

# Prenova sistema javnega alarmiranja

Marko Podberšič

Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje  
E-pošta: marko.podbersic@urszr.si

## A renovation of public warning system

The uniform public warning system in Slovenia is in the renovation stage. A study of renovation was made in 2006. It includes a sound coverage planning. The sirens are radio controlled. A professional DMR radio network is used.

### 1 Uvod

Sistem javnega alarmiranja v Republiki Sloveniji je v fazi prenove. Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, mora na osnovi novele Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami do leta 2011 postopoma prenoviti in prevzeti sistem javnega alarmiranja na lokalnem nivoju. Izvzete so le alarmne naprave, za katere so dolžne skrbeti gospodarske družbe, zavodi in druge organizacije.

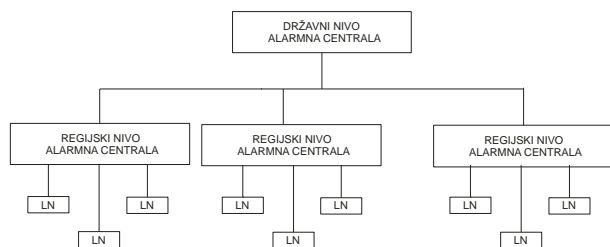
Prenova poteka skladno s Študijo prevzema sistema javnega alarmiranja na lokalnem nivoju, ki jo je v ta namen leta 2006 na javnem razpisu naročila Uprava RS za zaščito in reševanje. Študija vključuje tudi študijo slišnosti siren. V njej smo določili območja slišnosti posameznih siren.

Članek v nadaljevanju opisuje prenovljen sistem javnega alarmiranja. Takšen sistem bomo v celoti imeli v Republiki Sloveniji po zaključeni prenovi.

### 2 Sistem javnega alarmiranja v RS

Zasnovo sistema javnega alarmiranja v Republiki Sloveniji je hierarhična in obsega tri nivoje (slika 1):

- državni,
- regijski,
- lokalni - LN.



Slika 1: Zasnova sistema javnega alarmiranja

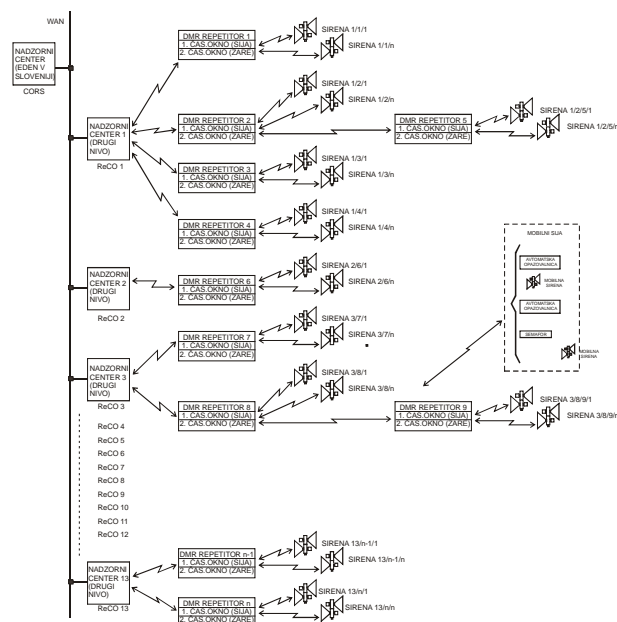
Alarmne centrale so računalniki, s katerih prožimo sirene. Te so med seboj povezane preko računalniškega

omrežja WAN Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje. Periferne postaje (sirene) so z regijskimi alarmnimi centralami povezane preko lastnih radijskih DMR povezav [1].

### 3 Zgradba sistema javnega alarmiranja

Sistem javnega alarmiranja [2] je sestavljen iz naslednjih podsistemov (slika 2):

- alarmna centrala z ustrežno programsko opremo,
- računalniško omrežje sistema zaščite in reševanja v Republiki Sloveniji - ZIR,
- radijska vstopna točka v regijskih centrih za obveščanje,
- zasebni digitalni sistem radijskih zvez,
- periferne postaje in
- mobilni sistem javnega alarmiranja.



Slika 2: Zgradba sistema javnega alarmiranja

#### 3.1 Alarmne centrale

Montirane so v Centru za obveščanje Republike Slovenije in v vseh regijskih centrih za obveščanje. Povezane so v lokalno računalniško omrežje centra za obveščanje, v katerem se nahajajo, ter medsebojno povezane preko širokega računalniškega omrežja ZIR.

Programska oprema je namenska in služi za daljinsko krmiljenje perifernih postaj ter za nadzor nad njimi. Zasnovana je tako, da lahko vsak regijski center

za obveščanje prevzame vlogo Centra za obveščanje Republike Slovenije oziroma, da je s to programsko opremo možno prožiti in nadzirati vse sirene v Sloveniji, od koderkoli. Pogoj je, da je računalnik oz. alarmna centrala povezana v računalniško omrežje ZIR.

### 3.2 Računalniško omrežje ZIR

Računalniško omrežje sistema zaščite in reševanja v Republiki Sloveniji - ZIR je dejansko obstoječe računalniško omrežje LAN/WAN, s katerim upravlja Uprava RS za zaščito in reševanje. V sistemu javnega alarmiranja služi za povezavo alarmnih central.

### 3.3 Radijska vstopna točka

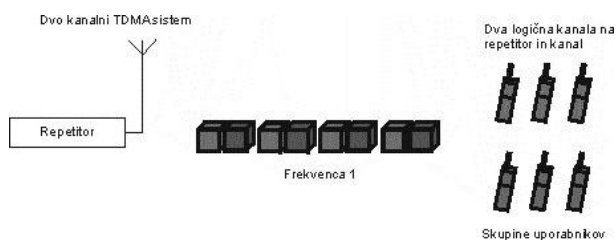
Radijska vstopna točka je nameščena v vsakem regijskem centru za obveščanje. Radijska vstopna točka je VHF radijska naprava DMR («Digital Mobile Radio» - digitalni mobilni radio), ki je povezana v računalniško omrežje ZIR. Služi kot strojni in programski vmesnik med alarmno centralo z ustrežno programsko opremo in perifernimi postajami, ki so povezane preko zasebnega digitalnega sistema radijskih zvez. Vseh radijskih vstopnih točk je 32.

### 3.4 Zasebni digitalni sistem radijskih zvez

Daljinsko krmiljenje in nadzor nad sistemom javnega alarmiranja deluje preko zasebnega digitalnega sistema radijskih zvez (v nadaljevanju: sistem DMR). Sistem DMR smo za prenos podatkov testirali tudi v okviru evropskega projekta MONET.

#### 3.4.1 Radijski sistemi DMR

Radijski sistemi DMR predstavljajo eno od naslednjih generacij profesionalnih radijskih zvez. Temeljijo na uporabi tehnologije TDMA («Time Division Multiple Access» - časovni sodostop), kar jim omogočata dva logična kanala (slika 3). Istočasno lahko prenašajo dva pogovora oziroma pogovor in podatke hkrati [3].



Slika 3: TDMA sistem

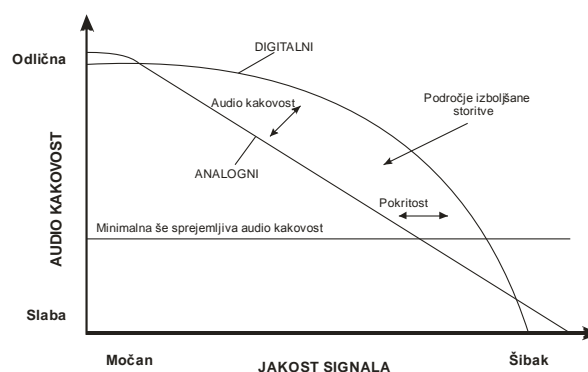
Nova digitalna tehnologija omogoča uporabnikom dodatne storitve in ugodnosti:

- Prenos digitalnega govora, podatkov in nadzora preko istega dela radio frekvenčnega spektra.
- Tehnologija DMR temelji na časovnem sodostopu (TDMA), kar ji omogoča dva logična kanala znotraj 12.5 kHz fizičnega

kanala. To pomeni podvojitev zmogljivosti sistema in znižanje stroškov.

- Posebna tehnologija odprave napak omogoča boljšo kvaliteto zvoka in s tem boljšo pokritost terena z radijskim signalom (slika 4).
- Nižja poraba električne energije, kot posledica uporabljene tehnologije TDMA. Ta podatek je pomemben predvsem takrat, ko naprava dela na baterijsko napajanje. Radijske naprave DMR v povprečju delajo 40% dlje časa z isto baterijo kot analogne postaje.
- Radijski sistemi DMR lahko delajo v analognem ali digitalnem načinu.

Uporaba tehnologije DMR pri prenovi radijskega dela sistema javnega alarmiranja je smiselna, saj hkrati s prenovo radijskega dela sistema javnega alarmiranja dobimo tudi dodatni govorni kanal.



Slika 4: Primerjava med analogno in tehnologijo DMR

### 3.5 Periferna postaja

Periferna postaja je v sistemu javnega alarmiranja sestavljena iz:

- elektronske sirene,
- sistema osnovnega napajanja in
- VHF radijske postaje z radijskim modemom.

Elektronska sirena je naprava, ki preko NF ojačevalnikov in zvočnikov proizvaja zvočne alarme in govorna sporočila. Alarmne znake je mogoče aktivirati lokalno na napravi sami ali daljinsko iz centra za obveščanje.

V sistemu javnega alarmiranja so uporabljene elektronske sirene moči od 250W do 1000W z različnimi koti postavitve zvočnikov.

### 3.6 Mobilni sistem javnega alarmiranja

Namen mobilnega sistema javnega alarmiranja je interventna postavitve sistema javnega alarmiranja na področjih, na katerih je prebivalstvo zelo ogroženo zaradi ujma (npr. plaz, povodenj itd.). Mobilni sistem javnega alarmiranja omogoča hitro začasno postavitve. Če potreba preide v trajno, ga je potrebno temu primerno preurediti v fiksni sistem javnega alarmiranja.

Sestavi deli mobilnega sistema so:

- avtomatska opazovalnica,
- mobilna elektronska sirena in
- semafor.

## 4 Načrtovanje postavitve siren

Načrtovanje postavitve siren je bilo narejeno v okviru Študije prevzema sistema javnega alarmiranja na lokalnem nivoju. Nove sirene so oziroma bodo največkrat postavljene na istih mestih, kjer so bile prej stare sirene. Tako smo se izognili zapletom s pridobivanjem soglasij za postavitev siren. Zvočna pokritost mora biti po prenovi vsaj takšna kot pred prenovno. Nekaj siren, katerih zvočno pokrivanje teritorija se je podvajalo, smo v študiji izpustili [4].

### 4.1 Teorija slišnosti

Zvok nastane tako, da izvor zvoka vibrira v zraku (ali drugem mediju) in s tem prenaša vibracije v snov, v kateri se te v obliki zvoka širijo.

#### Intenziteta in jakost zvoka

Intenziteta zvoka  $I$  je energija, ki jo zvočno valovanje prenese v eni časovni enoti skozi enoto prečnega prereza prostora  $S$ . Intenziteta zvoka je premo sorazmerna kvadratu zvočnega tlaka  $p_z$  in obratno sorazmerna akustični impedanci  $Z$  (1).

$$I = \frac{P}{S} = \frac{p_z^2}{Z} \quad (W \cdot m^{-2}) \quad (1)$$

Akustična impedanca  $Z$  je odvisna od gostote snovi in hitrosti razširjanja zvoka. Gostota zraka in hitrost zvoka se spreminjata s temperaturo. Zaradi tega se spreminja tudi akustična impedanca in s tem intenziteta zvoka.

Osnovni sprejemnik zvoka je uho, ki zaznava zvok le pri zadostnem zvočnem tlaku in ustreznih zvočnih frekvenci. Zaznavanje jakosti zvoka v ušesu ni linearno glede na vrednost zvočnega tlaka  $p_z$  temveč logaritemsko: če se  $p_z$  poveča za 2-krat, se moč zvočnega valovanja poveča za 4-krat, uho pa to zazna kot povečanje glasnosti za 6 dB. Zaradi logaritemske občutljivosti ušesa in velike dinamike zvočnega tlaka, se jakost zvoka  $L_z$  najpogosteje podaja v decibelih (dB), ki podajajo razmerje efektivnih zvočnih tlakov (2).

$$L_z = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} = 20 \cdot \log \frac{p_z}{p_{z0}} \quad (dB) \quad (2)$$

Jakost zvoka izražamo v dB, pri čemer je meja slišnosti enaka 0 dB, bolečinska meja pa je pri +120 dB. Kadar torej podajamo jakost zvoka v dB, mora biti vedno jasno, na katero referenčno vrednost zvočnega tlaka se nanaša ( $p_{z0} = 2 \cdot 10^{-5} Pa$ ).

#### Slabljenje intenzitete zvoka pri razširjanju

Pri razširjanju zvoka prihaja do slabljenja in izgub, zaradi česar intenziteta zvoka z razdaljo od izvora upada. To upadanje je posledica večjih pojavov, med katerimi sta v nadaljevanju omenjena dva:

Zvok se koncentrično razširja v prostor okoli izvora tako, da se intenziteta zvoka razporeja na

površino krogelnega vala ( $S = 4\pi r^2$ ). Intenziteta zvoka se zato znižuje s kvadratom razdalje od izvora (3). Pod predpostavko točkastega izvora zvoka oziroma večje oddaljenosti od izvora zvoka lahko zapišemo enačbo upadanja intenzitete zvoka:

$$I_{(r)} = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \quad (W \cdot m^{-2}) \quad (3)$$

kjer je  $r$  razdalja od izvora.

Zvok se prenaša z nihanjem in trki molekul zaradi česar nastajajo izgube, ki so odvisne zlasti od frekvence zvoka in naraščajo pri višjih frekvencah.

### 4.2 Načrtovanje pokritosti z zvokom sirene

Pri načrtovanju pokritosti teritorija z zvokom sirene smo upoštevali naslednje dejavnike:

#### Območje pokrivanja z zvočnim alarmom

Omočja pokrivanja z zvočnim signalom lahko glede pričakovanega slabljenja zvoka v grobem razdelimo na tri vrste:

- odprto območje, z najmanjšim slabljenjem,
- periferija, kjer je slabljenje večje in
- mestna območja, kjer je slabljenje največje.

#### Izbor mesta za postavitev zvočnikov sirene

Pri izboru mesta za postavitev zvočnikov sirene je potrebo upoštevati, da ni v bližini visokih dreves in druge vegetacije ter visokih in obsežnih stavb.

#### Ostali dejavniki

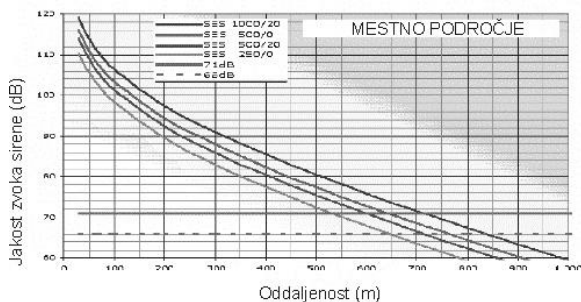
Med ostalimi dejavniki je potrebno upoštevati mikroklimo, predvsem smer in jakost vetra, hrup v bližini in potencialno nevarnost za okolico. Pri ugotavljanju potencialne nevarnosti za okolico je potrebno upoštevati standard ISO 9613-2.

#### Priporočene jakosti zvoka alarma

Minimalna dobro slišna jakost zvoka pri javnem alarmiranju je 66 dB, da bi bil alarm slišen tudi znotraj zgradb, se priporoča planiranje minimalne jakosti zvoka 71 dB. Za dobro slišnost sirene mora biti jakost zvoka vsaj 10 dB nad nivojem šumov oziroma hrupa na področju pokrivanja.

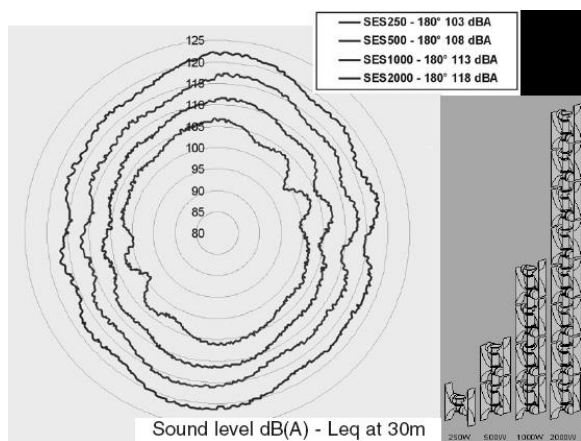
Na osnovi izračunov in izkušenj ter statističnih podatkov, so proizvajalci siren izdelali pripomočke v obliki krivulj, s katerimi je mogoče določiti zvočno pokrivanje terena. Ti pripomočki se uporabljajo za planiranje potrebnega števila siren na nekem področju, vendar pa zaradi specifičnosti določenega terena lahko pride tudi do odstopanj.

Pri načrtovanju pokrivanja smo se naslonili na krivulje, ki jih podaja nemški proizvajalec siren Sonnenburg Electronic AG in se nanašajo na elektronske sirene iz njihovega proizvodnega programa. Padanje jakosti zvoka sirene v odvisnosti od oddaljenosti prikazuje slika 5.



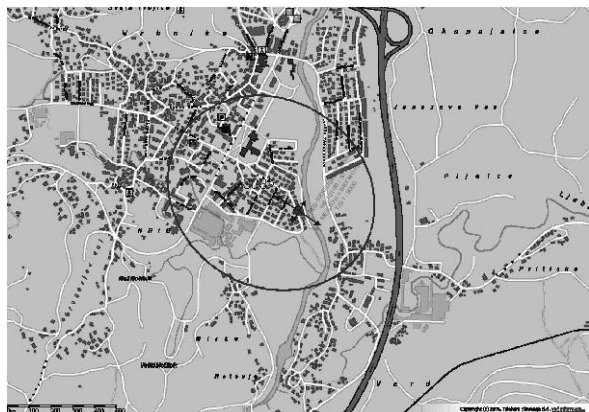
Slika 5: Padanje jakosti zvoka sirene z oddaljenostjo

Da bi bilo na osnovi krivulj ali z izračunom mogoče določiti konturo pokrivanja teritorija z zvočnim signalom, moramo poznati tudi horizontalno karakteristiko zvočnega valovanja posamezne elektronske sirene. Ta karakteristika je odvisna od moči NF ojačevalnikov elektronske sirene in od usmerjenosti zvočnikov (slika 6).



Slika 6: Karakteristika zvočnega sevanja sirene

Tako dobljene podatke v merilu prenesemo na ustrezno geografsko karto. Konturo zvočnega pokrivanja izravnamo in prilagodimo merilu geografske karte. Z obračanjem konture pokrivanja dosežemo najboljši izkoristek elektronske sirene glede na njeno usmerjenost in določimo kot maksimalnega sevanja. Na konturi je jakost zvoka sirene 71 dB.



Slika 7: Zvočno pokrivanje elektronske sirene

Primer zvočnega pokrivanja sirene SES 500 v mestu, ki ima moč ojačevalnikov 500W in usmerjenost zvočnikov 0° je prikazan na sliki 7..

## 5. Zaključek

Obnova sistema javnega alarmiranja bi morala biti končana leta 2011, vendar bo zaradi trenutnega finančnega stanja v državi trajala nekoliko dlje, predvidoma do leta 2015. Obnova in prevzem potekata skladno s Študijo prevzema sistema javnega alarmiranja na lokalnem nivoju. Nadzor in krmiljenje siren poteka preko radijskega sistema DMR, ki smo ga za prenos podatkov testirali tudi v okviru evropskega projekta MONET. V prihodnje bo potrebno sistem javnega alarmiranja dopolniti. Ena takšnih dopolnitev je npr. alarmiranje preko SMS sporočil.

## Literatura

- [1] Boštjan Tavčar, Sistem javnega alarmiranja, Ljubljana, 2001;
- [2] Marko Podberšič, Slovene operational system of warnings, Ljubljana, 2004;
- [3] Motorola white paper, The future of professional two-way radio: digital, 2006;
- [4] IT 100 d.o.o., Študija prevzema javnega alarmiranja na lokalnem nivoju, Ljubljana, 2006.