

ANALIZA KLICEV NA ŠTEVILKO 112 OB JESENSKIH POPLAVAH

112 Emergency Call Analysis during the Autumn Floods

Boštjan Tavčar* UDK 621.395.92:614.8(497.4)

Povzetek	Abstract
V članku je opisan statistični pregled klicev v sili na številko 112 med jesenskimi poplavami. Opravljena je statistična analiza prispelih klicev, odzivnih časov in trajanja klicev. Na podlagi statistične analize je bil določen matematični model kot pomoč pri ugotavljanju kakovosti storitve klicev v sili in določanju števila operaterjev za obdelavo klicev.	The article gives a statistical review of emergency calls to 112 during the autumn floods. It presents a statistical analysis of incoming calls, response times and call duration times. On the basis of statistical analysis a mathematical model has been established to help calculate the quality of the emergency call service and determine the number of operators in order to process the calls.

Statistični pregled klicev na številko 112 ob jesenskih poplavah

Pregled števila klicev po Sloveniji

V drugi polovici septembra 2010 so Slovenijo prizadele obširne poplave. Dobri izurjenosti in organiziranosti sil za zaščito, reševanje in pomoč gredo zasluge za uspešno zaščito in reševanje ljudi in premoženja. Pomembno vlogo je imela tudi številka za klic v sili 112, ki je bila v tem času zelo dragocena vez ljudi z reševalci. Na to kaže tudi občutno povečano število klicev, ki smo jih v tem času prejeli v centrih za obveščanje. Slika 1 prikazuje število klicev v sili na številki 112 v obdobju od 17. 9. do 27. 9. 2010. Podatki so navedeni za posamezne dneve in vključujejo klice z mobilnih in stacionarnih telefonov. Pri stacionarnih telefonih so upoštevani klasični analogni, ISDN- in VoIP-telefoni.

Podrobnejša časovna razporeditev klicev v štirih najbolj obremenjenih centrih za obveščanje je prikazana na sliki 2. Največja gostota klicev na uro je bila zabeležena v Ljubljani 18. 9, ko je center za obveščanje v eni uri sprejel 252 klicev. Dobro je vidna tudi sočasnost obremenitve posameznih centrov za obveščanje. Ta podatek je pomemben s stališča načrtovanja morebitne medsebojne pomoči ob velikih naravnih nesrečah.

Pri klicih s stacionarnih telefonov je natančno določena lokacija klicev. Na sliki 3 so prikazane lokacije posameznih klicev s stacionarnih telefonov v obdobju od 17. 9. do 27. 9. Iz gostote klicev se poleg poseljenosti območja vidi tudi, kje so bile poplave najhujše oziroma kje so ljudje potrebovali največ pomoči. Za podrobnejšo sliko bi potrebovali tudi podatke o lokaciji klicev z mobilnih telefonov. Žal razpoložljiva tehnologija še ne omogoča natančne določitve lokacije kličočega, zato bi bili podatki, ki so na voljo, v tem primeru neuporabni.

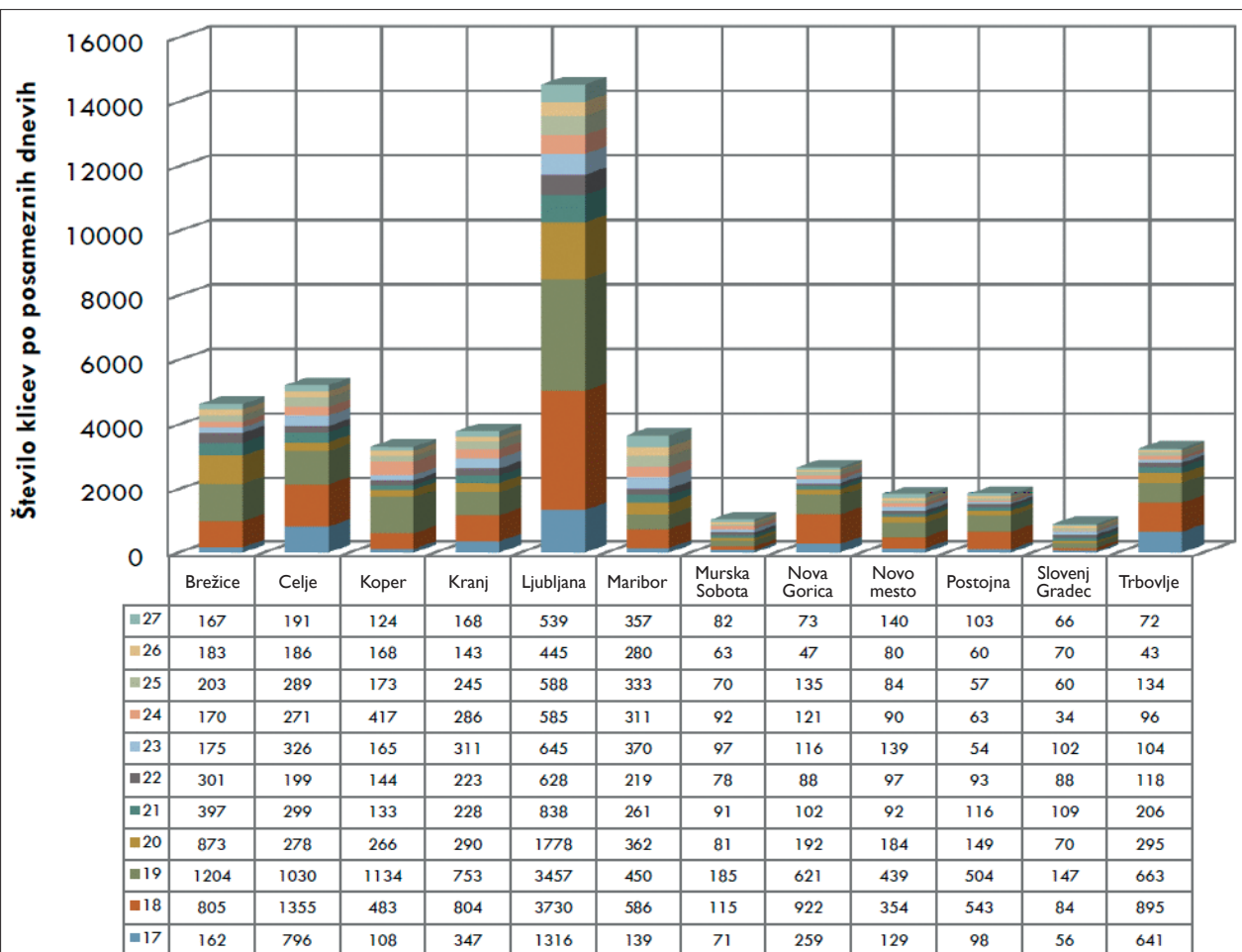
Statistični podatki o klicih v sili na 112

Odzivni čas in trajanje klica

Uspešnost delovanja številke za klic v sili 112 lahko ocenimo s pomočjo analize odzivnih časov in trajanja klicev. Iz odzivnega časa se vidi, kako hitro bo tisti, ki je poklical na številko 112, dobil pomoč, zato je pomembno, da so odzivni časi čim krajši. Odzivni časi so odvisni tako od števila operaterjev, ki so na voljo, kot tudi od organizacije dela v centru za obveščanje. Trajanje klicev kaže na učinkovitost njihovega sprejema in obdelavo, vpliva pa tudi na število operaterjev, potrebnih v centrih za obveščanje.

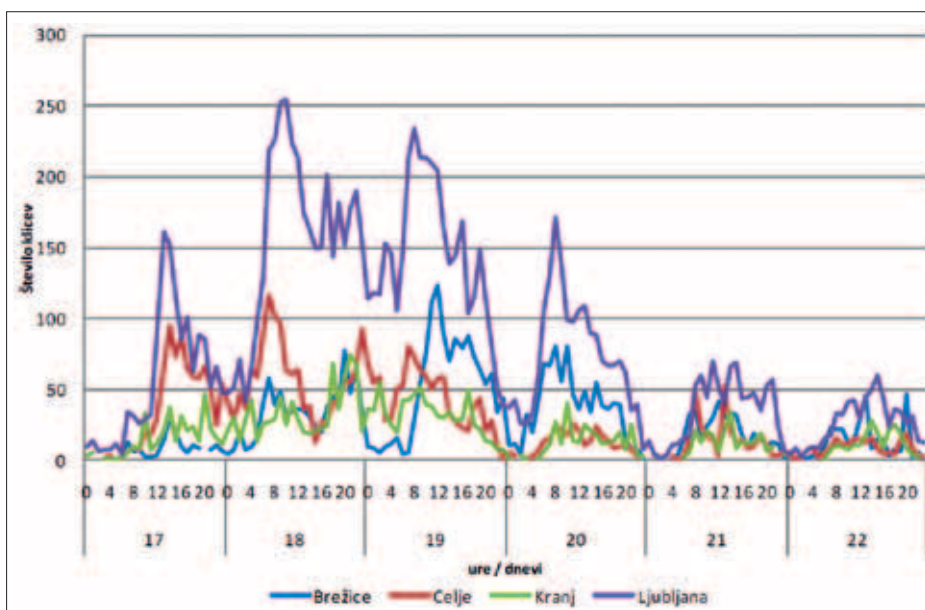
Statistični podatki veljajo za obdobje poplav in reševalne intervencije od 17. 9. do 27. 9. ter se nanašajo na vse regijske centre za obveščanje. V preglednici 1 so izračunani povprečni odzivni časi po posameznih regijskih centrih. Prikazan je tudi najdaljši zabeležen

* Ministrstvo za obrambo RS, Uprava RS za zaščito in reševanje, Vojkova c. 61, Ljubljana, bostjan.tavcar@urszr.si



Opomba: Zaradi tehničnih vzrokov manjkajo podatki iz Regijskega centra za obveščanje Ptuj.

Slika 1: Število klicev v obdobju od 17. 9. do 27. 9.
Figure 1: The number of calls from 17 to 27 September



Slika 2:
Časovna dinamika klicev v štirih najbolj obremenjenih centrih za obveščanje
Figure 2:
Time call dynamics in the four busiest notification centres

odzivni čas. Izračun funkcije gostote verjetnosti odzivnih časov je prikazan na sliki 4. Funkcija gostote verjetnosti po svoji obliki spominja na eksponentno porazdelitev.

Na sliki 4 je opazen značilen upad števila sprejetih klicev pri drugi sekundi, ki očitno kaže na to, da posamezni operativni delavci ne dvignejo slušalke takoj, temveč čakajo na drugo ali celo tretje zvonjenje.



Slika 3: Lokacije klicev s stacionarnih telefonov

Figure 3: Location of calls from fixed telephones

ReCO*	Povprečni odzivni čas [s]	Najdaljši odzivni čas [s]
Brežice	3,74	59,00
Celje	3,54	56,00
Koper	6,40	57,00
Kranj	3,60	33,00
Maribor	4,65	53,00
Murska Sobota	4,94	35,00
Nova Gorica	5,57	58,00
Novo mesto	5,54	57,00
Postojna	4,46	53,00
Trbovlje	6,75	58,00
Skupaj	4,81	59,00

* V preglednici ni podatkov tistih ReCO, na katerih še uporabljamo stare telefonske centrale, ki ne omogočajo beleženja podatkov o času klicev.

Preglednica 1: Povprečni in najdaljši odzivni časi

Table 1: Average and maximum response times

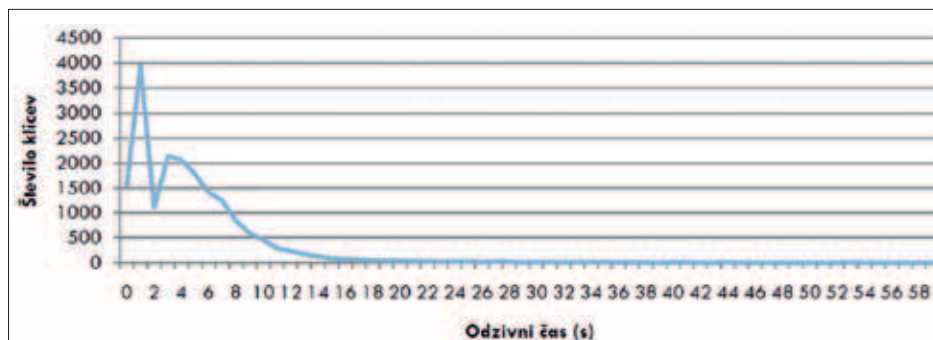
Odstotek sprejetih klicev v odvisnosti od odzivnega časa izračunamo iz zbirne funkcije verjetnosti odzivnih časov, ki jo dobimo z integriranjem funkcije gostote verjetnosti. Zbirna funkcija verjetnosti odzivnih časov je prikazana na sliki 5.

Na 90 % vseh prispelih klicev so se operaterji v regijskih centrih za obveščanje odzvali najpozneje v devetih sekundah, od tega na 50 % vseh klicev najpozneje v petih sekundah. Za primerjavo naj poudarimo, da je letno povprečje približno šest sekund.

V preglednici 2 so izračunani povprečni časi trajanja klicev po posameznih regijskih centrih za obveščanje. Prikazano je tudi najdaljše zabeleženo trajanje klica.

Odstotek klicev v odvisnosti od njihovega trajanja izračunamo iz zbirne funkcije verjetnosti trajanja klicev, ki je prikazana na sliki 6.

Iz zbirne funkcije je razvidno, da je 90 % vseh klicev trajalo največ 117 sekund. Od tega je bilo 50 % klicev krajših od 41 sekund.

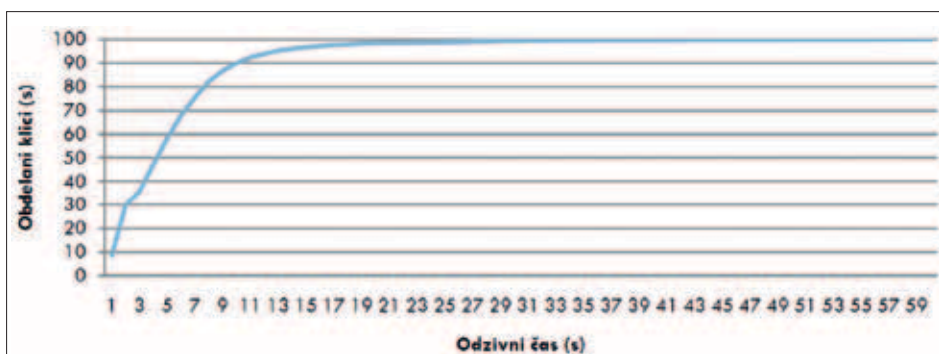


Slika 4:

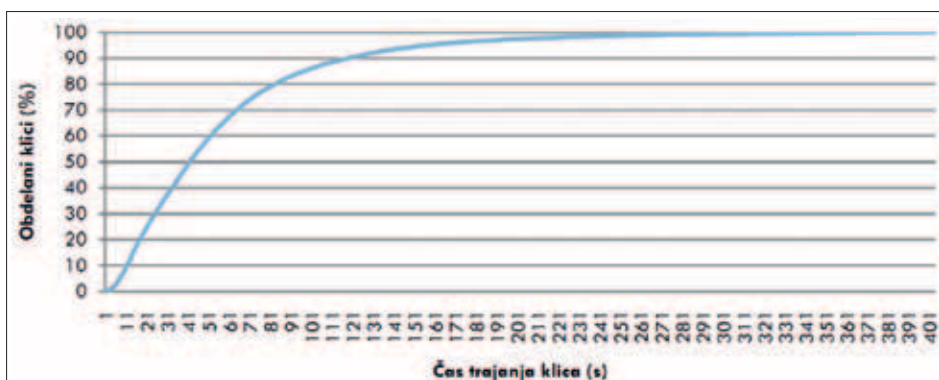
Funkcija gostote verjetnosti odzivnih časov

Figure 4:

Probability density function of response times



Slika 5:
Zbirna funkcija verjetnosti odzivnih časov
Figure 5:
Cumulative probability function of response times



Slika 6:
Zbirna funkcija verjetnosti trajanja klicev
Figure 6:
Cumulative probability function of call duration

ReCO*	Povprečno trajanja klica (s)	Najdaljše trajanje klica (s)
Brežice	65,93	526,00
Celje	49,43	408,00
Koper	59,11	520,00
Kranj	58,77	510,00
Maribor	40,60	457,00
Murska Sobota	49,14	377,00
Nova Gorica	60,58	475,00
Novo mesto	54,91	408,00
Postojna	53,61	528,00
Trbovlje	59,24	521,00
Skupaj	55,52	528,00

* V preglednici ni podatkov tistih ReCO, na katerih še uporabljamo stare telefonske centrale, ki ne omogočajo beleženja podatkov o času klicev.

Preglednica 2: Povprečno in najdaljše trajanje klica
Table 2: The average and maximum call duration times

$$CDF(t, T) = \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \cdot 100 \quad (\%) \quad [1]$$

T je povprečni odzivni čas in povprečni čas klica, $CDF(t, T)$ je odstotek klicev, ki so bili sprejeti oziroma so trajali čas t .

Najdaljši odzivni čas in čas klicev v odvisnosti od odstotka vseh sprejetih klicev je tako določen z enačbo 2.

$$t = -T \cdot \ln\left(1 - \frac{CDF}{100}\right) \quad [2]$$

V preglednici 3 so prikazane izračunane in izmerjene vrednosti odzivnih časov in trajanja za 90 % vseh sprejetih klicev.

Enačba 2 je pomembna s čisto praktičnega vidika, saj lahko z njeno pomočjo hitro ocenimo najdaljši čas, potreben za sprejem zelenega odstotka vseh klicev oziroma najdaljše trajanje zelenega odstotka vseh klicev. Ta ocena je pomembna pri ugotavljanju števila operaterjev, ki so nujni za sprejem klicev v sili.

Matematični model

Statistična razporeditev

Za statistično porazdelitev odzivnih časov in trajanja klica lahko uporabimo eksponentno porazdelitev gostote verjetnosti oziroma od tod izhajajočo eksponentno zbirno funkcijo verjetnosti odzivnih časov in trajanja klica.

Odstotek	Povprečni čas	Najdaljši čas	Izmerjen najdaljši čas	Relativna napaka
CDF (%)	T (s)	t (s)	t (s)	dt (%)
90	4	9,21	10	7,9
90	2,5	5,75	6	4
90	52,6	121,18	118	-2,7
90	40	92,1	96	4

Preglednica 3: Povprečni in najdaljši časi trajanja klica
Table 3: The average and maximum call duration times

Izračun prometa

Izračun prometa je narejen po razširjenem Erlangovem B-modelu, ki se uporablja pri projektiranju prometnih zmogljivosti telefonskih central, in Erlangovem C-modelu za izračun potrebnega števila operaterjev.

$$P = \frac{a^n}{n!} \text{ Erlang B} \quad P = \frac{a^n}{a^n + n!(1 - \frac{a}{n}) \sum_{x=0}^{n-1} \frac{a^x}{x!}} \text{ Erlang C}$$

P je verjetnost da bo klic blokiran oziroma da bo moral čakati,

a je celoten promet v Erl,

n je število razpoložljivih linij oziroma operaterjev.

Izračun je narejen na primeru Regijskega centra za obveščanje Ljubljana, vendar v splošnem velja tudi za druge regijske centre za obveščanje.

18. 9. je Regijski center za obveščanje Ljubljana v eni uri, od 9.00 do 10.00, sprejel 252 klicev v sili. To je bilo v obdobju od 17. 9. do 27. 9. v Sloveniji absolutno največje število klicev v eni uri. Ob predpostavki, da je povprečen čas klica 55 s, je bil ves promet 3,85 Erl. Za sprejem tolikšnega števila klicev je na telefonski centrali potrebnih najmanj 12 vhodnih telefonskih linij ob predpostavki, da je verjetnost, da bo klic blokiran v telefonski centrali, 0,1 %.

Število operaterjev za sprejem in obdelavo tolikšnega števila klicev je odvisno od predpisanega najmanjšega povprečnega odzivnega časa. Povprečen odzivni čas ne sme preseči 2,5 sekunde, če želimo, da bodo operaterji največ v šestih sekundah odgovorili na 90 % vseh klicev.

Vse telefonske centrale imajo dovolj vhodnih priključkov, ki omogočajo nemoten sprejem do 800 klicev na uro, ob verjetnosti 0,1%, da bo klic blokiran v telefonski centrali.

Število delovnih mest za sprejem klicev v sili omogoča delo največ šestih operaterjev, zato ob dosedanji organi-

Število operaterjev, ki sprejemajo klice	Predviden odzivni čas
4	336,6 s
5	23,8 s
6	6,4 s
7	2 s

Preglednica 4: Predvideni odzivni časi v odvisnosti od števila operaterjev

Table 4: The percentage of unprocessed calls depending on the number of operators

zaciji dela ni mogoče zadovoljivo sprejeti in obdelati več kot 200–250 klicev na uro. Ob večjih naravnih nesrečah bi bilo nujno spremeniti organizacijo dela, tako da bi manj nujne klice preusmerjali na ločene telefone zunaj operativnega pulta. Hkrati bi morali zagotoviti dodatne operaterje za sprejem in obdelavo klicev.

Ob predpostavki, da povprečen odzivni čas 2,5 s ne bo presežen, je število operaterjev, ki so nujni, določeno v preglednici 5.

Število klicev na uro	Potrebno število operaterjev	Število klicev na uro	Potrebno število operaterjev
100	4	300	8
150	5	350	9
200	6	400	10
250	7	450	11

Preglednica 5: Potrebno število operaterjev v odvisnosti od števila klicev na uro

Table 5: The required number of operators depending on the number of calls per hour

Sklepne misli

Predlagani matematični model omogoča izračun števila operaterjev, nujnih za sprejem in obdelavo klicev v sili. Ključna vhodna podatka sta gostota in trajanje klicev. Gostota klicev je odvisna od vrste dogodka in jo lahko določimo s štetjem klicev v nekem časovnem obdobju. Pričakovano gostoto klicev lahko ob poznavanju vrste dogodka tudi ocenimo glede na težnje naraščanja. Statistične zakonitosti gostote klicev ob posameznih dogodkih bi bilo treba še proučiti. Trajanje klicev skupaj z odzivnim časom določa kakovost storitve klica v sili, ki jo določimo, ko predpišemo najdaljši odzivni čas in najdaljše trajanje za predpisan odstotek vseh klicev. Pri tem velja poudariti, da se model pri 80 % ali več klicev zelo dobro ujema z izmerjenimi rezultati. Pri profesionalnih storitvah, med katere spada tudi klic v sili na 112, je predpisan odstotek med 90 in 95.

Viri in literatura

1. Tavčar, B., Krupenko, G., Klici na 112. Poročilo za obdobje od 17. 9. do 27. 9. 2010, MO RS, URSZR.
2. Freeman, R. L., Reference Manual for Telecommunications Engineering. John Wiley & Sons Inc, 1993, ISBN 0-471-57960-2, str. 7-9
3. Wikipedia, Exponential distribution. Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Exponential_distribution.