

Optimizacija delovanja zdravstvene dispečerske službe

Matej Meža¹, Miran Meža¹, Jurij Tasič²

¹ Mega M, d.o.o., Velenje, Šaleška cesta 2a, Velenje

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25, Ljubljana

E-pošta: matej.meza@mega-m.si

Povzetek. Osnovna dejavnost reševalne postaje je izvajanje nujne medicinske pomoči. Za cilj smo si zastavili izboljšanje vseh segmentov izvajanja nujne medicinske pomoči. Za doseganje tega cilja moramo vse poslovne procese na reševalni postaji podpreti z ustreznimi informacijskimi tehnologijami, telekomunikacijami in tehnologijami radionavigacije. S tem lahko sklenemo krog pretoka vseh ključnih podatkov v vseh ključnih procesih, ki se odvijajo v nujni medicinski pomoči, od prejema klica v sili do obračuna opravljenih storitev. S premišljeno uporabo teh tehnologij lahko bistveno skrajšamo kritične čase, to pa vpliva na dvig odstotka preživetja pacientov in kakovost življenja po preživetju dogodka. Članek opisuje nekatere ključne procese delovanja reševalne postaje, ki izvaja storitve nujne medicinske pomoči, in načine njihove posodobitve s premišljenim uvajanjem razpoložljivih tehnologij.

Ključne besede: reševalna postaja, poslovni procesi, optimizacija, radionavigacija, radiolokacija

Optimization of the first-aid station dispatch service

Extended abstract. The primary function of any first-aid station is to provide emergency medical service. Our goal is to improve all its segments and treatment results in emergency medical service. To reach this objective, we introduce corresponding information telecommunication and radionavigation technologies. Their integration enables the related data to flow through all the main processes of the emergency medical service, from receiving the emergency call to the billing the service. By using these technologies, the critical time intervals can be shortened thus positively affecting the survival rate and quality of the patient's life after a critical event.

Keywords: First-aid station, business processes, optimization, radionavigation, radiolocation

1 Uvod

Osnovna dejavnost reševalne postaje je izvajanje nujne medicinske pomoči. Izvajanje nujne medicinske pomoči je sestavljeno iz treh podprocesov:

1. obravnavanje klicev v sili,
2. izvajanje predbolnišnične nujne medicinske pomoči,
3. izvajanje bolnišnične nujne medicinske pomoči.

Klice v sili obravnava zdravstvena dispečerska služba. Klice lahko sprejema direktno ali indirektno prek Regijskih centrov obveščanja (ReCO), številke 112, ki tovrstne klice takoj posredujejo zdravstveni dispečerski službi.

Zdravstvena dispečerska služba je prva soočena z

dogodkom, ki zahteva intervencijo sistema nujne medicinske pomoči. Od te službe je odvisno, ali bo intervencija že na začetku stekla pravilno in pravočasno. S posodobitvijo želimo izboljšati oba kritična časa – odzivnega in reakcijskega. Odzivni čas je čas od vzpostavitve telefonske zveze klicatelja s telefonsko centralo zdravstvene dispečerske službe in do dviga telefonske slušalke zdravstvenega dispečerja. Reakcijski čas je čas od dviga telefonske slušalke do potrjenega odhoda ekipe na teren.

S strokovnega stališča je dispečerska služba optimizirana takrat, ko doseže mednarodni standard na področju odzivnih in reakcijskih časov [1]:

- povprečni odzivni čas 10 sekund ali manj,
- vsi odzivni časi znotraj v dveh minutah,
- neodgovorjenih klicev je manj kot 0,2 odstotka,
- reakcijski čas ne sme presegati dveh minut.

Prevozi pacientov z reševalnimi vozili se delijo na nujne in nenujne.

Skupina sprejemnih dispečerjev sprejema naročila za prevoze po telefonu, pošti ali z osebnim stikom. Dispečer vpiše prejeto naročilo v informacijski sistem reševalne postaje. Zapis vsebuje vse podatke, potrebne za prevoz. Med njimi so ime, priimek, ura naročila, kraj in tip dogodka ter drugi podatki. Tak zapis dobi v nadaljnjo obdelavo skupina oddajnih dispečerjev. Njihova naloga je po prednostni listi razporejati naloge ustreznim ekipam. Ekipo sestavljajo: voznik, medicinski tehnik – reševalec in morebitni zdravnik. Vsaki ekipi je dodeljeno reševalno vozilo. Vodja dispečerske službe sestavi ekipe vsaj za en teden naprej. Dispečer med intervencijo pomaga ekipi na terenu. Sem spada na

primer usmerjanje na kraj dogodka, naročilo storitev na urgenco, naročilo reanimacije, ambulante in drugo.

Komunikacija z avtomobili na terenu poteka po radijski oz. GSM-zvezi, trenutno se uvaja sistem izmenjave podatkov z uporabo tehnologije GPRS.

Upravljanje reševalnih ekip optimizira obstoječi informacijski sistem s pomočjo oddajnih dispečerjev. Ti izboljšujejo učinkovitost delovanja s svojim znanjem in iznajdljivostjo. Za boljšo optimizacijo delovnega procesa je treba obstoječi informacijski sistem nadgraditi.

Namen tega članka je predstaviti nekaj pomembnih področij dela nujne medicinske pomoči in načine njihove optimizacije.

2 Predstavitev problema

Problemi optimizacije zdravstvene dispečerske službe so, tako kot razlogi za optimizacijo, različni in večplastni. Srečujemo se s problemi predolgih odzivnih in reakcijskih časov, prevelikih delovnih obremenitev in previsokih stroškov dela. Rešitve za identificirane probleme se nakazujejo v organizacijski in informacijski prenovi vseh procesov zdravstvene dispečerske službe, vzpostavitev močne informacijske podpore v obliki računalniško podprtega dispečerskega sistema ter v zagotovitvi zadostnega števila usposobljenih in rutiniranih dispečerjev. Kljub vsemu pa je osnovni in s tem največji problem pri optimizaciji pomanjkanje verodostojnih podatkov, ki temeljijo na korektnih meritvah ali zajemu podatkov [2][3]. Če se optimizacija zdravstvene dispečerske službe izvaja na podlagi izkustvenih podatkov, se tveganje za nastajanje nasprotnih učinkov od zelenih močno poveča.

Poleg zadostnega števila zdravstvenih dispečerjev je za doseganje kratkih reakcijskih časov potrebno tudi zadostno število razpoložljivih ekip predbolnišnične nujne medicinske pomoči. Brez njih se kljub kratkemu odzivnemu času in hitremu sprejemu klica v sili ne da dosegati kratkih reakcijskih časov. Za izračun potreb in konfiguracijo mreže obstajajo različne metode. Najprimernejša je analiza intervencijskih obremenitev [4], ki temelji na stalnem izračunavanju potreb po naslednji metodologiji:

- obdobje analize 20 tednov,
- intervencije razdelimo datumsko po dnevih in urnih intervalih,
- za vsak interval izračunamo kvartile,
- za vsak interval v dnevno izračunamo:
 - povprečje intervencijskih obremenitev (srednja vrednost vseh obremenitev v intervalu),
 - visoko povprečje intervencijskih obremenitev (srednja vrednost največjih obremenitev prve, druge, tretje in četrte kvartile),

- vrh povprečja intervencijskih obremenitev (srednja vrednost največje obremenitve prve in druge kvartile ter tretje in četrte kvartile),
- največjo intervencijsko obremenitev (največja obremenitev v intervalu),
- za vsak kazalec izračunamo odstopanje od standarda razpoložljivih ekip,
- če odstopanje ni večje od 0,5, potem intervencijska obremenitev ne presega števila razpoložljivih ekip:
 - odstopanje ne presega povprečnih intervencijskih obremenitev – število ekip zadostuje za povečane obremenitve, ki nastanejo enkrat na mesec (v 50 % bomo dosegali zelene dostopne čase),
 - odstopanje ne presega visokega povprečja intervencijskih obremenitev – število ekip zadostuje za povečane obremenitve, ki nastanejo enkrat na tri mesece (v 75 % bomo dosegali zelene dostopne čase),
 - odstopanje ne presega vrha povprečja intervencijskih obremenitev – število ekip zadostuje za povečane obremenitve, ki nastanejo enkrat na pol leta (v 90 % bomo dosegali zelene dostopne čase),
 - odstopanje ne presega največje intervencijske obremenitve – število ekip zadostuje za največjo obremenitev v letu (v 100 % bomo dosegali zelene dostopne čase),
- če je odstopanje večje od 0,5, potem nimamo na voljo dovolj velikega števila ekip, da bi se lahko na vse intervencije odzvali z zelenimi dostopnimi časi.

Ko imamo v sistemu optimizirane odzivne in reakcijske čase in število razpoložljivih ekip, je treba zagotoviti ustrezno optimiziranje poti vožnje reševalnih vozil.

Pri nujnih vožnjah, ki so specifične za reševalna vozila, bi lahko dodali posebne funkcionalnosti, kot je na primer integracija s sistemi cestnoprometnih signalizacij. Slednje bi lahko omogočalo napredne funkcionalnosti, kot na primer proženje zelenega vala v semaforiziranih križiščih pred prihodom vozila na nujni vožnji ali pa opozarjanje dveh bližajočih se vozil na nujni vožnji pred morebitnim trkom.

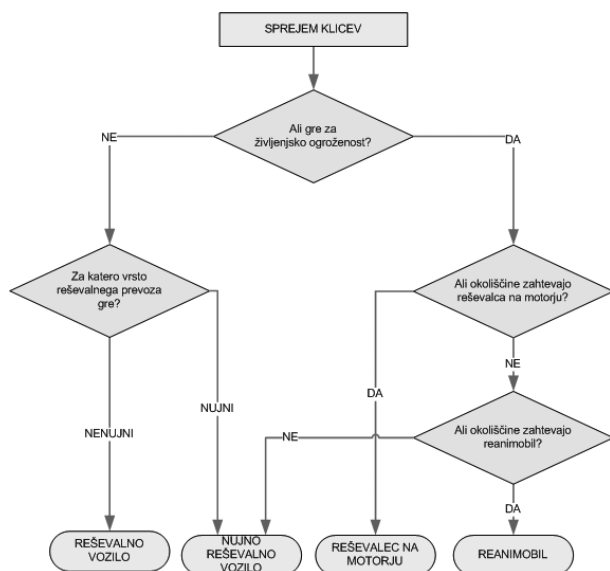
Pri nenujnih vožnjah lahko uporabljamo že uveljavljene algoritme, ki jih uporabljamo v primerljivih sistemih upravljanja skupin vozil. Za razpošiljanje lahko uporabimo genetski algoritem, s katerim minimiziramo prazne vožnje, zmanjšamo porabo goriva in s tem optimiziramo poslovanje.

Vzpostavitev sistema za zagotavljanje dodatnih informacij o stanju na cestah v realnem času bi skrajšala potovalni čas vozilom na nujnih in tudi vozilom na nenujnih vožnjah.

3 Nadgradnja informacijskega sistema

Za optimizacijo prav vsakega segmenta delovanja zdravstvene dispečerske službe potrebujemo kakovostno zasnovan informacijsko-telekomunikacijski sistem, ki omogoča beleženje vseh dogodkov v sistemu, njihovo analizo in na podlagi tega ustrezno odločanje.

Nadgradnja informacijskega sistema mora zagotoviti celovito računalniško podprto avtomatizacijo poslovnih procesov, ki se začne pri elektronskem zajemu podatkov pri sprejemnih dispečerjih, nadaljuje z informatizacijo dela oddajnega dispečerja, računalniško podporo pri sestavljanju reševalnih ekip, navigacijo ekip in skrb za njihovo nemoteno pot do cilja in se konča z obračunom opravljenih storitev. Algoritem hitre aktivacije prikazuje slika 1 in se začne s sprejemom klicev v optimiziranem klicnem centru.



Slika 1: Algoritem hitre aktivacije

Figure 1: Fast activation algorithm

3.1 Posodobitev klicnega centra

Določene institucije v sistemu redno naročajo prevoze. Zato je treba v klicni center uvesti določeno stopnjo inteligentnosti in samoučenja. Če mora operater v klicnem centru prvič pobrati vse potrebne podatke za prevoz od določene institucije, mora sistem ob naslednjem klicu iz iste telefonske številke sam predlagati to institucijo s pripadajočimi podatki.

Klicni center prejme večino klicev na številko 112, ki se zaključuje na Regijskih centrih za obveščanje (ReCO - 112). ReCO mora identificirati kličočega in v svoj informacijski sistem zapisati vse podatke o incidentu. Če se klic posreduje naprej na dispečerski center reševalne postaje (RP), je treba uvesti sistem

izmenjave podatkov med ReCO in RP tako, da na RP ni več potrebno ponovno vnašati vseh podatkov o incidentu, temveč se le-ti avtomatično prenesejo v informacijski sistem. Računalniško podprt dispečerski sistem vsebuje med drugim tudi računalniško voden sistem radijskih zvez in računalniško vodeno telefonsko centralo s funkcionalnostjo programirane čakalne vrste. S to funkcionalnostjo dosežemo, da se klici na rezervirane številke za klice v sili vedno uvrstijo na prva mesta v čakalni vrsti. Računalniško podprt dispečerski sistem vsebuje programske rešitve, ki vsebujejo mehanizme za podporo pri odločanju. S tem zagotovimo, da zdravstveni dispečer hitreje sprejme odločitev in je tako hitreje razpoložljiv za naslednji klic. Visok tehnološki nivo zahteva tudi bolj usposobljene in izurjene dispečerje, sicer razpoložljiva tehnologija ni izkoriščena. Izračun števila potrebnih telefonskih linij in števila dispečerjev lahko preprosto izračunamo, npr. s pomočjo Erlangovega kalkulatorja [5].

3.2 Uvedba telemedicine – integracija z bolnišničnimi informacijskimi sistemi

Treba je povezati informacijske sisteme reševalne postaje, zdravstvenih ustanov in reševalnih vozil. S tem je lahko trenutno stanje pacienta, zabeleženo na primer na dlančniku v reševalnem vozilu, že takoj posredovano v bolnišnico, kamor je pacient namenjen, tako da lahko tam že predčasno pripravijo vse potrebne ekipe in pripomočke za učinkovit začetek bolnišničnega zdravljenja.

3.3 Poenotenje baze reševalnih vozil na območju vse države in optimiziranje prevozov teh vozil

Naslednji korak pri posodobitvi sistema je povezovanje informacijskih sistemov sosednjih regij. Tako lahko učinkoviteje rešujemo robne pogoje pri intervencijah na mejah med regijama. Prav tako lahko ob povečanem povpraševanju prerazporedimo določene ekipe iz ene regije v drugo. Sistem alociranja ekip mora biti zasnovan zelo premišljeno, saj lahko v nasprotnem primeru dosežemo *dominoefekt*.

3.4 RDS-TMC

RDS-TMC je edini mednarodni standard (CENELEC EN 50067:1998) za posredovanje prometnih informacij napravam v vozilu (satelitski navigacijski sistemi in radijske naprave), ki posreduje aktualne prometne informacije takoj, ko so objavljene, v navigacijski sistem v vozilu in je v evropskih smernicah na prednostni listi uvajanja v vseevropskem merilu na področju prometnih in potovalnih informacij. V večini držav članic EU je sistem vpeljan in Slovenija je ena redkih izjem [6].

Sodobni navigacijski sistemi v vozilu in storitve so brez sistema RDS-TMC osiromašeni za aktualne razmere v smeri izbrane poti (informacije o zaporah, nesrečah, omejitvah, obvozi, ...). S poenotenjem informiranja v prometu, ki ga izvajata Ministrstvo za promet in DARS, d.d., z načrtovanjem glavnega in nacionalnega centra za informiranje v prometu, je treba v sodelovanju z RTV-SLO kot nacionalnim radiodifuznim operaterjem, DRSC in prometno stroko izvesti pripravljalne aktivnosti za uvedbo storitve RDS-TMC.

4 Poslovni procesi razporejanja voženj

Optimizacija, ki jo opisuje ta članek, je namenjena tako nujnim kot tudi nenujnim vožnjam. Pri nenujnih vožnjah uporabimo drugačen pristop in metode kot pri optimizaciji nujnih voženj. V obeh primerih rešujemo isti problem, zapisan s formulo 4.1, le da imamo v obeh primerih različne vhodne in izhodne parametre [7]:

$$F = \sum_{\min} f(x, y, t, p) \quad (4.1)$$

Pri tem je F funkcija optimalnega sistema, x , y , pomenijo koordinate lokacije prostega vozila, t čas, potreben do lokacije pobiranja, in p faktor pravičnosti razdeljevanja voženj. Ključni faktor pri nujnih vožnjah je hitrost, pri nenujnih vožnjah pa pravičnost razdeljevanja voženj.

4.1 Optimizacija prometa reševalnih vozil

Najpomembnejša je informacija, katera je prosta ekipa, ki je najbližja lokaciji dogodka, ki zahteva intervencijo. Učinkoviteje je izbrati ekipo oz. vozilo, ki je bližje točki zahtevka, kot pa tisto, ki je bolj oddaljeno. Ni pa bližina vedno najboljši kriterij odločanja [7].

Vhodni kriteriji, ki jih želimo vključiti v optimizacijo voženj, so:

- najbližje ustrezno vozilo;
- lokacija ustreznega vozila v coni;
- lokacija ustreznega vozila v čakalni vrsti;
- obremenitev cest med točko starta in destinacijo.

Ustrezno je treba utežiti vhodne parametre, kar pomeni, da bomo vsakemu izmed kriterijev lahko pripisali večji ali manjši vpliv. Odločimo se za vrednost uteži med 1 in 10. Poleg tega mora vsak kriterij imeti nabor vrednosti, s katerimi ga lahko najbolje opredelimo. Sledi:

- Najbližje ustrezno vozilo (utež od 1 do $10 \in \mathbb{N}$, vrednost od 0 do $d[km] \in \mathbb{R}$)

- Lokacija ustreznega vozila v coni naročila (utež od 1 do $10 \in \mathbb{N}$, vrednost 0 ali 1)
- Lokacija ustreznega vozila v čakalni vrsti (utež od 1 do $10 \in \mathbb{N}$, vrednost od 1 do $n \in \mathbb{N}$)
- Obremenitev cest med točko starta in destinacijo (utež od 1 do $10 \in \mathbb{N}$, vrednost od 1 do $10 \in \mathbb{N}$)

Za reševanje tovrstnega problema je na voljo več metod. Ena izmed njih je metoda linearnega programiranja. Spada v skupino simpleksnih metod, ki so osredinjene na iskanje t. i. dopustnih rešitev, ki jim ustreza enolično določena ekstremna točka konveksnega poliedra rešitev in še določena baza vektorskega prostora, ki sestoji iz m linearno neodvisnih vektorjev [8]. Tu gre za iskanje najboljše rešitve danega problema v danih razmerah.

Druga metoda so iskalni algoritmi, ki temeljijo na načelih naravne selekcije in genetike, t. i. genetski algoritmi. Pomenijo premišljeno izkoriščanje iskalnih poskusov za reševanje optimizacijskih problemov. Čeprav temeljijo na poskusih, genetski algoritmi niso naključni, ampak izkoriščajo pridobljene informacije za usmerjanje iskanja v čedalje boljše rešitve znotraj iskalnega prostora. Temeljno načelo genetskih algoritmov je simulacija procesov v naravnih sistemih, potrebnih za razvoj po načelu "preživetja najboljših". Prav tako kot v naravi konkurenca za omejene vire poskrbi za prevlado primernejših posameznikov, pri genetskih algoritmi nadaljujemo z raziskovanjem obetavnejših poskusov.

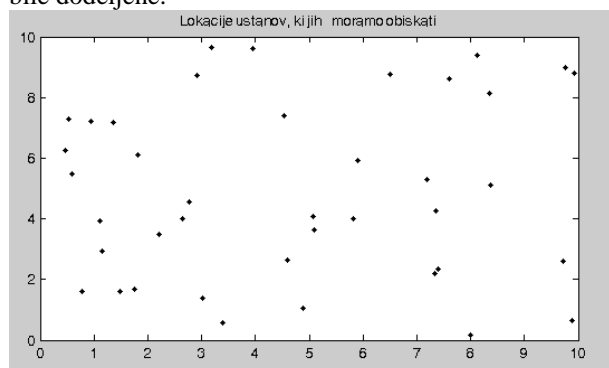
Genetski algoritmi so precej bolj robustni kot konvencionalne metode umetne inteligence. V nasprotju z drugimi sistemi genetski algoritmi ne odpovedo, tudi če se vhodni podatki do določene mere spremenijo oziroma če so prisotne določene razumljive motnje. Genetski algoritmi imajo pomembne prednosti pred drugimi metodami pri kompleksnih problemih, predvsem takšnih, kjer obstaja več lokalnih optimumov, ki odvrtaajo od globalne rešitve.

Na podlagi ustrezne računalniške simulacije z orodjem Matlab ugotovimo, da je genetski algoritem dovolj hiter, robusten in učinkovit, da lahko z njim dovolj optimalno razdelimo vse nenujne vožnje med ekipe [9].

Poglejmo si primer delovanja genetskega algoritma za iskanje optimalnih poti.

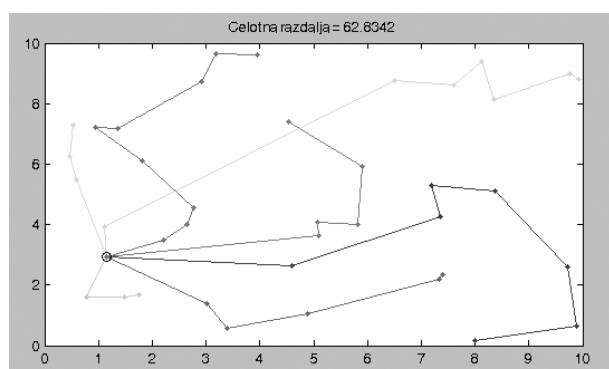
Vhodni podatek so koordinate vseh lokacij, ki jih je treba obiskati. Celotno območje smo normirali v dimenzijo 10×10 . Vožnje je treba pravično razdeliti med razpoložljive ekipe, vsi hkrati startajo v isto točki,

nato po optimalni poti obišejo vse lokacije, ki so jim bile dodeljene.



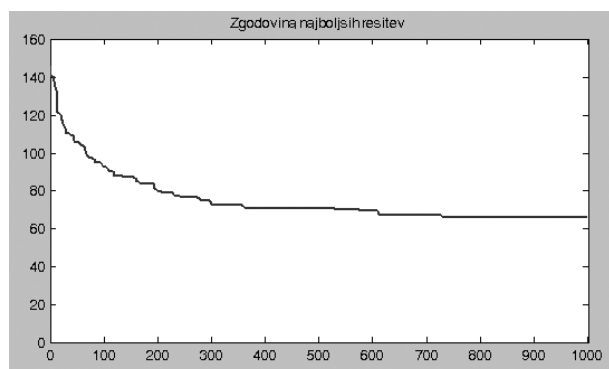
Slika 2: Lokacije, ki jih moramo obiskati

Figure 2: Locations to be visited



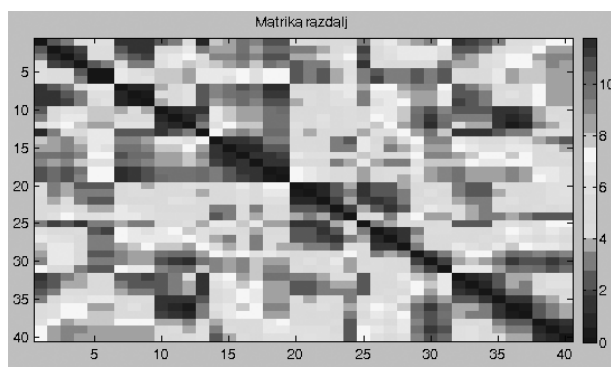
Slika 3: Grafični prikaz poti posameznih vozil. Vsi startajo v isti točki

Figure 3: Graphical presentation of routes of individual vehicles. They all start at the same point



Slika 4: Do zadovoljivih rešitev algoritem konvergira že pri manj kot 200 iteracijah

Figure 4: Algorithm will provide satisfactory results with less than 200 iterations



Slika 5: Grafični prikaz matrike razdalj med posameznimi lokacijami

Figure 5: Graphical presentation of the distance matrix between locations

Ugotavljamo, da lahko dosežemo optimizacijo nenujnih voženj blizu optimalne z uporabo ustreznih algoritmov. Pri nujnih vožnjah teh algoritmov ne moremo uporabljati, zato imajo pri optimizaciji ključno vlogo drugi dejavniki, ki vplivajo na hitrost dostopa do točke intervencije. V nadaljevanju se bomo posvetili dodatnim možnostim, kako optimizirati nujne vožnje.

4.2 Optimizacija nujnih voženj

Nujne vožnje so tiste, ki zahtevajo prerazporeditev virov in takojšnje ukrepanje s trenutno razpoložljivimi viri in njihovo razporeditvijo.

Ob prejemu zahtevka za nujno vožnjo najprej preverimo najbližjo razpoložljivo ekipo, ki ustreza vsem kriterijem intervencije, nato pa poskušamo najti najboljšo pot od starta do cilja vožnje.

4.2.1 Integracija s sistemi cestnoprometne signalizacije

Za reševalno vozilo na nujni vožnji so najbolj nevarne vožnje skozi križišče pri rdeči luči. Za zagotavljanje višje stopnje varnosti moramo zagotoviti integracijo sistema krmiljenja semaforjev z informacijskim sistemom za upravljanje reševalnih vozil. Analiza sistema krmiljenja semaforjev pokaže, da je trenutno treba izvajati programske posege na lokaciji vsakega križišča posebej.

Sodobne telekomunikacije sicer omogočajo centralizacijo upravljanja semaforjev, zato je smiselno, da ob nadgradnji sistema krmiljenja semaforjev dodamo možnost integracije z informacijskim sistemom reševalne postaje ter tako zagotovimo dodatne časovne prihranke pri nujnih vožnjah. Ker ta rešitev v bližnji prihodnosti ni praktično izvedljiva, je boljša možnost, da opremimo reševalna vozila z oddajnikom opozorilnega signala v delu mikrovalovnega frekvenčnega spektra. Signal tako ustvarjene začasne pikocelice lahko z dodanim sprejemnikom zazna vsak

lokalni krmilnik semaforiziranega križišča, ki lahko ustrezno preklopi signalizacijo tako, da vozilu na nujni vožnji omogoči prosto pot.

4.2.2 Sistem detekcije in izogibanja trkov

Če se istemu križišču ob istem času približujeta dve vozili na nujni vožnji, ki se morata v križišču srečati, obstaja velika verjetnost, da bosta vozili trčili. Reševalna postaja ugotavlja precej tovrstnih primerov trkov. Informacijski sistem pozna natančne lokacije vseh vozil v skupini in predikcije njihovih poti. Če obstaja potencialna možnost za trk, mora sistem o tem opozoriti voznika.

Velika verjetnost je, da ob prejemu obvestila o potencialnem trku v križišču do trka ne bo prišlo.

Tudi v tem primeru lahko uporabimo prej omenjeni sistem uvedbe mikrovalovne pikocelice, kjer lahko hkratno približevanje dveh vozil z oddajnikoma v sprejemniku lokalnega krmilnika semaforiziranega križišča povzroči nenormalno delovanje semaforjev – na primer hkratno utripanje vseh treh luči, kar bi zagotovo opozorilo oba voznika na nevarnost trka.

5 Sklep

Članek je sprva nastal v sklopu podiplomskega študija na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, dokončno pa je bil oblikovan kot nadgradnja magistrskega dela, v katerem smo v praksi preizkusili metode optimizacije večjih skupin vozil taksislužb. Izkušnje smo želeli prenesti na področje delovanja reševalne postaje, ki ima določene segmente poslovanja primerljive. S sodobnimi razpoložljivimi tehnologijami in ustrezno metodologijo smo nakazali nadgradnje sistemov in poslovnih procesov, ki pomenijo krajšanje odzivnih časov, reakcijskih časov, časov prispetja ekipe na kraj dogodka, zmanjšanje števila potrebnih ekip, dispečerjev in stroškov poslovanja.

Literatura

- [1] Andrej Fink: Skrajševanje dostopnega časa predbolnišnične nujne medicinske pomoči, diplomska naloga, Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo.
- [2] Andrej Fink: Kako skrajšati dostopne čase v Ljubljani, Urgentna medicina – Sedmi mednarodni simpozij o urgentni medicini, Portorož 2000.
- [3] Andrej Fink: Telekomunikacijski sistem. Dispečerstvo v zdravstvu – zbornik predavanj Ljubljana: Zbornica zdravstvene nege, 2001: 55:59.
- [4] Clawson J.J.: Emergency Medical Dispatching. Prehospital and Disaster Medicine, 10-12, 1989.
- [5] Erlangov kalkulator za klicni center: <http://www.erlang.com/calculator/call/> (30.5.2009).

- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_Message_Channel, 30.5.2009.
- [7] Matej Meža: Optimizacija poslovnih procesov taksi službe, Magistrsko delo, Ljubljana, 2009.
- [8] Vidav Ivan, Vadnal Alojzij: Višja Matematika II, drugo poglavje, Linearno programiranje, Državna založba Slovenije, 1975.
- [9] <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/21302> (28.4.2009).

Matej Meža je diplomiral leta 2000 in magistriral leta 2009 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Zaposlen je v podjetju MEGA M, d.o.o., Velenje kot direktor podjetja. Poleg vodenja podjetja raziskovalno deluje na področjih načrtovanja telekomunikacijskih omrežij, informacijskih sistemov in sistemov upravljanja skupin vozil. Na Višji strokovni šoli Šolskega centra Velenje predava predmeta Prenosna elektronika in Komunikacijske tehnologije in storitve.

Miran Meža je diplomiral leta 2002 in magistriral leta 2009 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Zaposlen je v podjetju MEGA M, d.o.o., Velenje kot namestnik direktorja. Poleg sovođenja podjetja raziskovalno deluje predvsem na področjih podatkovnih baz in inovativnih telekomunikacijskih, pa tudi drugih IT sistemov. Na Višji strokovni šoli Šolskega centra Velenje predava predmeta Prenosna elektronika in Komunikacijske tehnologije in storitve.

Jurij Tasič je redni profesor na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Na tej fakulteti je diplomiral leta 1971, magistriral leta 1973 in doktoriral leta 1977. Njegovo raziskovalno delo je na področju digitalne obdelave signalov, slik in videa, algoritmov za delo v realnem času in adaptivnih sistemov s poudarkom na arhitekturah. Njegove raziskave obsegajo še sodobne digitalne telekomunikacije, osebno prilagojene multimedijske komunikacijske storitve in interaktivnost. V domačih in tujih publikacijah, na delavnicah in konferencah je objavil veliko del s področja uporabe masivnih vzporednih struktur, večdimenzionalne obdelave signalov in telekomunikacijskih storitev.