

# NAČRT RAZVOJA RADIJSKIH ZVEZ NA PODROČJU ZAŠČITE IN REŠEVANJA

## Development of Radio Communications for Civil Protection and Disaster Relief Purposes

Boštjan Tavčar\* UDK 621.39:614.8

### Povzetek

Hiter razvoj tehnologije telekomunikacij narekuje neizbežne spremembe na področju profesionalnih mobilnih sistemov radijskih zvez PMR. Vse večje zahteve uporabnikov po novih storitvah je možno uspešno zadovoljiti le v novem digitalnem sistemu radijskih zvez TETRA. Ta omogoča učinkovit prenos govora in podatkov. Še zlasti je zanimivo slednje, saj odpira celo paleto novih možnosti. V Sloveniji načrtujemo začetek gradnje sistema TETRA med 2001. in 2005. letom. Predvidena je izgradnja enotnega sistema, ki bo služil vsem organizacijam s področja varstva pred naravnimi in drugimi nevarnostmi, javne varnosti in obrambe, ter drugim.

### Abstract

The fast development of telecommunications technology dictates inevitable changes in the area of professional mobile systems of radio communications. The increased demands for new services can only be successfully satisfied with a new digital system of radio communications, which enables effective voice and data transmission. The latter is particularly interesting, as it opens a wide range of possibilities. The beginning of construction of the TETRA system in Slovenia is planned between the years 2001 and 2005. The plans foresee a uniform system designed to serve the needs of all organizations involved in civil protection and disaster relief, public safety, defence and other activities.

## Uvod

Zelo hiter razvoj tehnologije na področju mobilnih radijskih zvez po svetu, še zlasti na področju javne mobilne telefonije, povzroča revolucionarne spremembe pri izvedbi in organizaciji profesionalnih mobilnih radijskih omrežij PMR. Nova digitalna tehnologija javne mobilne telefonije GSM, ki jo je standardiziral Evropski telekomunikacijski inštitut za standardizacijo ETSI, je lep primer uspešne globalizacije radijskih telekomunikacijskih sistemov, saj je standard prevzelo tudi veliko neevropskih držav. ETSI je leta 1988 začel standardizacijo bodočega digitalnega prizemeljskega snopovnega radijskega sistema TETRA. TETRA je bila sprva mišljena kot evropski radijski sistem, vendar je ob uspehu sistema GSM kmalu prevladalo spoznanje, da lahko postane svetovni radijski sistem (TErrestrial TRunked RAdio). Za to je bilo treba zagotoviti enotne frekvenčne pasove za delovanje sistema v vseh evropskih in drugih državah. V ta namen je European Conference of Postal and Telecommunication Administrations CEPT marca 1996 priporočil frekvenčne pasove, namenjene delovanju bodočih radijskih sistemov TETRA. Uprava Republike Slovenije za telekomunikacije v okviru Ministrstva za promet in zveze je v Uredbi o razporeditvi radiofrekvenčnih pasov upoštevala priporočila CEPT in v Sloveniji rezervirala frekvenčne pasove, namenjene delovanju bodočih sistemov TETRA.

## Trenutno stanje na področju privatnih mobilnih radijskih zvez v Sloveniji

V Sloveniji trenutno delujejo neodvisni analogni sistemi profesionalnih mobilnih radijskih zvez (PMR), med njimi sistem zvez ZARE Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje, sistem zvez Slovenske policije, sistem upravnih zvez Ministrstva za obrambo, sistem mirnodobnih zvez Slovenske vojske in drugi. Za vse je značilno, da delujejo v klasični analogni tehnologiji v okviru samostojnih in neodvisnih radijskih mrež. Vsi uporabljajo različne frekvenčne pasove, tako da je medsebojna povezljivost praktično nemogoča. Radijski sistemi se večinoma uporabljajo za prenos govora, prenos podatkov pa se v praksi skoraj ne uporablja. Enako

velja za kritpozaščito prenosa govora. V sistemih je zelo omejeno tudi število uporabniških funkcij. Skupna značilnost vseh je, da so večinoma že v drugi polovici tehnološke življenjske dobe, tako da bi bilo treba za njihovo nadaljnjo ohranitev v prihodnje vlagati večja denarna sredstva, kar pa bi bilo glede na zastarelo tehnologijo ekonomsko neupravičeno. Zaradi tega jih je smiselno pustiti dokler delujejo, ob tem pa pričeti z gradnjo novega skupnega sistema TETRA. Na ta način lahko dosežemo mehek prehod iz stare tehnologije v novo, hkrati pa ostane zadosti časa za usposabljanje bodočih uporabnikov.

## Kratek opis tehnologije radijskih zvez TETRA

Želje in potrebe uporabnikov so vedno večje od možnosti trenutno dostopne tehnologije. To povzroča nenehno dopolnjevanje in spreminjanje tehnologije z namenom zadostiti potrebam uporabnikov. V razvoju tehnologije poznamo dve fazi razvoja: faza prilagajanja in izpopolnjevanja obstoječe tehnologije z nadgrajevanjem in faza preskoka iz obstoječe tehnologije na novo. Na področju klasične analogne tehnologije mobilnih radijskih zvez je prišel razvoj do stopnje, ko velik napredek ni več možen, zato nadaljnji razvoj ni smiseln.

## Storitve

Paleta uporabniških storitev v sistemu TETRA je mnogo širša kot pri klasičnih in snopovnih analognih sistemih. Poleg storitev, javnih digitalnih sistemov mobilne telefonije GSM (osebni klic, prenos kratkih sporočil in drugo) vključuje tudi storitve, sistemov profesionalnih mobilnih radijskih zvez (skupinski klic, prioritetni klic, okolsko poslušanje in drugo). Največja prednost pa je v storitvah prenosa podatkov.

## Načini delovanja

Sistem TETRA lahko deluje v treh načinih: v osnovnem snopovnem (V+D), neposrednem (DMO) in načinu paketnega prenosa podatkov (PDO). Prvi je optimiziran za sočasni prenos govora in podatkov prek infrastrukture baznih postaj, drugi za sočasen prenos govora in podatkov neposredno med radijskimi postajami, tretji pa samo za paketni prenos podatkov prek infrastrukture baznih postaj. V nepo-

\* Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Kardeljeva ploščad 21, Ljubljana

srednem načinu (DMO) je dana možnost neposredne zveze med uporabniki radijskih postaj brez sodelovanja baznih postaj, kar je ena izmed ključnih prednosti v primerjavi s sistemi mobilne tehnologije GSM, ki tega ne omogočajo. Možne so tudi posredne zveze med uporabniki radijskih postaj brez sodelovanja baznih postaj, pri čemer igra ena izmed postaj vlogo repetitorja. Pri tem odpade potreba po klasičnih repetitorjih. Omogočena je tudi posredna zveza med uporabnikom radijske postaje in bazno postajo prek tretje radijske postaje, ki ima v tem primeru vlogo povezovalne postaje. S tem se zelo poveča področje pokritosti z radijskim signalom na terenu. Govorne zveze v sistemu so lahko semidupleksne ali dupleksne (time division duplex). Tipičen dostopni čas med klicem in vzpostavitev zveze je 200 do 300 ms.

## Navidezna omrežja

Sistem TETRA omogoča ustvarjanje navidezno samostojnih mrež v okviru enotnega sistema, tako da se uporabniki različnih navidezno samostojnih mrež med seboj ne slišijo in ne motijo. Po potrebi je takšne navidezno samostojne mreže možno zelo preprosto povezovati oziroma določenim uporabnikom dovoliti delo v več mrežah. V nasprotju s sedanjimi ločenimi sistemi in mrežami dobimo enoten sistem z ločenimi navideznimi mrežami.

## Zaščita

Zaščita v sistemu je večplastna. Osnovno nudi že sama tehnologija TDMA, ki ne omogoča prisluškovanja pogovorom s preprostimi tehničnimi sredstvi. Poleg tega ima sistem TETRA vgrajenih več nivojev zaščite od večnivojske avtorizacije in overovitve, do kriptozščite radijskega vmesnika ali kriptozščite na celotni poti. Pri tem lahko vsaka navidezna mreža ali skupina uporabnikov v mreži uporablja lasten in drugim uporabnikom neznan kriptografski algoritem. S tem je zagotovljena popolna zaščita uporabnikov v sistemu.

## Radijsko omrežje

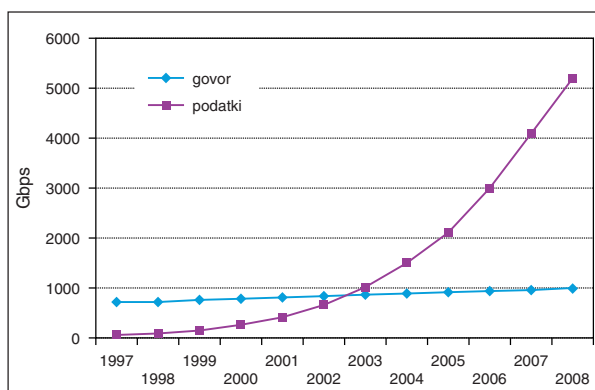
Omrežje sistema TETRA sestavlja skupna centralna enota, na katero so vezane bazne postaje radijskega omrežja. Pri tem je del baznih postaj skupen in jih lahko uporabljajo vsi, del pa jih pripada le posameznim uporabnikom. V sistem se lahko vključujejo tudi mobilne bazne postaje. Omrežje je lahko povezano tudi v javna in privatna telekomunikacijska in računalniška omrežja, lahko pa je povezano tudi z drugimi sistemi TETRA, s čimer je dana možnost uporabe radijske opreme tudi v drugih sistemih. Kje in v kolikšni meri bo uporabnik lahko uporabljal radijsko opremo, je odvisno od pravic, ki mu jih dodeli operater sistema.

## Možnosti uporabe sistema zvez TETRA za prenos podatkov

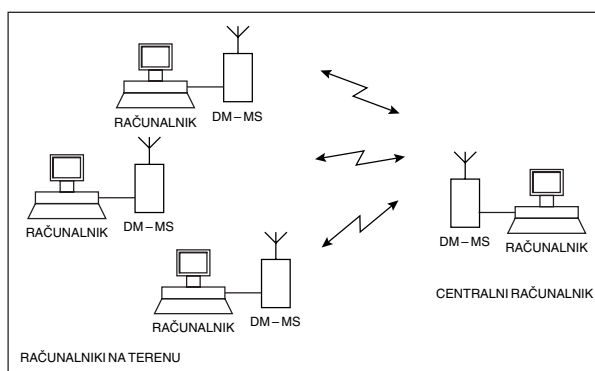
V prihodnjih letih lahko pri prenosu informacij pričakujemo občutno povečanje deleža prenosa podatkov in manjše povečanje deleža prenosa govornih sporočil (slika 1). Na to bo najbolj vplivala potreba po prenosu vse večjih količin podatkov in potreba po prenosu podatkov, ki jih v govorni obliki ni možno učinkovito prenašati (prenos slik, ...). Prenos vse večjih količin podatkov zahteva vedno večje prenosne zmogljivost, ki jih lahko kakovostno zagotovijo le v ta namen optimizirani prenosni sistemi.

Z radijskimi postajami TETRA je možno na terenu vzpostaviti lokalno mobilno računalniško omrežje prek infrastrukture ali v neposrednem načinu delovanja. Ekipe, ki bodo zbiralale podatke na terenu, jih bodo sproti samodejno pošiljale centralnemu računalniku (slika 2). S tem bo zagotovljena sprotna in natančna evidenca stanja na terenu.

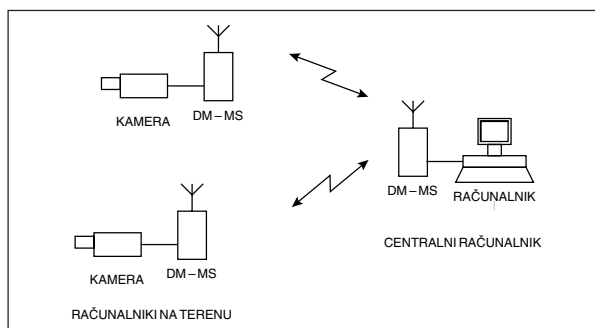
Mobilno računalniško omrežje lahko uporabimo tudi pri optičnem nadzoru terena z videokamerami. Te lahko snemajo slike v vidnem ali infrardečem področju in jih prek mobilne-



Slika 1. Pričakovani svetovni pretok podatkov  
Figure 1. Forecasted growth of global data transfer



Slika 2. Prenos zbranih podatkov na terenu prek mobilnega računalniškega omrežja  
Figure 2. Data transfer on mobile radio computer network

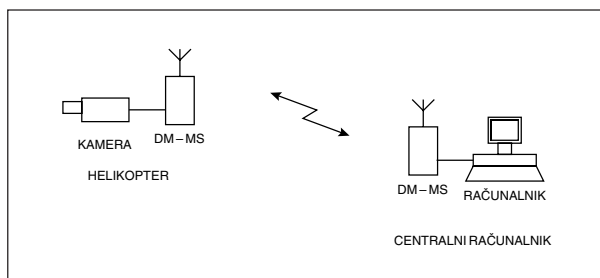


Slika 3. Videonadzor terena  
Figure 3. Video land control

ga računalniškega omrežja pošiljajo glavnemu računalniku (slika 3). Na ta način učinkovito spremljamo ali nadziramo dogajanje na terenu.

Teren lahko snemamo tudi s kamero, pritrjeno na helikopter. Tako dobimo sveže posnetke dogajanja. Podatke o trenutnem položaju in gibanju helikopterja dobimo iz GPS sprejemnika in jih prek kontrolnega kanala v obliki kratkih sporočil SDS pošiljamo v centralni računalnik (slika 4). Na ta način dobimo poleg slik s terena tudi natančne podatke o mestu, s katerega so bile posnete.

Prenašati je možno tudi druge vrste podatkov. Gorskim reševalcem v steni, opremljenim z radijsko postajo TETRA in priločnim terenskim računalnikom, lahko v zelo kratkem času prenesemo zadnje vremenske karte in druge meteorološke podatke. Gasilcem na terenu lahko prenesemo podatke o nevarnih snoveh in postopkih ravnanja z njimi.

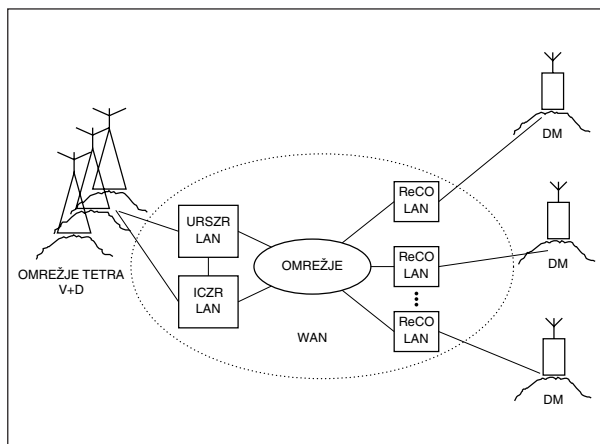


Slika 4. Prenos slik iz helikopterja  
Figure 4. Image transfer from helicopter

Opisane možnosti uporabe radijskih postaj TETRA so le nekatere od mnogih. Možnosti je zelo veliko, da jih na tem mestu niti ni možno opisati.

## Predvidena povezava sistema zvez TETRA z informacijskim sistemom URSZR

Sistem zvez TETRA bo predvidoma povezan z informacijskim sistemom URSZR na dveh nivojih. Centralni del bodočega omrežja TETRA bo povezan z informacijskim sistemom na nivoju URSZR in ICZR. Radijske postaje TETRA v neposrednem načinu delovanja DMO bodo povezane z informacijskim sistemom na nivoju regijskih centrov za obveščanje.



Slika 5. Povezava sistema zvez TETRA z informacijskim sistemom URSZR

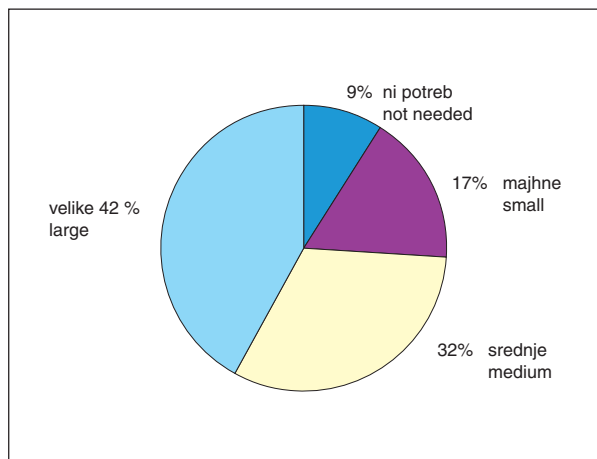
Figure 5. Connection between the TETRA system and the URSZR information system

Povezava omrežja TETRA z informacijskim sistemom URSZR bo omogočala prenos podatkov med uporabniki radijskih postaj TETRA in informacijskim sistemom URSZR prek sistema TETRA s hitrostjo 28,8 kb/s. V neposrednem načinu delovanja DMO bo možno podatke prenašati neposredno med uporabniki radijskih postaj TETRA in informacijskim sistemom URSZR s hitrostjo do 7,2 kb/s (slika 5).

## Načrtovani trend uvajanja sistemov TETRA

Načrtovani trend uvajanja sistemov TETRA v Evropi je odvisen od več dejavnikov, zlasti treh: potreba uporabnikov po novih storitvah, ki jih v okviru starih sistemov ni možno zagotoviti, zmožnost financiranja in nakupa novega sistema in ponudba na trgu. Potencialne bodoče uporabnike novih si-

stemov TETRA v Evropi lahko v grobem razdelimo na državne in komercialne. Rezultati raziskave kažejo, da skoraj tri četrtine potencialnih uporabnikov meni, da so njihove potrebe po novih storitvah, ki jih omogoča tehnologija TETRA ali njej podobne (slika 6), velike oziroma srednje velike.



Slika 6. Potrebe po novih storitvah  
Figure 6. Needs for TETRA services

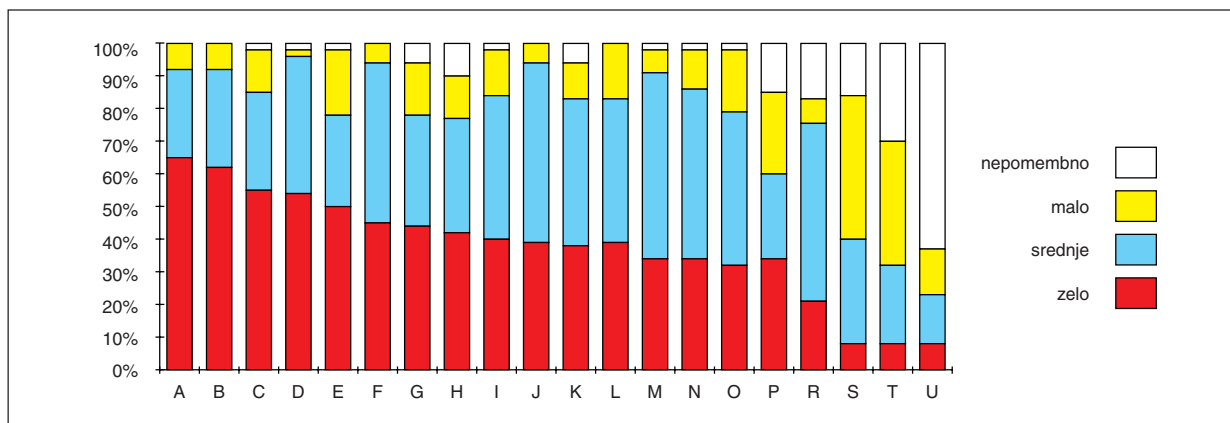
Zanimivo je tudi, kako pomembne se zdijo bodočim uporabnikom posamezne storitve (slika 7). Med pomembnimi je kar nekaj takih, ki jih sistemi mobilne telefonije GSM ne omogočajo. V prvem obdobju do leta 2001 se predvideva, da bo kar 45 % uporabnikov nove tehnologije TETRA državnih ustanov s področja varnosti, zaščite in reševanja, 8 % pa drugih državnih ustanov in služb prve pomoči.

Predvideva se da bo v prvem obdobju nova tehnologija TETRA v več kot 50 % namenjena uporabi v državnih ustanovah (slika 8).

## Načrt uvajanja sistema radijskih zvez TETRA v Sloveniji

Uvajanje sistema zvez TETRA za prenos podatkov načrtujemo v treh fazah. V prvi bi prenašali podatke zgolj v neposrednem načinu delovanja DMO. Ta bi nam omogočal prenos podatkov s hitrostjo 7,2 kb/s neposredno ali posredno prek repetitorja. Na ta način bi zagotovili prenos podatkov na območjih s premerom 1 km do 30 km. S primerno postavitvijo repetitorja bi lahko zagotovili tudi zvezo z regijskim centrom za obveščanje. Zagotovili bi tudi prenos podatkov, predvsem slikovnega gradiva. Takšen način komuniciranja bi uporabljali v času, ko infrastruktura sistema zvez TETRA še ne bi bila na voljo oziroma bi bila v fazi izgradnje. Pozneje bi ta način komuniciranja uporabljali na mestih, ki ne bodo pokrita s signalom iz omrežja baznih postaj, prenos podatkov v omrežje pa bi po potrebi zagotovili prek povezovalnih postaj. Potrebna radijska oprema v prvi fazi bi bile ročne in mobilne radijske postaje TETRA z vsemi funkcijami v neposrednem načinu delovanja DMO. Realno lahko pričakujemo, da bi s prvo fazo začeli v letih 2000 do 2002. S prvimi poskusi je nujno začeti v začetku leta 2000.

Z drugo fazo, ki bi lahko potekala vzporedno s prvo, bi začeli takoj, ko bi bilo vzpostavljeno prvo omrežje baznih postaj sistema TETRA. Omrežje bo omogočalo večje prenosne hitrosti do 28,8 kb/s v snopovnem načinu delovanja V+D oziroma paketni prenos podatkov v paketnem načinu delovanja PDO. Omogočalo bo tudi neposreden prenos podatkov med vsemi uporabniki v mreži in regijskimi centri za obveščanje. Potrebna oprema v drugi fazi bi bila poleg radijskih postaj TETRA tudi radijsko omrežje TETRA. Z drugo fazo bi začeli v letih 2000 do 2005.



Slika 7. Pomembnost posameznih storitev po mnenju morebitnih uporabnikov  
Figure 7. Importance of system features for PMR users/organisations

legenda:

A – razpoložljivost storitev

C – prioriteta v sistemu

E – dinamično vzpostavlanje mrež

G – neposredne zveze med uporabniki

I – veliko število storitev

K – skupinski klici

M – terminali po naročilu

O – velikost terminalov

R – spremljanje vozil (GPS)

T – prenos faksov

B – kapaciteta sistema

D – cena pogovorov

F – cena infrastrukture

H – možnost prenosa podatkov

J – kakovost govora

L – kriptozasčita

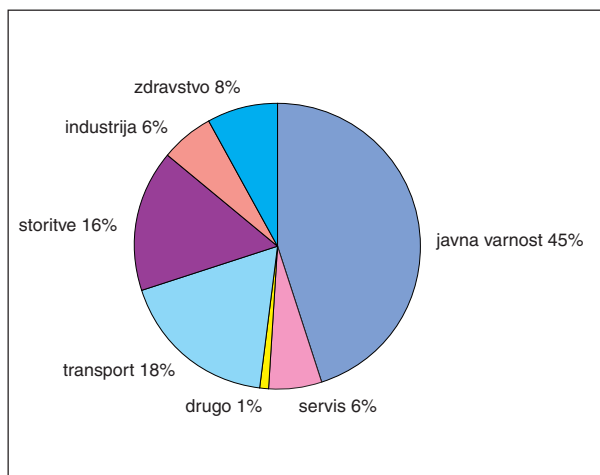
N – cena terminalov

P – medmrežni klici

S – posebne storitve, po naročilu

U – evropska mreža

Opomba: Rdeče so označene storitve, ki jih sistemi javne telefonije GSM ne omogočajo.



Slika 8. Morebitni uporabniki v prvem obdobju  
Figure 8. First potential users

V tretji fazi bi zagotovili predvsem hitrejši prenos podatkov v predvideni nadgradnji sistema TETRA, to je v sistemu DAWS (Digital Advanced Wireless System). Ta bo omogočal hitrost prenosa do 155 Mb/s, ki je primerljiva s hitrostmi prenosov v omrežjih ATM. V tem omrežju bo mogoče prenašati velike količine podatkov, videoposnetke in drugo. Sistem bo deloval na precej višjih frekvencah, 5 do 6 GHz. Zato bo težje zagotoviti dobro pokritost terena z radijskim signalom in pričakujemo lahko, da bodo relativno dobro po-

krita le urbana središča. Težko je napovedati, kdaj bi lahko začeli s tretjo fazo. To bi bilo lahko predvidoma v letih 2008 do 2010.

Dinamika uvajanja sistema zvez TETRA v celoti in po posameznih fazah bo odvisna od denarja, ki bo na voljo in ponudbe opreme na trgu.

## Literatura

1. ERC Decisions, ERC/DEC/(96), European Radiocommunications Committee, March 1996
2. Uredba o razporeditvi radiofrekvenčnih pasov v RS, Uradni list Republike Slovenije, januar 1998
3. J. A. Richter, TETRA workshop, TETRA – A Golden Opportunity, European Commission, January 1996
4. TETRA Conference, Callum Mackie, TETRA and the International Market, April 1996
5. TAIT, An Introduction to TETRA, May 1997
6. ETSI, ETR 300-1: "Radio Equipment and Systems (RES); Terrestrial Trunked
7. Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Designers guide; Part 1: Overview, technical description and radio aspects, May 1997
8. Next Generations Networks, Conference, Where the Net is Going Next, November 1999
9. Tavčar, B., Pregled stanja in predvideni načrt uvajanja sistema zvez TETRA – poročilo, Ministrstvo za obrambo, URSZR november 1998
10. Tavčar, B., Prenos podatkov v sistemu TETRA v neposrednem načinu delovanja – poročilo, Ministrstvo za obrambo, URSZR, oktober 1999