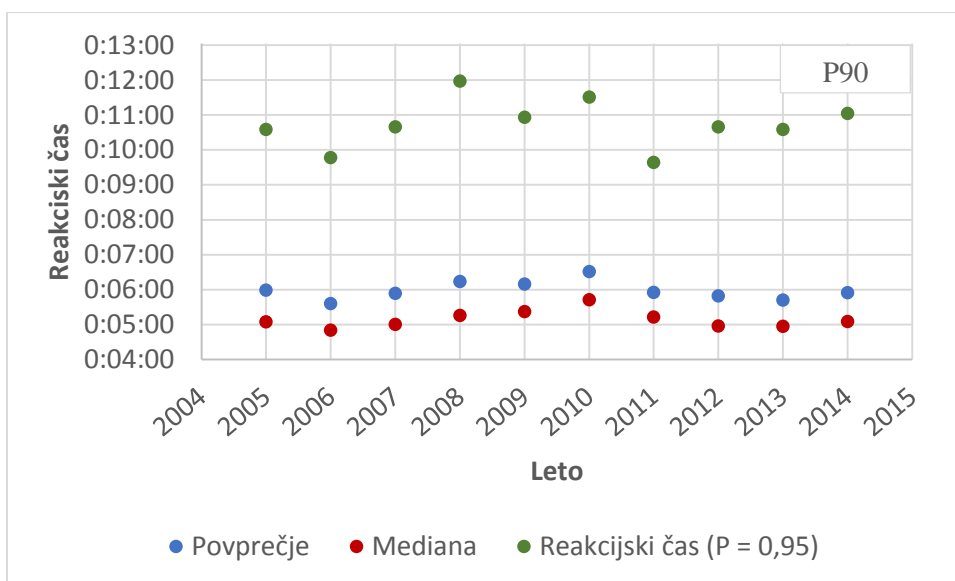
Slika 21 prikazuje povprečje, mediano in 95. kvantil izvoznega časa za intervencije prioritete P70 po dnevih. Opazimo, da je povprečni izvozni čas in 95. kvantil v tem primeru krajši v nedeljo in soboto, mediana pa prikazuje ravno obratno, in sicer daljši izvozni čas v nedeljo in soboto ter krajši izvozni čas med tednom.



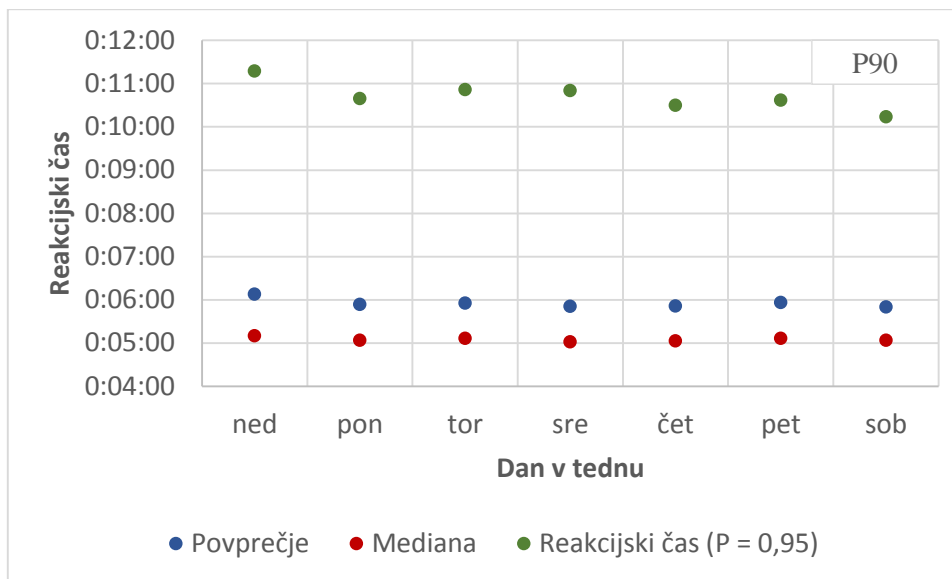
Slika 21: Izvozni čas ekipe NMP intervencij prioritete P70 po dnevih

Reakcijski čas

Sliki 22 in 23 prikazujeta reakcijski čas intervencij prioritete P90. Reakcijski čas je sestavljen iz časa sprejema in izvoznega časa. Da izvozni čas veliko vpliva na sam reakcijski čas, nam pove že oblika grafa. S slike 22 opazimo, da sta povprečni reakcijski čas in mediana tako kot pri izvoznem času intervencij prioritete P90 najvišja leta 2010, nato pa sledi postopno skrajševanje reakcijskega časa. Tudi reakcijski čas intervencij prioritete P90 po dnevih je podoben grafu izvoznega časa po dnevih. S slike 23 opazimo, da sta povprečni reakcijski čas in mediana najdaljša v nedeljo in znašata 6 minut in 8 sekund ter 5 minut in 11 sekund.

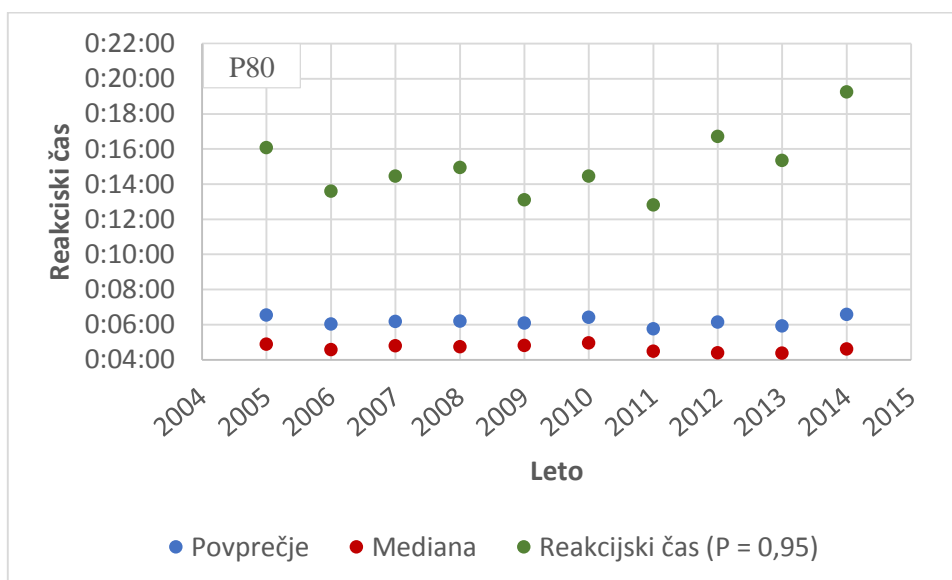


Slika 22: Reakcijski časi intervencij prioritete P90 po letih

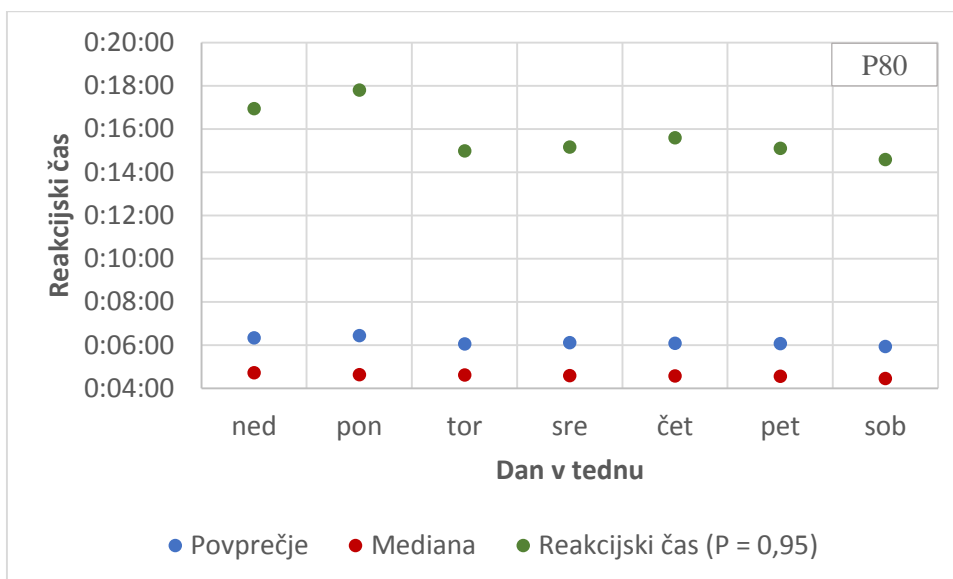


Slika 23: Reakcijski časi intervencij prioritete P90 po dnevih

Sliki 24 in 25 prikazujeta reakcijski čas intervencij prioritete P80. Pri intervencijah P80 je zanimivo, da se povprečni reakcijski časi gibljejo okoli 6 minut in 11 sekund in so nekoliko daljši od reakcijskih časov intervencij prioritete P90, medtem ko znaša mediana reakcijskega časa intervencij prioritete P80 okoli 4 minute in 40 sekund, kar je krajše od intervencij prioritete P90. S slike 25 opazimo, da so nekoliko daljši reakcijski časi v nedeljo in ponedeljek.

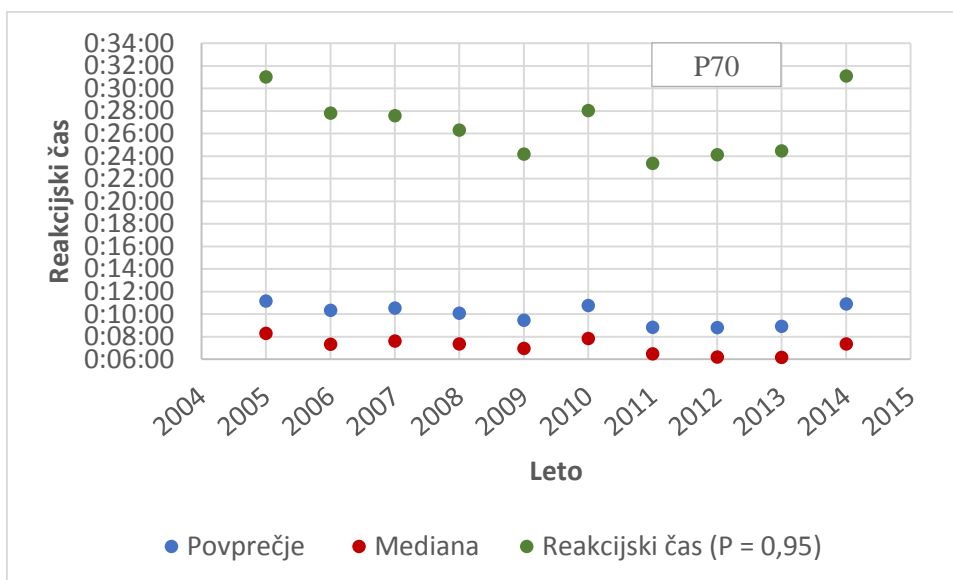


Slika 24: Reakcijski časi intervencij prioritete P80 po letih



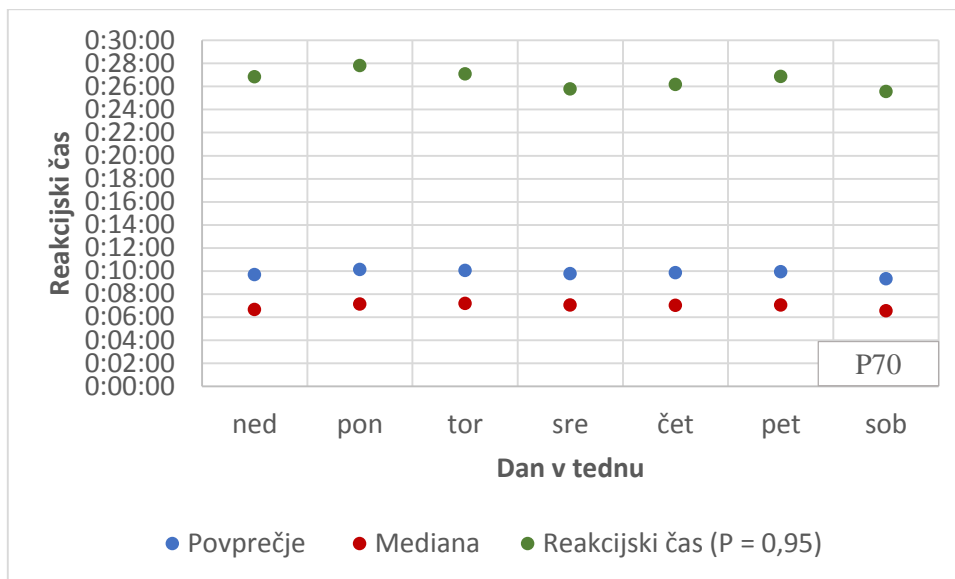
Slika 25: Reakcijski časi intervencij prioritete P80 po dnevih

Pri intervencijah prioritete P70 na sliki 26 opazimo, da najdaljši povprečni čas znaša 11 minut in 10 sekund leta 2011, najkrajši pa je leta 2012, in sicer 8 minut ter 56 sekund. Mediana reakcijskega časa je najdaljša leta 2005, najkrajša pa leta 2013. Leta 2014 ponovno opazimo daljše reakcijske čase.



Slika 26: Reakcijski časi intervencij prioritete P70 po letih

S slike 27 lahko razberemo, da je najkrajši reakcijski čas v soboto, najdaljši pa v ponedeljek, vendar med njima ni bistvene razlike, saj če primerjamo povprečni reakcijski čas, je razlika samo 48 sekund.



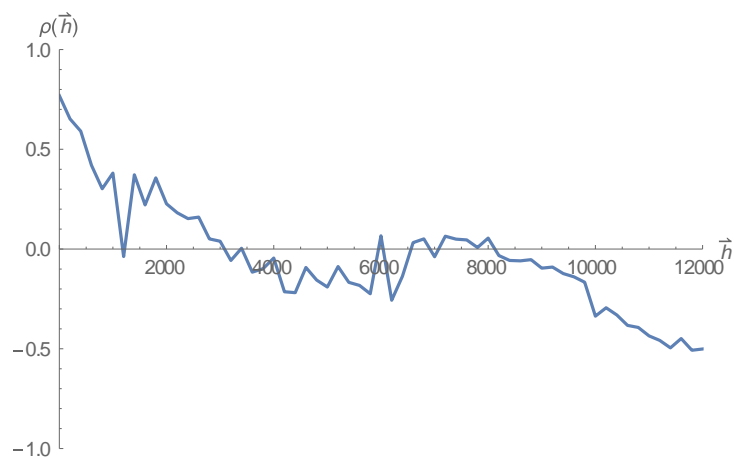
Slika 27: Reakcijski časi intervencij prioritete P70 po dnevih

6.3 Analiza prostorske povezanosti podatkov

V nadaljevanju prikazujemo rezultate modelirane v programu za tehnično računanje Mathematica. Ti rezultati izjemoma vključujejo decimalno piko (in ne vejico).

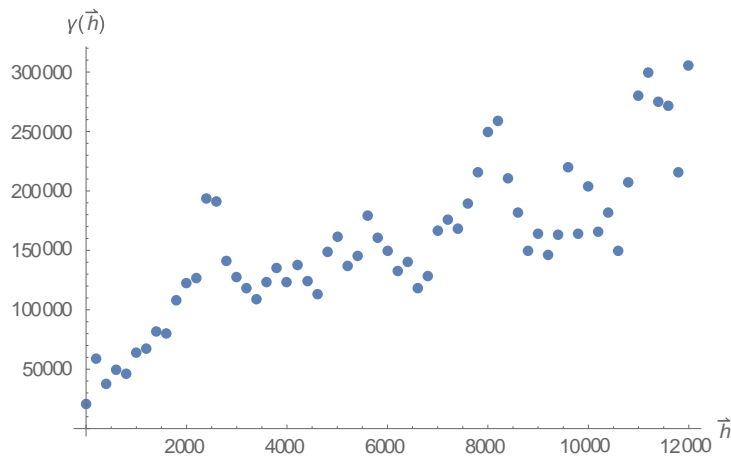
Prioriteta P70

Na sliki 28 vidimo, da je korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P70 do razdalje 3000 m pozitivna, nato se spusti pod 0, se od 6000 m do 8000 m giblje okoli 0, nato pa ponovno pada. Z grafa torej razberemo, da do 3000 m obstaja pozitivna korelacija podatkov, vrednosti, ki so na zelo oddaljenih mestih, pa negativno korelirajo.



Slika 28: Korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P70

Slika 29 prikazuje variogram voznih časov intervencij prioritete P70. Opazimo, da do 2000 m variogram hitreje narašča, kar pomeni, da so podatki prostorsko odvisni. Do približno 5000 m se graf nekoliko umiri, nato pa ponovno narašča, iz česar sklepamo, da se pri oddaljenih točkah povezanost spreminja.



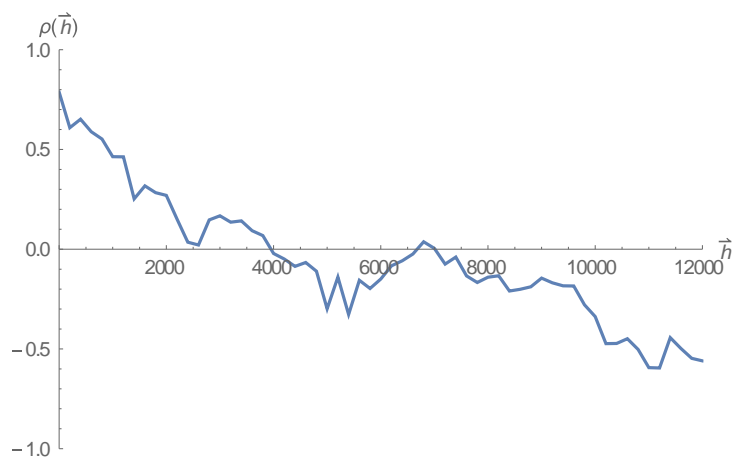
Slika 29: Variogram voznih časov intervencij prioritete P70

Izračunali smo Moranov indeks I na dva načina. Pri Moranovem indeksu, kjer smo določili matriko uteži glede na izbrano mejno razdaljo med točkami sicer lahko na podlagi tveganja 5 % trdimo, da so podatki prostorsko povezani. Ker je Moranov indeks I pozitiven ($I = 0,07$), lahko ugotavljamo, da so podatki prostorsko povezani in da so podobne vrednosti v skupinah. Pri izračunu Moranovega indeksa I , pri katerem smo matriko uteži w_{ij} definirali kot funkcijo razdalje med točkami, pa se prostorska povezanost bolje opazi. Izračunali smo, da je Moranov indeks $I = 0,95$. Vrednost je blizu 1, kar nam pove, da so podatki prostorsko povezani in da so podobne vrednosti v skupinah. Preizkusili smo tudi domnevo o prostorski povezanosti podatov. Izračunali smo statistiko Z (poskusno vrednost), katere vrednost znaša 22,94, kar krepko presega mejno teoretično vrednost $z_{1-\alpha/2}$, ki pri stopnji tveganja $\alpha = 5$ % znaša 1,96. S tveganjem 5 % torej lahko trdimo, da so podatki prostorsko povezani.

Tudi pri izračunu Gearyjevega razmerja dobimo podobne rezultate. Gearyjevo razmerje C z matriko uteži w_{ij} , kot funkcijo razdalje med točkami (eksponentno padanje vpliva z razdaljo), nam bolj izrazito kaže na prostorsko povezanost podatkov, kot Gearyjevo razmerje z matriko uteži glede na izbrano mejno razdaljo med točkami. Vrednost Gearyjevega razmerja C , kjer vpliv z razdaljo eksponento pada, je 0,16. Izračunana vrednost je blizu 0, kar kaže na to, da so podatki prostorsko povezani ter da so podobne pozitivne vrednosti v skupinah. S tveganjem $\alpha = 5$ % lahko trdimo, da so podatki voznih časov prioritete P70 prostorsko povezani, saj je izračunana poskusna statistika $Z > z_{1-\alpha/2}$.

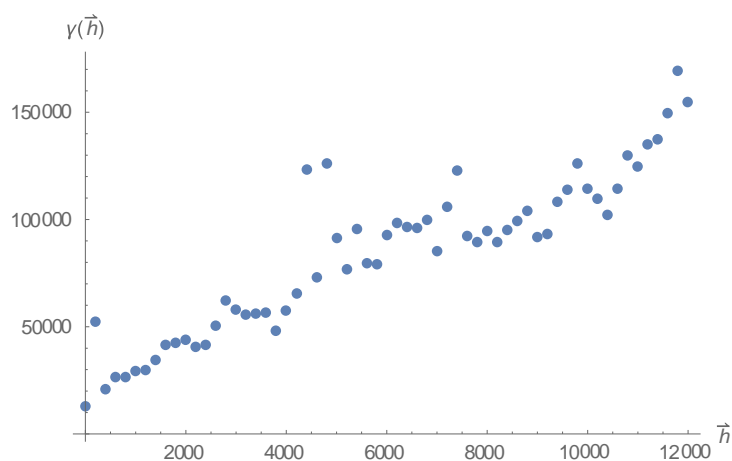
Prioriteta P80

Slika 30 prikazuje korelacijsko funkcijo voznega časa intervencij prioritete P80. Korelacijska funkcija je pozitivna do razdalje okoli 4000 m, nato se spusti pod vrednost 0, malo naraste in gre za večje razdalje v negativne vrednosti, kar pomeni, da vrednosti na zelo oddaljenih mestih negativno korelirajo.



Slika 30: Korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P80

Na sliki 31 je prikazan variogram za intervencije prioritete P90. Opazimo, da variogram skoraj enakomerno narašča in da se pri daljših oddaljenostih med točkami ne umiri, kar pomeni, da se povezanost pri oddaljenih točkah spreminja.



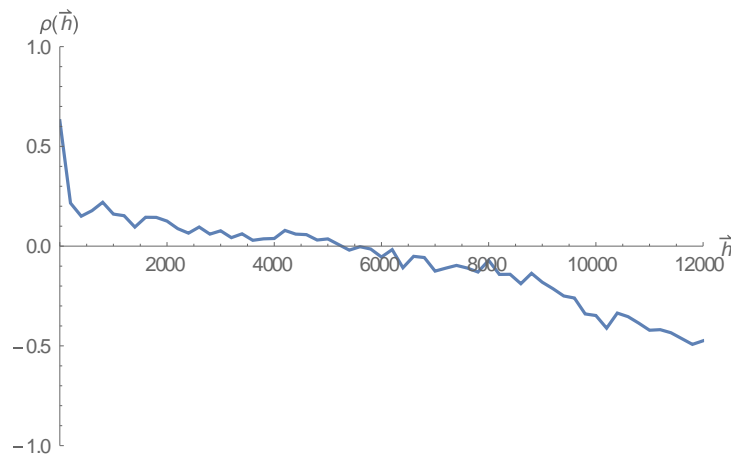
Slika 31: Variogram voznih časov intervencij prioritete P80

Tako kot pri prioriteti P70 tudi pri prioriteti P80 dobimo boljše rezultate Moranovega indeksa I , kjer vpliv z razdaljo eksponentno pada. Moranov indeks $I = 0,84$, kar je blizu ena in nakazuje na to, da so podatki prostorsko povezani. Tudi preizkus domneve o prostorski povezanosti je pokazal, da lahko s tveganjem 5 % trdimo, da so podatki prostorsko povezani ($Z = 18,98$).

Gearyjevi razmerji C z linearnim padanjem vpliva z razdaljo ($C_1 = 0,39$) ter z eksponentnim padanjem vpliva z razdaljo ($C_2 = 0,29$) kažeta na prostorsko povezanost podatkov (podobne pozitivne vrednosti so v skupinah). Obe vrednosti se približujejo vrednosti 0, pri tem pa opazimo, da je prostorska povezanost podatkov bolj izrazita v drugem primeru (C_2). Pri preizkusu domneve o prostorski povezanosti pa je ravno obratno. V primeru C_1 lahko s tveganjem $\alpha = 0,05$ trdimo, da so podatki voznih časov prioritete P80 prostorsko povezani. V primeru C_2 pa s tveganjem $\alpha = 0,05$ tega ne moremo trditi.

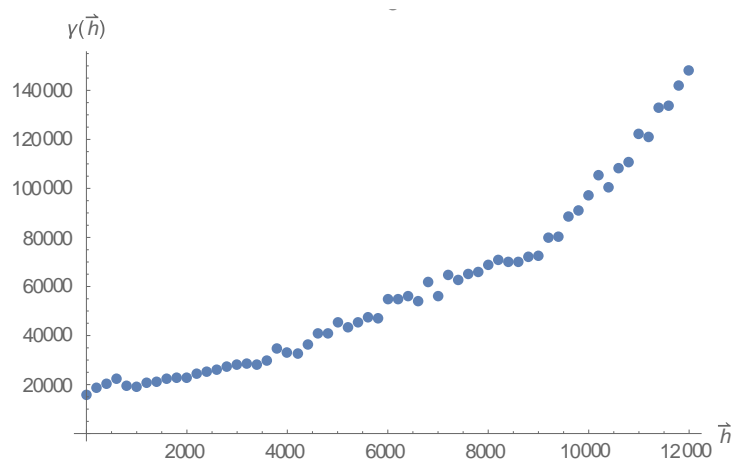
Prioriteta 90

Slika 32 prikazuje korelacijsko funkcijo voznega časa prioritete P90 z razdaljo. Funkcija je pozitivna, okoli 5000 m pade pod 0 in za večje oddaljenosti pada v negativne vrednosti. Tako kot pri prioriteti P70 in P80 so tudi pri prioriteti P90 vrednosti na zelo oddaljenih mestih negativno korelirane.



Slika 32: Korelacijska funkcija voznih časov intervencij prioritete P90

Variogram na sliki 33, ki prikazuje lastnosti voznih časov intervencij prioritete P90, postopno narašča do okoli 9000 m, nato se začne strmo dvigovati. Variogram v primerjavi z variogramoma prioritete P70 in P80 ni tako razpršen, se pa ravno tako ne umiri, kar pomeni, da se tudi v tem primeru pri oddaljenih točkah povezanost spreminja.



Slika 33: Variogram voznih časov intervencij prioritete P90

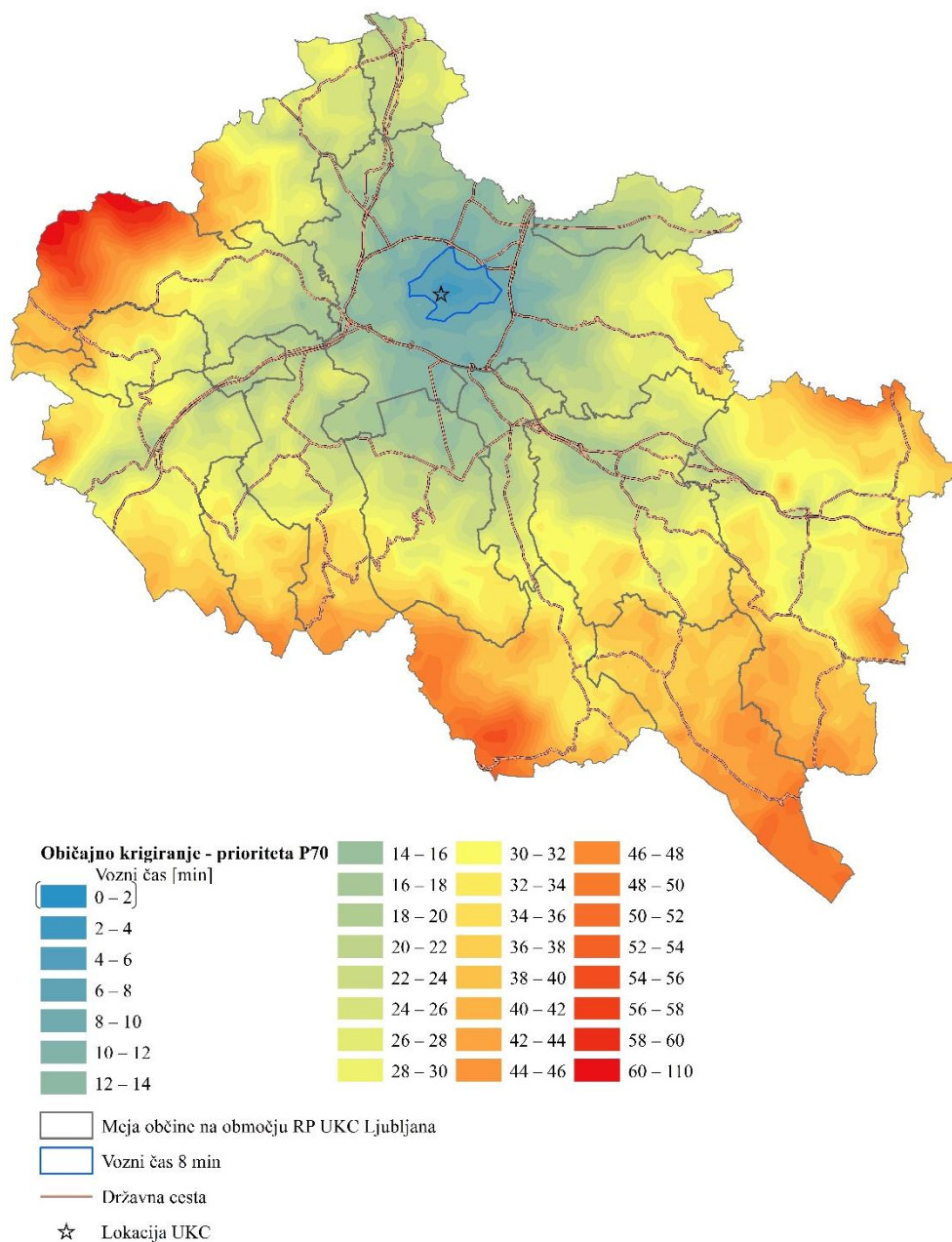
Tudi pri intervencijah prioritete P90 smo za vozni čas z merami prostorske povezanosti podatkov izračunali, ali so podatki prostorsko povezani. Najprej smo na dva načina izračunali Moranov indeks I . Tako kot pri prioriteti P70 in P80 smo tudi tukaj ugotovili, da Moranov indeks I , pri katerem smo matriko uteži w_{ij} definirali kot funkcijo razdalje med točkami, bolj izrazito kaže na prostorsko povezanost. Vrednost Moranovega indeksa I , kjer vpliv z razdaljo eksponentno pada ($I = 0,59$), je torej izrazito pozitivna, kar pomeni, da so podatki prostorsko povezani. Tudi preizkus domneve pokaže, da lahko z nizko stopnjo tveganja ($\alpha = 0.05$) trdimo, da so podatki prostorsko povezani. Najbolj izrazito pa pri prioriteti P90 na prostorsko povezanost podatkov kaže Gearyjevo razmerje C , z eksponentnim padanjem vpliva z razdaljo. Izračunana vrednost $C = 0,02$, kar je zelo blizu 0 in kaže na močno prostorsko povezanost. Izračunana poskusna statistika $Z = -2,19$, kar je nižje od teoretične vrednosti $-1,96$, pomeni, da lahko s tveganjem 5 % trdimo, da so podatki voznih časov prioritete P90 prostorsko povezani.

6.4 Krigiranje ploskve voznih časov ekipe NMP

V orodju ArcGIS smo za vsako prioriteto (P70, P80 in P90) izdelali dve ploskvi voznih časov. Prvo ploskev smo izdelali z običajnim tipom krigiranja ter privzetimi nastavitvami, pri drugi pa smo v model vključili trend in anizotropijo. S primerjavo, odštevanjem vrednosti rastra prve ploskve od vrednosti rastra druge ploskve smo ugotovili, da so spremembe minimalne in da na obravnavanem območju ni trenda, oziroma je zanemarljiv. Zato smo se odločili, da bomo v nadaljnjo obravnavo vzeli ploskve dobljene z običajnim krigiranjem in privzetimi nastavitvami. Zaradi primerljivosti rezultatov smo na slikah 34, 35 in 36 uporabili enako legendo.

Ploskev voznih časov intervencij prioritete P70

Slika 34 prikazuje ploskev voznih časov intervencij prioritete P70 za območje Reševalne postaje UKC Ljubljana, ki smo jo izdelali z običajnim tipom krigiranja. S slike razberemo, da je vozni čas krajši od 8 minut v radiju od 2 do 3 km okoli UKC-ja, v smeri jugo-zahoda pa nekoliko manj, do 0,8 km. Proti obrobju našega obravnavanega območja pa se vozni čas postopno daljša. Najdaljši vozni čas, ki je daljši od 1 ure, je na severozahodnem območju občine Dobrova – Polhov Gradec. Z dolgimi voznimi časi ji sledijo občine Velike Lašče, Dobropolje in Ivančna Gorica. Na sliki 35 se lepo vidi tudi, da so vozni časi na območjih, kjer poteka cestno omrežje, nižji.

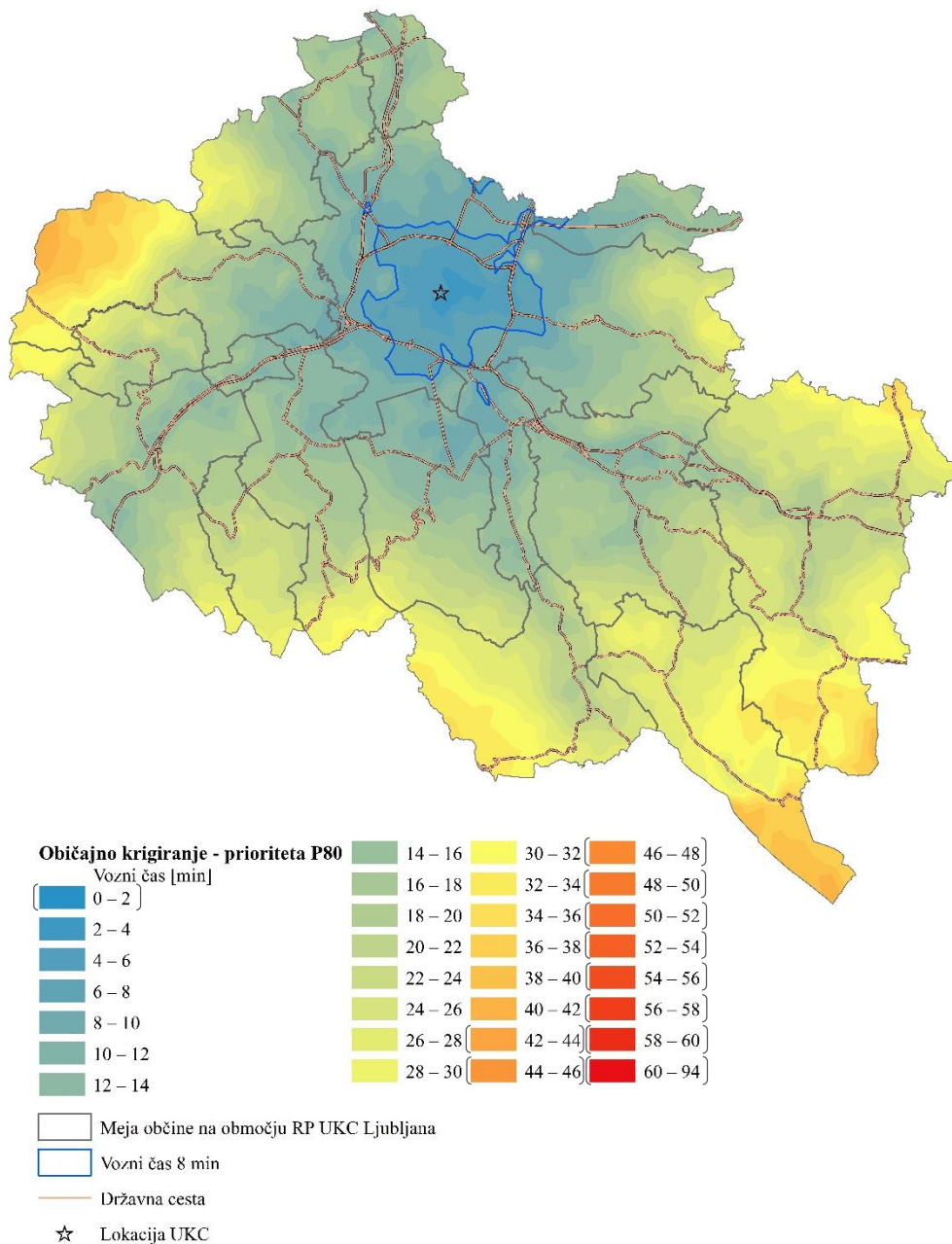


Slika 34: Krigirana ploskev voznih časov intervencij prioritete P70 (Opomba: Legenda je usklajena s kartama na slikah 35 in 36; razred, ki ga ni na karti, je v oklepaju)

Ploskev voznih časov intervencij prioritete P80

Na sliki 35 vidimo, da so vozni časi intervencij prioritete P80 na celotnem obravnavanem območju nekoliko krajši od voznih časov intervencij prioritete P70. Ploskev, ki jo prikazuje slika 35, je prav tako izdelana z običajnim tipom krigiranja s privzetimi nastavitvami. Opazimo, da se je radij z voznim časom krajšim od 8 minut pri prioriteti P80 povečal na 5 do 6 km okoli UKC-ja. Najdaljši vozni čas na obravnavanem območju pri prioriteti P80 je 42 minut, in sicer na skrajnem območju občine Dobrova – Polhov Gradec ter občine Dobropolje. Tako kot pri prioriteti P70 pa jima z dolgimi voznimi časi sledita

občini Velike Lašče in Ivančna Gorica. Tudi v tem primeru opazimo, da so vozni časi na območju cestnega omrežja krajši.

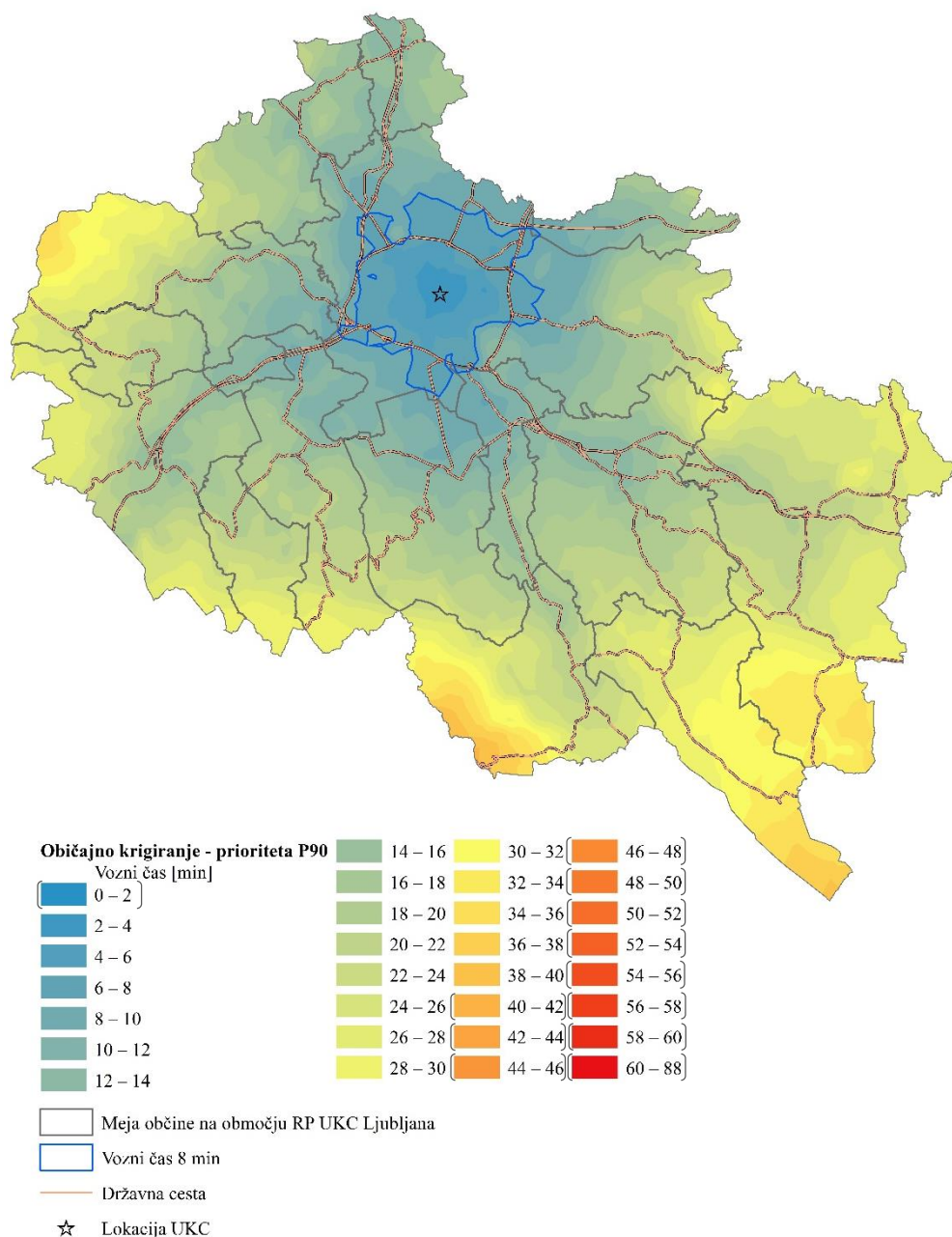


Slika 35: Krigrirana ploskev voznih časov intervencij prioritete P80 (Opomba: Legenda je usklajena s kartama na slikah 34 in 36; razredi, ki jih ni na karti, so v oklepajih)

Ploskev voznih časov intervencij prioritete P90

Slika 36 prikazuje ploskev voznih časov intervencij prioritete P90, ki je izdelana z običajnim tipom krigriranja. Opazimo lahko, da so vozni časi pri prioriteti P90 za malenkost nižji od voznih časov prioritete P80, večjih sprememb med slikami 35 in 36 pa ni zaznati. Tudi tu je radij okoli UKC-ja, kjer

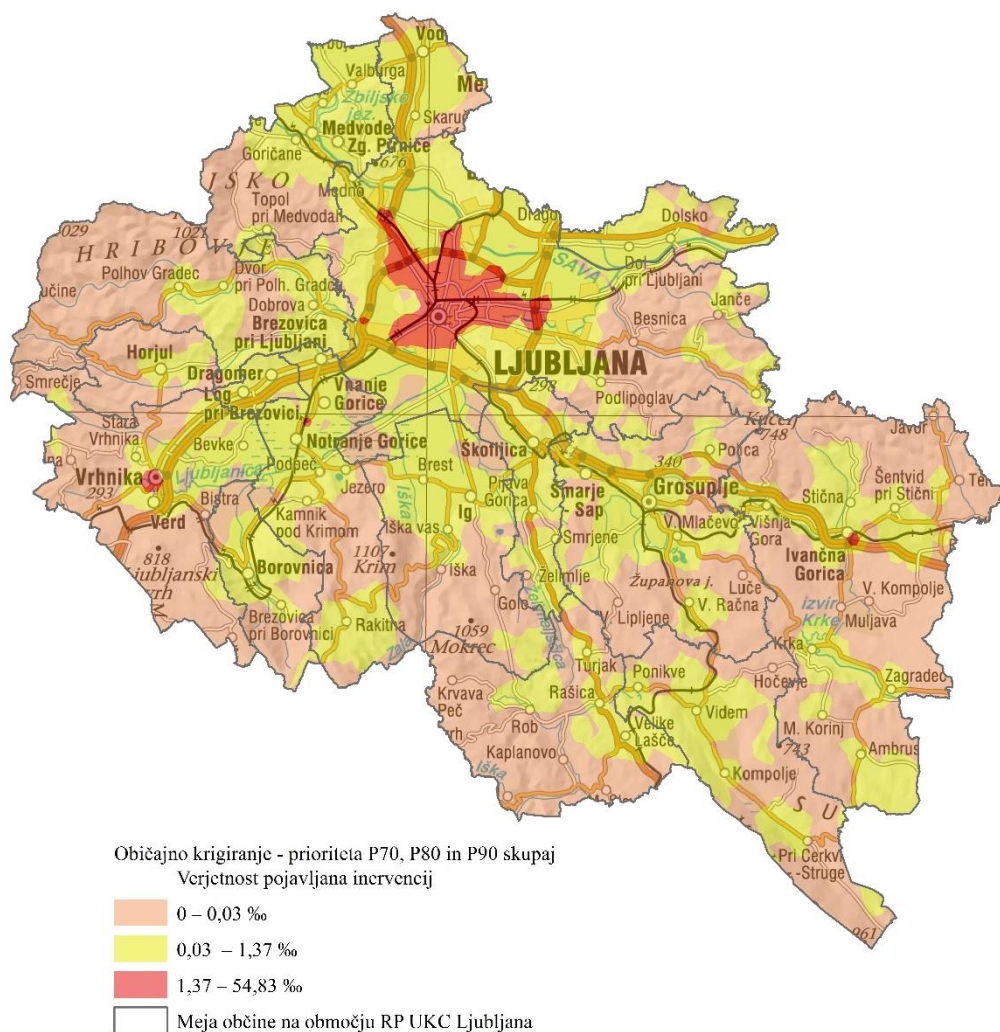
je vozni čas krajši od 8 minut, okoli 5 do 6 km, kar v grobem pokriva območje znotraj avtocestnega obroča Ljubljane ter na severnem in južnem delu do 2 km izven avtocestnega obroča. Najdaljši vozni čas je tokrat na južnem delu občine Velike Lašče, in sicer okoli 40 minut. Sledijo ji občine Dobre polje, Ivančna Gorica in občina Dobrova – Polhov Gradec. Tudi tu opazimo, da so vozni časi na severni strani obravnavanega območja nižji od voznih časov na južni strani, saj so severna območja bližje UKC-ju. Vidimo tudi, da so časi okoli cest tako kot pri prejšnjih dveh prioritetah krajši.



Slika 36: Krigrana ploskev voznih časov intervencij prioritete P90 (Opomba: Legenda je usklajena s kartama na slikah 34 in 35; razredi, ki jih ni na karti, so v oklepajih)

6.5 Verjetnostni model pojavljanja intervencij

Slika 37 prikazuje verjetnostni model pojavljanja intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj. Ploskev verjetnosti smo izdelali z metodo običajnega krigiranja. Verjetnost pojavljanja intervencij na območju Reševalne postaje UKC Ljubljana smo izračunali na podlagi podatkov o intervencijah za skoraj 10-letno obdobje. Ploskvi verjetnosti smo za lažjo orientacijo podložili Državno pregledno karto Republike Slovenije z merilom 1 : 500.000. Opazimo, da je največja verjetnost pojavljanja intervencij v središču mesta Ljubljana, Vrhniki, Ivančni Gorici ter blizu Notranjih Goric. Večja verjetnost (do 1,4 %) je tudi ob cestnih vpadnicah v mesto Ljubljana, v dolinah in kotlinah ter ostalem ravninskem svetu, kjer so naselja in s tem večja gostota prebivalstva. Na hribovitem območju pa je verjetnost pojavljanja intervencij nižja.

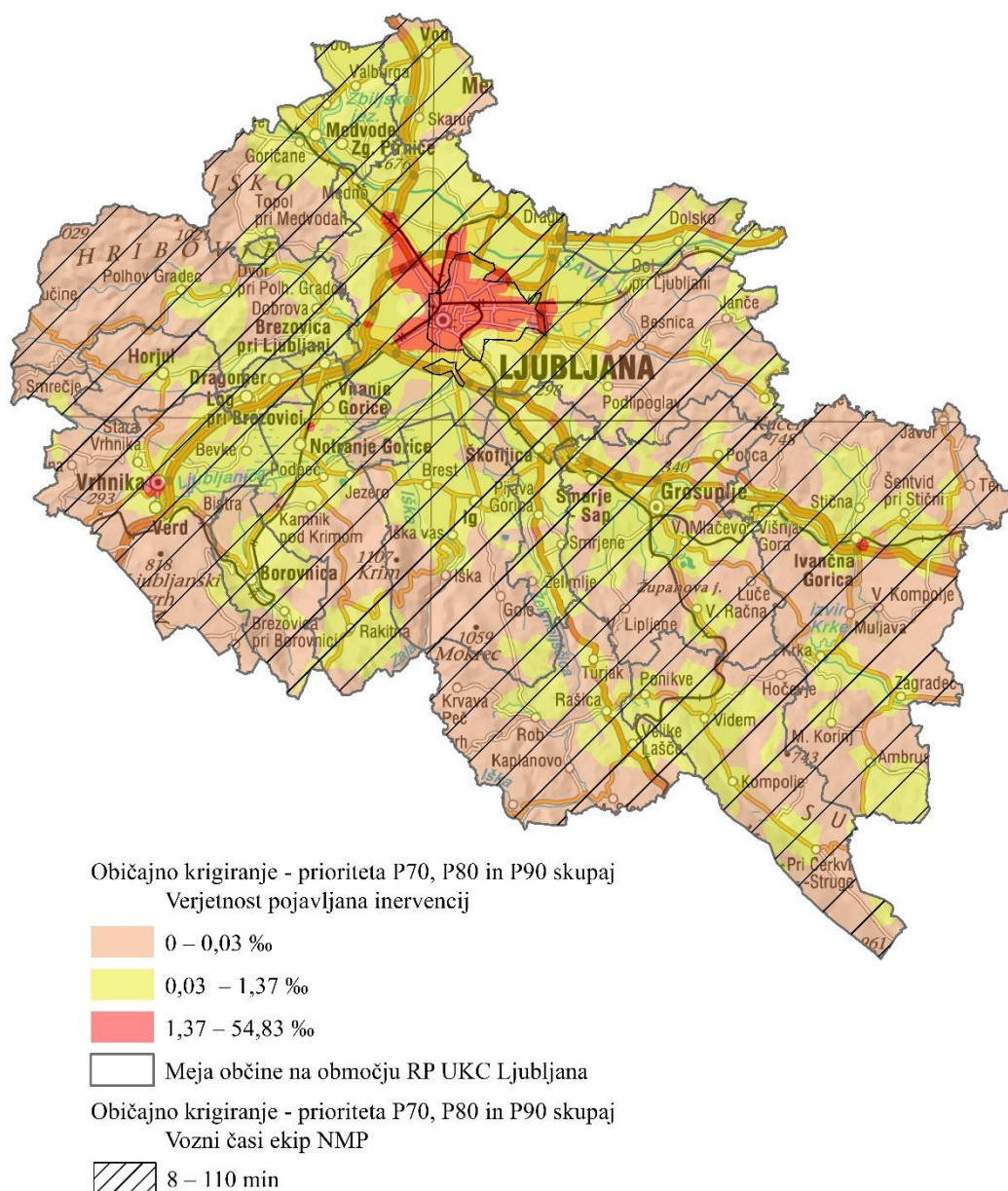


Slika 37: Verjetnostni model pojavljanja intervencij prioritete P70, P80 in P90 skupaj

6.6 Območja lociranja izpostav NMP

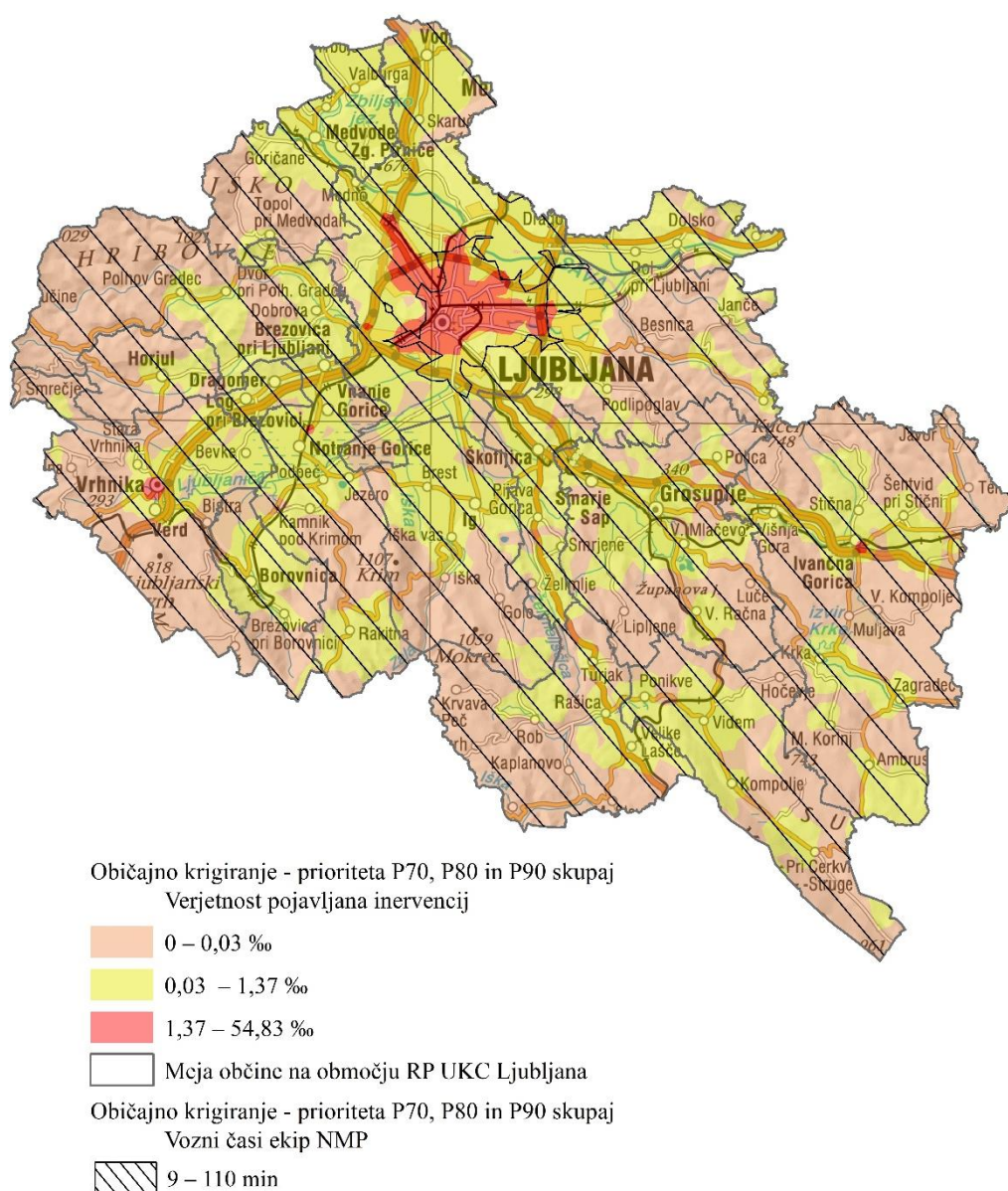
S karte verjetnosti pojavljanja intervencij in karte voznih časov intervencij prioritet P70, P80 in P90 skupaj smo odkrili območja, ki so slabše pokrita z enotami NMP in kjer se kaže potreba po lociranju novih izpostav NMP. V prvi analizi so nas zanimala območja z višjo verjetnostjo pojavljanja intervencij, kjer je vozni čas daljši od osmih minut, v drugi pa območja, kjer je vozni čas daljši od devetih minut. Na sliki 38 in 39 so območja, kjer je vozni čas daljši od osmih in devetih minut, prikazana s šrafuro. Glede na omejitve vhodnih podatkov ter v nalogi uporabljenih modelov je zaznati na območju Reševalne postaje UKC Ljubljana širše območje z daljšimi voznimi časi (nad 8 oziroma 9 minut). Vozne čase je smiselno primerjati z verjetnostjo pojavljanja intervencij.

Morebitne nove (mobilne) izpostave bi vsekakor morali namestiti na območjih z višjimi verjetnostmi in daljšimi voznimi časi od predpisanega kriterija osmih minut. S slike 38 vidimo, da so to predvsem območja Vrhniko, Ivančne Gorice, Notranjih Goric, Ljubljane-Šentvida, Ljubljane-Viča, Ljubljane-Črnuč ter območja Ljubljane-Most. Na nekaterih območjih, kjer je sicer nižja verjetnost pojavljanja intervencij, pa so vozni časi zelo dolgi, zato je potreba po novih izpostavah tudi na teh območjih. Eno izmed takšnih odmaknjenih območij z verjetnostjo pojavljanja intervencij do 1,37 ‰, je tudi območje Velikih Lašč.



Slika 38: Karta verjetnosti pojavljanja intervencij in voznih časov daljših od 8 minut

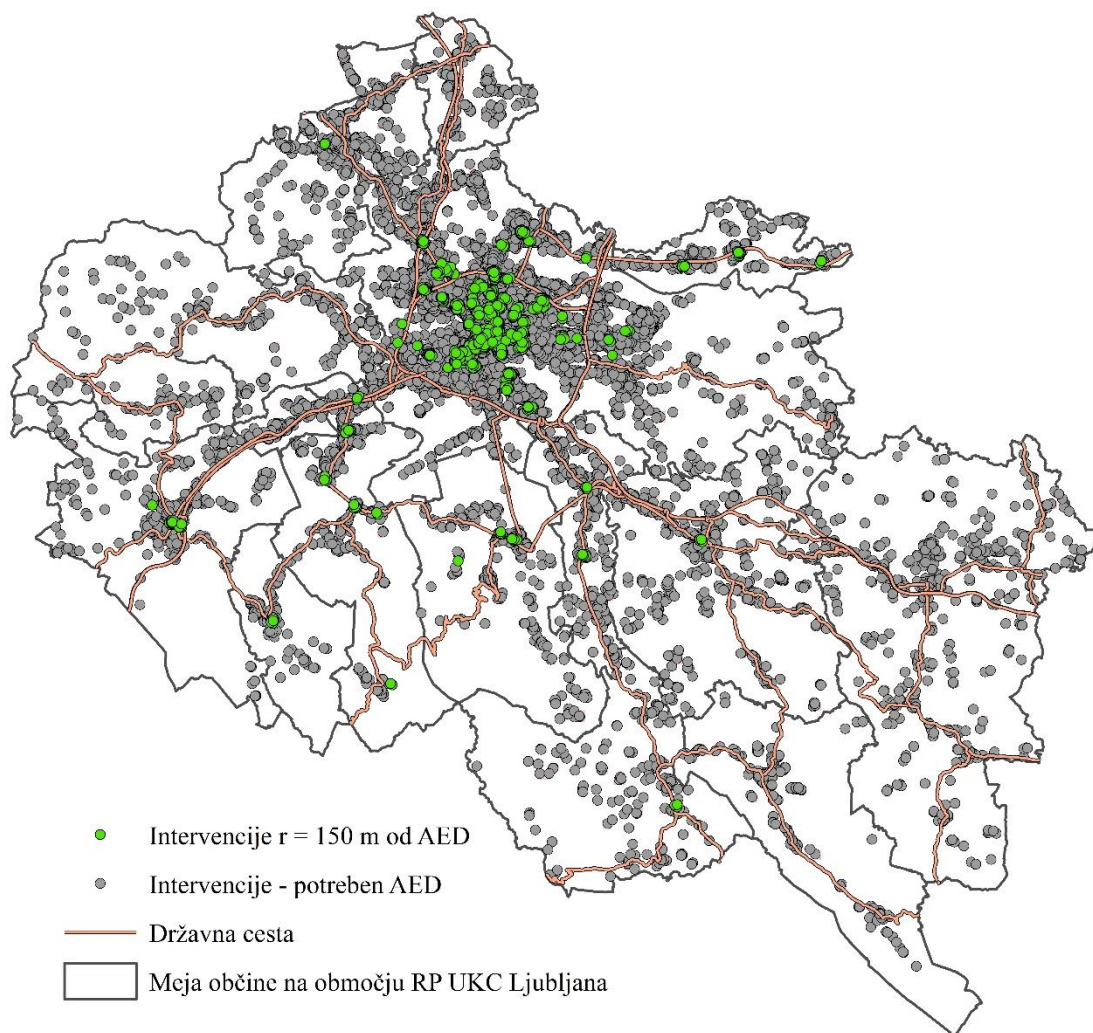
Podobne rezultate smo dobili tudi pri drugi analizi, saj se kriterija voznih časov ne razlikujeta bistveno. Na sliki 39 vidimo območja z višjimi verjetnostmi in daljšimi voznimi časi od kriterija devetih minut. Morebitne nove (mobilne) izpostave bi v obeh primerih analiz morali namestiti na območjih Vrhnike, Ivančne Gorice, Notranjih Goric, Ljubljane-Šentvida in Ljubljane-Črnuč, medtem ko so ostala območja (Ljubljana-Vič ter Ljubljana-Moste) v predpisanem kriteriju voznega časa devetih minut.



Slika 39: Karta verjetnosti pojavljanja intervencij in voznih časov daljših od 9 min

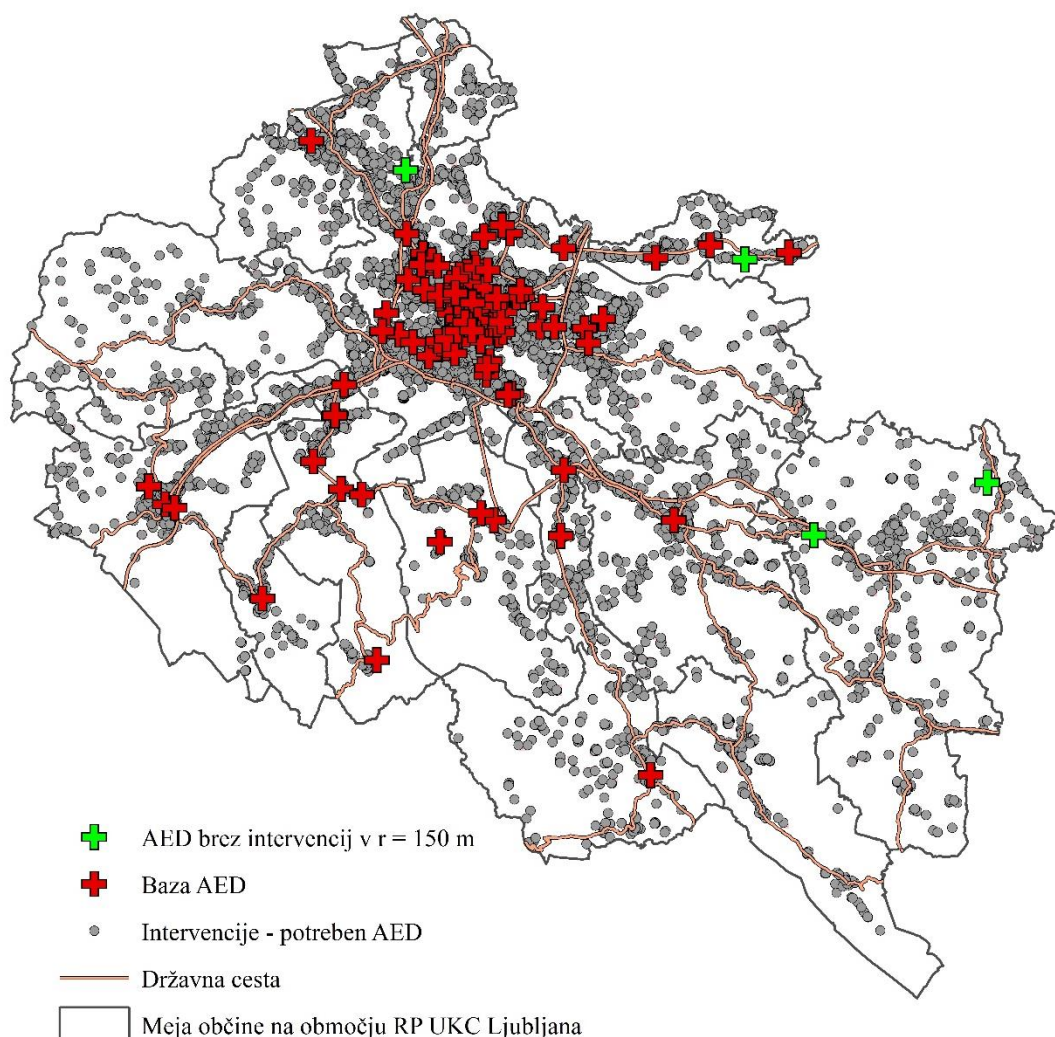
6.7 Analiza AED

Na podlagi predpostavke, da so vsi avtomatski eksterni defibrilatorji, ki so v bazi, javno dostopni, smo izračunali, da bi javno nameščen AED lahko uporabili v 25,7 % vseh intervencij, pri katerih je AED potreben. To je v 11.854 primerih od 46.060 intervencij, kar prikazuje slika 40.



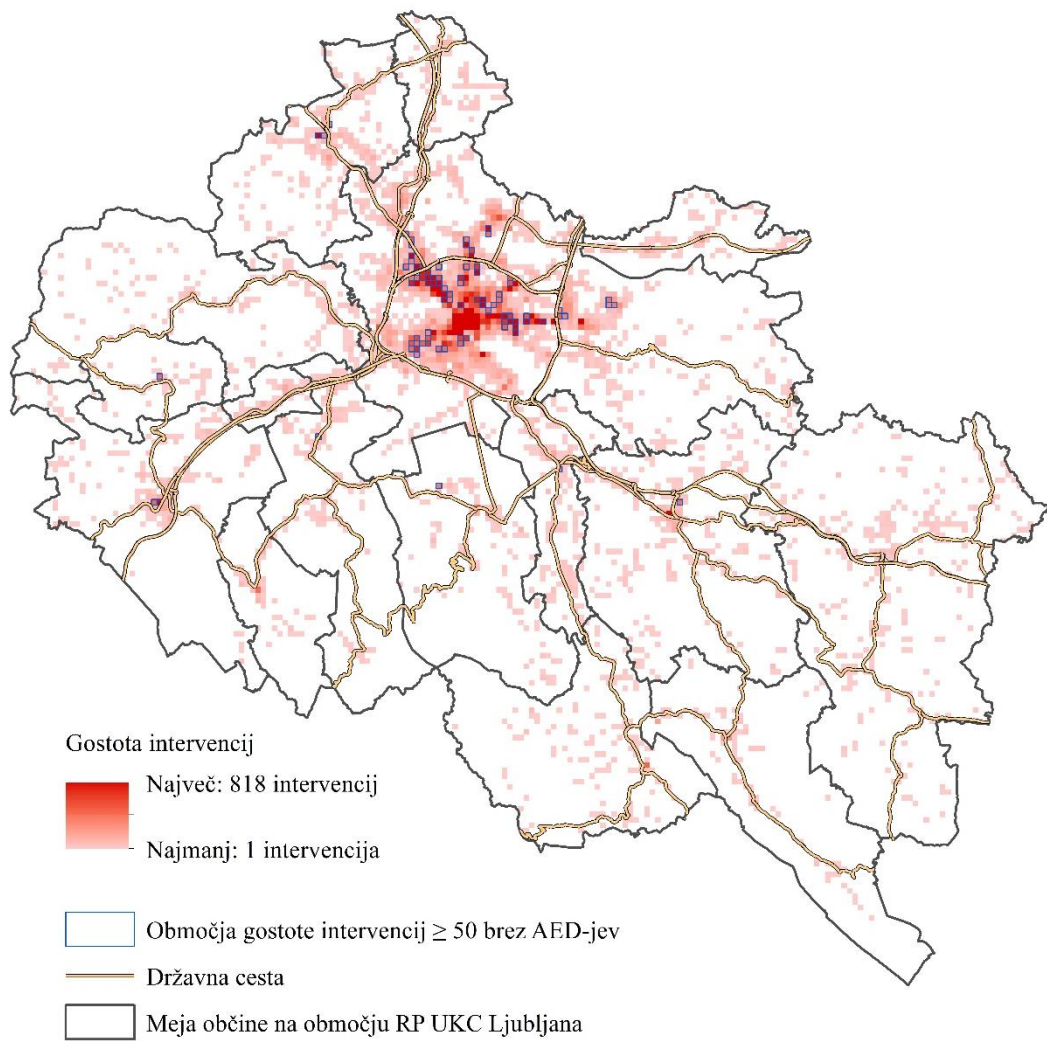
Slika 40: Intervencije v radiju 150 m od AED-jev

Ugotovili smo, da je 155 AED-jev v radiju 150 m od intervencij, v 150-metrskem radiju od štirih AED-jev pa še ni bilo nobene intervencije. Slika 41 z zelenim križem prikazuje lokacije AED-jev, kjer v radiju 150 m ni bilo še nobene intervencije. To so defibrilatorji, ki so nameščeni na sledečih objektih: Gostilna Ledinek, Kopališče Višnja Gora, Center za zdravljenje bolezni otrok ter PGD Laze.



Slika 41: AED-ji brez intervencij v radiju 150 m

Slika 42 prikazuje gostoto intervencij na območju Reševalne postaje UKC Ljubljana, kjer je potreben AED. Temno rdeče celice velikosti 300 x 300 m prikazujejo območja z veliko gostoto, svetlo rdeče celice pa območja majhnih gostot intervencij. S prekrivanjem rastra gostote intervencij ter bazo AED-jev smo določili območja, kjer je primanjkljaj defibrilatorjev; ta območja smo na sliki 42 prikazali z modrimi kvadrati. Ugotovimo, da je na območju mesta Ljubljane največja gostota intervencij. Na tem območju imamo tudi največ AED-jev, ki pa ne pokrivajo celotnega območja z veliko gostoto intervencij, zato je zaznana potreba po novih AED-jih. Na območju izven mesta Ljubljane je gostota intervencij majhna, majhno je tudi število AED-jev, kljub temu pa bi bilo potrebno namestiti nekaj AED-jev. Na sliki 42 so označena območja, kjer je gostota vseh intervencij od leta 2005 do leta 2014 večja ali enaka 50 in trenutno na teh lokacijah še ni nameščenega AED-ja.



Slika 42: Gostota intervencij, pri katerih je potreben AED in območja primanjkljaja AED-jev

7 VREDNOTENJE REZULTATOV

Na osnovi podatkov o intervencijah prioritet P70, P80 in P90 v obdobju od leta 2005 do leta 2014 smo analizirali stanje na področju nujne medicinske pomoči. Ugotovili smo, da je vsako leto največ intervencij prioritete P70, sledijo jim intervencije prioritete P80, najmanj pa je intervencij prioritete P90. Izredni dogodki se med letom najpogosteje pojavljajo v mesecu marcu, oktobru in novembru, najmanj pa jih je v mesecu februarju. Ugotovili smo tudi, da se največ intervencij v tednu zgodi ob ponedeljkih in petkih, najmanj pa v nedeljo in soboto. Analizirali smo tudi porazdelitev intervencij v dnevu. Največ intervencij se zgodi med 9. in 13. uro, kar pomeni, da mora biti takrat v pripravljenosti največ ekip NMP, najmanj pa jih je lahko na voljo od 2. do 5. ure zjutraj, ko je število intervencij najnižje.

V zadnjih petih letih je opazno postopno skrajševanje odzivnega časa dispečerjev. Vse do leta 2014 so dispečerji dosegali zadovoljiv standard, kar pomeni, da so odzivni časi v vsaj 80 % 10 sekund ali manj, v letu 2014 pa so v 95,9 % dosegli optimalni standard. V obdobju 10 let so dispečerji sprejeli klic v 1 minuti ali manj le v primeru 25 % intervencij. Povprečni čas sprejema klica se giblje okoli 1 minute in 30 sekund.

Analiza delovanja ekip NMP je pokazala, da so izvozni časi ekip NMP pri intervencijah prioritete P90 skoraj za polovico daljši od izvoznih časov pri intervencijah prioritet P80 in P70. Sklepamo, da je to posledica čakanja urgentnega zdravnika, saj mora pri izrednih dogodkih življenjsko ogrožajočega stanja (prioriteta P90) na kraj dogodka poleg diplomiranega zdravstvenika in zdravstvenega reševalca – voznika tudi zdravnik specialist. Povprečni izvozni čas v desetih analiziranih letih znaša pri intervencijah prioritete P90 2 minuti in 41 sekund, pri prioriteti P80 1 minuto in 29 sekund ter pri intervencijah prioritete P70 1 minuto in 52 sekund. Ugotovili smo, da je pri vseh treh prioritetah (P70, P80 in P90) najdaljši izvozni čas v letu 2010, v zadnjih letih pa se le ta skrajšuje. Po kriteriju ameriškega standarda NFPA 1710 in po novem Pravilniku o službi NMP (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015) naj bi ekipe NMP od aktivacije s strani dispečerske službe zdravstva, v primeru nujnih intervencij, izvozile iz postaje v roku 60 sekund. Za analizirano obdobje skoraj desetih let so ekipe NMP Reševalne postaje UKC Ljubljana dosegle izvozni čas krajši od 1 minute le v 8,2 % intervencij prioritete P90 ter v 57,3 % intervencij prioritete P80.

V nalogi nas je zanimalo tudi, ali je izvoz ekip NMP od dviga klica pri intervencijah višjih prioritet (P80 in P90) krajši od 2 minut ter pri intervencijah prioritete P70 krajši od 1 ure. V ta namen smo izračunali reakcijski čas, to je čas od javljanja dispečerja na klic klicatelja ter do izvoza ekipe NMP na intervencijo. Rezultati so pokazali, da se povprečni reakcijski časi intervencij prioritete P90 gibljejo okoli 6 minut, nekoliko daljši reakcijski čas je zaznati pri intervencijah prioritete P80, medtem ko se reakcijski čas pri intervencijah prioritete P70 giblje okoli 10 minut. Ugotovili smo, da so pri intervencijah višjih prioritet

reakcijski časi v povprečju daljši od 2 minut, medtem ko so pri intervencijah prioritete P70 krajši od 1 ure. Sestavni del reakcijskega časa sta čas sprejema klica in izvozni čas, med njima pa se pojavi še čas, za katerega nimamo točnega podatka o vmesnem dogajanju. Pri vsem tem opazimo, da nista problematična le čas sprejema klica in izvozni čas, ampak tudi čas, ko dispečer (ne)aktivira ekipe NMP, to pa je lahko posledica različnih vzrokov: dispečer preveže klic zdravniku, ki po posvetu s kličočim potrdi ali zmanjša stopnjo nujnosti intervencije, preobremenjenost dispečerjev (veliko klicev, na katere se morajo hitro javiti), prednost višjih prioritet, pomankanje števila ekip NMP (zasedenost ekip, dispečer ne more aktivirati ekipe, ko le ta ni prosta) in podobno. Povprečni čas med časom sprejema klica in aktivacijo ekipe NMP pri prioriteti P90 znaša 1 minuto in 49 sekund, pri prioriteti P80 2 minuti in 48 sekund, pri prioriteti P70 pa je ta čas zelo dolg, kar 8 minut in 49 sekund. Na podlagi tega lahko sklepamo, da imajo prednost pri aktivaciji ekip NMP intervencije višjih prioritet.

Z globalno avtokorelacijsko statistiko smo ugotovili in statistično potrdili prostorsko povezanost podatkov o voznih časih pri intervencijah prioritet P70, P80 in P90. Uporabili smo mere prostorske povezanosti, Moranov indeks I in Gearyjevo razmerje C . Tudi preizkus domnev je pri vseh treh prioritetah (P70, P80 in P90) pokazal, da lahko z nizko stopnjo tveganja ($\alpha < 0.05$) trdimo, da so podatki voznih časov prostorsko povezani. Na podlagi rezultatov smo z običajnim tipom kriginanja nato za vsako prioritetu posebej izdelali ploskev voznih časov. Karte so pokazale, da so najdaljši vozni časi pri intervencijah prioritete P70, sledijo jim intervencije prioritete P80, malenkost nižje vozne čase od prioritete P80 pa prikazuje karta voznih časov intervencij prioritete P90. Pri vseh treh kartah voznih časov opazimo, da so najdaljši vozni časi na skrajnih območjih občin Dobrova – Polhov Gradec, Dobre polje, Velike Lašče in občina Ivančna Gorica.

Ugotovili smo, da je največja verjetnost pojavljanja intervencij prioritet P70, P80 in P90 v središču mesta Ljubljana, Vrhniki, Ivančni Gorici ter blizu Notranjih Goric, sledijo jim območja cestnih vpadnic v mesto Ljubljana, doline in kotline ter ostali ravninski svet, kjer so naselja in s tem večja gostota prebivalstva. Na podlagi analiz smo izdelali tudi dve karti območij, kjer bi bilo potrebno za doseg nižjih voznih časov namestiti mobilne izpostave NMP. Prvo karto smo izdelali na podlagi kriterija tuje zakonodaje (vozni čas 8 minut, NFPA, 1710), drugo pa po kriteriju novega pravilnika, ki je stopil v veljavo v zaključni fazi pisanja magistrskega dela. Povprečni vozni čas, ki je izračunan iz kriterija dostopnega časa 15 minut po novem pravilniku, znaša za prioritete P80 in P90 okoli 9 minut. Ugotavljamo, da je za potrebe tovrstnih analiz v novem pravilniku (Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči, 2015) premalo podrobno definiran pojem dostopni čas in pojem nujne intervencije. Premalo definiran je tudi kriterij dostopnega časa 15 minut. Glede na rezultate analiz lahko namreč opazimo, da imajo intervencije prioritet P70, P80 in P90 različne reakcijske čase. Intervencije prioritet P80 in P90 so po rezultatih nekoliko bližje, medtem ko prioritete P70 očitno odstopajo. Na podlagi tega zaključimo,

da je bolj smiselno v zakonodaji opredeliti kriterij voznih časov, oziroma ločiti kriterij dostopnega časa za vsako prioriteto posebej.

Eden izmed ciljev magistrskega dela je bil tudi preveriti, v koliko odstotkih intervencij, kjer je bilo to potrebno, bi lahko uporabili javno nameščen AED. Ugotovili smo, da bi v obdobju desetih let AED lahko uporabili v 25,7 % vseh intervencij, pri katerih je bila potreba po defibrilaciji. Zaradi pomanjkanja podatkov o javni dostopnosti AED smo analize izvedli ob predpostavki, da so vsi avtomatski eksterni defibrilatorji v analizirani bazi javno dostopni, kar pa v resnici ne velja pri vseh. S karto smo prikazali tudi območja, kje je primanjkljaj defibrilatorjev, in ugotovili, da je na območju mesta Ljubljane kljub veliki gostoti AED-jev kar nekaj območij s slabim oziroma nezadostnim dostopom do AED-jev. To je po vsej verjetnosti posledica zakonodaje, ki na področju lociranja AED-jev še ni urejena. Trenutno namreč nimamo pravilnika, ki bi določal postavitve defibrilatorjev enakomerno po celotnem območju in da bi bili le ti 24 ur na dan javno dostopni vsem, postavljeni na opaznih mestih s predpisano označitvijo.

8 ZAKLJUČEK

V magistrskem delu smo pregledali zakonodajo, standarde, pravilnike in druge predpise s področja nujne medicinske pomoči v Sloveniji in tujini. Na podlagi podatkov intervencij Reševalne postaje UKC Ljubljana, ki pokriva šestnajst občin, smo analizirali trenutno stanje in trend spreminjanja sistema NMP za obdobje 2005–2014. Analiza odzivnih, reakcijskih, izvoznih in drugih predpisanih časov je pokazala naslednje:

- V zadnjih petih letih je opazno postopno krajšanje odzivnega časa dispečerjev. Odzivni časi do leta 2014 so v vsaj 80 % 10 sekund ali manj, v letu 2014 v 95,9 %.
- Povprečni čas sprejema klica se giblje okoli 1 minute in 30 sekund.
- Povprečni čas med časom sprejema klica in aktivacijo ekipe NMP pri prioriteti P90 znaša 1 minuto in 49 sekund, pri prioriteti P80 2 minuti in 48 sekund, pri prioriteti P70 pa je ta čas daljši in znaša kar 8 minut in 49 sekund.
- Povprečni izvozni čas pri intervencijah prioritete P90 znaša 2 minuti in 41 sekund, pri prioriteti P80 1 minuto in 29 sekund ter pri intervencijah prioritete P70 1 minuto in 52 sekund. V zadnjih letih se izvozni časi skrajšujejo.
- Povprečni reakcijski časi intervencij prioritete P90 se gibljejo okoli 6 minut, nekoliko daljši reakcijski čas je zaznati pri intervencijah prioritete P80, medtem ko se reakcijski čas pri intervencijah prioritete P70 giblje okoli 10 minut.

Z običajnim tipom krigenja smo na osnovi podatkov o voznih časih intervencij za vsako prioriteto posebej izdelali ploskev voznih časov. Ugotovili smo, da so najdaljši vozni časi na skrajnih območjih občin Dobrova – Polhov Gradec, Dobrepolje, Velike Lašče in občina Ivančna Gorica. Največja verjetnost pojavljanja intervencij prioritete P70, P80 in P90 pa je v središču mesta Ljubljana, Vrhniki, Ivančni Gorici ter blizu Notranjih Goric, sledijo jim območja cestnih vpadnic v mesto Ljubljana, doline in kotline ter ostali ravninski svet, kjer so naselja in s tem večja gostota prebivalstva.

V nalogi smo analizirali tudi pokritost območja Reševalne postaje UKC Ljubljana z avtomatskimi eksternimi defibrilatorji. Ugotovili smo, da bi v analiziranem obdobju AED lahko uporabili v 25,7 % vseh intervencij, pri katerih je bila potreba po defibrilaciji. Prav tako smo posebej prikazali območja, kjer je – glede na pogostost dogodkov srčnih zastojev – primanjkljaj defibrilatorjev.

V magistrskem delu smo potrdili že petnajst let stare ugotovitve (Fink, 2000) glede neustreznosti sedanje organiziranosti službe NMP Reševalne postaje UKC Ljubljana, katere posledica so predolgi dostopni časi in s tem majhen odstotek dolgoročnega preživetja nenadno obolelih ali poškodovanih oseb v primerih neposredne življenjske ogroženosti. Z reorganizacijo dispečerske službe bi bilo potrebno

skrajšati reakcijske čase dispečerjev, ki se gibljejo od 6 do 10 minut. Fink (2000) je že predlagal pomembno spremembo, to je podelitev pooblastila, da lahko dodatno usposobljeni zdravstveni tehnik – dispečer aktivira ekipo NMP brez vezave klica do zdravnika – s tem bi skrajšali čas od dviga klica do aktivacije ekipe NMP. Krajši dostopni časi v tujini pa niso samo posledica dobrega dispečerstva, temveč tudi zasluga decentralizacije ekip NMP, kar omogoča krajše vozne čase. Fink (2000) je tudi že predstavil predlog decentralizacije ekip NMP v Ljubljani in okolici, s katerimi bi lahko skrajšali dostopne čase. Rezultati naše naloge potrjujejo Finkove ugotovitve: decentralizacija ekip NMP v Ljubljani je nujna za skrajšanje dostopnih časov. Morebitne nove (mobilne) izpostave NMP bi morali namestiti na območjih Vrhnike, Ivančne Gorice, Notranjih Goric, Ljubljane-Šentvida in Ljubljane-Črnuč ter na območju Velikih Lašč.

Predstavljene ugotovitve v magistrskem delu so pomembne za nadaljnje, bolj podrobne analize na področju reorganizacije sistema nujne medicinske pomoči v Sloveniji. Iz rezultatov, izdelanih kart verjetnosti ter lociranja izpostav ekip NMP se lahko izvedejo mrežne analize, s katerimi bi lahko bolj natančno locirali mesta izpostav ekip NMP, da bi dosegale predpisan vozni čas ter reorganizirali dispečersko službo na način, ki bi omogočal krajše reakcijske čase.

»Ta stran je namenoma prazna.«

VIRI IN LITERATURA

Al-Ghamdi, A.S. 2002. Emergency medical service rescue times in Riyadh. *Accident Analysis and Prevention* 34: 499–505.

Brezovnik, M. 2014. Vloga diplomiranega zdravstvenika pri sistemu elektronskega naročanja reševalnih prevozov. *Diplomska naloga*. Novo mesto, Visoka šola za zdravstvo (samozaložba M. Brezovnik).

Cressie A. C., N. 1993. *Statistics for Spatial Data*. ZDA, John Wiley & Sons, Inc.

Dobravc, M., Kučič, T., Jeraj, J. 2010. Vrste standardov intervencijskega pokrivanja in njihova uporaba na območju Mestne občine Ljubljana. V: Komac, B. (ur.), Pagon, P. (ur.), Pavšek, M. (ur.), Zorn, M. (ur.). *Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče, knjiga 1*. Ljubljana: Založba ZRC: str. 313–324. <http://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/Naravne-nesrece-01.pdf> (Pridobljeno 28. 12. 2014.)

Drobne, S., Turk, G. 2014. *Vaje pri predmetu Prostorska statistika*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

DRSC 2014. *Podatki o državnih cestah RS*, Ljubljana, Direkcija Republike Slovenije za ceste.

Fink, A. 2000. *Skrajševanje dostopnega časa predbolnišnične nujne medicinske pomoči*. *Diplomska naloga*. Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo (samozaložba A. Fink).

Fink, A. 2011. *Medicinska prijavno-dojavna jedinica*. Zagreb, Hrvatski zavod za hitnu medicinu.

Fink, A. 2014. *Organiziranost službe NMP*. *Osebna komunikacija*. (28. 12. 2014.)

Fink, A. 2015. *Definicija pojmov v novem Pravilniku o službi NMP*. *Osebna komunikacija*. (13. 11. 2015.)

Fink, A., Jelovšek A. 2004. Računalniško podprto dispečerstvo/dispečerski program. V: Bručan, A. (ur.), Gričar, M. (ur.), Vajd, R. (ur.). *Urgentna medicina: izbrana poglavja: Zbornik 11. mednarodni simpozij o urgentni medicini*, Portorož, Slovenija, 9.-12. junij 2004. Ljubljana, Slovensko združenje za urgentno medicino: p. 441–444.

GURS 2014. *Prostorski podatki o občinah*, Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.

GURS 2015. Državna pregledna karta Republike Slovenije (1 : 500.000), Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.

Jelovšek, A., Kirm, M., Lokar M. 2007. Računalniško podprto dispečerstvo v nujni medicinski pomoči. V: Bajec, M. (ur.), Indihar Štemberger, M. (ur.), Novaković, A. (ur.), Poenel, J. (ur.). Z informatiko do novih poslovnih priložnosti: zbornik posvetovanj. Dnevi slovenske informatike, Portorož, Slovenija, 11.-13. april 2007. Ljubljana, Slovensko društvo Informatika.

Johnston K., M. Ver Hoef J., Krivoruchko K., Lucas N. 2001. ArcGIS 9, Using ArcGIS Geostatistical Analyst: 258.

http://dusk.geo.orst.edu/gis/geostat_analyst.pdf (Pridobljeno 12. 10. 2010.)

Jones, A. P., Bentham, G. 1995. Emergency medical service accessibility and outcome from road traffic accidents. *Public Health* 109: 169–177.

Naoum-Sawaya, J., Elhedhli, S. 2013. A stochastic optimization model for real-time ambulance redeployment. *Computers & Operations Research* 40: 1972–1978.

doi:10.1016/j.cor.2013.02.006

NFPA 1710: 2010. National Firefighter Protection Association. NFPA 1710: standard for the organization and deployment of fire suppression operations, emergency medical operations, and special operations to the public by career fire departments.

NFPA 1221: 2013. National Firefighter Protection Association. NFPA 1221: Standard for the Installation, Maintenance, and Use of Emergency Services Communications Systems.

Pickering, A., Mason, S., Turner, J., Bradley, P., Irving, S. 2009. A Comparative Review of International Ambulance Service Best Practice. Office of the Strategic health Authorities.

http://www.sheffield.ac.uk/polopoly_fs/1.43654!/file/OSHA-Report.pdf (Pridobljeno 15. 12. 2014.)

Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči. Uradni list RS št. 106/2008: 13970.

Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči. Uradni list RS št. 81/2015: 8836.

Pušenjak, D. 2011. Sistem aktiviranja ekip nujne medicinske pomoči. Diplomski naloga. Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede (samozaložba D. Pušenjak).

Rajagopalan, K. H., Saydam C., Xiao J. 2006. A multiperiod set covering location model for dynamic redeployment of ambulances. *Computers & Operations Research* 35: 814–826.

doi:10.1016/j.cor.2006.04.003

Takeda, A. R., Widmer A. J., Morabito R. 2005. Analysis of ambulance decentralization in an urban emergency medical service using the hypercube queueing model. *Computers & Operations Research* 34: 727–741.

doi:10.1016/j.cor.2005.03.022

Turk, G. 2014. Zapisni predavanj pri predmetu Prostorska statistika. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Zakon o zdravstveni dejavnosti (ZZDej). Uradni list RS št. 14/13: 6. člen.

ZZZS. 2014. Navodilo za uveljavljanje pravice zavarovanih oseb do prevoza z reševalnimi in drugimi vozili v obveznem zdravstvenem zavarovanju.

<http://www.zzzs.si/zzzs/info/egradiva.nsf/o/9D1FC2078ECD4A63C1257C4300377A41?OpenDocument> (Pridobljeno 30. 12. 2014.)

Železnjak, V., Zurc, J., Skela Savič, B. 2011. Dostopni časi do pacientov z urgentnimi stanji v nujni medicinski pomoči Kočevje. *Obzornik zdravstvene nege*. 45(3): 197–204.

WHO. 2008. Emergency Medical Services Systems in the European Union. WHO Regional Office for Europe.

<https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digitalagenda/files/WHO.pdf> (Pridobljeno 15. 12. 2014.)

Wong W. S., D., Lee J. 2005. Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS. ZDA, John Wiley & Sons, Inc.