



## **Rádiové komunikace**

TEXT PRO POSLUCHAČE ZDRAVOTNICKÝCH OBORŮ

BÖHM Karel

**Praha 2015**

Vysokoškolská skripta - text k předmětu Technika v přednemocniční neodkladné péči

© Karel Böhm

Vydavatel: VŠZ, o. p. s., Duškova 7, Praha 5

S. 18

ISBN 978-80-905728-4-3

# Obsah

1	Rádiové komunikace .....	1-4
1.1	Analogové PMR systémy .....	1-4
1.2	Digitální PMR systémy .....	1-5
1.3	PROJEKT 25.....	1-5
1.4	IDRA (Integrated dispatch radio system) .....	1-5
1.5	TETRAPOL .....	1-5
1.6	TETRA (Terrestrial Trunked Radio) .....	1-6
1.7	EDACS (Enhanced digital access communications system) .....	1-6
1.8	Poměr využití digitálních systémů ve světě .....	1-6
1.9	Poměr využití digitálních systémů v Evropě .....	1-6
1.10	Terminály používané v systému TETRAPOL.....	1-8
1.11	Uživatelé systému TETRAPOL.....	1-12
1.11.1	Tabulka č. 1 Uživatelé systému TETRAPOL – bezpečnostní a záchranné sbory.....	1-12
2	Systém TETRA.....	2-13
2.1	Terminály používané v systému TETRA .....	2-14
2.2	EADS .....	2-16
2.3	Uživatelé systému TETRA .....	2-16

# 1 Rádiové komunikace

Rádiová komunikace je přenos informací pomocí elektromagnetického vlnění. Protože se rádiové vlny šíří prostorem bez umělého vedení, využívá se toto spojení především pro přenos informací mezi pohyblivými objekty nebo mezi pohyblivým a pevným objektem. Praktické využití rádiových komunikací začíná mezi 1. a 2. světovou válkou. Radiostanice, tak jako většinu nových technologií, využívala nejdříve armáda. Později se rozšířily mezi další organizace, které využívaly mobilní komunikace, jako je námořní, letecká nebo pozemní doprava, policejní a hasičské sbory, zdravotnické služby, stavebnictví a další. Radiostanice se časem stávaly stále dostupnější. Kromě armády a organizací radiostanice používají také radioamatéři a zájemci z řad laické veřejnosti. Postupem doby se vyčlenila jedna z oblastí radiokomunikací označovaná jako PMR (Professional Mobile Radio). Radiostanice z této oblasti slouží k profesionálním účelům organizací. Současné PMR systémy lze rozdělit na dvě hlavní skupiny:

analogové systémy

digitální systémy.

## 1.1 Analogové PMR systémy

Analogové systémy jsou ve světě značně rozšířené. Mohou to být jednoduché sítě, sítě využívající jeden nebo více převáděčů nebo pokročilejší trunkové sítě, jejichž podstatou je dynamické přidělování volných kanálů pro požadované spojení.

Významným standardem trunkových sítí v evropských zemích je britský MPT1327. Infrastruktura i koncová zařízení trunkových sítí jsou dražší než u sítí na pevných kmitočtech, ale je zde efektivněji využito kmitočtové pásmo a síť tak může využívat větší množství účastníků. Díky přijatému standardu se na výrobě a vývoji mohou podílet různí výrobci. Mohou tak produkovat větší série svých výrobků a tím snížit náklady na přijatelnou úroveň.

Jejich výhodou jsou, ve srovnání s digitálními systémy, jednodušší a levnější radiostanice a především mnohem jednodušší infrastruktura. Protože se tyto systémy využívají již od druhé poloviny 19. století, jsou v současné době velmi propracované a značně spolehlivé.

## **1.2 Digitální PMR systémy**

Digitální systémy se začaly vyvíjet přibližně od 80. let 19. století. Rozvoj ve všech oblastech světového hospodářství vedl ke stále větší poptávce po mobilních komunikacích. Z důvodu omezené kapacity analogových radiových systémů začaly vznikat rádiové systémy využívající digitální modulace. Jejich výhodami jsou efektivnější využití kmitočtového pásma, lepší odolnost vůči rušení, možnost šifrování, možnost dalšího zpracování digitálního signálu a jiné pokročilé funkce.

Mezi nejvýznamnější digitální systémy ve světě patří:

## **1.3 PROJEKT 25**

Projekt 25, označován také **P25** nebo **APCO 25**, je celosvětově velmi rozšířený standard pro digitální rádiové sítě. Byl vyvíjen v USA od roku 1989. Vývoj standardu byl dokončen v roce 1995. Sítě standardu P25 byly instalovány nejprve v Severní Americe a byly využívány bezpečnostními sbory a vládními organizacemi. Později byly rozšířeny po celém světě. V tomto systému je velmi zdravé konkurenční prostředí. V roce 2001 se podílelo na výrobě komponentů tohoto systému 48 výrobců.

## **1.4 IDRA (Integrated dispatch radio system)**

Tento systém využívají jak bezpečnostní sbory, tak i uživatelé z obchodních a výrobních organizací v Japonsku. První verze japonského digitálního standardu byla dokončena v roce

199  
3.

**DIMRS** (Digital integrated mobile radio system)

Systém DIMRS, známý také jako **IDEN** (integrated Dispatch Enhanced Network), je velmi podobný japonskému systému IDRA. Je využíván především v Kanadě a v Severní Americe.

## **1.5 TETRAPOL**

Tetrapol je plně digitální rádiový systém, který byl vyvíjen francouzskou firmou Matra Communications především pro bezpečnostní sbory. Prvním uživatelem tohoto systému bylo francouzské četnictvo v síti RUBIS. Počátky využití se datují již od roku 1987. V současné době je hlavním výrobcem firma EADS Defence & Security.

## **1.6 TETRA (Terrestrial Trunked Radio)**

Tento digitální systém byl vyvíjen od roku 1989 zejména pro uživatele z řad hasičů, policie, zdravotních služeb, armády, dopravních podniků a výrobních podniků. Evropským telekomunikačním institutem pro normalizaci ETSI byl uznán jako komunikační standard v roce 1995. První sítě, založené na standardu Tetra, byly uvedeny do provozu v roce 1997. V současné době jsou sítě TETRA široce rozmístěny v Evropě, na Dálném a Středním východě, v Africe, Jižní Americe a také v Číně.

## **1.7 EDACS (Enhanced digital access communications system)**

EDACS je moderní trunkový radiokomunikační systém. Vývoj norem pro systém EDACS provádí mezinárodně uznávaná normalizační organizace TIA (Telecommunications Industry Association). Zařízení založená na této technologii jsou určena pro bezpečnostní sbory, obchodní a výrobní organizace.

**FHMA** (Frequency hopping multiple access system)

Systém FHMA byl vyvinut v Izraeli především pro komerční uživatele.

Toto samozřejmě není úplný výčet všech digitálních systémů. Tak, jak se vyvíjejí nové technologie a rostou požadavky potenciálních uživatelů, vznikají i další digitální rádiové systémy.

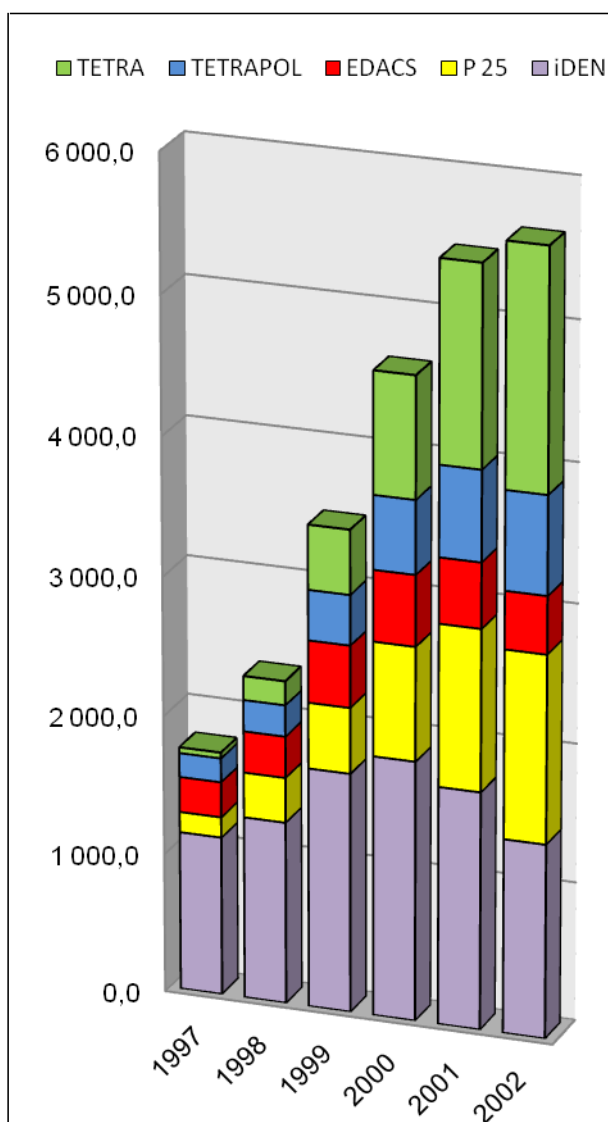
## **1.8 Poměr využití digitálních systémů ve světě**

Jak je uvedeno v předchozí části, existuje ve světě mnoho digitálních systémů a další se vyvíjejí. Na grafech č. 1 a 2 je znázorněn světový obchod s infrastrukturou a s terminály nejvýznamnějších digitálních systémů ve světě. Z grafů je patrné, že nejrozšířenější systémy jsou DIMRS (iDEN) a Projekt 25. Při pohledu na graf č. 1 je ale patrné, že nejdynamičtěji se rozvíjí infrastruktura systému TETRA.

## **1.9 Poměr využití digitálních systémů v Evropě**

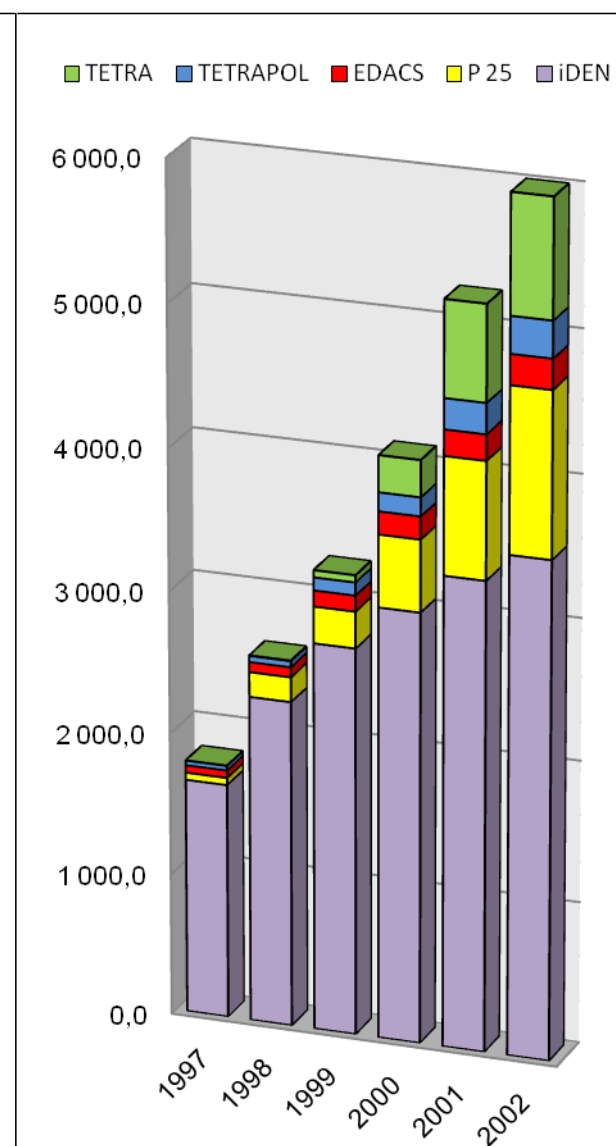
V Evropě je poměr využití digitálních systémů odlišný od situace ve světě. Z grafu č. 3 je patrné, jak dynamicky se na tomto kontinentu rozvíjí systém TETRA. Využití systému TETRAPOL neustále klesá. I přes tento trend se ve světě instalují nové sítě, založené na této technologii. Příkladem je například Lichtenštejnsko nebo Brazílie. Výstavba jejich sítí začala v roce 2004, respektive 2005. Pověsti o ukončení provozu sítí, postavených na standardu TETRAPOL vyvrací jejich výrobce, společnost EADS Defence & Security.

Graf č. 1 – Porovnání objemu světového obchodu s infrastrukturou v milionech USD



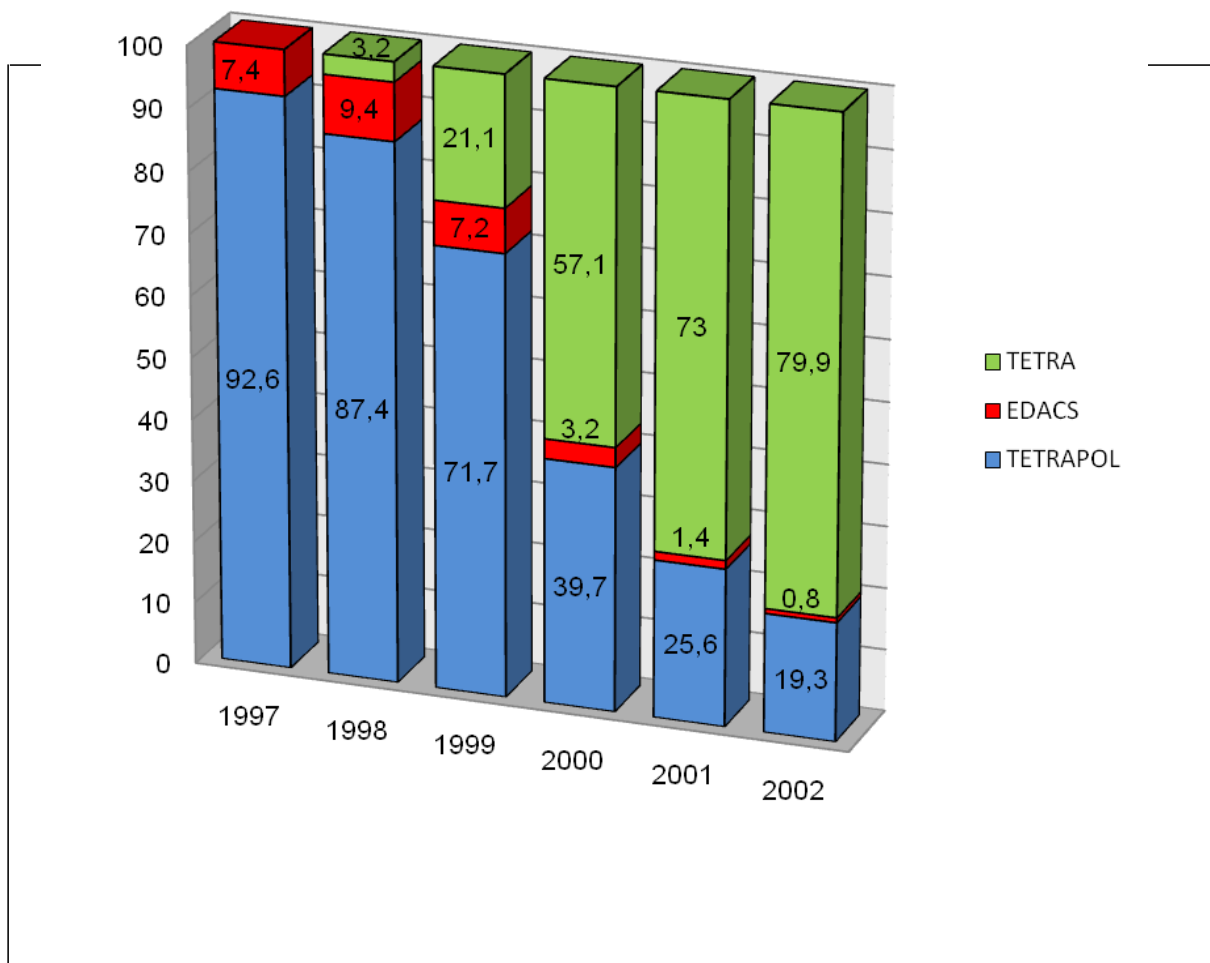
Systém	1997	1998	1999	2000	2001	2002
TETRA	0	3	50	257	677	1053
TETRAPOL	33	44	91	132	216	260
EDACS	53	70	112	160	182	214
P 25	51	175	258	508	829	1168
iDEN	1655	2301	2734	3041	3318	3518

Graf č. 2 – Porovnání objemu světového obchodu s terminály v milionech USD



Systém	1997	1998	1999	2000	2001	2002
TETRA	0	3	50	257	677	1053
TETRAPOL	33	44	91	132	216	260
EDACS	53	70	112	160	182	214
P 25	51	175	258	508	829	1168
iDEN	1655	2301	2734	3041	3318	3518

Graf č. 3 – Poměr využití digitálních systémů používaných v Evropě v %



### 1.10 Terminály používané v systému TETRAPOL

Terminály, používané v systému, dělíme na přenosné, vozidlové a základnové. Přenosné terminály jsou malých rozměrů a hmotnosti, používají pro napájení akumulátory a mají anténu umístěnou na těle radiostanice. Tyto terminály mají menší vysílací výkon. Vozidlové terminály jsou větší, k napájení je využita palubní elektrická síť automobilu. Anténa je umístěna na karosérii automobilu. Výkon je větší než u přenosných terminálů. Základnové terminály dělíme na dva základní typy – rádiově připojené a linkové. Rádiově připojené terminály jsou napájeny z elektrické sítě a jsou doplněny akumulátorem. Antény jsou umístěny na budovách, obvykle na stožárech. Výkon je stejný jako u vozidlových terminálů. Linkové terminály jsou připojeny přímo na infrastrukturu systému. K jejich ovládání se používají externí aplikace.





Obr. 2 Přenosný terminál G1



Obr. 3 Ovládací skříňka vozidlového terminálu

V systému TETRAPOL se v současné době začíná používat již třetí generace terminálů. Přenosné terminály první generace jsou robustní, mají větší rozměry a hmotnost. V terminálu lze využít 6 pamětí pro uložení komunikací. Terminál je vybaven displejem a tlačítkovou klávesnicí. V horní části terminálu je systémový konektor, který umožňuje připojení příslušenství (externí mikrofon, náhlavní souprava, datový kabel, apod.) a slouží také k programování terminálu.

Vozidlový terminál je složen ze dvou hlavních částí – ovládací skříňky a radiobloku, jsou propojeny kabelem. Ovládací skříňka je vybavena, tak jako u přenosného terminálu, displejem a tlačítkovou klávesnicí. Paměťovým voličem můžeme vybírat jednu z 99 uložených komunikací. Starší vozidlové terminály používaly místo ovládací skříňky mikrotelefon.



Obr. 4 Radioblok



Obr. 5 Mikrotelefon

Přenosné terminály druhé generace jsou označeny SMART, EASY+ a EASY. Mají stejnou konstrukci a liší se pouze v ovládání. SMART má displej a plnou tlačítkovou klávesnici, EASY+ má také displej, ale zmenšenou tlačítkovou klávesnici a terminál EASY nemá ani displej ani klávesnici. V paměti SMARTu a EASY+ může být uloženo 99 komunikací, v paměti EASY může být maximálně 15 komunikací. S přenosnými terminály je možné využívat adaptér, který zvyšuje výkon přenosného terminálu, dobíjí baterii a usnadňuje ovládání přenosného terminálu ve vozidle.



Obr. 6 SMART, EASY+ a EASY



Obr. 7 Baterie s indikátorem

Vozidlové terminály druhé generace, označené jako WIDE BAND se od generace první liší pouze softwarem.

Společným znakem terminálů třetí generace je barevný displej. Displej je dobře podsvícený a Disponují pamětí pro 400 komunikací. Tyto terminály mají bohužel rozdílný konektor pro připojení příslušenství kabelem. Terminál TPH700 je vybaven velmi praktickým multifunkčním ovladačem. Tímto ovladačem lze měnit hlasitost a volit komunikace z paměti. Terminál rovněž umožňuje rychlý

přístup k naprogramovaným službám pomocí dlouhého stisku numerických tlačítek – tzv. klávesové zkratky. Pomocí klávesových zkratk se mohou velmi snadno odesílat například předdefinované krátké textové zprávy - statusy. Přenosné terminály jsou dodávány s Li-Ion bateriemi, které umožňují delší provoz terminálů.

Vozidlový terminál TPM700 je vyráběn od roku 2008. Radioblok má stejné rozměry a tvar jako u starších vozidlových terminálů. Na první pohled je patrná jeho příbuznost s terminálem TPH700. U vozidlového terminálu se však multifunkčním ovladačem terminál pouze zapíná a lze jím měnit hlasitost.



Obr. 8 TPH600 a TPH700

Obr. 9 TPM700

Základnové terminály připojené radiově mají stejnou ovládací skříňku jako vozidlové terminály 1. a 2. generace. Liší se pouze stolním mikrofonem. Radioblok je umístěn ve skříni se síťovým zdrojem.

Linkové terminály jsou umístěny v rackové skříni a jsou připojeny kabelovou linkou X25 k hlavní nebo vedlejší rádiové ústředně. Terminály jsou ovládány z aplikací, které dodávají různí výrobci.

## 1.11 Uživatelé systému TETRAPOL

Současný výrobce, francouzská společnost EADS DEFENCE & SCURITY, uvádí k roku 2009 následující údaje o využití technologie TETRAPOL:

91 sítí

35 zemí

1 850 000 uživatelů

1 700 000 km<sup>2</sup> pokrytého území

V tabulce č. 1 jsou uvedeni uživatelé technologie TETRAPOL z řad bezpečnostních a záchranných sborů.

### 1.11.1 Tabulka č. 1 Uživatelé systému TETRAPOL – bezpečnostní a záchranné sbory

Název sítě	Uživatel	Země	Pokrytí	Rok začátku výstavby
Saudi Arabia Network	Confidential	Saudská Arábie	místní	2001
Security Network	Confidential	Kazachstán	národní	2000
Police forces, emergency services, fire brigades	Confidential	Singapur	národní	1999
Police Network	Bangkok Royal Police	Thajsko	místní	1997
N/A	Družba Gomel Gazoduc	Bělorusko	místní	2003
PEGAS	Ministry of The Interior	Česká republika	národní	1994
ACROPOL/ANTARES Network	Ministry of The Interior	Francie	národní	1993
RUBIS	Ministry of Defense - French Gendarmerie	Francie	národní	1994
N/A	EADS Manufacturing Plant	Německo	místní	2003
Extension of the POLYCOM network	Liechtenstein	Lichtenštejnsko	národní	2004
PHOENIX	Ministry of The Interior	Rumunsko	národní	1998
Slovak Network	Ministry of The Interior	Slovensko	národní	1997
SIRDEE	National Police and Guardia Civil	Španělsko	národní	2000
NEXUS	Generalitat de Catalonia	Španělsko	místní	1994
POLYCOM	UOR Polycom	Švýcarsko	národní	2000

Proamatec	Federal Police Forces	Brazílie	multi regionální	2005
Mexico City	Ministry of The Interior	Mexiko	místní	1999
National Police Network	Mexican Government	Mexiko	národní	1999

## 2 Systém TETRA

### Historie

Evropský telekomunikační institut pro normalizaci ETSI počátkem 90. let minulého století popsal standard pro Evropský digitální rádiový systém. Původní název projektu MDTRS (Mobile Digital Trunked Radio System) byl v roce 1991 změněn na Trans-European Trunked Radio (TETRA). Význam akronymu TETRA byl později upraven na dnes známý Terrestrial Trunked Radio, tedy pozemní trunkové radiostanice.

Tento systém měl být orientován především na PAMR (Public Access Mobile Radio) - veřejně přístupný mobilní rádiový systém. Teprve později, v roce 1993, se systém TETRA orientuje také na bezpečnostní a záchranné sbory. Pro sbory v Schengenském prostoru bylo vyhrazeno evropské harmonizované kmitočtové pásmo 380 – 400 MHz. Díky schválenému standardu není tento systém vázán na jednoho výrobce, ale na vývoji a výrobě komponentů se podílí více výrobců, např. EADS, Motorola, Nokia, Rohde & Schwarz, Sepura, Siemens, Simoco, Teltronic, Thales a mnohé další. V současné době to je více než 27 výrobců základních částí sítí a více než 24 výrobců koncových zařízení (terminálů) a dalších komponentů sítí.

V prosinci 1994 vzniklo sdružení TETRA Association Memorandum of Understanding (TETRA MoU). Je to fórum, které jedná jménem všech zúčastněných stran, zastupuje výrobce, operátory sítí, poskytovatele aplikací, zkušební ústavy a telekomunikační agentury. Toto sdružení je společnost s ručením omezeným a je registrováno ve Velké Británii. Cílem sdružení je výměna informací a podpora rozvoje sítí TETRA po celém světě. V současné době je členem sdružení asi 150 organizací.

Rádiový systém TETRA nyní využívají jak bezpečnostní a záchranné sbory, vládní organizace a armáda, tak i obchodní a výrobní organizace a rovněž operátoři PAMR.

## 2.1 Terminály používané v systému TETRA

Protože existuje mnoho výrobců terminálů TETRA, není možné v této práci uvést všechny. Proto se soustředím pouze na několik nejvýznamnějších výrobců a v následující části uvedu vybrané vzorky z jejich produkce.

### MOTOROLA

Z mnoha terminálů výrobce Motorola uvádím čtyři vybrané typy – MTH650, MTH800, MTP850 a MTM800.

Přenosný terminál MTH650 je velmi spolehlivá a jednoduchá radiostanice, určená k profesionálnímu použití. Má černobílý displej a tlačítkovou klávesnici.

Přenosný terminál MTH800 navazuje na předchozí popisovaný terminál. Je však vybaven barevným displejem. Součástí terminálu je přijímač GPS.

Přenosný terminál MTP850 je robustní terminál s barevným displejem a tlačítkovou klávesnicí. Konstrukce terminálu splňuje vojenský standard MIL-STD 810 a má krytí IP54. Kromě mnoha hlasových a datových funkcí je terminál také vybaven přijímačem GPS. Tento terminál je možné programovat přes standardní rozhraní USB.

Zajímavostí všech těchto terminálů je možnost vibračního upozorňování na příchozí komunikace.

Vozidlový terminál MTM800 je vybaven černobílým displejem a tlačítkovou klávesnicí. Je určen do obtížného prostředí, také například k instalaci do motocyklu a splňuje normy krytí IP54 a IP57 [7].



Obr. 12 MOTOROLA MTH650



Obr. 13 MOTOROLA MTH800



Obr. 14 MOTOROLA MTP850



Obr. 15 MOTOROLA MTM800

## 2.2 SEPURA

Společnost Sepura nabízí mimo jiné přenosné terminály SRH3800 a STP8000.

Terminál SRH3800 s barevným displejem je vybaven přijímačem GPS. Krytí terminálu je IP54.

Terminál STP8000 byl navržen pro náročné provozní prostředí. Krytí odpovídá standardu IP55. Je to asi nejlépe vybavený terminál systému TETRA. Má velký barevný displej s vysokým rozlišením. V terminálu je implementováno rozhraní Bluetooth. Praktickým prvkem je otočný navigační volič, který umožňuje výběr komunikace nebo listování v předdefinovaných krátkých textových zprávách. Praktickým prvkem je modrá LED dioda v horní části terminálu, která indikuje nepřijaté hovory nebo nepřčtené zprávy. Terminál umožňuje použití až 4 GB paměťové karty micro SD pro uložení dokumentů nebo aplikací. Součástí terminálu je také přijímač GPS. V přímém režimu je možné použít implementovaný DMO opakovač, který prodlouží dosah terminálů na kanálech DMO [9].



Obr. 16 SEPURA SRH3800



Obr. 17 SEPURA STP8000

## 2.3 EADS

Příkladem přenosného terminálu společnosti EADS je THR880i Ex, jehož zvláštností je možnost použití také ve výbušném prostředí. Terminál splňuje specifikaci ATEX II 2G Ex ib IIC T4. Terminál je vybaven barevným displejem a alfanumerickou klávesnicí. Nechybí ani přijímač GPS. Příkladem vozidlového terminálu je TMR880i. Displej terminálu je barevný. Ve výbavě opět nechybí přijímač GPS [8].



Obr. 18 EADS THR880i Ex



Obr. 19 EADS TMR880i

## 2.4 Uživatelé systému TETRA

Ve světě bylo uzavřeno celkem 2 232 smluv ve 105 zemích na dodávky technologie TETRA (údaj ze 3. čtvrtletí 2008).

V tabulce č. 3 jsou uvedeni uživatelé technologie TETRA z řad bezpečnostních a záchranných sborů.

Tabulka č. 3 Uživatelé systému TETRA – bezpečnostní a záchranné sbory

Název sítě	Rok rozhodnutí	Země	Výrobce	Počet BS
Digital BOS Austria	2004	Rakousko	Motorola	200
Bahrain Police	2002	Bahrajn	Nokia	3
Tianjin Public Security	2003	Čína	Nokia	5
MUPNET BOS-Net	2000	Chorvatsko	Motorola	70
Athens Olympics 2004	2003	Řecko	Motorola	



Chaos m(e) S. A.	2000	Řecko	Nokia	5
Tehran Police	2004	Írán	OTE	
Arma dei Carabinieri	1999	Itálie	Nokia	90
Seoul Metropolitan Police Authority	2001	Korea	Simoco	18
Incheon Metropolitan Police Agency (IMPA)	2004	Korea	Teltronic	11
Malta Civil Protection Force	2000	Malta	OTE	4
C2000	1999	Nizozemsko	Motorola	300
Rorto Police	1999	Portugalsko	OTE	10
Saudi Border Guards	2001	Saudská Arábie	Simoco	5
Serbia	2005	Srbsko	Motorola	
Basque Police	1999	Španělsko	Motorola	34
City of Gijon	2001	Španělsko	Simoco	4
City of Murcia Trial	2001	Španělsko	Simoco	3
Local Authorities of Córdoba	2004	Španělsko	Teltronic	
Coast Guard Administration	2002	Taiwan	Nokia	5
Coimbra	1999	Portugalsko	Simoco	2
Well. COM Burgenland	1998	Austrálie	Nokia	8
Special State Protection Service Azerbaijan	2004	Ázerbájdžán	Motorola	
ASTRID	1998	Belgie	Nokia	980
Border Bulgaria	2002	Bulharsko	Nokia	5
Shanghai Public Security Bureau	2002	Čína	Motorola	5
VIRVE	1997	Finsko	Nokia	1100
2000 Digitalfunk Pilot Aachen	2001	Německo	Motorola	12
BOS Niedersachsen	2001	Německo	R&S	2
Gibtel	1999	Gibraltar	Simoco	4
HK Marine Police	1999	Hongkong	Nokia	38
African Games 2003	2003	Nigérie	Motorola	2
Pilot Trondheim	2000	Norsko	Nokia	23
Warsaw police	2001	Polsko	Motorola	12
AGORA Catalonian Fire Brigade	1999	Španělsko	Nokia	12
World Police & Fire Games '99	1999	Švédsko	Motorola	1
United Nationd FALD	2001	Timor	Simoco	1
Isle of Man	2003	Velká Británie	Motorola	
UK-BT Airwave PSRCP	1999	Velká Británie	Motorola	3000
Jersey Police	1999	Velká Británie	Motorola	5
West Midlands Ambulance	1999	Velká Británie	Simoco	6
Azerbaijan SSPR	2004	Ázerbájdžán	Motorola	

HK Fire Department	2001	Hongkong	Nokia	10
TNet e. h. f.	1999	Island	Nokia	13
GARDA Ireland	2001	Irsko	Nokia	18
Korea National Police	2000	Korea	Motorola	15
MOL Kuwait	2004	Kuvajt	Nokia	
Lima Police	2000	Peru	Simoco	5

Telefonica Moviles Espana	2000	Španělsko	Motorola	15
Canary Islands	2001	Španělsko	Nokia	5
RAKEL	2004	Švédsko	Nokia	
MOI Venezuela	2004	Venezuela	Teltronic	17
ADONIS	2002	Rakousko	Siemens/ R&S	
TNet e. h. f.	1999	Island	Motorola	0
New Zealand Police	1999	Nový Zéland	Simoco	0
CADCOM Western Australia Police	2000	Austrálie	Simoco	4
RadioTel trial	1999	Rusko	Motorola	1
Dubai Police	2001	Spojené Arabské Emiráty	Nokia	9
Gotland Pilot	1999	Švédsko	Simoco	2