

**UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO**

SEMINARSKA NALOGA PRI PREDMETU
MOBILNE KOMUNIKACIJE

**PRIMERJAVA MED
GSM PRO IN TETRA**

MIHA BURGER

Mentor: prof. dr. Sašo Tomažič

Novo mesto, maj 2004

KAZALO:

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | UVOD | 3 |
| 2 | RAZVOJ SISTEMA GSM..... | 4 |
| 2.1 | ARHITEKTURA OMREŽJA GSM | 5 |
| 3 | SISTEM GSM PRO | 7 |
| 3.1 | ZNAČILNOSTI SISTEMA GSM PRO | 7 |
| 3.2 | STORITVE SISTEMA GSM PRO | 8 |
| 3.2.1 | <i>Skupinski klic</i> | <i>8</i> |
| 3.2.2 | <i>Dostop zunanjih uporabnikom</i> | <i>10</i> |
| 3.2.3 | <i>Govorna pošta, sledenje, preusmeritev in posredovanje klicev</i> | <i>10</i> |
| 3.2.4 | <i>Končni uporabnik in dinamično prerazvrščanje skupin.....</i> | <i>11</i> |
| 3.3 | VZPOSTAVITEV KLICA IN NAČINI OBRATOVANJA | 11 |
| 3.3.1 | <i>Oddajni in telefonski način obratovanja</i> | <i>11</i> |
| 3.3.2 | <i>Vzpostavitev individualnega in skupinskega klica.....</i> | <i>12</i> |
| 3.3.3 | <i>Avtomatski preklop med načinoma delovanja.....</i> | <i>12</i> |
| 3.3.4 | <i>Nujni klic</i> | <i>12</i> |
| 3.4 | GSM PRO BREŽŽIČNA DISPEČERSKA KOMANDNA PLOŠČA | 12 |
| 3.4.1 | <i>Vloga dispečerja.....</i> | <i>13</i> |
| 3.5 | STREŽNIK V SISTEMU GSM PRO | 13 |
| 3.5.1 | <i>Komutacijsko vozlišče</i> | <i>14</i> |
| 3.5.2 | <i>Administrativno vozlišče.....</i> | <i>14</i> |
| 3.5.3 | <i>Vmesnik za administratorja končnega uporabnika</i> | <i>15</i> |
| 3.6 | UPRAVLJANJE SISTEMA GSM PRO | 15 |
| 3.6.1 | <i>Funkcionalnost GSM in GSM Pro.....</i> | <i>16</i> |
| 3.7 | VARNOST V SISTEMU GSM PRO | 16 |
| 3.7.1 | <i>Varovanje podatkov.....</i> | <i>17</i> |
| 3.7.2 | <i>Avtentikacija uporabnika.....</i> | <i>17</i> |
| 3.8 | ZGRADBA GSM OMREŽJA Z GSM PRO STREŽNIKOM..... | 18 |
| 4 | TETRA | 19 |
| 4.1 | ZAKAJ IN ČEMU TETRA? | 19 |
| 4.2 | TETRA STORITVE | 21 |
| 4.2.1 | <i>Nosilne storitve sistema TETRA</i> | <i>21</i> |
| 4.2.2 | <i>Daljinske storitve sistema TETRA</i> | <i>24</i> |
| 4.2.3 | <i>Dopolnilne storitve sistema TETRA</i> | <i>26</i> |
| 5 | PRIMERJAVA SISTEMOV GSM PRO IN TETRA | 27 |
| 5.1 | PRIMERJAVA TEHNIČNIH ZNAČILNOSTI | 27 |
| 5.1.1 | <i>Stanje regulative za sistem GSM Pro</i> | <i>28</i> |
| 5.1.2 | <i>Stanje regulative za sistem TETRA.....</i> | <i>29</i> |
| 5.2 | GOVORNE IN PODATKOVNE STORITVE | 30 |
| 5.2.1 | <i>Pregled storitev v TETRA sistemu.....</i> | <i>30</i> |
| 5.2.2 | <i>Pregled storitev v GSM Pro sistemu.....</i> | <i>31</i> |
| 5.3 | STANJE TEHNOLOGIJE IN RAZPOLOŽLJIVOST OBEH SISTEMOV | 32 |
| 6 | ZAKLJUČEK | 33 |
| 7 | REFERENCE | 34 |

1 UVOD

Značilnost razvoja mobilnih komunikacij v današnjem času je širjenje funkcionalnosti sistemov druge generacije mobilnih komunikacijskih sistemov. Posledično se po eni strani prekriva ponudba storitev, ki jih posamezni sistemi nudijo, po drugi strani pa je s tem omogočeno zlivanje oziroma konvergenca in hkrati tudi postopen razvoj v smeri tretje generacije mobilnih komunikacijskih sistemov, katere predstavnik je sistem UMTS, ki je danes že na voljo v komercialne namene.

Ves omenjeni proces je opazen tudi na področju mobilne telefonije, tako javne kot tudi profesionalne. Sistem GSM se iz leta v leto bolj dopolnjuje v smeri profesionalnih sistemov. GSM-R je na primer profesionalni mobilni radijski sistem, namenjen upravljanju in nadzoru železniškega prometa. Zadovoljevanju potreb širšega spektra profesionalnih uporabnikov mobilnih telekomunikacij pa je namenjen sistem GSM Pro, ki omogoča poleg standardnih telefonskih storitev tudi storitve, ki jih nudijo sistemi PMR. Po drugi strani se tudi funkcionalnost sistema TETRA, kot značilnega predstavnika sistemov PMR, širi in omogoča vse več storitev javne mobilne telefonije.

V seminarju se bom osredotočil na profesionalne oziroma zasebne mobilne uporabnike, katerim je namenjen sistem GSM Pro oziroma sistem TETRA. Sama odločitev je odvisna predvsem od specifičnih zahtev uporabnikov. Tipični uporabniki PMR, ki imajo ostre zahteve glede hitrosti vzpostavitve zveze, zanesljivosti, varnosti in nadzora nad komunikacijskimi povezavami in nujno potrebujejo skupinske komunikacije, se bodo še vedno odločali za sistem, kot je na primer sistem TETRA. Po drugi strani pa je mogoče, da se bodo uporabniki, ki imajo blažje zahteve glede varnosti, hitrosti in nadzora, ter si želijo morda le skupinski klic in možnost vzpostavitve navideznega omrežja, odločili za sistem GSM Pro. Bistveni faktor pri odločanju je poleg vrste storitev tudi cena storitev, pokritje sistema in skrb za uporabnika. Ocena vsega bo seveda zgolj hipotetična, saj noben izmed obeh sistemov pri nas še ni v komercialni fazi.

Zaradi lažjega razumevanja bom v samem začetku predstavil sistem GSM, ki je že leta v mobilnem komunikacijskem smislu komercialno zelo uspešen. V svetu je naredil pravo revolucijo in doprinesel komunikacijam novo dimenzijo, ki jo do prihoda omenjenega sistema v takem obsegu niti nismo poznali.

2 RAZVOJ SISTEMA GSM

Leta 1982 je bila na konferenci evropskih pošt in telekomunikacijskih družb CEPT ustanovljena skupina imenovana **Groupe Special Mobile** (GSM). Glavni naloga skupine GSM je bila priprava tehničnih specifikacij za vseevropsko mobilno omrežje delujoče na frekvenci 900MHz, ki je bila ravno za ta namen rezervirana že leta 1978.

Skupina **GSM** si je že na začetku zadala nalogo narediti sistem GSM enak in kompatibilen ISDN-ju, izkoristili pa so tudi najnovejše dosežke na področju telekomunikacij, kot so digitalen način prenosa informacij preko radijskega medija, digitalna komutacijska tehnologija, OSI 7-nivojski protokol. Eden izmed pomembnih kriterijev so bile tudi nizke cene aparatov in storitev. Le te naj bodo ekonomsko sprejemljive in dosegljive širokemu krogu uporabnikov.

Sistem GSM je narejen po standardu **ETSI** (*European Telecommunication Standards Institute*), ki omogoča medsebojno povezavo in popoln dostop naročnikom do omrežij različnih operaterjev v vseh državah, s tem pa tudi mednarodno sledenje (*Interroaming*). Zanimanje za sistem GSM je bilo izjemno tudi v državah zunaj Evrope, zato so kratico GSM preimenovali v *Global System for Mobile communication*.

Tehnološke prednosti, ki so v Evropi, pa tudi v svetu omogočile izredno uspešnost GSM tehnologije so:

- visoka izkoriščenost radijskega medija in prenosnih poti;
- bistveno višja prometna propustnost glede na analogni sistem;
- cenejša tehnologija izdelave aparatov zaradi uporabe VLSI integriranih vezij;
- možno povezovanje z drugimi PLMN omrežji, s sistemi ISDN, DECT, DCS 1800, s satelitskimi sistemi...;
- uporabnikova kartica SIM s posebno PIN kodo;
- visoka varnost zasebnosti zveze;
- veliko število dodatnih storitev .

Leta 1989 je bila vsa potrebna dokumentacija sistema GSM predana inštitutu ETSI, vsa specifikacija za fazo 1 je bila končana leta 1990. S komercialnim prodorom je sistem GSM 900 pričel leta 1991, že dve leti kasneje je delovalo 36 GSM omrežij. GSM ni le evropski standard. V svetu deluje preko 200 omrežij, vključno s sistemoma PCS 1900 (ameriška verzija sistema GSM) in DCS 1800 (britanska verzija sistema GSM), ki obratujejo v 110 državah. V začetku leta 1994 je bilo sklenjenih 1.3 milijona naročniških razmerij, dobra tri leta kasneje pa je število vseh uporabnikov naraslo že na 55 milijonov.

GSM aparat deluje impulzno in v sami zvezi oddaja samo 1/8 vsega časa. Ostalih 7/8 časa aparat sprejema in meri kvaliteto sosednjih baznih kanalov. Sistem GSM kontrolira aparatu izhodno moč in v primeru, da je aparat v neposredni bližini bazne postaje se lahko izhodna moč zmanjša tudi za faktor 100. Obe lastnosti, ter tudi funkcija varčevanja z baterijo, omogočajo uporabniku že zadovoljiv čas delovanja.

Velikost GSM aparata se je z leti, zaradi boljših tehnologij, zelo zmanjšala. Današnja tehnologija omogoča integracijo večino sestavnih delov v eno samo skupno enoto. Vendar pa tehnologija ni tisti dejavnik, ki omejuje velikost aparata, pač pa povprečna

debelina človeškega kazalca, s katerim uporabnik vtipka telefonsko številko, ter velikost številke s katerimi je ta zapisana na prikazovalniku terminala.

2.1 Arhitektura omrežja GSM

Zgradba GSM omrežja je razdeljena v tri glavne enote:

- **MS** (*Mobile Station*) - mobilna postaja;
- **BSS** (*Base Station Subsystem*) - podsistem bazne postaje;
- **NSS** (*Network Subsystem*) - omrežni podsistem.

Mobilna postaja predstavlja GSM prenosne telefone. Vsaka mobilna postaja ima lastno **SIM** (*Subscriber Identity Module*) kartico, ki vsebuje vse podatke o GSM uporabniku in je tudi zavarovana z štirimestno kodo **PIN** (*Personal Identification Number*), ki jo mora uporabnik ob registraciji v omrežje vtipkati v aparat.

Podsistem bazne postaje BSS upravlja celično povezavo med mobilno postajo in MSC centralo mobilnih uslug. Razdeljena je na dve enoti:

- **BTS** (*Base Transceiver Station*) - bazno oddajna/sprejemna postaja je fiksna enota podsistema bazne postaje in pokriva območje ene ali več celic. Ta postaja zagotavlja vse potrebne kanale za vzpostavitev dvosmernih radijskih zvez do mobilnih postaj, ki so v tistem trenutku v njenem dosegu. BTS pretvarja radijski prenos v digitalno obliko, obenem pa nam služi tudi za zavarovanje pred prisluškovanjem tako, da šifrira koristno informacijo pred prenosom. BTS postaj je lahko tudi več kot sto, vse je odvisno od celic.
- **BSC** (*Base Station Controller*) - krmilnik bazne postaje je v neposrednem stiku z omrežnim podsistemom preko A-vmesnika in ima nadzor nad frekvenčnimi nosilci za radijske zveze med mobilnimi in baznimi postajami. Zagotavlja boljšo kvaliteto zvez (in spektralno učinkovitost s stalnimi popravki oddajnih moči mobilnih in baznih postaj), stalno časovno izravnavo oddanih in sprejetih signalov, ter s stalno preklapljanje na kvalitetnejšo radijsko zvezo v celici kjer poteka komunikacija. Zelo pa je tudi pomembno, da pri prehodu mobilne postaje iz celice v celico ohrani vzpostavljeno zvezo.

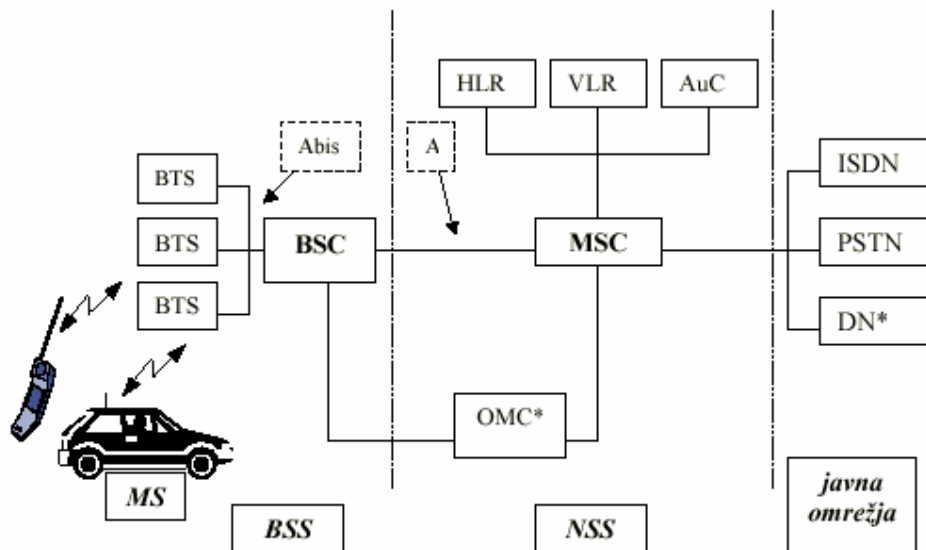
Omrežni podsistem NSS zagotavlja telekomunikacijske, prenosne in dodatne storitve vsem uporabnikom v GSM omrežju. Spremlja vse mobilne postaje v celotnem omrežju in beleži njihove trenutne položaje v bazo podatkov. Sestavljen pa je iz sledečih enot:

- **MSC** (*Mobile Services switching Centre*) - komutacijski center mobilnih uslug, ki zagotavlja vsem uporabnikom telekomunikacijske, prenosne in dodatne storitve. Centrala išče proste poti med postajami v mobilnem omrežju, ter poti med mobilnimi postajami in naročniki javnega omrežja. Vse potrebne podatke za svoje delovanje dobiva iz ostalih enot v omrežnem podsistemu (HLR, VLR, EIR, AuC) in iz podsistema baznih postaj.
- **HLR** (*Home Location Register*) - register lokacij mobilnih postaj hrani vse najpomembnejše podatke o vsakem uporabniku omrežja (gre za identifikacijsko številko in za podatke o vseh osnovnih in dodatnih storitvah, s katerimi upravlja

naročnik) in trenutnem položaju mobilnih postaj. Podatki so centrali mobilnih uslug potrebni zato, da v primeru klica takoj poišče prosto pot do klicanega uporabnika.

- **VLR** (*Visitor Location Register*) - register gostujočih naročnikov hrani identične podatke o domačih naročnikih kot HLR, hkrati pa tudi podatke o gostujočih naročnikih, ki so trenutno v dosegu območja. Podatki služijo centrali mobilnih uslug za vzpostavitev dohodnih in odhodnih klicev do mobilnih postaj vseh gostujočih naročnikov. Gostujoči naročnik, potem ko je bila uspešno izvedena registracija, postane v tujem omrežju enakopraven domačemu naročniku. Pri klicanju mu ni potrebno odtipkati dodatnih števil omrežij, saj zadostuje natanko toliko števil, kolikor jih odtipka domači naročnik.
- **EIR** (*Equipment Identity Register*) - register identitete naprave hrani vse podatke o mobilni postaji, to je tip, oznaka, proizvajalec aparata, pridobljen atest. Pri vzpostavitvi zveze sistem preverja podatke o napravi in v primeru, da eden od parametrov ne ustreza vpisanim podatkom v EIR-u, sistem ne dovoli, da je uporabnik klican ali da kliče iz npr. ukradenega ali nedovoljenega aparata. Vsak aparat ima namreč svojo IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) številko.
- **AuC** (*Authentic Centre*) - overovitveni (avtentifikacijski) center nam s svojimi podatki onemogoča oziroma varuje pred prisluškovanjem pri komuniciranju po radijski zvezi. Omogoča pa tudi, da nepooblaščen osebe ne morejo uporabljati sistem. AuC ugotavlja prisotnost SIM kartice, šifrira in dešifrira zaščitene informacije po radijskem prenosu tako, da je dostop do te baze podatkov izredno varovan.

Obratovalno vzdrževalni center **OMC** (*Operation and Maintenance Centre*) je enota za nadzor z nadzornim sistemom in preverja pravilnost delovanja vseh baznih postaj kakor tudi central. OMC* omogoča operaterju, da daljinsko konfigurira z sistemom GSM.



Slika 1: Arhitektura omrežja GSM

3 SISTEM GSM PRO

V prejšnjem poglavju smo si ogledali bistvene elemente sistema GSM. Nadaljevanje zgodbe o sistemu GSM je sistem GSM Pro, ki združuje funkcionalnost profesionalnih mobilnih radijskih sistemov PMR in javnega sistema mobilne telefonije GSM.

Glavne skupine uporabnikov sistema GSM Pro so:

- fizični delavci na terenu,
- dispečerji,
- poslovneži in uradniki v pisarnah.

Sistem GSM Pro ponuja operaterju GSM nov segment uporabnikov na področju zasebnih in profesionalnih radijskih sistemov, ki si želijo funkcionalnost sistema PMR, ne želijo pa graditi lastnega omrežja.

3.1 Značilnosti sistema GSM Pro

Sistem GSM Pro se sestoji iz treh komponent, ki so dodane sistemu GSM:

- robustnejši mobilni terminal z dodatnimi tipkami,
- brezžična dispečerska konzola,
- strežnik GSM Pro.

Mobilni telefon GSM Pro je posebej načrtovan za delo na terenu. Je zaščiten proti udarcem in vdoru vode, ima gumb za neposredno vzpostavitev zveze in zvočnik ter omogoča poleg običajnih storitev GSM tudi skupinski klic. Brezžična dispečerska konzola je dispečerska enota, ki temelji na osebнем računalniku in omogoča operaterjem hitro in učinkovito komunikacijo z uporabniki na terenu s pomočjo običajnih telefonskih klicev, skupinskih klicev in SMS sporočil. Zgradba sistema GSM Pro je prikazana na Sliki 2.



Slika 2: Shema sistema GSM Pro

GSM Pro je dodatek k običajnemu omrežju GSM. Dokler je kapaciteta celotnega sistema dovolj velika, ne potrebujemo novega radijskega vmesnika, novih baznih postaj in stikal. Koncept GSM Pro temelji na standardu GSM, zato lahko uporabniki GSM Pro komunicirajo z uporabniki GSM v okviru standardne funkcionalnosti sistema GSM.

3.2 Storitve sistema GSM Pro

Vsi uporabniki GSM Pro, ki se navezujejo na isti strežnik GSM Pro, pripadajo isti domeni GSM Pro. V domeni se nahajajo poleg uporabnikov tudi dispečerji, pogovorne skupine (*Talk Groups*) ter skupina za razpršeno oddajanje govora (*Voice Broadcasting Group*). Koncept domene omogoča uporabnikom posameznih organizacij, da do neke mere prilagodijo funkcionalnost sistema potrebam svoje organizacije, kljub temu, da običajno več organizacij uporablja isti server.

Na sliki 3 sta prikazani dve domeni in sicer domena podjetja Alfa in domena podjetja Beta. Administrator v domeni Alfa lahko na primer rekonfigurira skupine v svoji domeni, ne more pa posegati v strukturo in funkcionalnost v domeni Beta.

Različnim skupinam v isti domeni pripadajo različni nabori parametrov. S parametri lahko na primer določamo, kdo sme in kdo ne sme vzpostavljati skupinskih klicev. Število uporabnikov znotraj domene, ki imajo dovoljenje za vzpostavitev skupinskega klica, je lahko največ 25, medtem ko je članov skupine lahko največ 16.



Slika 3: Prikaz domen v sistemu GSM pro

3.2.1 Skupinski klic

Najpomembnejša storitev za uporabnike PMR je skupinski klic, ki omogoča komunikacijo med večimi uporabniki hkrati, ne da bi vzpostavili konferenčno zvezo ali klicali vsakega uporabnika posebej. Prednost skupinskega klica je, da se z enim samim klicem vzpostavi zveza med vsemi člani skupine. Skupine, ki sodelujejo v

skupinskem klicu, se lahko tvorijo po različnih kriterijih. Na primer po vrsti dela ali po geografski pripadnosti.

Komplementarna storitev k skupinskemu klicu, ki se pogosto uporablja pri nekaterih tipih uporabnikov, se imenuje pasivno opazovanje. V tem primeru uporabniki ves čas spremljajo pogovore med člani skupine po zvočniku, ki ga uporabniki nosijo s seboj ali pa ga imajo vgrajenega v vozilu.

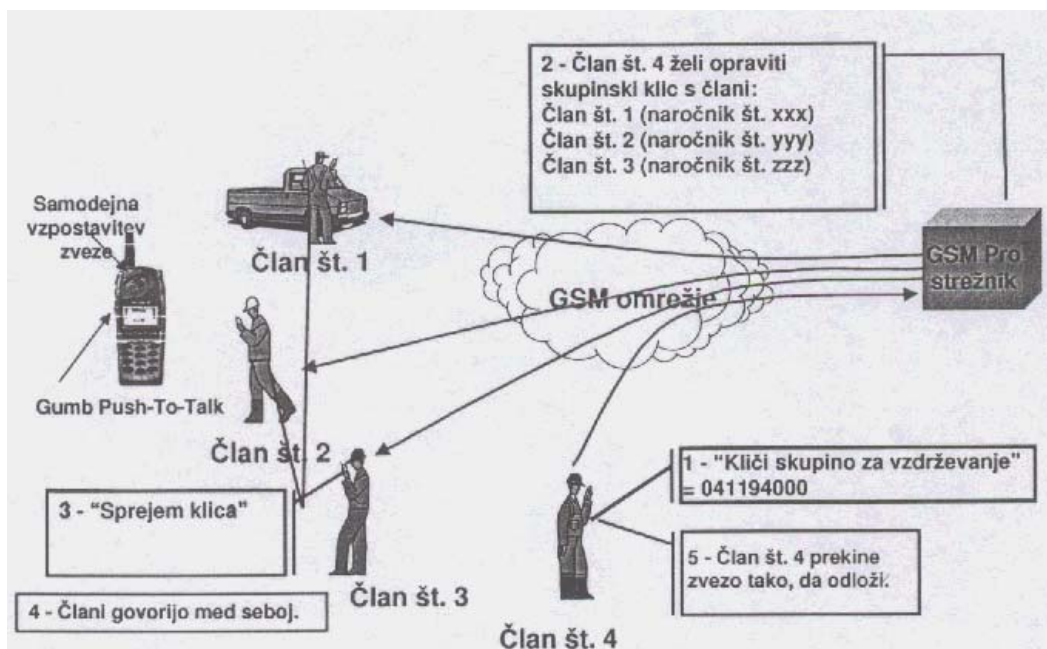
Skupinski klic v Skupini za vzdrževanje poteka kot je prikazano na sliki 4:

Član št. 4 želi vzpostaviti zvezo s Skupino za vzdrževanje, ki ima naročniško številko 041194000 in ki jo sestavljajo člani št. 1, 2 in 3. Član št. 4 izbere številko skupine iz imenika ali pa jo odtipka na svojem mobilnem telefonu. V omrežju GSM se med mobilnim telefonom GSM Pro št. 4 in strežnikom GSM Pro vzpostavi zveza na isti način kot pri običajnem klicu.

Strežnik GSM Pro izvede avtentikacijo na osnovi številke skupine in pozivajočega uporabnika z namenom, da ugotovi ali je pozivajoči član iste domene in ali mu je dovoljeno klicati skupino. Če so pogoji izpolnjeni, strežnik GSM Pro pokliče vse člane skupine istočasno. Mobilna telefonska centrala GSM obravnava strežnik GSM Pro enako kot navaden telefon GSM.

Mobilni telefoni GSM Pro članov skupine avtomatično odgovorijo na dohodni poziv in vključijo zvočnik, ki je vgrajen v telefonu.

Vsi štirje člani so povezani in se lahko prično pogovarjati med seboj. Tisti, ki želi govoriti, pritisne tipko za oddajo. Pri tem se mu izključi zvočnik in vključi mikrofonski. Ko tipko spusti, se mu zopet izključi mikrofonski in vključi zvočnik. Ko član št. 4 prekine zvezo, se sprostijo tudi zveze z ostalimi člani skupine.



Slika 4: Skupinski klic v sistemu GSM pro

Govorni razpršeni skupinski klici

Govorni razpršeni skupinski klic je podoben skupinskemu klicu, le da v tem primeru članom skupine ne omogočimo, da bi govorili. Omogoča enosmerno komunikacijo od iniciatorja klica do članov skupine. Govorni razpršeni klic je koristen za posredovanje obvestil članom skupine, ki ne potrebujejo odgovora. Skupina razpršeni skupinski klic lahko obsega do 16 članov, ki so zapisani v skupinskem dostopovnem seznamu.

Naknadni in ponovni vstop v skupinski klic

Naknadni vstop je funkcija strežnika GSM Pro, ki omogoča članu skupine, ki ni prost v trenutku vzpostavitve skupinskega klica, da se med skupinskim pogovorom vključi v zvezo, potem ko zaključi svoj individualni klic.

Strežnik GSM Pro periodično preverja kdaj se bo zasedeni član skupine sprostil. Ko se sprostí, ga vključi v skupinsko zvezo.

Član skupine, ki se mu je skupinski klic prekinil, bodisi prostovoljno, bodisi zaradi motenj, lahko ponovno vstopi v zvezo, če pokliče številko skupine. Ostali člani skupine zaslišijo ob ponovni vključitvi svojega člana v skupinski klic zvočni signal.

Avtentikacija skupinskega klica

Poleg običajnih postopkov za avtentikacijo v GSM omrežju mora strežnik GSM Pro preveriti, če ima pozivajoči dovoljenje za dostop do klicne skupine. Strežnik GSM Pro najprej preveri, če pozivajoči naročnik in klicna skupina pripadata isti domeni, zatem pa še, če je pozivajoči naročnik član skupinskega dostopovnega seznama (*Group Access List*), ki lahko šteje največ 25 članov.

Običajno so vsi člani skupine tudi člani skupinskega dostopovnega seznama. Mogoče je, da nekaterim članom skupine ne dovolimo klicati skupine, medtem ko nekaterim članom domene, ki niso člani skupine, dovolimo skupinski klic.

3.2.2 Dostop zunanjih uporabnikom

Funkcija dostop zunanjih uporabnikov omogoča uporabnikom dodatne storitve strežnika GSM Pro ne da bi pri tem bili člani domene. To je koristno, kadar nekdo, ki je sicer član skupine, kliče s telefona, ki ni naveden v skupinskem dostopovnem seznamu ali če nekdo le občasno potrebuje dostop do skupine.

Da lahko zunanji uporabnik pokliče skupino, mora poznati geslo, ki je shranjeno v strežniku GSM Pro domene. Gesla za doseg različnih skupin so različna.

3.2.3 Govorna pošta, sledenje, preusmeritev in posredovanje klicev

Govorna pošta ter storitve kot so sledenje, preusmeritev in posredovanje klicev so pomembne storitve za mobilne telefonske uporabnike. Da bi preprečili motnje v primeru sočasnega izvajanja omenjenih storitev in skupinskega klica, mora strežnik GSM Pro začasno izključiti člana govorne skupine, ki opravlja te storitve, da ne bi s tem motil ostalih članov govorne skupine. Strežnik GSM Pro dobiva informacije o

preusmeritvi, sledenju ali posredovanju klicev iz mobilne telefonske centrale GSM MSC preko vmesnika ISUP signalizacije SS7.

3.2.4 Končni uporabnik in dinamično prerazvrščanje skupin

Večina organizacij, ki uporablja PMR sisteme, želi spremenljiv sistem, ki bi jim omogočal spreminjanje skupin in članstva. Te spremembe sme v omrežju GSM izvajati le operater, v GSM Pro domenah pa jih lahko izvaja tudi končni uporabnik. Prednost GSM Pro rešitve je v tem, da ima končni uporabnik v organizaciji popolnejši nadzor nad svojimi skupinami in da se operaterjevim centrom v omrežju GSM, ki skrbijo za uporabnike, ni več potrebno bedeti nad spremembami v zvezi s skupinami.

Funkcionalnost administriranja končnega uporabnika se lahko izvaja na spletnem strežniku s pomočjo spletnega brskalnika. Končni uporabnik lahko za dostop do spletnega strežnika uporabi Internet ali posebno telefonsko klicno linijo. Za dostop do GSM Pro strežnika mora končni uporabnik spletnemu strežniku posredovati svoje ime in geslo. Možne so različne kategorije dostopa, ki jih lahko spreminja le operater GSM omrežja.

3.3 Vzpostavitev klica in načini obratovanja

3.3.1 Oddajni in telefonski način obratovanja

GSM Pro telefon lahko obratuje v dveh različnih stanjih. Če smo v oddajnem načinu obratovanja in pritisnemo tipko za oddajo, smo v PMR načinu obratovanja, v katerem lahko govorimo ali pa s pomočjo vgrajenega zvočnika poslušamo prejeta govorna sporočila. Sporočila oddajamo samo v času, ko držimo tipko za oddajo. V času, ko imamo tipko sproščeno, lahko le pasivno spremljamo pogovor preko zvočnika. Zvočnik je dovolj močan, da sledimo pogovoru tudi takrat, ko imamo telefon obešen za pasom.

Ko je GSM Pro telefon v telefonskem načinu obratovanja, ga lahko uporabljamo kot navaden GSM telefon. V tem načinu ga običajno uporabljamo za individualni klic. Preklop med obema načinoma delovanja spremlja opozorilni ton.

Oddajni način obratovanja

V oddajnem načinu obratovanja se dohodni poziv, ki ga označuje kratek ton, razlikuje od zvonjenja v telefonskem načinu obratovanja. Razlika je tudi v tem, da je odgovor avtomatičen. Ni potrebno, da člani skupine vzamejo terminal v roke in pritisnejo tipko za odgovor. Člani skupine lahko pasivno spremljajo skupinski pogovor, ne da bi se dotaknili terminala.

V primeru, da želi član skupine aktivno sodelovati v pogovoru, mora pritisniti tipko za oddajo, kadar želi govoriti in spustiti tipko, kadar želi poslušati. Skupinski klic se konča, ko uporabnik pritisne tipko za sprostitev zveze.

Telefonski način obratovanja

Pri dohodnem pozivu v telefonskem načinu delovanja se GSM Pro telefon obnaša natančno tako kot navaden GSM telefon. Telefon zvoni, dokler klicani uporabnik ne

odgovori. Tipke za oddajo med pogovorom v tem načinu ne moremo uporabljati. Pogovor zaključimo s pritiskom na tipko za sprostitev.

3.3.2 Vzpostavitev individualnega in skupinskega klica

Individualni klic vzpostavimo tako kot pri GSM telefonu. Najprej izberemo ime klicanega naročnika iz predprogramiranega spiska, zatem pritisnemo klicno tipko. Izbiramo lahko tudi tako, da izberemo klicno številko s tipkovnico terminala in zatem pritisnemo klicno tipko. V telefonskem načinu obratovanja lahko uporabnik vzpostavi tudi konferenčno zvezo.

Skupinski klic pa vzpostavimo tako, da iz telefonskega imenika izberemo skupino, ki jo želimo poklicati ali pa ročno odtipkamo številko skupine. Zatem strežnik GSM Pro preveri, če se kličoči uporabnik nahaja na dostopovni listi skupine. Strežnik pošilja kličočemu uporabniku ton zvonjenja, dokler se prvi član skupine ne oglasi. Običajno so telefoni članov skupine v oddajnem načinu obratovanja. Odgovor sledi takoj, ko pogovor sprejmejo vsi člani skupine.

3.3.3 Avtomatski preklap med načinoma delovanja

S pomočjo identitete klicne linije je mogoče ugotoviti ali je dohodni poziv skupinski ali individualni klic. S pomočjo podatka, kje se nahaja identiteta klicne linije v telefonskem imeniku GSM Pro mobilni telefon odloči ali bo odgovoril avtomatsko v primeru skupinskega klica ali kot običajni telefon v primeru individualnega klica.

Avtomatski preklap je mogoč edino v primeru, ko je GSM Pro telefon v oddajnem načinu delovanja, kadar je v telefonskem načinu, avtomatski preklap ni mogoč.

3.3.4 Nujni klic

GSM Pro mobilni telefon ima posebno tipko za nujni klic. Če tipko držimo najmanj 1 sekundo, telefon izbere ustrezno številko iz predprogramiranega spiska. Številka nujnega klica je lahko številka 112, skupinska številka ali katera koli številka, ki jo je mogoče poklicati preko omrežja GSM. Če je uporabnik zaseden, se zveza takoj prekine, da se lahko izvede nujni klic. Tipka za nujni klic pomembna zlasti za osebe, ki dela v nevarnih okoljih.

3.4 GSM Pro brezžična dispečerska komandna plošča

Brezžična dispečerska komandna plošča omogoča dispečerjem učinkovito komuniciranje in vodenje uslužbencev na terenu. Glede na to, da je brezžična, jo z lahkoto tudi prestavljamo.

Dispečersko konzolo sestavljajo:

- osebni ali prenosni računalnik,
- dispečerska programska oprema,
- naglavni GSM Pro mobilni telefon.

Programska oprema temelji na standardnem Windows operacijskem sistemu in se lahko povezuje z drugimi Windows aplikacijami. Podpira individualni in skupinski klic, SMS pisna sporočila, in poseben izpis nujnih klicev.

3.4.1 Vloga dispečerja

Dispečer kliče in odgovarja na klice s pomočjo miške ali druge podobne naprave. Številko uporabnika ali skupine izbere iz predprogramirane tabele v telefonskem imeniku ali pa jo ročno odtipka na tipkovnici.

Pri dohodnem pozivu se prikaže na zaslonu ime ali številka iz telefonskega imenika klicočega uporabnika ali skupine. Dispečer lahko na klic odgovori ali pa ga ignorira. Vsi dohodni in odhodni pozivi se beležijo. Dispečer lahko kadarkoli ročno pregleda spisek odhodnih in dohodnih zvez ter neodgovorjenih klicev.

Ko pa končni uporabnik pritisne tipko za nujno ukrepanje na GSM Pro mobilnem telefonu, se izbere številka za nujno ukrepanje. S pomočjo identitete klicoče linije je mogoče izvesti posebno zvočno ali vizualno indikacijo, ki opozori dispečerja na nujni klic.

Dispečerska komandna plošča je načrtovana tako, da podpira in poenostavlja komunikacijo z uporabniki na terenu. Dispečerska enota odpošilja in sprejema pisna sporočila skladno s GSM SMS standardom. Dispečer pošlje pisno sporočilo posamezniku ali skupini tako, da izbere predprogramirano pisno sporočilo ali pa ga na novo sestavi. Ko dispečer izbere številko in pritisne tipko za oddajo, dispečerska konzola odda sporočilo skozi priključeni GSM Pro mobilni telefon.

Dohodna pisna sporočila se shranjujejo na posebnem spisku. To je zlasti koristno v kombinaciji s predprogramiranimi pisnimi sporočili. Na ta način lahko dispečer v kateremkoli trenutku preveri kdaj je bil uporabnik "zaseden", "na kosilu", "na razpolago" ali v kateremkoli drugem stanju, ki ga je sporočil dispečerju. Neprebrana sporočila imajo na zaslonu posebno oznako, tako da jih lahko dispečer prebere kasneje.

S pomočjo grafičnega uporabniškega vmesnika na dispečerskem kontrolnem pultu je mogoče konfigurirati vse nastavitve, ki jih je mogoče nastaviti s pomočjo tipkovnice na GSM Pro mobilnem telefonu. Nastavimo lahko telefonski imenik, tip zvonjenja, PIN kode, itd.

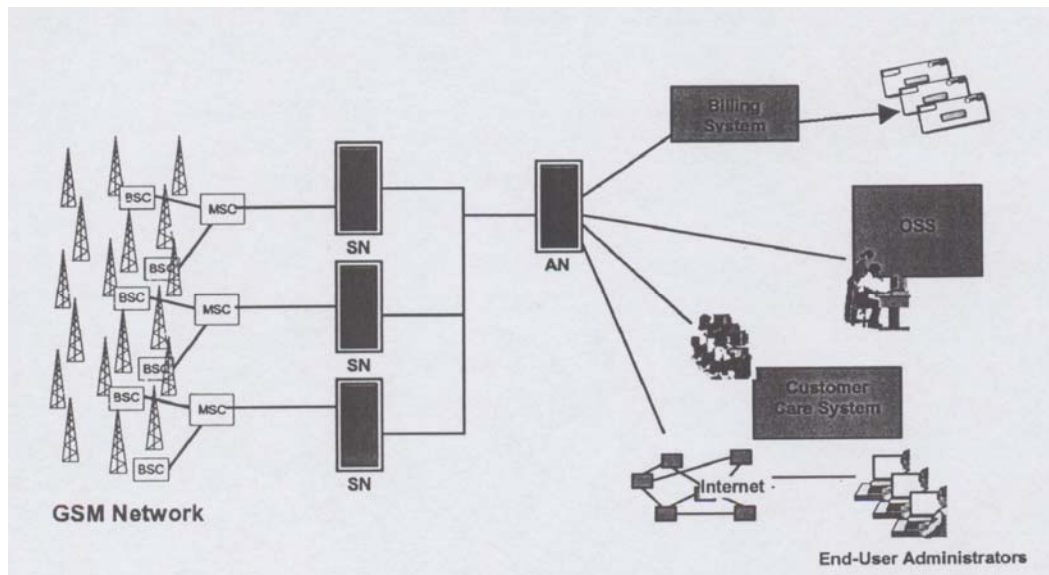
Grafični vmesnik dispečerske konzole omogoča opravljanje istih funkcij, kot jih lahko opravljamo s pomočjo mobilnega telefona. Poleg tega pa omogoča še spremljanje aktivnosti v zvezi s klici, posebno obravnavanje nujnih klicev in prikaz SMS sporočil.

3.5 Strežnik v sistemu GSM Pro

Da lahko GSM Pro strežnik opravlja svojo funkcijo v GSM omrežju, mora biti povezan z ustreznimi vmesniki z mobilno telefonsko centralo, z obratovalno vzdrževalnim centrom in s centrom, ki skrbi za uporabnika. Poseben vmesnik je potreben še v primeru, ko želi končni uporabnik upravljati GSM Pro sistem preko Interneta.

V primeru, ko GSM Pro sistem pokriva večje področje, razcepimo GSM Pro strežnik tako, da je sestavljen iz več komutacijskih vozlišč SN (*Switching Node*) in enega administrativnega vozlišča AN (*Administration Node*). Komutacijska vozlišča SN

preusmerjajo telekomunikacijski promet med GSM mobilnimi komutacijskimi centri MSC, medtem ko je administrativno vozlišče AN vmesnik za obratovalni podporni sistem OSS, za sistem, ki skrbi za uporabnika CCS, za sistem za zaračunavanje BS (*Billing System*) in za administratorje končnega uporabnika EUA (*End User Administrator*).



Slika 5: GSM pro strežnik

3.5.1 Komutacijsko vozlišče

Komutacijska vozlišča so vmesniki med GSM mobilnimi komutacijskimi centri in sestavljajo komutacijsko in podatkovno materialno in programsko opremo, ki omogoča GSM Pro uporabniku izvajanje telekomunikacijskih storitev. Komutacijsko vozlišče prejema informacije o konfiguraciji in o podatkih o uporabnikih od administrativnega vozlišča.

GSM Pro strežnik je lahko sestavljen iz večih komutacijskih vozlišč, zaradi česar se kapaciteta GSM Pro strežnika povečuje postopoma, ne da bi bili za to potrebni novi vmesniki proti EUA, CCS, OSS in BS sistemom. Prostorska porazdelitev GSM Pro komutacijskih vozlišč znižuje stroške prenosa.

Povezavo med komutacijskim vozliščem SN in mobilnim komutacijskim centrom MSC tvorijo prenosne linije E1 s SS7 ISUP krmiljenjem zveze. Vzporednih zvez je lahko do 12. Komutacijsko vozlišče komunicira z administrativnim vozliščem AN in sistemom za zaračunavanje BS s TCP/IP protokolom. Komunikacija z administrativnim vozliščem obsega informacije o različnih dogodkih in o spremembah konfiguracije ali o ažuriranju podatkov.

3.5.2 Administrativno vozlišče

Administrativno vozlišče AN izvaja administrativne funkcije in je vmesnik proti OSS, CCS in EUA sistemom. Vozlišče AN vsebuje središčno podatkovno zbirko vseh domen, skupin in naročnikov. Podatki iz te zbirke se avtomatično razpošljejo

ustreznim komutacijskim vozliščem, če se spremenijo domene ali pa nastavitve posameznih uporabnikov ali skupin. Glede na to, da sta sistema OSS in CCS priključena na vozlišče AN, lahko strežnik GSM Pro upravljamo kot eno enoto, tudi v primeru, ko je geografsko porazdeljena.

3.5.3 Vmesnik za administratorja končnega uporabnika

Standardni način implementacije funkcionalnosti administratorja končnega uporabnika je s pomočjo požarnega zidu in spletnega strežnika, ki je povezan z GSM Pro administrativnim vozliščem. Končni uporabnik lahko uporablja standardni spletni brskalnik za spreminjanje skupin in nastavitev.

GSM Pro vozlišče AN je povezano s spletnim brskalnikom tako, da ga lahko končni uporabnik doseže s TCP/IP povezavo. Iz varnostnih razlogov sta fizični in logični del vozlišča ločena. Programska oprema zagotavlja, da se lahko le administratorji končnega uporabnika priključijo preko te priključne točke.

3.6 Upravljanje sistema GSM Pro

Glede na to, da je lahko GSM Pro strežnik priključen na različne uporabnike in omrežja, mora vsebovati poseben podsistem za upravljanje varovanja. Funkcionalnost upravljanja varovanja, ki je implementirana v administrativnem vozlišču, zagotavlja, da sme uporabnik spreminjati in čitati le tisto informacijo, do katere ima upravičen dostop.

V zvezi z upravljanjem varovanja loči GSM Pro strežnik tri vrste uporabnikov:

- administrator sistema,
- administrator operaterja,
- administrator končnega uporabnika.

Administrator sistema je najvišji nivo uporabnika v sistemu. Ima dostop do vseh funkcij v GSM Pro strežniku, lahko definira, spreminja ali briše poročila administratorjev operaterjev in administratorjev končnih uporabnikov.

Administrator operaterja je uporabnik, ki dnevno sodeluje z strežnikom. To je bodisi uporabnik, ki je v centru CCS in uporablja vmesnik GSM Pro za administriranje končnega uporabnika, bodisi uporabnik, ki uporablja vmesnik GSM Pro za konfiguriranje operaterjeve domene. Omejitve administratorjev operaterja morajo biti postavljene tako, da ustrezno omejujejo doseg njihovega delovanja. Administrator operaterja lahko kreira poročilo administratorja končnega uporabnika.

Administrator končnega uporabnika je končni uporabnik, ki je zadolžen za administriranje sistema in tipično dosega strežnik preko spletnega brskalnika. Kot administrator končnega uporabnika je omejen na eno samo domeno tako, da lahko opazuje in ureja informacijo, ki se nanaša na njegovo domeno.

Če je tako omogočeno, lahko administratorji končnega uporabnika kreirajo podrejene administratorje. Poročila podrejenih administratorjev končnega uporabnika se lahko uporabljajo v organizacijah z namenom, da se razdeli administrativno delo med različne administratorje. Podrejeni administratorji končnega uporabnika imajo vedno manjše ali kvečjemu enake dostopovne privilegije kot administratorji, ki kreirajo podrejena poročila.

Vsaki kategoriji administratorja operaterja in administratorja končnega uporabnika pripada določen dostopovni profil. Strežnik GSM Pro zagotavlja, da nihče izmed uporabnikov, ne glede na to, kdo je kreiral njegovo poročilo, ne more imeti večjih privilegijev, kot so določeni z profilom kategorije dostopa.

Dostopovne profile uporablja strežnik GSM Pro pri vsakem uporabnikovem dostopu. Priključek na administrativno vozlišče h kateremu dostopa administrator končnega uporabnika je rezerviran le zanj, administrator operaterja ali sistema do tega priključka nima dovoljenega dostopa.

3.6.1 Funkcionalnost GSM in GSM Pro

Glede na to, da je GSM Pro dodatek k GSM omrežju in da je GSM Pro strežnik navezan na GSM MSC mobilni komutacijski center je za uporabnika, ki uporablja GSM Pro strežnik nekaj GSM funkcij omejenih, medtem ko ne-GSM Pro uporabniki sprememb v GSM funkcionalnosti niti ne čutijo.

Priporoča se, da se omejitev identifikacije klicoče linije CLIR ne izvaja v času, ko GSM Pro strežnik overovlja uporabnike na podlagi številke iz imenika klicočega uporabnika. Če je funkcija CLIR aktivirana, potem bo GSM Pro strežnik dovolil uporabniku, da vzpostavi skupinski klic kot zunanji uporabnik.

GSM Pro strežnik ne poveže člana skupine v skupinski klic v primeru, ko ta izvaja funkcijo preusmeritev klica. To je nujno zato, da se skupinski klic ne preusmeri na sistem govorne pošte ali na kako drugo napravo, ki bi motila skupinsko komunikacijo.

3.7 Varnost v sistemu GSM Pro

Sistem GSM Pro je sestavni del javnega sistema GSM. V njem delujejo vsi varnostni mehanizmi GSM omrežja. Osnovni problem varnosti v mobilnih telefonskih omrežjih, ki zadeva tako upravljavca omrežja kot uporabnika, je nepooblaščen dostop do baz podatkov v omrežju in zajemanje podatkov na radijski poti ter nelegalna uporaba storitev omrežja.

Da bi se preprečile zlorabe, so v omrežja GSM vgrajene naslednje zaščite:

- nedvoumno prepoznavanje identitete naročnika,
- ščitenje naročnikove identitete,
- tajnost pogovora in prenosa podatkov,
- tajnost prenašanja sistemskih podatkov.

3.7.1 Varovanje podatkov

V omrežju GSM se nahaja vrsta podatkovnih baz, ki vsebujejo podatke o sistemu GSM in o naročnikih in jih je potrebno zaščititi. Elementi omrežja GSM v katerih se nahajajo baze podatkov, ki jih je potrebno zaščititi, so naslednji:

- NMS - nadzorni center omrežja digitalnih navzkrižnih povezovalnikov DXX. V njem se nahaja baza podatkov o povezavah med kontrolerjem baznih postaj BSC in baznimi postajami o stanju in kapaciteti povezav.
- HLR - register domačih naročnikov. V njem se nahajajo podatki o povezavi naročniške številke MSISDN z mednarodno identiteto naročniškega razmerja IMSI ter naročniškimi kategorijami ter nastavitvami. Poleg tega je v HLR shranjena lokacija VLR, kjer se naročnik trenutno nahaja.
- VLR - register gostujočih naročnikov. V VLR je zabeležena kopija naročniških podatkov iz HLR.
- AUC - register številke IMSI in generator podatkov za avtentikacijo. Ti podatki se preko HLR prenesejo v VLR, kjer se uporabijo za vzpostavitev zveze.
- EIR - register mobilne terminalne opreme. V tej bazi so terminali razvrščeni v tri liste. Na črni listi so ukradeni terminali, na sivi listi so neatestirani in drugače sumljivi terminali, na beli listi pa so vsi ostali terminali.

3.7.2 Avtentikacija uporabnika

Avtentikacija uporabnika se izvaja s pomočjo SIM kartice, avtentikacijskega centra AUC ter avtentikacijskega algoritma A3. Prepoznavanje uporabnika poteka na podlagi TMSI (*Temporary Mobile Subscriber Identity*), pripadajočega ključa Ki in naključno generirane številke RAND. Center AUC pošlje število RAND SIM kartici mobilnega terminala, kjer se s pomočjo ključa Ki in algoritma A3 izračuna odgovor SRES (*Signed Response*). V registru gostujočih uporabnikov VLR se odgovor SRES izračunan v SIM kartici primerja z odgovorom SRES izračunanem v domačem omrežju HPLMN (*Home Public Land Mobile Network*), kjer je bil odgovor SRES izračunan z istim algoritmom in ključem Ki. če se vrednosti SRES ujemata, je naročnik s strani omrežja nedvoumno prepoznan.

Primerjava SRES se na strani omrežja vedno izvaja v VLR, ki je v VPLMN omrežju, kjer je naročnik trenutno prijavljen. VLR dobi pare podatkov SRES in RAND iz HLR/AUC centra skupaj z IMSI (*International Mobile Station Identifier*) uporabnika, ki ga omrežje želi prepoznati. Skupaj s parom podatkov se pošlje še ključ Kc za šifriranje podatkov na radijski poti. Kc se izračuna istočasno s SRES s pomočjo algoritma A8 iz istega naključnega števila RAND in ključa Ki. Podatki RAND, SRES in Kc se združeni imenujejo triplet.

Ko se uporabnik prijavi v nov VLR, pošlje stari VLR tja TMSI, LAI (*Location Area Identification*) ter vse neuporabljene triplete. Tako se pospeši proces prve avtentikacije na novi lokaciji.

Vsakemu uporabniku je dodeljen IMSI. Da se navzven prikrije identiteta uporabnika, se dodeli vsakemu v VLR prijavljenemu uporabniku tudi TMSI. IMSI se prenaša po radijski poti le v primeru, ko ni druge možnosti za prepoznavanje, na primer, ko uporabnik prvič vključi GSM telefon.

Ključni element varnosti pri določanju naročniške identitete in pri opravljanju storitev v omrežju GSM je SIM kartica, ki vsebuje vse potrebne podatke o naročniku in algoritme za avtentikacijo.

SIM kartica vsebuje tudi mikroračunalnik s CPU ter tri vrste pomnilnikov. ROM pomnilnik vsebuje operacijski sistem kartice, algoritme A3 in A8. RAM pomnilnik se uporablja med računanjem algoritmov in kot vmesnik pri pošiljanju podatkov. EEPROM pomnilnik vsebuje naročniške podatke IMSI, Ki, TMSI in LAI, naročnikov telefonski imenik in kratka sporočila SMS. Tako kot pri bančnih karticah je dostop do SIM kartice zavarovan s PIN (*Personal Identification Number*) kodo.

Poglejmo še, kako je v primeru kraje ali izgube mobilnega telefona. Uporabnik v takem primeru pokliče operaterja in navede IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) kodo, ki jo operater vnese na črno listo ukradenih telefonov. S takšnim terminalom tako ni več mogoče vzpostavljati zvez.

3.8 Zgradba GSM omrežja z GSM Pro strežnikom

V Mobitelovem omrežju GSM se trenutno nahaja 5 mobilnih komutacijskih centrov MSC. Vsi komutacijski centri so istočasno tudi prehodni mobilni komutacijski centri GMSC (*Gateway MSC*). Register tujih naročnikov VLR je implementiran v MSC.

Na vsak MSC je priključen po en kontroler baznih postaj BSC. Registra domačih naročnikov HLR sta dva. Overovitveni center AUC je vgrajen v oba HLR registra. Na BSC kontrolerje so priključene radijske bazne postaje RBS, ki so postavljene na več kot 500 različnih lokacijah in tvorijo preko 1000 celic.

Za opravljanje storitev z dodano vrednostjo so v omrežje vključeni še center za pošiljanje kratkih sporočil SMS-C (*Short Message Service Center*), platforma za storitve z dodano vrednostjo VASP (*Value Added Services Platform*), ki je osnova aplikacijam kot so GSM Mail in SMSInfo, sistem govornih predalov VMS (*Voice Mailbox System*) in WAP prehod (*Wireless Application Protocol Gateway*).

Za zahtevnejše uporabnike, ki potrebujejo funkcionalnosti profesionalnih mobilnih radijskih sistemov je dodan GSM Pro. V omrežju je implementiran tudi register za ugotavljanje identitete terminalne opreme EIR (*Equipment Identity Register*) kot samostojno vozlišče.

4 TETRA

4.1 Zakaj in čemu TETRA?

TETRA (*TErrestrial Trunked Radio*), vseevropski sistem prizemnega snopovnega radijskega sistema je prvi odprti standard za digitalni zasebni mobilni radijski sistem PMR (*Private Mobile Radio*), ki ga je definirala ETSI. Standard se uveljavlja tudi drugje v svetu, projekti potekajo med drugim tudi v Avstraliji, Novi Zelandiji, Singapurju.

Sistem TETRA, v osnovi je sistem zelo podoben sistemu GSM, deluje kot samostojno, v vseh segmentih kot digitalno radijsko omrežje, z možnostjo povezave v ostala fiksna ali mobilna omrežja.

Ciljne skupine uporabnikov sistema TETRA so:

- službe javne varnosti (civilna zaščita, policija, carina, gasilci, reševalne službe...),
- transportna podjetja (letališča, pristanišča, taksi, avtobusi, železnica, turizem...),
- javna podjetja (distribucija plina, električne energije, naftnih derivatov, vodno gospodarstvo, gradnja in vzdrževanje cest, komunalna podjetja...),
- državni organi (vlada, ministrstvo za obrambo, zdravstvo, varstvo okolja...),
- ostale službe in dejavnosti, ki zahtevajo profesionalni pristop k govornim in podatkovnim komunikacijam.

Standardni radijski vmesnik zagotavlja delovanje terminalov različnih proizvajalcev, podobno kot pri GSM, s tem da ponuja TETRA tudi tako imenovani direktni način zveze, kar pomeni, da lahko dva ali več terminalov deluje tudi na področjih, kjer ni signala v omrežju. Obstaja tudi način zveze, pri katerem en terminal (ki se nahaja v območju pokrivanja omrežja) deluje kot vstopna točka za druge terminale. S tem se razširi območje pokrivanja omrežja, kar je primerno prevsem v tunelih, jaških in ostalih zaprtih prostorih, kjer sicer ne bi bilo signala. Standardizirani vmesnik med TETRA terminalom in zunanjo podatkovno enoto (računalnik, kamera, razni senzorji ipd.) predstavlja osnovo za razvoj različnih podatkovnih aplikacij.

Sistem TETRA omogoča tudi povezavo v ostala fiksna in mobilna omrežja. Tako bo lahko organizacija, ki je doslej uporabljala lasten sistem funkcionalnih zvez, le-tega povezala v sistem TETRA in s tem zagotovila mehkejši prehod na novo tehnologijo. S tem se bo postopoma povečevalo število uporabnikov v sistemu TETRA, hkrati pa se bodo v določenem obdobju vzporedno uporabljali tudi ostali sistemi.

Prenosna zmogljivost enega uporabniškega kanala je 7,2 kbit/s, na zahtevo uporabnika pa je z združevanjem kanalov možno doseči hitrost prenosa tudi do 28,8 kbit/s. TETRA omogoča tudi šifriranje govora in podatkov. Tako lahko na račun znižane bitne hitrosti šifriramo samo prenos po radijskem vmesniku, ali pa na celi prenosni poti, med obema končnima terminaloma, kar zagotavlja najvišjo možno obliko varnosti prenosa podatkov.

Vzpostavitev zveze traja do 300 ms (1/3 sekunde), kar pomeni, da ni zamudnega vzpostavljanja zveze (klicanja naročnika) kot je to pri sistemu GSM.

Sistem TETRA omogoča skupinsko komunikacijo, kjer so uporabniki razdeljeni v skupine, znotraj katerih poteka neke vrste konferenčna zveza: govori en uporabnik, vsi

ostali pa poslušajo. V celotnem sistemu TETRA je možno vzpostaviti komunikacijo s točno določenim uporabnikom, ne da bi ostali slišali pogovor.

Uporabniki so sicer razvrščeni po prioriteti, tako da lahko v izrednih razmerah klic z višjo prioriteto dobi prost kanal ne glede na to, ali je sistem trenutno polno zaseden. Z vsakega terminala pa je s pritiskom na rdeči gumb možen tudi klic v sili, kar zazna operater v dispečerskem centru ter ustrezno reagira.

V splošnem je sistem TETRA na nek način komplementarna tehnologija sistemu GSM. Namenjena je predvsem službam javne varnosti, zato je tudi oblikovana tako, da bi čimbolj ugodila njihovim zahtevam.

V splošnem sistem TETRA omogoča:

- Skupinski klic in skupinsko komunikacijo;
- Hitro vzpostavitev zveze (manj kot 0.3 sekunde). Zveza se vzpostavi samo s pritiskom na gumb;
- Uporabniku ni potrebno predhodno nastaviti kanala, saj mu sistem sam dodeli prosti kanal. To je pomembno predvsem v urgentnih razmerah;
- Več uporabnikov si deli isti kanal. To omogoča več uporabnikom, da sodelujejo pri določeni nalogi ali pa spremljajo aktivnosti ostalih članov skupine;
- Neposreden način zveze DMO (*Direct Mode Operation*) omogoča terminalom neposredno komunikacijo, brez uporabe bazne postaje, na področjih, ki niso radijsko pokrita. Mobilni terminal se lahko uporablja kot repetitor, na ta način se razširi pokritje TETRA omrežja;
- TETRA ponuja visoko stopnjo zaščite govora, podatkov, signalizacije in identifikacije uporabnika;
- Oddajanje sporočil vsem uporabnikom omrežja;
- Možnost prioritete klicev. Če ni na voljo prostih kanalov potem klici v višjo prioriteto izpodrinejo klice z nižjo prioriteto. Tako se v primeru nesreče ne more zgoditi, da zaradi zasedenosti kanalov komunikacija ne bi bila možna, saj ima tak poziv najvišjo prioriteto.
- Sočasen prenos govora in podatkov, možno je tudi združevanje do štirih prometnih kanalov, kar pomeni skupni pretok 28,8 kbit/s.

Pomembna razlika med sistemom TETRA in ostalimi funkcionalnimi sistemi so navidezna omrežja, kar pomeni da si isto infrastrukturo deli več skupin uporabnikov, vsak v svojem navideznem omrežju s svojim nadzorom nad komunikacijskimi funkcijami, kot če bi imel svoje lastno omrežje. Čeprav več skupin uporablja isto fizično infrastrukturo, sta jim zagotovljeni zasebnost in medsebojna zaščita. Souporaba omrežja pomeni bolj učinkovito izrabo naprav in spektra, hkrati pa prinaša tudi ekonomske prednosti, ker se stroški delovanja in vzdrževanja omrežja porazdelijo med vse uporabnike.

TETRA omogoča pošiljanje statusnih, tekstovnih in kratkih SDS (*Short Data Service*) sporočil, skupinske in govorne komunikacije ter vrsto ostalih storitev. Pomembnejša je vsekakor možnost kreiranja dinamične skupine. Če dispečer npr. Sprejme poziv o prometni nesreči, kreira dinamično skupino npr. Dveh policistov, reševalca in gasilca. Sedaj štirje lahko komunicirajo med seboj v svoji skupini, kar bistveno pripomore k medsebojni koordinaciji. Po odpravi posledic nesreče pa dispečer skupino razpusti.

TETRA je torej orodje, s katerim si lahko vsak uporabnik zgradi takšno komunikacijsko infrastrukturo, kot jo potrebuje.

4.2 TETRA storitve

Sistem TETRA podpira govorne, vodovno komutirane podatkovne in paketirane podatkovne storitve z izbiro podatkovnih pretokov in nivojev zaščite pred napakami. Storitve delimo v nosilne, daljinske in dopolnilne storitve.

V sistemu TETRA so možni trije načini delovanja, V+D (*Voice+DATA*), DMO (*Direct Mode Operation*) in PDO (*Packet Data Optimised*). Prva dva načina, V+D in DMO, sta namenjena prenosu govora in podatkov. V osnovi sta si podobna, bistvena razlika pa je, da DMO način ne potrebuje prisotnosti bazne postaje, ampak se zveza vzpostavlja neposredno med dvema mobilnima postajama. Tretji način, PDO, je namenjen učinkovitemu prenosu podatkovnih paketov.

4.2.1 Nosilne storitve sistema TETRA

Nosilne storitve v omrežju so osnovne komunikacijske storitve, ki jih nudi omrežje med dvema terminaloma. Govorni promet je v TETRA omrežju obravnavan enako kot ostali podatki in se na nosilnem nivoju ne razlikujejo od ostalih podatkovnih aplikacij. To prispeva k vsesplošni učinkovitosti in enostavni integraciji novih ter obstoječih aplikacij.

Vodovno komutirane podatkovne storitve

Pri vodovno komutiranih podatkovnih storitvah CMD (*Circuit Mode Data*) se vzpostavi tokokrogovna povezava med terminaloma, torej se vzpostavi end-to-end vod. Pri tej povezavi se lahko uporablja različna stopnja zaščite, pri čemer pa je podatkovna hitrost obratno sorazmerna s stopnjo zaščite podatkov. Nivo zaščite, ki je izbran za povezavo, se bo spreminjal glede na naravo poslanih podatkov.

| Zaščita pred napakami (CMD) | 1-okno | 2-okno | 3-okno | 4-okno |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Brez zaščite | 7,2 | 14,4 | 21,6 | 28,8 |
| Standardna zaščita | 4,8 | 9,6 | 14,4 | 19,2 |
| Visoka zaščita | 2,4 | 4,8 | 7,2 | 9,6 |
| V+D | × | × | × | × |
| PDO | | | | |
| DMO | × | | | |

Tabela 1: Podatkovna hitrost glede na stopnjo zaščite ter kateri načini komuniciranja omogočajo to storitev.

Paketno komutirane podatkovne storitve

Paketno komutirane podatkovne storitve PD (*Packet Data*) so dveh vrst in sicer so povezavno ter nepovezavno orientirane. Povezavno orientirane podatkovne storitve CONP (*Connection Oriented Network Protocol*) vzpostavijo navidezno povezavo med

oddajnim in sprejemnim terminalom, kot se potrebuje pri prenosu X.25 podatkovnih paketov. Nepovezavna storitev SCLNP (*Specific Connection Less Network Protocol*) prenaša samo posamezen paket podatkov, brez vzpostavitve navidezne povezave.

Standard TETRA je uvedel veliko novosti, ki omogočajo, da ponujene podatkovne in govorne nosilne storitve stopajo v korak s časom in zahtevami uporabnikov. Še posebej je zanimiva možnost prenosa podatkov z uporabo protokolov, poznanih iz fiksnih omrežij. Kot vsa sodobna omrežja, tudi TETRA omogoča uporabo protokolov TCP/IP. Uporaba teh protokolov zagotavlja univerzalnost uporabniških aplikacij ne glede na to, ali do podatkov dostopamo iz fiksnega ali iz mobilnega omrežja. Tudi sicer je uporaba protokolov TCP/IP primerna za prenos podatkov, saj omogoča souporabo radijske poti, hkrati pa so protokoli prilagojeni na rafalni prenos (data burst) manjših količin podatkov.

Druga izdaja V+D standarda pa podpira nov protokol za paketirani prenos podatkov, ki se imenuje protokol paketiranih podatkov PDP (*Packet Data Protocol*) in je namenjen prenosu IP paketov.

| | Paketirani podatki (PD) | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-----|
| Zaščita pred napakami (CMD) | CONP | SCLNP | PDP |
| Brez zaščite | | | |
| Standardna zaščita | | | |
| Visoka zaščita | | | |
| V+D | × | × | × |
| PDO | × | × | ? |
| DMO | | | |

Tabela 2: Načini komuniciranja, ki omogočajo tovrstne storitve.

Kratke podatkovne storitve

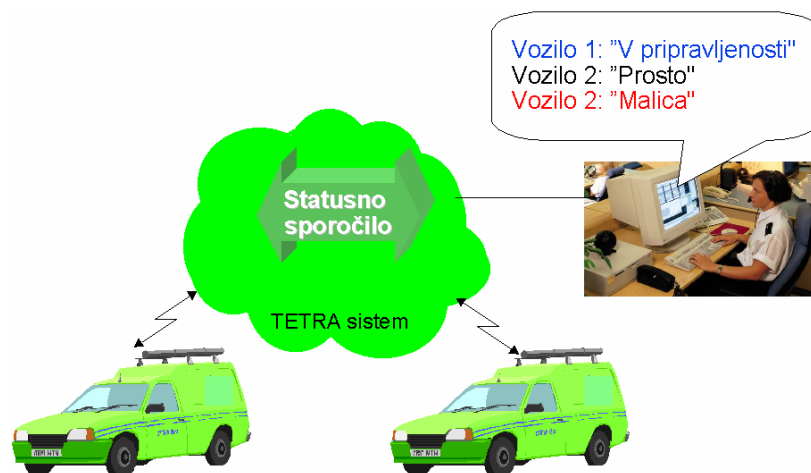
To je storitev, ki je optimizirana za izmenjavo kratkih, uporabniško definiranih ali predhodno definiranih statusnih sporočil. Kratka podatkovna sporočila SDS (*Short Data Service*) se lahko pošiljajo ali sprejemajo simultano s potekajočim pogovorom, kar za prenos uporablja krmilni kanal. Predhodno definirana statusna sporočila so preprosto števila znotraj razpoložljivih preko 32.000 vrednosti. Naslednja tabela prikazuje TETRA nosilne storitve za prenos podatkov. Prednost SDS storitve je tudi v tem, da se lahko sporočilo shrani v TETRA komutacijsko in upravljalno infrastrukturo SwMI (*Switching and Management Infrastructure*) in posreduje kasneje, če terminal, kateremu je namenjeno to sporočilo, takrat ni dostopen.

| | Dolžina sporočil (bitov) | | | |
|-----|--------------------------|-------|-------|-------|
| | Tip 1 | Tip 2 | Tip 3 | Tip 4 |
| | 16 | 32 | 64 | <2039 |
| V+D | x | x | x | x |
| DMO | x | x | x | x |
| PDO | | | | |

Tabela 3: TETRA nosilne storitve za prenos podatkov.

Statusna sporočila uporabljajo naslednje kode:

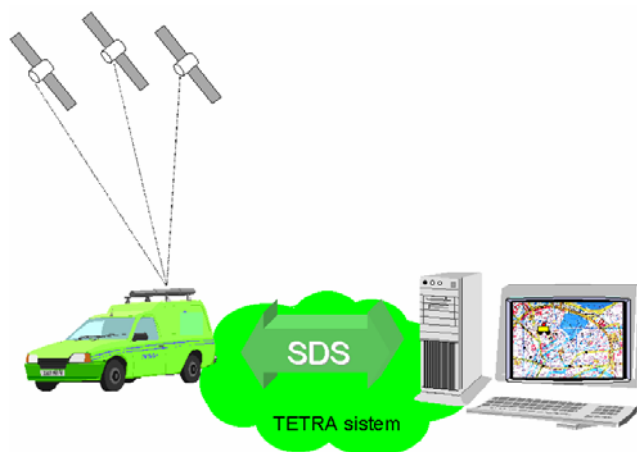
- o območje od 0 do 32767 je rezervirani za sistemsko uporabo (npr. vrednost 0 je namenjena za klic v sili),
- o območje od 32768 do 65535 je namenjeno za specifične definicije TETRA omrežja in uporabnikov.



Slika 6: Primer uporabe statusnih sporočil

Ločimo štiri tipe SDS sporočil:

- o Tip 1: 16 bitov (fiksna dolžina)
- o Tip 2: 32 bitov (fiksna dolžina)
- o Tip 3: 64 bitov (fiksna dolžina)
- o Tip 4: največ 2047 bitov (spremenljiva dolžina)



Slika 7: Primer uporabe SDS sporočil za avtomatsko lociranje vozil.

Za hitrejši prenos podatkov se lahko uporablja sekundarni prirejeni krmilni kanal ASCCH (*Assigned Secondary Control Channel*). Glede hitrosti prenosa SDS sporočil lahko v literaturi najdemo dva podatka: prenos sporočil v času $<0,5$ s in hitrost 4,8 kbit/s. Oba podatka se ujemata, če predpostavimo najdaljšo dolžino sporočila 2047 bitov.

Za tip 4 je na voljo poleg osnovne SDS storitve še storitev, ki vključuje dodaten sloj SDS-TL (*SDS Transport Layer*). Ta sloj je potreben za zagotavljanje medsebojne obratovnosti različnih aplikacij. SDS-TL protokol nudi naslednje storitve: točka-točka prenos sporočil, točka-več točk prenos sporočil, razpršeni prenos sporočil, potrjevanje prejema sporočil od konca do konca, potrjevanje porabe sporočila (npr. za tekstovna sporočila to pomeni, da termina pošlje potrditev porabe, ko aplikacija pokaže sporočilo) in podpora različnih aplikacijskih protokolov.

SDS storitev tipa 4 se uporablja za uporabniške aplikacije brez SDS-TL protokola, ki temelji na naslednjih protokolih:

- OATR (Over the Air Re-keying),
- enostavna tekstovna sporočila,
- enostavni GPS (Global Positioning System),
- brezžični datagramski protokol WAP (Wireless Application Protocol),
- brezžični krmilni sporočilni protokol WCMP (Wireless Control Message Protocol),
- PIN overjanje.

4.2.2 Daljinske storitve sistema TETRA

Daljinska storitev je sistemska storitev, ki jo sproži uporabnik s posredovanjem na svojem terminalu. Daljinska storitev omogoča komunikacije med uporabniki. Tovrstne

storitve obsegajo zaščiteni ali nezaščiteni individualni klic, skupinski klic, potrjeni klic in razpršeni klic.

Individualni klic

Individualni klic je klic, ki se vzpostavi med dvema uporabnikoma. Individualni klic je podoben telefonskemu klicu. Sistem TETRA omogoča vzpostavitev individualnega klica med naslednjimi pari uporabnikov:

- radijska postaja – radijska postaja
- radijska postaja – dispečer
- radijska postaja – telefonski naročnik v omrežju PSTN ali PABX
- dispečer – dispečer
- dispečer – telefonski naročnik v omrežju PSTN ali PABX

Pri izbiranju z radijsko postajo mora za izbiro številke za individualni klic obstajati možnost izbire številke iz naprej programiranega seznama, ki se nahaja v radijski postaji ali pa s pomočjo tipkovnice radijske postaje. Sistem mora imeti možnost programske omejitvi dolžine trajanja individualnega klica. Dodatno mora imeti tudi možnost prekinitve zveze zaradi neaktivnosti. Sistem mora klicanega obvestiti o identiteti klicočega.

Skupinski klic

Skupinski klic vzpostavi v omrežju komunikacijsko povezavo od enega do več uporabnikov. V skupini se lahko nahajajo radijske postaje TETRA in dispečerji. Dodatno so lahko v skupino vključene tudi konvencionalne bazne postaje. V tem primeru lahko medsebojno komunicirajo uporabniki z konvencionalnimi radijskimi postajami in uporabniki z radijskimi postajami TETRA.

Vzpostavitev skupinskega klica z bazno postajo mora biti enostavna. To pomeni, da mora uporabnik pritisniti na tipko za oddajo, počakati na znak, da je zveza vzpostavljena, in pričeti s pogovorom. Tako vzpostavljena zveza je poldupleksna – hkrati lahko govori samo en uporabnik. Vsi uporabniki iz iste skupine slišijo vse pogovore iz te skupine.

Sistem mora omogočiti prikaz identitete aktivnega uporabnika na zaslonih radijskih postaj vseh uporabnikov iz iste skupine, kot je aktivni uporabnik.

Poleg omenjenega načina za vzpostavitev skupinskega klica mora obstajati tudi možnost vzpostavitev skupinskega klica z izbiro ustrezne številke ali z izbiro iz vnaprej programiranega seznama v radijski postaji.

Sistem mora omogočiti vključitev v komunikacijo tudi tistim članom skupine, ki so pravkar vključili radijsko postajo ali pa so bili zunaj dometa sistema (late entry). Skupinski klic lahko na posamezni lokaciji zasede samo en kanal. Obstajata dve možnosti skupinskega klica:

- Skupinski klic, pri katerem je geografsko področje delovanja skupine fiksno določeno s seznamom baznih postaj (fixed area group call). Zunaj območja pokrivanja teh baznih postaj člani skupine skupinskega klica ne morejo vzpostaviti.

- Skupinski klic, kjer mora sistem omogočiti zvezo samo preko tistih baznih postaj, kjer so posamezni člani skupine trenutno registrirani (shifting area group).

Posamezni uporabnik radijske postaje lahko pripada eni ali večim skupinam. Sistem mora uporabnikom omogočiti spremljanje aktivnosti v vseh skupinah, katerim pripadajo (group scan).

Potrjen skupinski klic

Potrjen skupinski klic je podobna storitev kot skupinski klic, le da v tem primeru zahtevamo potrditev sprejema vseh klicanih naročnikov. Če vsi od klicanih uporabnikov ne potrdijo sprejema, se potrjeni skupinski klic ne vzpostavi.

Razpršeni klic

Pri razpršenem klicu se vzpostavi povezava od enega do večih oz. do skupine naročnikov. Klic se vzpostavi takoj in ga ni potrebno potrjevati ob sprejemu.

4.2.3 Dopolnilne storitve sistema TETRA

Dopolnilne storitve spreminjajo ali dopolnjujejo osnovne storitve.

Ločimo dopolnilne storitve PMR tipa ali dopolnilne storitve telefonskega tipa.

Storitve telefonskega tipa

Nekatere izmed storitev telefonskega tipa so:

- podaja klica pri različnih pogojih (call forwarding),
- izsmeritev klica (call diversion),
- zadržanje klica (call hold),
- ohranitev klica (call retention),
- zapora dohodnih in odhodnih klicev (call barring),
- čakajoči klic (call waiting),
- dokončanje klica zasedenega naročnika (call completion to busy subscriber),
- dokončanje klica, ko ni odziva (call completion on no reply).

Storitve PMR tipa

Nekatere izmed storitev PMR tipa so:

- nadzor prioritete klica (call priority control),
- zakasneni vstop (late entry),
- identifikacija govorečega udeleženca (talking party identification),
- dinamično dodeljevanje skupinskih števil (dynamic group number assignment),
- neopazno poslušanje (discrete listening), poslušanje okolice (ambience listening).

5 PRIMERJAVA SISTEMOV GSM PRO IN TETRA

Sistem GSM Pro je razširitev javnega mobilnega komunikacijskega sistema GSM v smeri zasebnih in profesionalnih radijskih sistemov.

Sistem TETRA, digitalen snopovni radijski sistem, ki je namenjen prenosu govora in podatkov, je razvil ETSI, da bi zadovoljil potrebe javnih in privatnih podjetij po varnih, spektralno učinkovitih in funkcijsko bogatih komunikacijah.

Bistvena razlika obeh sistemov je v tem, da je sistem TETRA načrtovan kot snopovni sistem, ki ekonomično in učinkovito podpira souporabo omrežja in vzpostavitev različnih navideznih omrežij. Uporabniki sodelujočih organizacij imajo zagotovljeno privatnost in varnost komuniciranja. Poudarek je na storitvah PMR tipa, medtem ko so storitve telefonskega tipa sekundarnega pomena.

Sistem GSM Pro je razširjen sistem GSM, ki ima vse značilnosti javnega telefonskega mobilnega sistema, ki so mu dodane tudi nekatere funkcionalnosti PMR sistema. Poudarek je na storitvah telefonskega tipa, medtem ko se storitve PMR tipa v precejšnji meri omogočene, vendar so podvržene določenim omejitvam, ki izvirajo predvsem iz funkcionalnosti in tehničnih značilnosti sistema GSM.

5.1 Primerjava tehničnih značilnosti

Primerjava tehničnih karakteristik obeh sistemov je podana v Tabeli 4.

| | TETRA | GSM Pro |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| čas vzpostavitve zveze | 0.3 s | nekaj sekund |
| skupinski klic | da | da (do 16 članov) |
| razdalja med nosilci | 25kHz | 200kHz |
| radijski dostop | TDMA, 4 kanali/nosilec | TDMA, 8 kanalov/nosilec |
| pretok glasu | 4.567 kbit/s | 13 kbit/s |
| relativna frekvenčna učinkovitost | 2.3 | 1.0 |
| statusna sporočila | da | da |
| kratka podatkovna sporočila | da (do 256 zlogov) | da (do 160 zlogov) |
| vodovni način prenosa podatkov | da (do 28.8 kbit/s) | da (do 9.6 kbit/s) |
| paketni način prenosa podatkov | da | ne |
| SIM | da | da |
| periferni vmesnik za podatke | da (PEI) | da |
| neposredni način | da | ne |

Tabela 4: Primerjava tehničnih značilnosti GSM pro in TETRA

Prednosti sistema TETRA z vidika tehničnih karakteristik so predvsem hitrejša vzpostavitev zveze, večja podatkovna hitrost, možnost neposrednega načina delovanja in večja varnost komuniciranja.

5.1.1 Stanje regulative za sistem GSM Pro

GSM Pro je dodatek k GSM omrežju, ki ne zahteva novega radijskega vmesnika, baznih postaj ali komutacijskih centrov, dokler je na razpolago dovolj velika kapaciteta in standardni vmesniki. GSM Pro mobilni telefoni in konzole uporabljajo standardno GSM signalizacijo za komunikacijo z uporabniki.

S postavitvijo GSM Pro sistema postane storitev dostopna povsod, kjer je zagotovljena pokritost z GSM signalom. Celoten GSM sistem je usklajen s pravilnikom o tehničnih zahtevah za mobilna celična radijska sistema GSM 900 in DCS 1800 (Uradni list RS št. 32).

Vmesnik med javnim telekomunikacijskim omrežjem in mobilnim telekomunikacijskim omrežjem PSTN-PLMN je na nivoju 2Mb/s vodov določen po G.703 protokolu.

Vmesnik med mobilnim komutacijskim centrom in kontrolerjem baznih postaj MSC-BSC je na nivoju 2Mb/s vodov po G.703 protokolu, signalizacija pa je določena z ETS 300 587 do ETS 300 591 oziroma GSM 08.01 do GSM 08.20.

Vmesnik med registrom domačih naročnikov in mobilnim komutacijskim centrom HLR-MSC je na nivoju 2Mb/s vodov po G.703 protokolu, signalizacija pa je določena z MAP V.3, ki jo definira standard ETS 300 044 oziroma GSM 09.02. Vmesnik med vozlišči je na nivoju 2Mb/s vodov po G.703 protokolu, signalizacija pa je določena z INAP CS1 protokolom.

Radiofrekvenčni pasovi za sistem GSM Pro

Na ozemlju Republike Slovenije je bila podeljena koncesija za uporabo radiofrekvenčnega spektra za storitve mobilne telefonije GSM v frekvenčnih pasovih od 890-915 in od 935-960 MHz po standardih GSM. Nacionalni operater mobilnih komunikacij Mobitel, ki ima implementiran GSM Pro sistem, ima na voljo 1/2 razpoložljivih frekvenc in sicer od kanala 63 do kanala 124. V obmejnih krajih so na razpolago naslednji kanali:

- na meji med Hrvaško in Slovenijo - dupleksni radijski kanali od kanala 100 do 119,
- na meji med Avstrijo in Slovenijo - dupleksni radijski kanali od kanala 100 do 119,
- na meji med Madžarsko in Slovenijo - dupleksni radijski kanali od kanala 87 do 106,
- na meji med Italijo in Slovenijo - 1/2 še nedogovorjenih dupleksnih radijskih kanalov,
- na tromeji Avstrije, Madžarske in Slovenije - dupleksni radijski kanali od kanala 94 do 106,
- na tromeji, Hrvaške, Madžarske in Slovenije - dupleksni radijski kanali od kanala 94 do 106.

V 900MHz frekvenčnem pasu je spekter močno onesnažen, kar vpliva na kvaliteto GSM storitev. Probleme predstavljajo:

- nelegalne radijske postaje v frekvenčnem pasu 902,5 do 915 MHz,
- WLAN naprave v SS tehnologiji če so v bližini bazne postaje,

- neatestirani brezvrvični telefoni v frekvenčnem pasu 904-905 MHz,
- brezžične kamere, brezžične slušalke in podobno,

GSM blokirne naprave, ki z oddajanjem motilnega signala na 900 MHz območju blokirajo sprejem BCCH signalov.

5.1.2 Stanje regulative za sistem TETRA

Standardizacija sistema TETRA je skoraj zaključena.

Celotni standard TETRA sestavlja 5 nizov. Prvi trije nizi standardizirajo tri osnovne načine delovanja:

- ETS 300 392 - TETRA govor in podatki (V+D),
- ETS 300 396 - TETRA neposredni način delovanja (DMO),
- ETS 300 393 - TETRA paketno optimirani podatki (PDO).

Ostala dva niza specificirata govorni kodek in testiranje skladnosti:

- ETS 300 395 - TETRA Codec
- ETS 300 394 - TETRA Conformance Testing.

V končni fazi usklajevanja so standardi za periferni podatkovni vmesnik PEI in za medsystemski vmesnik ISI. V pripravi so tudi standardi vmesnikov za povezavo z javnim telefonskim omrežjem PSTN ter z lokalnim in izdvojenim dispečerjem.

Radiofrekvenčni pasovi za sistem TETRA

Evropska konferenca evropskih uprav za pošto in telekomunikacije CEPT je določila za sistem TETRA štiri radiofrekvenčne pasove:

- 410 - 430 MHz in 870 - 876/915 - 912 MHz kot prednostna pasova in
- 450 - 470 MHz in 385 - 390/395 - 399,9 MHz kot dodatna pasova.

V Sloveniji je v pripravi Uredba o podelitvi koncesij za uporabo radiofrekvenčnega spektra za opravljanje storitev TETRA za frekvenčni pas 410-430 MHz, ki je deloma zaseden z NMT sistemom in sicer na območju 411,675-415,850 MHz.

V zvezi s frekvenčnim območjem 410-430 MHz je potrebno opozoriti še na problem, ki nastopa na mejnih območjih. Slovenska in hrvaška Uprava za telekomunikacije sta namreč v času dodeljevanja NMT frekvenc sklenili z ostalimi upravami sosednjih držav sporazum tako, da sta na mejnih območjih prepustili uporabo ne-NMT frekvenc sosednjim državam zato, da sta lahko zadržali čim več frekvenc v NMT pasu. Problem dodeljevanja frekvenc na obmejnih območjih se rešuje v evropskem merilu. CEPT predvideva v ta namen meddržavni sporazum, po katerem bi vsaki državi v vsakem pasu pripadala ena četrtnina frekvenčnega pasu, ki je na razpolago.

5.2 Govorne in podatkovne storitve

Sistema TETRA in GSM Pro podpirata govorne in podatkovne storitve, hkrati pa omogočata tako storitve telefonskega tipa, kot tudi storitve tipa PMR.

V splošnem delimo storitve na nosilne, daljinske in dopolnilne storitve.

5.2.1 Pregled storitev v TETRA sistemu

Sistem TETRA podpira govorne ter vodovno in paketno komutirane podatkovne storitve različnih hitrosti.

Nosilne storitve

Med nosilne storitve uvrščamo:

- vodovno komutirane podatkovne (*circuit mode data*) storitve, kjer je podatkovna hitrost obratno sorazmerna stopnji zaščite podatkov,
- paketno komutirane podatkovne (*packet mode data*) storitve, ki se delijo na povezavno in nepovezavno orientirane,
- kratke podatkovne (*short data*) storitve, ki so namenjene izmenjavi kratkih uporabnikovih sporočil ali pa vnaprej določenih statusnih sporočil.

Daljinske storitve

Daljinske storitve obsegajo:

- individualni klic (zaščiteni ali nezaščiteni), ki ga lahko vzpostavimo med naslednjimi pari uporabnikov:
 - radijska postaja - radijska postaja,
 - radijska postaja - dispečer,
 - radijska postaja - telefonski naročnik v omrežju PSTN ali PABX,
 - dispečer - dispečer,
 - dispečer - telefonski naročnik v omrežju PSTN ali PABX.
- skupinski klic, ki vzpostavi v omrežju komunikacijsko povezavo od enega do večih uporabnikov,
- potrjen skupinski klic, ki je podobna storitev kot skupinski klic, le da v tem primeru zahtevamo potrditev sprejema vseh klicanih naročnikov,
- razpršeni klic, kjer se vzpostavi povezava od enega do večih oziroma do skupine naročnikov.

Dopolnilne storitve

Dopolnilne storitve spreminjajo ali dopolnjujejo osnovne storitve.

Ločimo:

- storitve telefonskega tipa so:
 - podaja klica pri različnih pogojih (call forwarding),
 - izsmeritev klica (call diversion),

- zadržanje klica (call hold),
 - ohranitev klica (call retention),
 - zapora dohodnih in odhodnih klicev (call barring),
 - čakajoči klic (call waiting),
 - dokončanje klica zasedenega naročnika (call completion to busy subscriber),
 - dokončanje klica, ko ni odziva (call completion on no reply).
- storitve PMR tipa:
 - nadzor prioritete klica (call priority control),
 - zakasneni vstop (late entry),
 - identifikacija govorečega udeleženca (talking party identification),
 - dinamično dodeljevanje skupinskih števil (dynamic group number assignment),
 - neopazno poslušanje (discrete listening),
 - poslušanje okolice (ambience listening).

5.2.2 Pregled storitev v GSM Pro sistemu

Storitve, ki so dostopne v GSM Pro sistemu so:

Daljinske storitve

- govorna telefonija,
- klic v sili 112,
- storitev prenosa kratkih sporočil (SMS),
- prenos faksimilnih sporočil z dodatno številko.

Nosilne storitve

- prenos podatkov z dodatno številko,
- prenos podatkov brez dodatne številke,
- hitrejši prenos podatkov (HSCSD).

Dodatne storitve

Dodatne storitve so podobne tistim v sistemu GSM. Te pa so: preusmeritev klica, zapora za klice, čakajoči klic, zadržanje zveze, konferenčna zveza (MPTY), prikaz identitete klicočega (CLIP), omejevanje identitete klicočega (CLIR), omejevanje klicočega po izbiri (SOCLIR), prenos kratkih sporočil (SMS), telefonski predal (VMS), predal za faksimilna sporočila (FMS), storitev ALS; dve številki - ena SIM kartica, omejevanje identifikacije klicočega po izbiri (SOCLIR), prenos faksimilnih sporočil, SMS info, GSM M@il, WAP, USSD, dostop do interneta, drugo mnenje, mobil link, najem GSM aparatov z ali brez SIM kartice.

5.3 Stanje tehnologije in razpoložljivost obeh sistemov

Oba sistema sta razvita do take mere, da je možna njihova komercialna uporaba. Najmočnejša proizvajalca sistemov TETRA sta Motorola in Nokia, medtem ko je sistem GSM Pro razvil švedski Ericsson.

Uporabnikov sistema GSM Pro je bilo še pred kratkim relativno malo, nekaj več kot 5000. Za primerjavo naj samo povem, da je bilo v istem obdobju uporabnikov sistema GSM že več kot 300 milijonov.

Registriranih uporabnikov sistema TETRA je bilo sedmimi leti okoli 33.870. Za leto 2001 je bilo napovedanih preko 1 milijon uporabnikov, vendar točne številke žal nisem zasledil.

Po nekaterih predvidevanjih naj bi celotno PMR tržišče v Evropi naraslo od današnjih 8 milijonov na 10 milijonov v letu 2008.

6 ZAKLJUČEK

Če se na koncu odločimo, kateri sistem primernejši za reševanje komunikacijskih potreb profesionalnih mobilnih uporabnikov, se tehnica bolj nagiba k sistemu TETRA.

Podrobnejša analiza uporabnosti in tehničnih značilnosti GSM Pro sistema je poleg nekaterih prednosti, pokazala tudi slabosti tega sistema. Če sta glavni prednosti GSM Pro sistema enostavna implementacija in široka pokritost, ki jo omogoča obstoječe GSM omrežje, ne smemo spregledati nekaterih slabosti, ki so v glavnem posledica obstoječega GSM standarda, zgrajenega predvsem za potrebe mobilnega uporabnika javne telefonije.

V GSM Pro sistemu je skupinski klic omejen, čas vzpostavitve zveze predolg, nujnega klica ni mogoče vzpostaviti, če so vsi kanali zasedeni. Varnost in zanesljivost komunikacije prav tako ne zadovoljujeta potreb zahtevnejših profesionalnih mobilnih uporabnikov. Dodatna slabost je tudi nizko število potencialnih uporabnikov sistema in morda dejstvo, da je edini proizvajalec GSM Pro sistema švedski Ericsson.

Predvsem se je potrebno zavedati, da je trg profesionalnih mobilnih sistemov le skromen odstotek trga javnih mobilnih sistemov in da proizvajalci opreme nimajo dovolj sredstev, da bi si lahko dovolili vzporedni razvoj na več področjih.

Na koncu lahko rečem, da je in tudi bo zmagovalec bitke a področju trga profesionalnih mobilnih uporabnikov sistem TETRA, ki je dobil nov zagon tako na področju komercialne uporabe kot tudi na področju uporabe za potrebe vladnih služb, vojske, policije in ekip za nujno ukrepanje.

7 REFERENCE

- [1] P. Wong, D. Britland, "Mobile data communications systems", Atrech House, 1995
- [2] J. Dunlop, "Digital Mobile Communications and the TETRA system", Univ. of Stratch., 1999
- [3] ITU-T priporočila in standardi ETSI
- [4] <http://www.ericsson.com/>
- [5] <http://www.tetramou.com/>
- [6] <http://www.tetrascanner.com/>
- [7] <http://www.etsi.org/>