

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

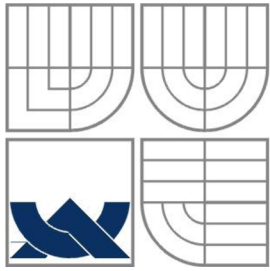
**ZOBRAZOVÁNÍ TMC UDÁLOSTÍ NA PDA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

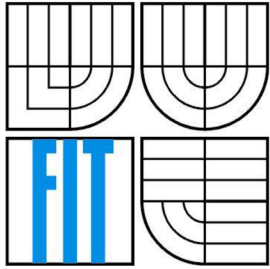
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Štefan Bukovina**

BRNO 2009



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

## **ZOBRAZOVÁNÍ TMC UDÁLOSTÍ NA PDA**

TMC DISPLAYING ON PDA

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Štefan Bukovina**

**VEDOUČÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Doc. Dr. Ing. Petr Hanáček**

BRNO 2009

## **Abstrakt**

Táto práca sa zaoberá spracovaním RDS-TMC udalostí v zariadeniach s obmedzenými možnosťami. Popisuje vývoj systému RDS-TMC počas rokov, kódovanie informácií pomocou protokolu ALERT-C a rozoberá návrh aplikácie. Implementácia popisuje spôsoby použité na dosiahnutie požadovaného výsledku. V závere sa nachádzajú testy.

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with processing RDS-TMC events on devices with limited computing capacity. It describes development of RDS-TMC during past years, coding of information using ALERT-C protocol and analyzes concept of application. Implementation defines methods used to achieve desired goal. Experience gained can be found in the enclosure.

## **Klíčová slova**

RDS-TMC, ALERT-C, udalosť, tabuľka udalostí, lokačná tabuľka

## **Keywords**

RDS-TMC, ALERT-C, event, event table, location table

## **Citace**

Bukovina Štefan: Zobrazování TMC událostí na PDA, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2009



# Název bakalářské práce v jazyce práce

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Doc. Dr. Ing. Petra Hanáčka. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....  
Jméno Příjmení (Štefan Bukovina)  
Datum (27.5.2009)

## Poděkování

Ďakujem svojmu vedúcemu za možnosť pracovať na takomto zaujímavom projekte a všetkým, ktorí ma podporovali.

© Štefan Bukovina, 2009.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů..*

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	História a vývoj RDS a RDS-TMC.....	2
2.1	História RDS.....	2
2.2	Koncept a požiadavky pre RDS-TMC.....	3
2.3	História RDS-TMC.....	3
2.4	TMC aplikácia .....	4
2.5	Výzvy týkajúce sa poskytovania RDS-TMC.....	6
2.6	Štandardy súvisiace s RDS-TMC .....	8
2.7	Koncept ODA a RDS-TMC.....	9
3	Princípy kódovania a vysielania správ .....	10
3.1	Kódovanie základného pásma u RDS.....	10
3.2	Formát správ a adresovanie u RDS.....	11
3.3	Spoločné elementy v správach založených na RDS .....	11
3.4	Dátové formáty pre funkciu TMC .....	13
3.5	Kódovanie správ pre skupiny typu 3A .....	13
3.6	Módy prenosu RDS-TMC správ.....	15
3.7	Kódovanie správ pre skupiny typu 8A .....	17
4	Návrh.....	28
4.1	DLL .....	28
4.2	GUI .....	29
4.3	Zjednodušenie lokačných tabuliek.....	29
4.4	Tabuľka udalostí .....	31
5	Implementácia.....	32
5.1	Použité nástroje.....	32
5.2	DLL .....	32
5.3	Pomocné funkcie .....	35
5.4	GUI .....	37
5.5	Tabuľka udalostí a lokačná databáza.....	38
6	Testy.....	39
7	Záver .....	40
	Literatúra .....	41

# 1 Úvod

RDS (Radio Data System) bolo vyvinuté ako výsledok rozsiahlych štúdií a testov vykonaných organizáciou EBU (European Broadcast Union – Európska vysielacia únia) pred viac ako dvadsiatimi rokmi. Systém bol navrhnutý aby splnil požiadavky všetkých Európskych krajín a následne sa stal európskym štandardom pod záštitou CENELEC-u (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique – Európska komisia pre elektrotechnickú štandardizáciu). Ku štandardu RDS boli pridané ďalšie dátové služby, hlavne tie týkajúce sa dopravných a cestovných informácií. Systém RDS poskytuje rozhlasovým spoločnostiam flexibilný kanál, ktorý umožňuje datový prenos zároveň spolu s FM/VHF vysielaním. RDS taktiež poskytuje možnosť aby poskytovatelia datových služieb implementovali nové služby ak sú založené na posielaní relatívne málo bitov väčšiemu počtu užívateľov. Jednou dôležitou funkciou, kvôli ktorej boli tieto dátové služby implementované v mnohých európskych krajinách od roku 1997 je TMC (Traffic Message Channel).

Kapitola 2 popisuje históriu a vývoj systému RDS a podrobnejšie sa venuje systému TMC, ktorý funguje ako otvorená aplikácia.

Kapitola 3 sa zaoberá princípmi kódovania a vysielania správ a štruktúrou TMC správ.

Kapitola 4 rozoberá návrh aplikácie pre systém Windows Mobile, rozdelenej na knižnicu a grafickú časť. Tiež sa zaoberá návrhom tabuľky udalostí a zjednodušenia lokačných tabuliek.

V kapitole 5 sa nachádza popis navrhnutého riešenia, kde sa konkrétne rozoberajú použité princípy.

Kapitola 6 obsahuje testy a v závere sú zhrnuté poznatky z implementácie.

## 2 História a vývoj RDS a RDS-TMC

Kapitola sa zaoberá históriou a vývojom služby RDS a z nej vyvinutej služby TMC. Rozoberá koncept, požiadavky, definíciu a výzvy súvisiace s poskytovaním služby TMC.

### 2.1 História RDS

Začiatkom 70-tych rokov veľa verejných rozhlasových staníc uvažovala, čo je ešte možné spraviť s FM vysielaním. Počas skoro 20-tich rokov pôsobenia a neustálych investícií do infraštruktúry vysielateľov stále nebolo FM vysielanie veľmi úspešné. Výskum poslucháčov a predaje FM prijímačov ale naznačovali, že verejnosť prijme služby, ktoré mohli FM rádiá ponúknuť. Na vývoj situácie týmto smerom mal vplyv aj predaj autorádií.

V roku 1974 najväčší výrobca autorádií v Nemecku Bosch-Blaupunkt vyvinul, v spolupráci s IRT (Nemecké verejné rozhlasové stanice) systém ARI, čo znamená rozhlasové informácie pre motoristov. Systém bol predložený technickej komisii EBU, aby ho tá schválila ako štandard pre používanie v celej Západnej Európe.

ARI systém schválený nebol. To bolo spôsobené nesúhlasom komisie ohľadom univerzálnosti systému. Hlavnou príčinou bol iný model vysielania v Nemecku, ktorý bol výnimočný a taktiež nemožnosť vložiť dopravné informácie do viacerých programov.

Kritika systému ARI ihneď odštartovala vývoj RDS. Na systéme pracovali odborníci z oblasti zvukového a dátového vysielania.

V roku 1976 už existovalo niekoľko odlišných návrhov na dátové systémy od Fínska, Holandska a Švédska. Úlohou špecialistov bolo zistiť, čo majú tieto systémy spoločné. Išlo hlavne o nájdenie spôsobu kódovania dátového toku, ktorý by umožnil optimálny výkon a odstránenie rušenia, ktoré sa pri FM zvyčajne vyskytuje v horských oblastiach.

Prvý test sa konal v roku 1981 vo Švajčiarsku. Následne začali testovacie prevádzky v niekoľkých krajinách. Keďže parametry jednotlivých systémov neboli plne definované, každá krajina mala vytvorený vlastný RDS systém a niektoré krajiny mali dokonca systémov viac. Koncom roku 1982 tak existovalo až 8 rôznych systémov a najdôležitejšou úlohou bolo zvoliť z nich jeden.

Následovalo ďalšie testovanie, z ktorého ako víťaz vzišiel švédsky PI (Programme Identification) systém. Následne vznikla skupina, ktorej zameraním bolo vytvoriť kódovanie základného pásma. Nakódované funkcie boli testované a vyhodnotené výskumnými tímami a v roku 1983 bola predstavená finálna podoba RDS špecifikácie a v roku 1988 BBC oficiálne spustilo RDS.



## 2.2 Koncept a požiadavky pre RDS-TMC

Cieľom RDS-TMC je vysielat' dopravné a cestovné informácie (TTI) prostredníctvom VHF/FM vysielania použitím RDS. Toto umožňuje doručovanie presných, včasných a náležitých informácií bez nutnosti prerušenia naladeného programu. Tieto správy tak môžu byť vysielané v pozadí FM programov. Správy sú digitálne zakódované spôsobom aby boli nezávislé na jazyku poslucháča. Aby bola možná jazyková nezávislosť je nutné aby boli zoznamy udalostí a lokačné databázy určitým spôsobom štandardizované. Vysielanie tiež umožňuje príjem len tých správ, ktoré sú pre daného užívateľa potrebné. Je teda možné, že turista, ktorý cestuje po Európe, bude vždy dostávať dopravné oznámenia cez RDS-TMC vo vlastnom jazyku. Aby bolo možné tento cieľ splniť, okrem špecifikovania systému európskym štandardom, bolo tiež nutné zariadiť veľké množstvo administratívnych opatrení medzi zainteresovanými krajinami.

Distribúované TTI správy sú samozrejme doručované rôznym médiám, medzi ktorými sa môžu nachádzať dopravné informácie prezentované v podobe syntetizovanej reči v požadovanom jazyku. Správy môžu byť filtrované na základe kritérií odvodených od potrieb užívateľa (napr. poloha, smer, trasa). Filtrovanie slúži na príjem relevantných informácií, zvolených z pomedzi všetkých správ ktoré sú dostupné na RDS-TMC v danom čase.

Dôležitosť filtrovania je ukázaná na nasledujúcom príklade. Ak vezmeme maximálnu kapacitu RDS-TMC, bolo by možné poslať 300 rôznych správ za hodinu. Ak by boli správy nahovorené a každá by trvala iba 15 sekúnd, celkovo by oznámenia trvali 75 minút. RDS-TMC správy je možné použiť ako pomôcku pri plánovaní trasy, použití náhradnej trasy a dynamickej aktualizácie elektronických máp a navigačných systémov.

Inými slovami, užívateľovi stačí poskytnúť RDS-TMC správy aby mu dali jednoduchú odpoveď na otázku ako sa bezpečne a najlepšie dostať z bodu A do bodu B.

## 2.3 História RDS-TMC

Možnosť použitia digitálne zakódovanej dopravnej informácie v rámci RDS datového toku bola prvýkrát spomenutá spoločnosťou Bosch/Blaupunkt v roku 1984 na konferencii v Taliansku. Spoločnosť ihneď začala na technickom vývoji v Nemecku a Philips v Holandsku zakrátko nasledovala. Rok nato, Európska asociácia výrobcov spotrebnej elektroniky, dala Európskej vysielacej únii návrh na podporu spoločného vývoja TMC služby, v tom čase pod názvom CIM (Comprehensive Information for Motorists – Komplexné informácie pre motoristov).

Únia návrh prijala a vytvorila skupinu RDS špecialistov, medzi ktorými sa nachádzali aj zainteresovaní výrobcovia. V roku 1986 spoločnosti Philips a Blaupunkt predložili spoločný návrh, ktorý sa stal základom pre ďalší vývoj. Európska komisia pod naliehaním ECMT (Európska rada

ministrov dopravy) sa začala zaujímať o možnosť vytvoriť funkciu RDS-TMC a následne schválila vývoj na základe silného tlaku spoločností Bosch a Philips. Následne sa vysielací protokol RDS-TMC, definovaný v roku 1991 v projekte EC/DRIVE I ako ALERT-C, stal základom pre ďalší vývoj.

Dohodnutý zoznam udalostí bol vydaný úniou EBU a v roku 1988 už pokrýval sedem jazykov. Hoci Európska komisia dotovala projekty, zoznam udalostí vytvorený EBU bol nakoniec rozšírený a zosúladený medzi všetkými sektormi, ktoré zaobštarávajú služby RDS-TMC, avšak bez ďalšieho zásahu EBU. Zoznam je v súčasnosti rozšírený štandardizovaný Európskou komisiou pre štandardizáciu (CEN), ako prENV 12313-2, ale v roku 1997 existovala iba CENom nazvaná Euro-Anglická verzia.

V rokoch 1992 až 1994, bolo vykonaných niekoľko RDS-TMC testov ako súčasť programu EC/DRIVE II. Ohlasy boli veľmi pozitívne a preto v septembri roku 1995, Rada ministrov odporúčila prioritné nasadenie RDS-TMC vo všetkých členských štátoch Európskej únie, ako základ pre ďalší vývoj TERNu (Trans European Road Network).

Desaťročný vývoj dotovaný EK začínal prinášať svoje úspechy. Existujúce FM a RDS infraštruktúry boli z veľkej časti v Európe hotové a jazykovo nezávislá možnosť služby RDS-TMC priniesla pre občanov členských štátov únie veľké výhody.

Prvé predstavenie RDS-TMC začalo v niekoľkých členských štátoch únie (alebo ich častiach) v roku 1997, avšak poväčšine nešlo o produkčnú prevádzku. Ostatné krajiny sa zaviazali dodržať tento plán do roku 2000. Prioritou bolo aby tieto nové služby RDS-TMC pokryli všetky hlavné cesty patriace do siete TERN (Trans-European Road Network).

## **2.4 TMC aplikácia**

### **2.4.1 Definícia služby TMC**

ALERT-C definuje TMC ako dopravnú službu vysielanú digitálne v pozadí použitím RDS, ktorá môže koncovému užívateľovi poskytnúť nasledujúce:

- Udalošne orientované informácie o povahe, závažnosti a pravdepodobnom vývine mestských a medzimestských dopravných problémov.
- Zníženie nespokojenosti a neistoty vďaka poskytnutiu včasnej a pomocnej informácie.
- Pomoc pri plánovaní trasy, vrátane zmeny trasy a zmeny termínu cesty aby bolo možné vyhnúť sa súčasným alebo plánovaným dopravným situáciám.
- Detaily lokálnych dopravných nehôd, ktoré je možno obísť krátkymi obchádzkami.
- Stavovo orientované informácie o dopravných podmienkach, ktoré budú podporovať inteligentné navigačné zariadenia.

- Dáta o okolí ciest a turistické informácie, ktoré v budúcnosti môžu dopĺňať a aktualizovať databázy vo vozidlách.

## 2.4.2 Udalostne orientované informácie

Protokol ALERT-C definuje iba udalostne oírientované informácie. Existuje však opatrenie na definície iných typov správ, ako napríklad stavovo orientovaných informácií.

Informácie pre koncového užívateľa sú tie navrhnuté primárne na poskytovanie služby v prijímači vo vozidle, poskytujúc tak informácie pre užívateľa pomocou syntézy zvuku alebo displeja. Prijímače sa môžu nachádzať samozrejme aj v obydliach, kanceláriách alebo na verejnosti, aby mohli pomôcť s plánovaním cesty.

Udalostne orientované správy popisujú výchylky dopravy od normálneho stavu a zahŕňajú problémy ako zápchy, práce na ceste, nepriaznivé poveternostné podmienky, nehody, atď.

## 2.4.3 Strategické a taktické informácie

Protokol ALERT-C rozlišuje strategické informácie, použiteľné pri plánovaní cesty a zvolení trasy a taktické informácie relevantné pre okamžité lokálne obchádzky.

Podrobnejšie, dopravné informácie zahŕňajú:

- Okamžité taktické informácie, vysielané hneď ako to je možné a často opakované.
- Stredne trvajúce strategické informácie, vysielané v intervaloch podľa voľnej kapacity k dispozícii.
- Dlho trvajúce informácie v pozadí, vysielané z času na čas.
- Predpovede ako predpovede počasia, očakávaných dopravných podmienok, hustoty premávky, atď.
- Turistické a iné správy.

## 2.4.4 Priorita vysielaných správ

Priority správ používaných vysielateľmi používajúcich RDS-TMC by mali spĺňať prístup daný smericami EBU pre vysielanie pre motoristov z júna 1990. V kontexte RDS-TMC, sa chápu priority nasledovne:

- Extrémne urgentné informácie s najvyššiou prioritou pre okamžité vysielanie, pričom sa preruší aktuálne vysielanie, správy sa opakujú veľmi často.
- Taktické informácie, s neodkladným vysielaním a častým opakovaním.
- Strategické informácie, vysielané v intervaloch podľa dostupnej kapacity kanálu RDS-TMC.
- Informácie v pozadí, vysielané menej často, keď to kapacita kanálu dovoľuje.

Protokol ALERT-C neuvádza ako interne spravovať dopravné správy s ohľadom na ich priority. Predpokladá sa, že vysielatelia zariadenia vysielanie správ vo vhodnej úrovni priority.

RDS je protokol vysielaný jednosmerne a tým pádom poskytovateľ služby nemá ako zistiť, či RDS dáta boli úspešne a správne prijaté. Preto sa pre optimalizáciu možnosti prijať RDS dáta úspešne všetky skupiny vysielajú viac ako jedenkrát.

Pre informácie, ktoré sú statické, sú RDS skupiny opakované periodicky, pričom doba medzi po sebe nasledujúcimi opakovanými skupinami môže byť aj niekoľko minút.

Pre dáta týkajúce sa dynamicky sa meniacich situácií, vhodné RDS-TMC skupiny sú opakované rýchlo po sebe. Typicky je vysielaná skupina RDS-TMC správy typu 8A, nasledovaná tromi až jedenástimi skupinami inými ako TMC, potom sa opakuje RDS-TMC správa typu 8A, nasleduje ďalšia medzera troch až jedenástich správ a nakoniec ešte jedno opakovanie RDS-TMC správy.

## **2.5 Výzvy týkajúce sa poskytovania RDS-TMC**

### **2.5.1 Všeobecná úvaha**

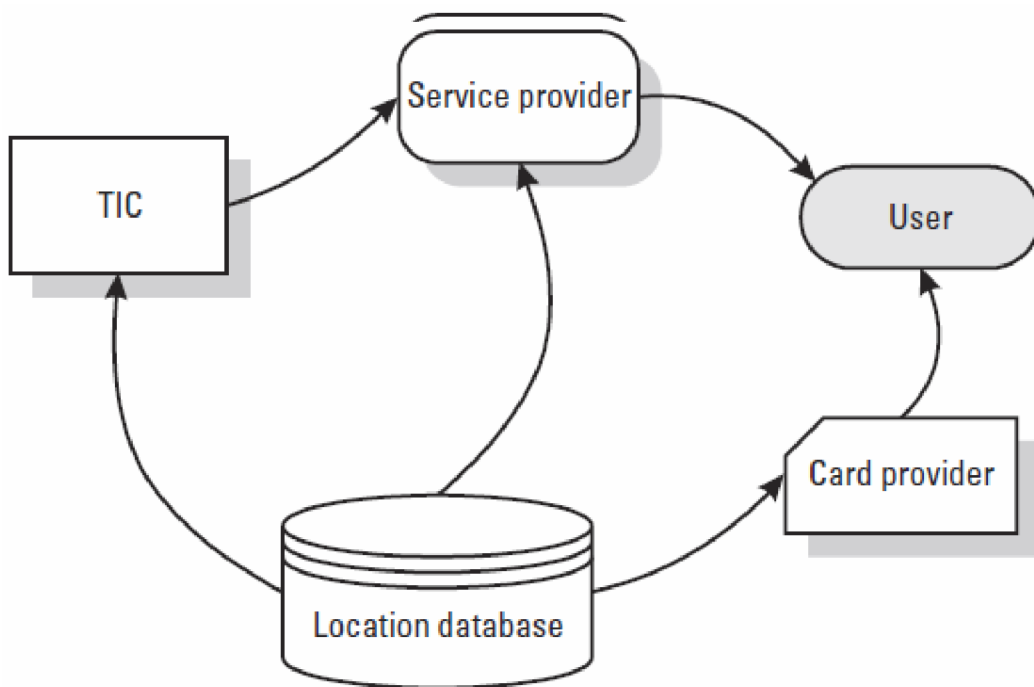
Aby bolo možné dosiahnuť celoeurópske pokrytie, bolo nutné uzavrieť určité dohody, menovite o pamäťových médiách a lokačných databázach. Taktiež vznikla potreba kordinácie aktualizácií databáz jednotlivých krajín z dôvodu prístupnosti dát ktorémukoľvek poskytovateľovi služieb, identifikácii konkrétnej služby a automatického alebo asistovaného predávania odpovedajúcej služby v susednom regióne. Tieto služby musia byť taktiež prístupné kdekoľvek zadarmo a pri použití pamäťových kariet musia mať tieto dostatočnú kapacitu, aby vodič cestujúci dlhé trasy nepotreboval tieto karty meniť veľmi často.

Distribuované TMC informácie vyžadujú inštaláciu množstva zariadení na získavanie dát, spolu so strediskami dopravných informácií vytvorených na regionálnej úrovni a štandardizovaným protokolom na výmenu dát.

Každý poskytovateľ služby RDS-TMC musí mať prístup k týmto informáciám aby mohli z pohľadu užívateľa poskytovať kvalitné služby. Ak tieto informácie nie sú prístupné z dôsledku zlej infraštruktúry, čo je prípad veľkej časti TERNu, služba RDS-TMC bude pre užívateľov nezaujímavá.

### **2.5.2 Správa lokačných databáz**

Databáza lokačných kódov je kľúčová pre prevádzku akéhokoľvek TMC systému a v základe poskytuje jeden z dvoch hlavných kľúčov pre kódovanie a dekódovanie dát.



Obrázok č. 1.1 Znáozornenie vplyvu lokačnej databázy

V každom TMC systéme, je nutné aby všetky strediska dopravných informácií, všetci poskytovatelia služieb a všetky zariadenia, ktoré prijímajú informácie z týchto zdrojov používali rovnakú databázu. Takýto systém znázorňuje obrázok č. 1.1, ktorý zavádza úlohu poskytovateľa pamäťovej karty, čím sprístupňuje databázu pre potreby obchodovania. Ak má ktorákoľvek zložka v systéme databázu, ktorá sa líši od ostatných, naruší to celkový výkon systému. Napríklad ak by mal prijímač starú databázu, v ktorej by chýbali nové lokačné kódy, nebolo by možné prijať a zobraziť správy týkajúce sa týchto polôh. Takéto zanedbanie môže byť považované za nešťastné, ale môže mať za následok aj bezpečnostné riziká.

V rámci systému popísaného vyššie, môže existovať iba jediná databáza pre krajinu či územie a všetky ostatné elementy systému (stredisko dopravných informácií, poskytovateľ služieb a kariet a užívateľ) musia zakladať svoje individuálne databázy na základe tohoto jediného zdroja. Nie je možné používať v jednom systéme viac ako jednu lokačnú databázu. Avšak vlastníci lokačných tabuliek musí byť monopol. Úlohou vlastníka lokačnej databázy je poskytovať vždy aktuálnu databázu, prístupnú za rovnakých podmienok pre každého kto si ju vyžiada a je aktualizovaná v pravidelných intervaloch. Aby bolo zaručené, že všetky komponenty systému mali k dispozícii stále poslednú verziu, vlastníci databáz musia dopredu oznámiť kedy bude nová aktualizácia prístupná, aby napríklad poskytovatelia kariet mohli správne načasovať hromadnú výrobu.

Akýkoľvek potenciálny operátor môže získať informácie od ktoréhokoľvek vlastníka lokačných tabuliek. Najlepším riešením dosiahnuť takýto cieľ je použiť protokoly otvorenej databázovej komunikácie (ODBC), ktoré umožnia operátorom získať celú databázu alebo iba jej časť – napríklad iba časť územia daného štátu.

## **2.6 Štandardy súvisiace s RDS-TMC**

### **2.6.1 Úvod k RDS-TMC štandardom**

Pretože služby TMC sú zahrnuté v RDS subnosiči a pridané do základného multiplexového signálu pásma FM II, za hlavnú špecifikáciu sa považuje RDS štandard EN 50067:1998. Táto špecifikácia už pri prvotnom vydaní v roku 1990 obsahovala zmienky o funkcii RDS-TMC, spomínajúc ako skupiny typu 8A a taktiež variantu skupiny typu 1A, identifikujúcu TMC. Existuje aj séria takzvaných preštandardov, ktoré plne popisujú funkcionality RDS-TMC a zahŕňajú protokol správ, správy udalostí, odkazovanie sa na polohy a novšie rozšírenie nazvané ALERT-Plus, používané pre stavové správy.

Avšak potreby služby TMC neboli v tejto fáze dobre definované a práce v nasledujúcich rokoch objasnili situáciu, z ktorej sa vyvodili, že je potrebné definovať viac vlastností RDS-TMC v ďalších štandardoch.

### **2.6.2 Špecifikácia RDS systému**

Aktualizovaný štandard EN 50067:1998 bol vyvinutý ako výsledok spolupráce medzi mnohými odborníkmi. Táto verzia obsahuje popis novej funkcie pre aplikácie pracujúce s otvorenými dátami (ODA), ktorá bola pôvodne navrhovaná pre použitie pre účely RDS-TMC. Predošlé zmienky o RDS-TMC boli zachované aby bolo možné implementovať RDS-TMC aj bez ODA, je ale odporúčané aby tieto implementácie neboli naďalej udržiavané.

### **2.6.3 Kódovací protokol pre RDS-TMC – ALERT-C protokol**

Kódovací protokol pre RDS-TMC je definovaný v štandarde ENV 12323-1, ktorý bol prijatý hlasovaním CEN začiatkom roku 1996, bol však ešte upravený a doplnený. Dodatky boli vydané v júni roku 1996, hlavne ako odpoveď na kritiku od CENU. Štandard ENV 12323-1 vo verzii 2.20 bol znovu navrhnutý v septembri toho istého roku tak, aby obsahoval všetky predchádzajúce zmeny a bol znovu ďalej vylepšený na verziu 3.0 v júni roku 1997. Táto verzia by teda mala byť hlavnou verziou popisujúcou protokol ALERT-C. Tento dokument obsahuje ako protokol správ TMC, tak aj kódovanie súvisiace s RDS-TMC použitím skupín typu 1A, 3A a 8A vyhovujúcim formátu ODA na prenos TMC správ s kódmi udalosti a polohy.

## **2.6.4 Kódy udalostí a informácií – tabuľka udalostí k protokolu ALERT-C**

Kódy udalostí a informácií pre RDS-TMC vyžadované protokolom ALERT-C sú špecifikované v prENV 12313-2 z mája 1997. Hoci štandard nepotrebuje na správnu funkčnosť služby ďalší vývoj, je nevyhnutné zaručiť vytvoriť verziu pre každú krajinu respektíve jazyk.

## **2.6.5 Pravidlá pre odkazovanie sa na polohy v RDS-TMC**

Odkazovanie sa na polohu bolo jedným z najviac diskutovaných problémov a pravidiel pre RDS-TMC sú k dispozícii od marca 1997. Avšak pokrok bol pomalý a mnoho vývojárov si uvedomilo, že je potrebné vynaložiť značné úsilie na vyriešenie pretrvávajúcich problémov. Menovite sa jednalo o vývoj lokačných databáz na základe predošlého návrhu štandardu, ktorý ukázal rozdielne možnosti interpretácie výsledkov, na základe čoho vznikla podskupina na vyriešenie problémov súvisiacich s interpretáciou pravidiel pre odkazovanie sa na polohu.

## **2.7 Koncept ODA a RDS-TMC**

Funkcia ODA u RDS bola vyvinutá aby umožnila dátovým aplikáciám, ktoré neboli špecifikované, vysielanie v RDS dátovom toku s vynaložením minimálneho úsilia. Jedným z motivačných prvkov bolo využiť ODA pri vývoji RDS-TMC. Funkcia ODA, špecifikovaná RDS štandardom EN 50067:1998, dovoľuje použiť určitý počet preddefinovaných RDS typov skupín, tieto však musia byť označené v každom RDS vysielaní použitím funkcie identifikácie aplikácie (AID), aby dekódery mohli sledovať a následne dekódovať príslušné dáta. Pre dátové služby ODA je k dispozícii široký výber skupín a tieto môže vybrať vysielací operátor na základe svojho uváženia. Služba je identifikovaná podľa asociovaných skupín typu 3A, v tom istom RDS dátovom toku.

Skupiny typu 3A sa používajú na označenie nejakej ODA v danom RDS dátovom toku a informujú prijímač respektíve dekóder o tejto aplikácii poskytnutím AID a taktiež informácie, v ktorej skupine pre dané vysielanie sa nachádza dátová služba. Skupina typu 3A sa skladá z troch hlavných častí. Kód typu skupiny používaný danou aplikáciou, správa ODA a kód AID. Všetkým týmto elementom sa podrobnejšie venuje podkapitola 2.2.3.

Štandardy RDS-TMC používajú preddefinované ODA, ktoré sa dohodli kvôli jednoduchosti návrhu dekóderov, ešte pred vytvorením služieb. Služba ALERT zahŕňa dva protokoly. ALERT-C a ALERT-Plus, ktoré sa berú ako dve odlišné ODA. ALERT-Plus musí zahŕňať aj správy definované v ALERT-C. Obe aplikácie teda používajú skupinu typu 8A, majú ale odlišné AID, ktoré dekóder použije na rozhodnutie, ktorú aplikáciu na dekódovanie použiť.

Je potrebné poznamenať, že AID pre službu ALERT-C povoľuje použitie maximálne dvoch ODA skupín za sekundu, pričom ALERT-Plus umožňuje použitie až maximálne šiestich skupín za

sekundu. V praxi to znamená, že ALERT-C služby môžu byť implementované iba na existujúcich RDS vysielaniach, kde má vysielateľ voľnú kapacitu. Služby ALERT-C s ALERT-Plus môžu byť prenášané iba na FM vysielaní, ktoré nepoužíva RDS služby súvisiace s programovým obsahom na audio kanále ako napríklad RadioText. Ak je ALERT-Plus v prevádzke, tieto služby s najväčšou pravdepodobnosťou nebude možné implementovať kvôli nedostatočnej prenosovej dátovej kapacite RDS pre všetky služby na jednej stanici.

## 3 Princípy kódovania a vysielania správ

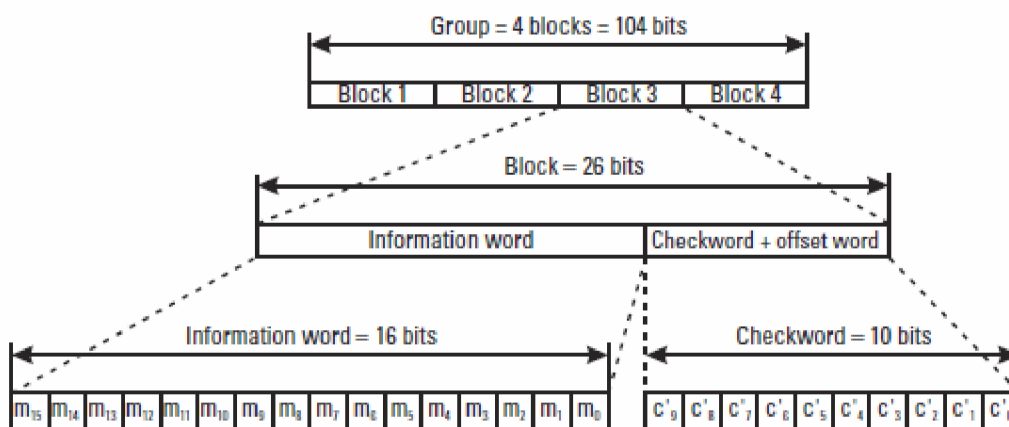
Kapitola sa zaoberá princípom kódovania RDS správ a podrobne rozoberá štruktúru správ typu 3A a 8A.

### 3.1 Kódovanie základného pásma u RDS

Na základe testov z rokov 1980 a 1982 bolo zistené, že kvalitný mobilný príjem je možný iba v prípade, že je dátový tok rozdelený do viacerých nezávislých entít, z ktorých každá môže byť samostatne prijatá, dekódovaná a použitá. Tento faktor bol zásadný pre základný návrh RDS systému a je potrebné ho pochopiť pri vývoji nových funkcionalít RDS.

Podobne ako u iných systémov sériových datových prenosov navrhnutých pre mobilnú komunikáciu, dátový tok v RDS musí byť rozdelený do datových skupín a blokov. Obrázok č. 2.1 vyobrazuje štruktúru kódovania základného pásma.

Skupiny sa skladajú zo štyroch blokov, z ktorých je každý 26 bitov dlhý. Jedna skupina tak pozostáva zo 104 bitov. Jeden blok obsahuje 16 bitov dlhé informáčné slovo a 10 bitov dlhé CRC



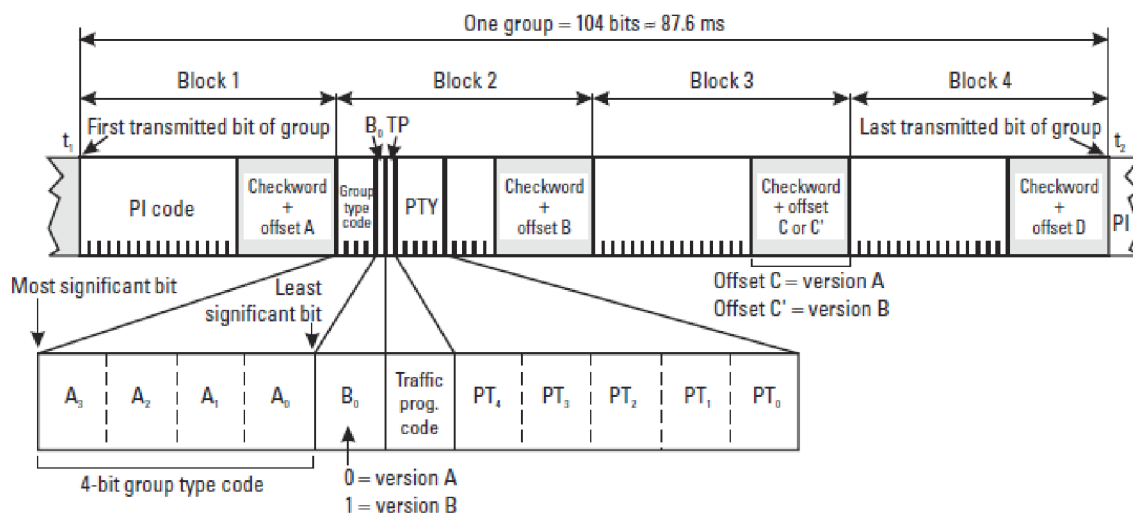
Obrázok č. 2.1 Štruktúra kódovania základného pásma pre RDS

kontrolné slovo, ku ktorému je ešte pridané offsetové slovo, vytvárajúce synchronizačný mechanizmus.



## 3.2 Formát správ a adresovanie u RDS

Z obrázku č. 2.2 je zrejmé, že kódovanie RDS je štruktúrované tak, aby správy, ktoré sa opakujú najčastejšie, sa nachádzali na nemennej pozícii v rámci skupiny. Toto umožňuje dekódovanie



Obrázok č. 2.2 Všeobecná štruktúra RDS kódovania

bez nutnosti odkazovania sa na iný blok, ktorý by túto informáciu obsahoval. Prvý blok každej skupiny vždy obsahuje PI kód, zatiaľ čo kód skupiny, verzia skupiny, PTY kód a príznak TP sa nachádzajú na nemenných pozíciách v bloku 2 každej skupiny.

### 3.2.1 Dopad dátovej kapacity na aplikácie

Kapacita dátového prenosu RDS je značne obmedzená. Systém dokáže preniesť iba 11,4 datových skupín za sekundu čo je len 673 použiteľných informačných bitov. Tento predpoklad berie do úvahy, že každé informačné slovo obsahuje 16 bitov na blok, že dátová skupina má päť bitov vyhradených na identifikáciu typu skupiny.

## 3.3 Spoločné elementy v správach založených na RDS

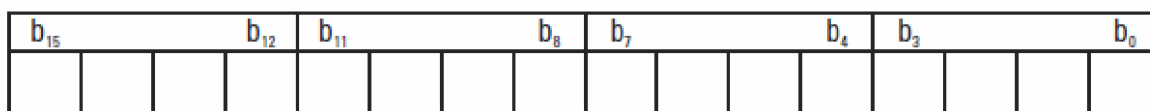
### 3.3.1 PI kód – Identifikácia programu

PI kód sa vysiela v prvom bloku každej RDS skupiny. Nie je určený na priame zobrazenie ale pomáha prijímaču spracovať prijaté informácie a najmä rozoznať konkrétnu stanicu, súvisiace dáta a pôvod vysielača. Je unikátne priradený každej individuálnej programovej službe v rámci geografického územia aby bolo možné ho odlišiť od ostatných programov. Neberúc ohľad na

frekvencie, vysielanie so zhodnými PI kódmi v danej oblasti musia mať identický program. Prijímač tak môže slodobne prepínať medzi dvoma rozdielnymi vysielaniami s rovnakým PI kódom aby dosiahol optimálny príjem.

Ďalšou dôležitou úlohou informácie uloženej v PI kóde je možnosť aby RDS prijímač automaticky vyhľadal alternatívnu frekvenciu v prípade zlého signálu programu, na ktorý je prijímač momentálne naladený. Kritérium na zmenu na novú frekvenciu je prítomnosť lepšieho signálu s rovnakým PI kódom.

PI kód je nemenný pre danú stanicu a pozostáva zo 16 bitov a vo väčšine prípadov sa uvádza štyrmi hexadecimálnymi znakmi ako možno vidieť na obrázku č. 2.3.



Obrázok č. 2.3 Štruktúra kódu PI

Kódy PI musia byť priradené tak aby žiadne dve stanice nevysielali v rámci určitej oblasti ten istý kód.

PI kód je bezpochyby najdôležitejšou funkciou RDS. Unikátne identifikuje stanicu v rámci akéhokolvek geografického územia. Každý RDS prijímač by mal vedieť vyhodnotiť tento kód, keďže je základom pre ďalšie funkcie.

### 3.3.2 Kód typu skupiny a verzia skupiny

Kód skupiny určuje štvorbitový kód, ktorý definuje skupinu (od 0 do 15) čo umožňuje identifikovať typ renašaných dát. Tento kód obsadzuje prvé štyri bity druhého bloku každej skupiny. Navyše piaty bit tohoto bloku určuje „verziu“ (buď A alebo B) typu skupiny ako je možno vidieť na obrázku č. 2.2. V skupinách typu A sa PI kód vsúva do bloku 1. Pri verzii B sa PI kód vkladá do blokov 1 a 3 zároveň.

Vo všeobecnosti sú skupiny rezervované pre konkrétne využitie alebo typ správy ako napríklad RadioText alebo TMC.

### 3.3.3 Príznak TP – Dopravný program

Dopravná informačná služba RDS umožňuje poslucháčom prijímať správy aj v prípade, že počúvajú CD prípadne kazetu a dokonca v prípade, že zvuk je stíšený alebo úplne vypnutý. Príznak TP je prenášaný v druhom bloku každej skupiny a v bloku skupín typu 15B. Ak je príznak TP nastavený na 1, znamená to, že naladená stanica poskytuje RDS služby.

Príznak TP môže používať každý RDS prijímač, keďže sa nachádza v každej RDS skupine, aby jednoducho vyhodnotil prítomnosť dopravných RDS informácií keď kontroluje frekvenciu ako súčasť

schopnosti automatického ladenia. Pokiaľ naladená stanica nepodporuje dopravné informácie, prijímač by to mal dať poslucháčovi nejak najavo.

### 3.3.4 Typ programu – PTY

Funkcia PTY používa identifikačný kód, ktorý sa vysiela s každým programom, aby bolo možné konkrétne určiť aktuálny typ programu z 29 možností. Určuje ho 5 bitov z druhého bloku v každej RDS skupine. Umožňuje užívateľovi vyhľadať obľúbený typ programu, ako napríklad určitý žáner hudby. Tento kód môže taktiež slúžiť pre rôzne ladiace módy a pri použití podporovaného prijímača, môže byť nastavený aby reagoval iba na programy určeného typu.

## 3.4 Dátové formáty pre funkciu TMC

Kódovanie TMC využíva konceptu ODA. Ako bolo spomenuté v podkapitole 1.7 existujú dva kódovacie protokoly: ALERT-C a ALERT-Plus. Informačné služby tak operujú pod dvoma odlišnými aplikáciami:

- Prvá ODA pracuje iba s ALERT-C protokolom
- Druhá ODA dovoľuje pracovať s ALERT-Plus a zároveň s ALERT-C

Z tohoto dôvodu, štruktúra ALERT-C v skupinách typu 8A je rovnaká pre oba typy protokolu. Obe aplikácie majú zhodný typ skupiny 8A ale majú rozdielne AID. Tabuľka 2.1 objasňuje situáciu.

Parameter	ALERT-C	ALERT-C s ALERT-PLUS
AID v skupine typu 3A	CD46 v hexa	4B02 v hexa
Vysielací mód	Základný mód alebo časové okienkovanie	Základný mód

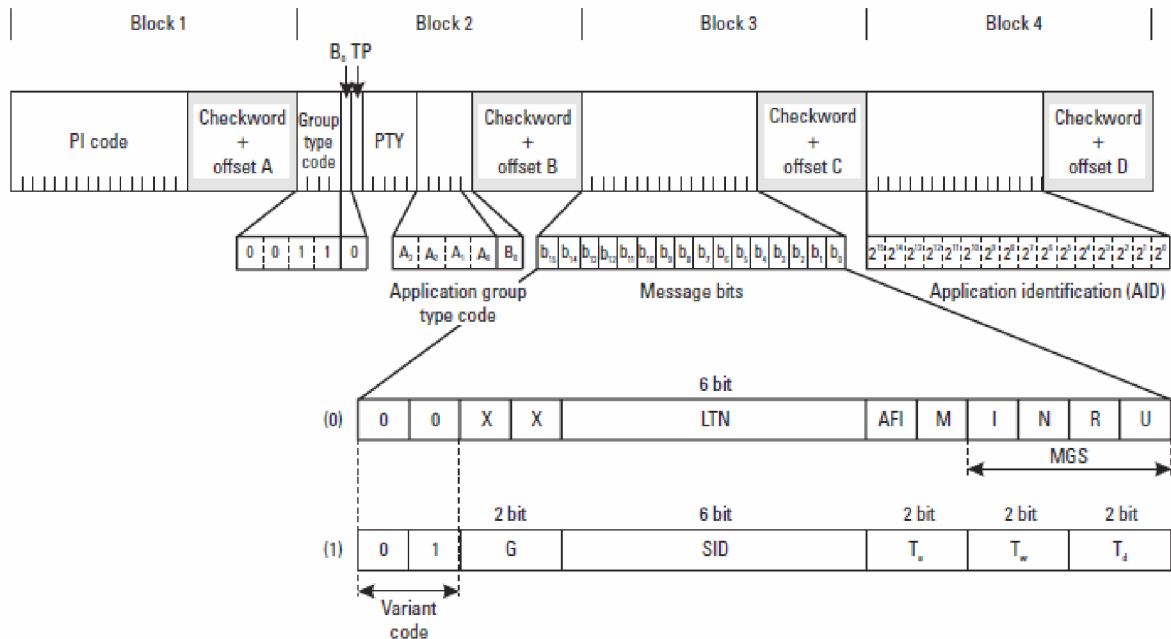
Tabuľka č. 2.1 Parametre pre RDS-TMC kódovanie

## 3.5 Kódovanie správ pre skupiny typu 3A

### 3.5.1 Formát správy

Ako bolo spomenuté v podkapitole 1.7 pre určenie typu prenášanej aplikácie sa vysielajú správy typu 3A. Tieto správy obsahujú kód skupiny poskytujúcej danú aplikáciu, systémovú informáciu a kód AID na identifikáciu aplikácie. Skupina typu 3A má dostatočnú kapacitu, ktorú môže aplikácia použiť na prenos ďalších informácií. Princíp kódovania systémovej informácie pre skupiny typu 3A je znázornený na obrázku č. 2.4.

Systemová informácia sa je prenášaná v jednej z dvoch variant – 0 (00) alebo 1 (01), v treťom bloku správy typu 3A. Dodaná systémová informácia pozostáva z čísla lokačnej tabuľky (LTN), indikátoru alternatívnej frekvencie (AFI), geografický rozsah správy (MGS) a identifikátoru služby (SID).



Obrázok č. 2.4 Princíp kódovania systémovej informácie v skupine typu 3A

LTN priradené jednotlivým krajinám je možné nájsť v EN ISO 14819-3. LTN tvorí šesť bitov. Ak stanica na všetkých svojich frekvenciách, t.j. frekvencie ktoré majú rovnaké PI kódy nesú tú istú RDS-TMC službu, AFI by malo byť nastavené na 1, v ostatných prípadoch by malo byť AFI 0.

Štyri bity MGS určujú príslušnosť RDS-TMC služby k určitej geografickej oblasti.

Definícia príslušností je nasledujúca:

- Medzinárodná (I = 1): ako doplnok k národnej, uvádza strategické správy aspoň pre hlavné udalosti v susediacich územiach.
- Národná (N = 1) : pokrýva najmenej všetky strategické informácie najmenej pre vysielačiu oblasť vysielača a je garantovaná celonárodná spojitosť.
- Regionálna (R = 1): udáva taktické informácie minimálne pre všetky rýchlostné cesty na danom území a taktiež všetky hlavné cesty regionálneho významu.
- Mestské (U = 1): pokrýva minimálne všetky hlavné križovatky a mestské okruhy vo vysielačej oblasti, udáva viáč ciest a detailov ako regionálna služba.

SID identifikuje prevádzkovateľa dátovej služby. SID by malo byť priradené unikátne v rámci krajiny. Význam prenášaného SID je nasledujúci:

- 0 – obecná služba.
- Všetky ostatné čísla – špecifická služba.

SID súvisí s kódom krajiny (CC) a rozšírených kódom krajiny (ECC). Prevádzkovatelia služieb dostanú SID pridelené v rozmedzí od 1 do 63 koordinujúcou autoritou. SID rovné 0 je rezervované pre všeobecné služby a umožňuje prijímačom prijímať informácie týkajúce sa dopravnej bezpečnosti.

## 3.6 Módy prenosu RDS-TMC správ

Konkrétna RDS-TMC služba používa po celej danej oblasti alebo krajine sieť vysieláčov, ktoré nemusia vždy tie isté ako sú vysieláče použité na vysielanie zvuku. Podobne ako RDS prijímač, aj RDS-TMC dekóder musí vyhodniť frekvencie a naladiť sa na vysieláč, ktorý poskytuje optimálny signál pre požadovanú službu. Aby prijímač mohol vyhodnotiť alternatívne frekvencie pre službu RDS-TMC bez straty akýchkoľvek správ protokolu ALERT-C, medzi po sebe nasledujúcimi RDS-TMC skupinami v dátovom toku musia byť vytvorené medzery o určenej veľkosti. Prijímač tieto medzery môže využiť napríklad na preladenie na inú frekvenciu.

Veľkosť medzier závisí na množstve funkcií, ktoré musí dekóder zvládnuť. Ak dátový tok RDS poskytuje zoznam alternatívnych frekvencií, na ktorých sú prenášané rovnaké a ihneď ďalšie služby RDS-TMC, stačí poslať relatívne krátke medzery. Ak bude musieť dekóder vyhľadať kód PI bude nutné poslať dlhšie medzery.

Vysielanie RDS-TMC vrámci RDS dátového toku je zariadené tak, že medzi akýmkoľvek dvoma skupinami typu 8A sa vždy nachádzajú krátke medzery – toto je takzvaný základný mód. Ďalší mód prenosu sa nazýva rozšírený mód a úplne potlačuje vysielanie správ typu 8A v pravidelných a predpovedateľných časoch a vytvára tak dlhšie medzery medzi po sebe nasledujúcimi skupinami typu 8A.

### 3.6.1 Základný mód

Základný mód určuje bit označený v obrázku 2.4 ako M vo variante 0 skupiny 3A a jeho nastavenie na 0.

Základnú medzeru medzi skupinami 8A explicitne určuje hodnota parametru G, prenášaná ako tretí a štvrtý bit vo variante 1 skupiny 3A. Tieto dva bity dovoľujú signalizáciu štyroch alternatívnych veľkostí medzier medzi skupinami 8A ako je znázornené v tabuľke č. 2.2.

Ako dodatok k prenášanému parametru G, dekóder môže určiť medzery tiež implicitne preskúmaním dátového toku.

I keď je možné prenášať priemerne až 2,85 skupiny 8A za sekundu, nie viac ako 2,5 týchto správ by malo byť užívateľskými, aby sa znížila procesná kapacita dekóderu.

### 3.6.2 Rozšírený mód

Niekedy je potrebné použiť pri vysielaní dlhé medzery, napríklad z dôvodu vyhľadávania PI kódu bez straty informácie skupiny typu 8A a zároveň zachovania vysokého priemerného dátového toku. Rozšírený mód existuje práve pre tieto účely. Určuje ho bit M v vo variante 0 skupiny 3A nastavený na 1.

V rozšírenom móde, je dohodnuté, že v definovaných časoch sú skupiny 8A potlačené úplne.

Kód v binárnej sústave	Medzera (Skupiny)	Počet 8A skupín za sekundu
00	3	2,85
01	5	1,90
10	8	1,27
11	11	0,95

Tabuľka č. 2.2 Spôsob kódovania parametru medzery G

Toto tým pádom vytvára dlhšie pauzy medzi po sebe idúcimi skupinami 8A, počas ktorých je možné napríklad vyhľadanie PI kódu, pričom žiadne TMC dáta nebudú chýbať.

Dlhšie pauzy alebo okná sú vytvárané nasledovne:

- Minúta sa rozdelí na celý počet časových úsekov
- Každý z týchto úsekov sa rozdelí na dve časti, čas aktivity ( $T_a$ ) počas ktorého je možné vyslať 8A skupiny a okienkovací čas ( $T_w$ ) počas ktorého je vysielanie skupín 8A pozastavené

Žiadna skupina 8A by nemala začať počas okienkovacieho času, pokiaľ ale začala prenos počas času aktivity, je možné prenos dokončiť.

$T_a$  a  $T_w$  obe vyjadrujú celočíselný počet sekúnd a zároveň musí platiť nasledujúca rovnica:

$$60 \text{ sekúnd} / (T_a + T_w) = n \text{ (kde } n \text{ je celé číslo väčšie ako nula)}$$

Aby mohol dekóder využiť okná na hľadanie PI kódu prípadne iné úlohy, ich veľkosť a umiestnenie mu musí byť predané. Toto je docielené vysielaním troch parametrov vrámci varianty 1 skupiny 3A, ktoré uvádzajú veľkosť času aktivity, okienkovacieho času a pozície štartu sekvencie aktivity respektíve okienkovania, počítaného od celej minúty, označeného ako čas oneskorenia ( $T_d$ ).

Tabuľky č. 2.3, 2.4 a 2.5 uvádzajú povolené hodnoty pre  $T_d$ ,  $T_a$  a  $T_w$ .

Tieto tri parametry sú platné iba v rozšírenom móde vysielania. Ak je teda bit M nastavený na 0, čo označuje základný mód, hodnoty týchto parametrov by mali byť ignorované. Parameter G, ktorý definuje medzery medzi skupinami 8A je však platný a platí ako pre základný, tak pre rozšírený mód.

<b>Binárny kód</b>	<b>Td (sekundy)</b>
<b>00</b>	0
<b>01</b>	1
<b>10</b>	2
<b>11</b>	3

Tabuľka č. 2.3 Kódovanie Td – čas oneskorenia

<b>Binárny kód</b>	<b>Ta (sekundy)</b>
<b>00</b>	0
<b>01</b>	2
<b>10</b>	4
<b>11</b>	8

Tabuľka č. 2.4 Kódovanie Ta – čas aktivity

<b>Binárny kód</b>	<b>Tw (sekundy)</b>
<b>00</b>	0
<b>01</b>	2
<b>10</b>	4
<b>11</b>	8

Tabuľka č. 2.5 – Kódovanie Tw – okienkovací čas

## **3.7 Kódovanie správ pre skupiny typu 8A**

### **3.7.1 Princípy kódovania pre udalosti**

Kódovanie cestných udalostí pre vysielanie v RDS-TMC je popísané v CEN preštandarde prENV 12313-2 z mája 1997. Táto špecifikácia obsahuje zoznam udalostí vo forme databázy. Maximálny počet udalostí, ktoré je možno nakódovať je 2048 ale v špecifikácii ich je iba 1375.

Na popísanie udalosti použijeme príklad. Osobný vlak mal nehodu a keď auto zastavilo na krajnici a čakalo na pomoc, dva psy z neho vyskočili a utiekli na cestu. Kvôli premávke neboli majitelia schopní ich chytiť a priviesť naspäť do auta. Vodiči ostatných áut idúcich okolo si toto nebezpečie všimli a informujú tak príslušné orgány. Tieto predali správu regionálnemu vysielateľovi, ktorý vyslal správu o tejto udalosti použitím vhodného lokačného kódu. Poslaná správa má kód 922 a znamená „zvieratá na ceste“. Kódovací systém nepovoľuje špecifikovať, že zvieratá boli psy, alebo ich plemeno. Rovnaký kód sa používa pre jedno alebo viacero zvierat, pričom nezáleží na druhu zvieratá.

Pretože existuje 1375 kódov, je databáza štruktúrovaná do 31 kategórií s cieľom pomôcť operátorovi generujúceho správy rýchlo nájsť správny kód, v tomto prípade 922. Táto správa patrí do kategórie 13: Nebezpečné situácie.

### **3.7.2 Princípy kódovania pre odkazovanie sa na polohu**

Väčšina správ poskytuje informáciu o polohe ako napríklad úsek cesty, križovatka apod. Je to identifikátor, ktorý je možno prijímačom jednoznačne interpretovať. V RDS-TMC sú polohy predkódované a preddefinované a tieto kódy sú uložené v lokačných tabuľkách. Maximálny počet kódov pre jednu tabuľku je daný dĺžkou polia pre lokačné kódy v RDS-TMC, čo je 16 bitov, čomu zodpovedá 65536 možných kódov. Nevýhodou je, že musia byť vytvárané a udržiavané ako spomína podkapitola 1.6.2 a prijímač musí používať presne tú istú tabuľku ako bola používaná na kódovanie správy. V inom prípade nie je možné správu prijať.

Pravidlá pre kódovanie odkazovaniu sa na polohu sú špecifikované v CEN preštandarde prENV 278/7/3/0005 z mája 1997. Tieto pravidlá sa viažu iba k správam kódovaným protokolom ALERT-C. ALERT-Plus používa iný systém.

Na preddefinované polohy sa odkazuje pomocou ich lokačného kódu, čo je adresa v tabuľke odkazujúca sa na uložené detaily. Každá tabuľka s uloženými polohami musí mať priradené unikátne číslo v každej krajine.

Mnohé odkazy na polohu zahŕňajú viacero susedných oblastí alebo častí ciest. Koncept primárnych a sekundárnych polôh sa používa na označenie hraníc postihnutých častí bez nutnosti označiť všetky miesta. Primárna poloha určuje, kde vznikla príčina problému a je možné ju geograficky vyznačiť. Avšak ako primárna, tak sekundárna poloha bude ležať na tej istej ceste.

Primárnu polohu určuje najbližšia poloha po smere cesty. Sekundárna poloha je určená rozsahom, t.j. počet krokov po ceste naspäť cez preddefinované polohy. Alternatívne je možno použiť vzdialenostnú značku.

Všetky lokačné kódy patria do unikátnej tabuľky. V rámci danej lokačnej tabuľky, má každá poloha svoje jedinečné číslo v rozsahu od 1 do 63487. Zvyšných 2048 čísel je rezervovaných pre



EUROROAD, dohodnutom na základe konceptu kópdovania správ pre medzinárodných cestujúcich na TERNe.

RDS-TMC používa hierarchickú štruktúru preddefinovaných polôh. Systém ukazateľov poskytuje odkaz na polohy na vyššej úrovni, ktoré zahŕňajú danú polohu. Napríklad, odkaz na vyššie územie Kentu je juhovýchodné Anglicko, to sa odkazuje na Spojené Kráľovstvo, to ďalej na Britské Ostrovy, až nakoniec tieto na Európu.

V mnohých prípadoch, udalosti ovplyvňujúce dopravu zahŕňajú viacero lokalít, ako sú napríklad nehody s dlhými kolónami. Protokol ALERT-C definuje takéto výskyty označením primárnej polohy nehody a potom označí koniec kolóny použitím polí smeru a rozsahu. Tieto polia sa skladajú spolu zo štyroch bitov: jeden bit udáva smer a ďalšie tri rozsah. Bit smeru udáva smer rastu kolóny a nie smer dopravy. Bity rozsahu určujú počet polôh pozdĺž cesty, ktoré sú tiež ovplyvnené problémom. Rozsah s hodnotou 1 teda určuje sekundárnu polohu (koniec rozsahu udalosti) ako nasledujúcu polohu na tej istej ceste ako sa nachádza primárna poloha.

### 3.7.3 Formát správy

Ako už bolo spomínané, skupiny typu 8A sa používajú na prenos RDS-TMC informácií. Postupnosť dvoch alebo viacerých skupín typu 8A sa používa na prenos dodatočných informácií. Každá viacskupinová správa pozostáva z prvej skupiny obsahujúcej základné informácie, ktoré sú posielené vždy a je nasledovaná ďalšími skupinami. Maximálny počet skupín, z ktorých sa môže skladať jedna správa je päť.

Protokol ALERT-C predpokladá periodické opakovanie správ, ktoré je docielené okamžitým opakovaním každej vysielanej skupiny. Každá skupina by mala byť poslaná aspoň dvakrát po sebe, predtým než je poslaná skupina nasledujúca.

Odporúča sa aby sa ako platné brali iba skupiny, ktorých boli prijaté dve identické kópie (okrem indexu kontinuity).

Pri viacskupinových správach, sa opakuje prvá skupina, potom druhá atď. Ak napríklad v správe A sú tri skupiny a v správe B dve skupiny opakovaná sekvencia bude nasledovná:

A1 A1 A1 A2 A2 A2 A3 A3 A3 B1 B1 B1 B2 B2 B2 C...

Medzi opakovaniami je možné vkladať aj RDS správy iné ako typu 8A.

### 3.7.4 Jednoskupinové užívateľské správy

Jednoskupinové užívateľské správy označujú dva bity v bloku 2, bit X4 a identifikátor jednoskupinovej užívateľskej správy, bit X3. Pre jednoskupinové sú bity definované nasledovne:

X4 = 0

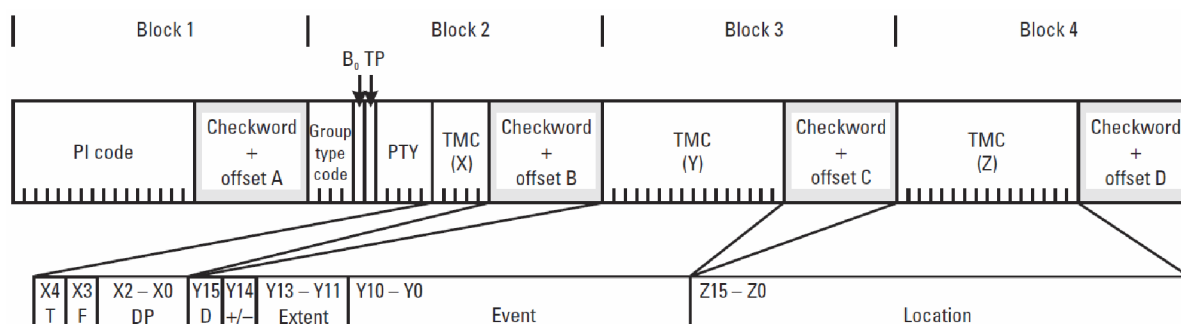
X3 = 1

Dátové pole	Najvyšší bit	Najnižší bit
Trvanie	X2	X0
Obchádzka	-	Y15
Smer	-	Y14
Rozsah	Y13	Y11
Udalosť	Y10	Y0
Poloha	Z15	Z0

Tabuľka č. 2.6 Dátové polia TMC vrámci jednoskupinových správ

Skupiny typu 8A tvoriace jednoskupinové správy môžu nasledovať akékoľvek iné RDS skupiny bez obmedzení.

Dátové polia TMC vrámci jednoskupinovej správy je možno vidieť v tabuľke č. 2.6 a v obrázku č. 2.5 ich umiestnenie.



Obrázok č. 2.5 Štruktúra jednoskupinovej RDS-TMC správy

### 3.7.4.1 Popis udalostí (11 bitov)

Udalosť udáva detaily o poveternostnej situácii alebo dopravnom probléme. Popis udalostí sa nachádza v zozname udalostí, ktorý je súčasťou štandardu 14819-2. Popisy sú rozdelené do takzvaných tried aktualizácií, ktoré sa používajú na reguláciu aktualizácií a rušenia správ. Súčasťou popisu každej správy sú jej atribúty.

### 3.7.4.2 Primárna poloha (16 bitov)

Ak sa pôvod problému vyskytol na špecifikovanej TMC polohe, táto je vysielaná použitím vhodného čísla polohy.

Ak sa problém vyskytol medzi dvoma TMC polohami, primárnu polohu je možné poslať použitím lokačného čísla najbližšieho bodu po smere cesty, počítaného v smere ovplyvnenej dopravy.

Ak je udalosť definovaná ako obojsmerná, primárna poloha môže byť poslaná použitím ktorejkoľvek z najbližších TMC polôh, ktoré ohraničujú udalosť.

V prípade, že je prijatá správa, ktorej kód sa nenachádza v databáze, nemala by byť zobrazená žiadna správa.

Najvyšších 2048 čísel polôh by nemalo byť použité žiadnymi geografickými objektami. Tieto sú rezervované pre špeciálne účely.

Niektoré z týchto čísel sú použité pre správy INTER-ROAD na označenie čísla cudzej lokačnej tabuľky.

Lokačné čísla so špeciálnymi funkciami sú:

- Číslo 65533 označuje správy určené pre všetkých poslucháčov, bez ohľadu na ich pozíciu alebo cieľ a tiež bez ohľadu na aplikovaný geografický filter. Môže byť použité na informácie o TMC, alebo na celonárodné varovanie o zlom počasí.
- Číslo 65534 označuje tichý lokačný kód (tiež ignorujúc akýkoľvek geografický filter) a udáva, že nemá byť zobrazené žiadny názov lokality. Môže byť tiež použité na obecné informácie alebo iné účely
- Číslo 65535, čo je najvyššie 16 bitové číslo, sa používa na aktualizovanie alebo rušenie správ

Správy s číslami 65533 a 65534 môže prepísať respektíve byť prepísané iba správami s rovnakým špeciálnym lokačným číslom.

### **3.7.4.3 Smer (1 bit)**

Bit smeru (0 pre kladný, 1 pre záporný) určuje smer rastu kolóny pre všetky typy udalostí označené, ktoré uvádzajú smer a tento smer je opačný ako smer premávky. Dohoda o špecifikácii pozitívneho či negatívneho smeru pozdĺž cesty by mala byť nemenná už pri vzniku konečnej lokačnej databázy. Ak je udalosť obojsmerná, bit smeru sa používa iba pre nájdenie sekundárnej polohy.

Rozsah udáva sled až siedmich možných lokalít, tiež postihnutých udalosťou. Posledné miesto v tejto postupnosti určuje sekundárnu polohu, ktorá spolu s primárnou ohraničuje udalosť. V prípade, že sa udalosť týka iba jednej polohy, je rozsah rovný 0.

### **3.7.4.4 Trvanie (3 bity)**

Kód trvania v správach uvádza jeden z ôsmich úrovní predpokladaného trvania daného problému. Interpretácia závisí na povahe a type trvania udalosti ako je definované v zozname udalostí. Testy ukázali, že správne odhadnúť čas je náročné. Informácia môže byť taktiež mäťuca, hlavne ak je nepresná. Preto ak nie je známy čas trvania je odporúčané použiť z nasledujúcich tabuliek kód 0. Tento je tiež dobré použiť v prípadoch, že si užívateľ dokáže čas odhadnúť sám.

V prípade dynamických udalostí s informačnou povahou, kód trvania uvádza časy súvisujúce s užívateľovou cestou. Tieto doby sú definované ako: „Očakávame, že situácia bude pokračovať...“.

Kód	Význam	Znížiť?
0	Žiadna doba trvania	Nie
1	Aspoň ďalších 15 minút	Nie
2	Aspoň ďalších 30 min	Po 15 minútach
3	Aspoň ďalšiu hodinu	Po 30 minútach
4	Aspoň ďalšie 2 hodiny	Po 1 hodine
5	Aspoň ďalšie 3 hodiny	Po 1 hodine
6	Aspoň ďalšie 4 hodiny	Po 1 hodine
7	Po zvyšok dňa	Nie

Tabuľka č. 2.7 Kódy trvania a ich význam pre dynamické udalosti s informačnou povahou  
Dynamické udalosti s povahou predpovede, by mali sprevádzať doby trvania, ktoré uvádzajú kedy sa daná udalosť očakáva. Sú definované nasledovne:

Kód	Význam	Znížiť?
0	Žiadny počiatočný čas	Nie
1	Do 15 minút	Nie
2	Do 30 minút	Po 15 minútach
3	Do 1 hodiny	Po 30 minútach
4	Do 2 hodín	Po 1 hodine
5	Do 3 hodín	Po 1 hodine
6	Do 4 hodín	Po 1 hodine
7	Ešte dnes	Nie

Tabuľka č. 2.8 Kódy trvania a ich význam pre dynamické udalosti s povahou predpovede

Niektoré udalosti trvajú dlhší čas. V prípade informačných udalostí, sú doby trvania definované ako „Očakávame, že situácia bude pokračovať...“.

Kód	Význam	Znížiť?
0	Žiadna doba trvania	Nie
1	Niekoľko hodín	Nie
2	Po zvyšok dňa	Nie
3	Do zajtra večera	O polnoci
4	Do konca týždňa	V piatok o polnoci
5	Do konca budúceho týždňa	V nedeľu o polnoci
6	Do konca mesiaca	Nie
7	Dlhší čas	Nie

Tabuľka č. 2.9 Kódy trvania a ich význam pre udalosti s dlhším trvaním a informačnou povahou

Udalosti trvajúce dlhší čas s povahou predpovede by mali zahŕňať časový horizont, ktorý udáva očakávaný čas udalosti. Sú definované v nasledujúcej tabuľke.

Ako udáva stĺpec Znížiť? V tabuľkách, niektoré typy kódov musia byť znížené po uplynutí zadaného času. Pre tento účel sa vysielajú skupiny typu 4A, ktoré sú základ pre časové operácie. Každý nový týždeň začína v nedeľu o polnoci, t.j. 00:00 v pondelok. Preto „Do konca budúceho týždňa“ sa v nedeľu o polnoci zníži na „Do konca týždňa“. Podobne „Do zajtra večera“ sa zníži na „Po zvyšok dňa“ o polnoci dňa doručenia správy.

Kód	Význam	Znížiť?
0	Žiadny počiatočný čas	Nie
1	Do niekoľkých hodín	Nie
2	Neskôr dnes	nie
3	Zajtra	O polnoci
4	Pozajtra	O polnoci
5	Tento víkend	Nie
6	Nekôr tento týždeň	Nie
7	Budúci týždeň	nie

Tabuľka č. 2.10 Kódy trvania a ich význam pre udalosti s dlhším trvaním a povahou predpovede

### 3.7.4.5 Doporučenie obchádzky (1 bit)

Bit obchádzky udáva, či majú užívatelia nájsť a nasledovať alternatívnu trasu okolo dopravného problému, ktorá je popísaná v správe. Kódy su definované nasledovne:

Kód	Význam
0	Nie je doporučená žiadna obchádzka
1	Ak to je možné, vyhnite sa územi

Tabuľka č. 2.11 Kódy obchádzky

U obojsmerných udalostí, preddefinované doporučené obchádzky sa posielajú iba pre jeden smer a to od sekundárnej polohy smerom k primárnej, keďže vždy nie je možné rozhodnúť, či je požadovaná obchádzka aj pre opačný smer.

### 3.7.5 Viacskupinové správy

Viacskupinové správy sú postupnosti dvoch až piatich skupín typu 8A a tvoria detailnú RDS-TMC správu.

Všetky viacskupinové správy obsahujú trojbitový index kontinuity, ktorého úlohou je pomôcť rozlíšiť odlišné viacskupinové správy. Všetky skupiny v rámci konkrétnej viacskupinovej správy majú rovnakú hodnotu indexu kontinuity. Index sa nemení pre okamžité opakovania správy, ale už nemusí byť rovnaký pri ďalších opakovaniach.

Pre každú ďalšiu správu je nutné index kontinuity zvýšiť aj ak sa jedná o opakovanie tej istej správy. Index môže nadobúdať jednu zo šiestich hodnôt a to medzi 001 a 110. Hodnoty 000 a 111 sú rezervované pre iné funkcie. Ak index dosiahne hodnotu 110, nasledujúca hodnota je 001.

Radenie RDS-TMC správ musí spĺňať nasledujúce požiadavky:

- Každá viacskupinová správa je plne prenesená, vrátane okamžitých opakovaní, do 15 sekúnd (pri najnižšej zo štyroch definovaných TMC presnosných rýchlostí, päť skupinová správa, vysielaná a dvakrát opakovaná, z medzerami medzi skupinami 8A o dĺžke 11 skupín potrebuje celkovo 169 skupín, na prenos ktorých je treba 14,82 sekúnd).
- Daná hodnota indexu kontinuity sa nesmie opakovať v inej správe po dobu 15 sekúnd (pri vyšších prenosových rýchlostiach s kratšími medzerami, musí byť táto doba tiež rešpektovaná).

Prijímač by mal všetky dodatočné skupiny pripojiť k prvej ak platia všetky nasledujúce body:

- Prvá, druhá a prípadne ďalšie skupiny bolo korektne prijaté minimálne jedenkrát v časovom horizonte 15 sekúnd.
- Index kontinuity má rovnakú hodnotu vo všetkých pripojených skupinách.
- Identifikátor poradia skupiny neudáva žiadne chýbajúce skupiny v správe (chýbajúce skupiny na konci správy ale nemusia zabrániť spojeniu dvoch alebo viacerých počiatočných skupín správy).

Predtým než je skupina prezentovaná, musí byť tiež validovaná (identicky prijatá, minimálne dvakrát). Spojenie je vyžadované pre minimálne jednu kópiu. Validácia každej skupiny môže nastať pred, počas alebo po prijatí spojenej postupnosti.

Ak prvých pár skupín viacskupinovej správy bolo prijatých, spojených a validovaných, bez nutnosti pripájať alebo validovať ďalšie skupiny, ktorékoľvek dodatočné informácie, ktoré sú kompletne je možno zobrazit' užívateľovi. Ak však posledná prijatá skupina končí s detailami obchádzky, žiadna časť týchto informácií by nemala byť prezentovaná pokiaľ nie je prijatá korektne celá správa.

### 3.7.5.1 Prvá skupina

Prvú skupinu viacskupinovej správy označuje bit X4, identifikátor jednoskupinovej správy a identifikátor prvej skupiny. Tieto bity sú definované nasledovne:

$$X4 = 0$$

$$X3 = 0$$

$$Y15 = 1$$

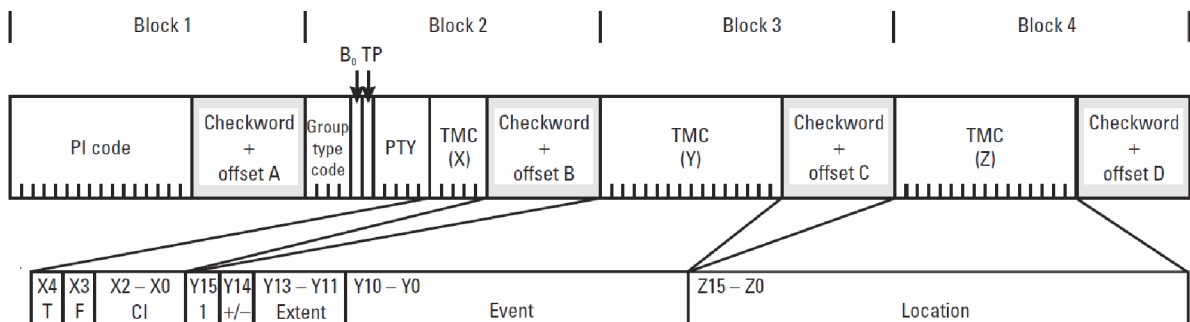
Skupiny 8A tvoriace prvú skupinu viacskupinovej správy môžu nasledovať za akoukoľvek RDS skupinou, bez obmedzení.

Dátové polia TMC v rámci prvej skupiny viacskupinovej správy je možno vidieť v tabuľke č. 2.7 a v obrázku č. 2.6 ich umiestnenie.

Dátové pole	Najvyšší bit	Najnižší bit
<b>Index kontinuity</b>	X2	X0
<b>Smer</b>	-	Y14
<b>Rozsah</b>	Y13	Y11
<b>Udalosť</b>	Y10	Y0
<b>Poloha</b>	Z15	Z0

Tabuľka č. 2.7 Dátové polia v prvej skupine viacskupinovej správy

Pokiaľ bola správne prijatá a verifikovaná iba prvá skupina viacskupinovej správy, prijímač môže užívateľovi zobraziť udalosť, polohu a rozsah spolu s varovaním, že budú nasledovať ešte detaily.



Obrázok č. 2.6 Štruktúra prvej skupiny viacskupinovej RDS-TMC správy

### 3.7.5.2 Dodatočné skupiny

Dodatočné skupiny viacskupinových správ označuje bit X4, identifikátor jednoskupinovej správy X3 a identifikátor prvej skupiny a to nasledovne:

$$X4 = 0$$

$$X3 = 0$$

$$Y15 = 0$$

Dodatočné skupiny vo viacskupinových správach sú odlišené od servisných správ tým, že index continuity nemá hodnotu 000.

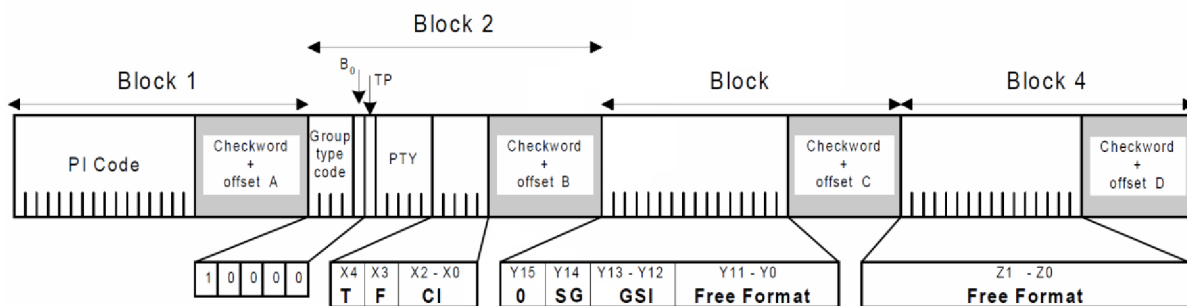
Znovu zostavenie správy je zaručené definovaním bitu Y14 ako indikátora druhej skupiny (má hodnotu 1 v druhej skupine, 0 v ostatných) a bitov Y13–Y12 ako identifikátora poradia skupiny, ktorý má hodnotu N-2 až po 0 v N skupinovej správe. Y12 je najmenej významný bit. Identifikátor poradia skupiny sa teda rovná N-2 v druhej skupine až 0 v poslednej. Maximálna hodnota pre N je 5.

Dátové polia TMC pre všetky dodatočné skupiny viacskupinových správ ukazuje tabuľka č. 2.8 a obrázok č. 2.7 zobrazuje štruktúru skupiny.

Dátové pole	Najvyšší bit	Najnižší bit
Index continuity	X2	X0
Identifikátor druhej skupiny	-	Y14
Identifikátor poradia skupiny	Y13	Y12
Voľný formát	Y11	Z0

Tabuľka č. 2.8 Dátové polia v dodatočných skupinách viacskupinovej správy





Obrázok č. 2.7 Štruktúra dodatočných skupín viacsкупinovej RDS-TMC správy

## 4 Návrh

Táto kapitola popisuje návrh riešenia pre DLL knižnicu (3.1), grafické užívateľské rozhranie (3.2), zjednodušenie lokačnej databázy (3.3) a návrh tabuľky udalostí (3.4).

Aplikácia je navrhnutá pre PDA zariadenia s operačným systémom Windows Mobile Professional, t.j. zariadenia s dotykovým displejom. Pre zjednodušenie predpokladá použitie s upravenými lokačnými tabuľkami Českej republiky, avšak nemalo by činiť problém použiť ju aj s lokačnými databázami iných krajín, tieto však musia byť patrične zjednodušené na rovnaký formát, ako je použitý v tomto riešení.

### 4.1 DLL

Jadrom celého projektu je dynamická knižnica, ktorá obsahuje funkcie na otváranie súborov, načítavanie a parsovanie reťazca.

Pri návrhu riešenia dynamickej knižnice bolo nutné riešiť množstvo problémov, ktoré súviseli jednak s načítavanim znakov zo vstupu, či už sa jednalo o súbor alebo serióvy port a samozrejme so samotným parsovaním už načítaného prúdu. Pre jednoduchosť knižnica predpokladá na vstupe znaky v kódovaní ASCII o veľkosti 8 bitov na znak, kde je vstupný tok zjednodušený iba na RDS správy, teda prvé znaky tvoria kód PI, nasleduje šesť zvyšných znakov správy a nasleduje hneď správa nasledujúca.

Po výbere z možností v grafickom rozhraní o načítanie dát zo súboru respektíve seriového portu a následného zvolenia konkrétneho súboru prípadne portu, nastáva nasledujúce:

- Otvorí, respektíve sa vytvorí a otvorí súbor pre čítanie dát.
- Nasleduje načítanie 8 znakov, ktoré po konverzii do binárnej sústavy tvoria 64 bitov dlhý blok.
- Konverzia jednotlivých znakov z ASCII do binárnej sústavy.
- Získanie typu skupiny správy.
- Za základe typu nasleduje parsovanie konkrétnej správy a to buď parsovanie jednoskupinovej správy, viacskupinovej správy alebo správy obsahujúcej systémové informácie.
- Do fronty udalostí sa na základe dôležitosti správa vloží na vhodnú pozíciu.
- V prípade, že je nutné ešte zistiť zo správy nejaké údaje, tieto sa vyparsujú až pri požiadaní o zobrazenie správy, preto ich nie je nutné priradzovať do fronty s udalosťami.

Knižnica má taktiež prístup do registrov operačného systému, kde sú uložené umiestnenia jednotlivých databáz.

Cieľom bolo vytvorenie čo možno najjednoduchšieho a najprenosnejšieho DLL súboru, ktorého funkcie je možno naimportovať v akomkoľvek zdrojovom kóde. Knížnica teda slúži ako prostriedok pre získanie potrebných informácií zo súboru, prípadne sériového portu.

## 4.2 GUI

Primárnou úlohou grafického užívateľského rozhrania je zobrazovanie informácií získaných prostredníctvom knihnice.

Rozhranie tvoria v podstate dva základné dialógy. Po spustení aplikácie sa zobrazí hlavné okno, ktoré obsahuje textový box, v ktorom sa zobrazujú informácie o prečítaných správach. Ďalej sa tu nachádza tlačítko na vyžiadanie zobrazenia ďalšej správy, aby bolo umožnené užívateľovi, pohodlné preskúmanie každej správy. Hlavná obrazovka taktiež obsahuje menu, ktoré slúži ako rozcestník ku všetkým funkciám, ktoré zahŕňajú čítanie zo súboru, čítanie zo sériového portu, nastavenia programu a ako doplnok informácie o aplikácii.

Obrazovka nastavení obsahuje základné nastavenia programu ako je nastavenie kódu PI a cesty k súborom jednotlivých databáz. Všetky tieto nastavenia sú uložené v registroch a ich implicitné hodnoty sú určené pri inštalácii programu.

Grafické užívateľské rozhranie prezentuje popisky ako aj informácie týkajúce sa správ v anglickom jazyku, pričom v českom jazyku sú zobrazované iba názvy lokalít.

## 4.3 Zjednodušenie lokačných tabuliek

### 4.3.1 Dôvody pre zjednodušenie

Keďže aplikácia je navrhnutá pre mobilné zariadenia so systémom Windows Mobile, z dôvodu úspory výpočetného výkonu bolo nutné zjednodušiť lokačné tabuľky, tak aby obsahovali iba potrebné stĺpce, pričom zostane zachovaná schopnosť podať informácie pre užívateľa v kompletnej podobe ako by tomu bolo ak by tieto tabuľky zostali neupravené. Tiež bolo možné obmedziť počet použitých tabuliek na štyri a to konkrétne na tabuľky POINTS, NAMES, POFFSETS a SUBTYPES keďže tieto tabuľky obsahujú všetky potrebné informácie na dostatočný popis lokality danej udalosti. Názvy stĺpcov v nasledujúcich podkapitolách sú zhodné ako v [4.].

### 4.3.2 Tabuľka POINTS

Tabuľka POINTS je základnou tabuľkou, ktorá obsahuje informácie o všetkých bodoch, kde môže vzniknúť určitá udalosť. Tabuľka v základnej podobe obsahuje 28 stĺpcov, z ktorých je pre túto aplikáciu potrebných 10 a sú to nasledujúce:

- Location kód – lokačný kód – je vysielaný v správe je to primárny kľúč pre túto databázu.
- Type class – trieda typu – určuje triedu, do ktorej bod patrí.
- Type code – kód typu – značí o aký typ bodu sa jedná.
- Subtype code – kód podtypu – bližšie určuje typ.
  - Tieto tri položky spolu tvoria cudzí kľúč, ktorý sa odkazuje do tabuľky SUBTYPES.
- Junction number – číslo križovatky, prípadne východu diaľnice.
- Road reference – cudzí kľúč do tabuľky ROADS.
- Name1 – cudzí kľúč do tabuľky NAMES, ktorý určuje meno bodu.
- Name2 – cudzí kľúč do tabuľky NAMES, ktorý určuje meno bodu.
- Xcoord – súradnica zemepisnej dĺžky.
- Ycoord – súradnica zemepisnej šírky.

Tieto stĺpce patria podľa môjho uváženia medzi základné a je možné pomocou nich podrobne popísať polohu, keďže sú k dispozícii číslo cesty, meno bodu a súradnice. Pre presnejší popis polohy by bolo možné použiť aj ďalšie stĺpce ako napríklad Admin area reference, Other area reference a Segment reference avšak tieto slúžia na doplnkový popis bodu, ktorý nie je až tak podstatný.

### 4.3.3 Tabuľka NAMES

Táto tabuľka obsahuje čísla lokalít a k nim odpovedajúce názvy v českom jazyku. Táto tabuľka patrí k jednoduchším a úpravy v nej neboli také závažné ako v tabuľke predošlej. Zo šiestich stĺpcov, ktoré tabuľka obsahuje, na úspešné získanie informácií, postačuje ju obmedziť na dva stĺpce a to tieto:

- Name ID – primárny kľúč tabuľky, odkazujú sa na neho cudzie kľúče Name1 a Name2 z tabuľky POINTS.
- Name – názov miesta.

### 4.3.4 Tabuľka POFFSETS

Tabuľka obsahuje čísla bodov, ktoré sa nachádzajú pred a za daným bodom na tom istom úseku cesty. Keďže pole rozsahu v správe uvádza o koľko bodov oproti smeru cesty je vzdialený koniec vzniknutého problému, postačujú stĺpce udávajúce bod, ktorého bod ležiaci pred ním chceme zistiť a stĺpec s týmto bodom. Názvy týchto stĺpcov sú:

- Location code – primárny kľúč tabuľky, lokačný kód.
- Negative offset – záporný offset.

### 4.3.5 Tabuľka SUBTYPES

Tabuľka slúži na presnejší popis daného bodu, bolo možné u nej vypustiť iba dva stĺpce, z ktorých jeden neobsahoval žiadne údaje a ďalší bol popis daného podtypu v inom jazyku. Preto zostali zachované tieto stĺpce:

- Type class – trieda typu.
- Type code – kód typu.
- Subtype code – kód podtypu.
  - Tieto tri stĺpce tvoria primárny kľúč, na ktorý sa odkazujú stĺpce z tabuľky POINTS
- National subtype description – popis podtypu v národnom jazyku.

## 4.4 Tabuľka udalostí

Tabuľka udalostí popisuje udalosť. Keďže každá udalosť okrem slovného popisu obsahuje taktiež rôzne atribúty a dodatočné popisné informácie, ktoré sú potrebné napríklad pre radenie vo fronte udalostí, bolo nutné tabuľku navrhnuť tak aby tieto informácie zostali zachované. Tabuľku tvoria nasledujúce stĺpce, názvy sú prebraté z [3]:

- Code – primárny kľúč, číslo udalosti.
- N – nature – určuje povahu udalosti.
- Q – quantifier – určuje, ktorá jednotka z tabuľky kvantifikátorov sa použije.
- T – duration type – typ trvania udalosti.
- D – directionality – smer udalosti.
- U – urgency – závažnosť správy.

# 5 Implementácia

Kapitola sa zaoberá implementáciou zvoleného riešenia pre aplikáciu. Jednotlivé podkapitoly podrobne popisujú postup pri riešení konkrétneho problému.

## 5.1 Použité nástroje

### 5.1.1 Microsoft Visual Studio 2008

Ako vývojové prostredie bolo použité Visual Studio 2008 z dôvodu možnosti vytvorenia projektu konkrétne pre daný typ operačného systému, možnosti z tohto projektu vytvoriť inštalačný súbor a taktiež integrovaného testovacieho prostredia, ktoré umožnilo testovať aplikáciu pre rôzne konfigurácie, čím bolo možné docieľiť maximálnu kompatibilitu s rôznymi verziami operačného systému Windows Mobile.

### 5.1.2 HTC TYTN II (HTC Kaiser 130)

Pre finálne testy bolo použité zariadenie HTC TYTN II. Zariadenie disponuje procesorom Qualcomm 7200 taktovanom na frekvenciu 400MHz a operačnou pamäťou o veľkosti 128MB. Na PDA je nainštalovaný operačný systém Windows Mobile 6.1 Professional.

## 5.2 DLL

Na programovanie DLL súboru som sa rozhodol použiť jazyk C, keďže s ním mám najväčšie skúsenosti a zvládnuť iný jazyk aspoň na tejto úrovni by bolo časovo náročné.

Knižnica sa je rozdelená podľa požadovaných operácií na viacero funkcií. Ako už bolo spomínané v podkapitole 3.1, knižnica je jadrom aplikácie a jej funkcionality sa týka operácií od otvorenia a čítania zo súboru až po získanie konkrétnych informácií o každej TMC udalosti.

### 5.2.1 Dátové typy

Pre potreby aplikácie bolo potrebné vytvoriť niekoľko vlastných dátových štruktúr na pohodlné ukladanie dát, s ktorými bolo nutné ďalej pracovať. Presný popis týchto štruktúr je možné nájsť v prílohe č. 1. Aby bolo možné pracovať s premennými týchto dátových typov aj mimo DLL súbor, je nutné tieto definovať ako globálne.

### 5.2.1.1 Štruktúra Tblocks

Štruktúra slúži na ukladanie správy rozdelenej do blokov aby bolo možné jej jednoduchšie spracovanie v ďalších častiach knižnice. Tvoria ju štyri polia o veľkosti 16 prvkov typu `BOOL`.

### 5.2.1.2 Štruktúra TsingleMessage

Slúži na ukladanie informácií o jednoskupinovej správe typu 8A ako definuje podkapitola 2.7.4.

### 5.2.1.3 Štruktúra TmultiMessage

Podobne ako predošlý dátový typ, aj tento ukladá informácie o správe, avšak jedná sa o údaje viacskupinovej správy typu 8A ako popisuje podkapitola 2.7.5.

### 5.2.1.4 Štruktúra Ttmcevent

Štruktúra uchováva informácie o udalosti získanej pomocou člena `tmcevent` jednej z predošlých dvoch štruktúr, a to tie ako je definované v podkapitole 3.4.

### 5.2.1.5 Štruktúra Tpoint

Obsahuje údaje o získanom bode ako uvádza podkapitola 3.3.2.

## 5.2.2 Funkcie

Väčšina funkcií poskytujúca funkcionality knižnice je vyexportovaná aby bolo možné ich volať z iného programu, v prípade tejto aplikácie z programu, ktorý implementuje užívateľské rozhranie.

### 5.2.2.1 OpenFile

Funkcia má ako parameter názov súboru, ktorý užívateľ zvolí z hlavného programu, prípadne súboru lokačnej tabuľky či databázy udalostí, načítaného z registrov. Výstupom funkcie je ukazateľ na požadovaný súbor, s ktorým je možné ďalej pracovať.

### 5.2.2.2 ReadStream

Parameter funkcie je ukazateľ na otvorený súbor. Funkcia načíta do poľa dátového typu `BYTE` osem znakov zo súboru. Pole je o veľkosti 9 prvkov, aby bolo možné reťazec ukončiť. Pre pole bol dátový typ `BYTE` použitý z toho dôvodu, že znaky nachádzajúce sa v súbore môžu mať ordinálne hodnoty väčšie ako 127 keďže je definovaný na ôsmich bitoch. Funkcia vracia ukazateľ na prečítaný reťazec.

### 5.2.2.3 CharToBin

Funkcia na vstupe prijíma ukazateľ na reťazec získaný zo vstupu, ktorý postupne prevedie do binárnej podoby, pričom dáta uloží do štruktúry typu `Tblocks`, ktorú následne vráti ako výsledok.

#### **5.2.2.4 GetGroupAndMessageType**

Vstupným parametrom tejto funkcie je štruktúra Tblocks, už naplnená binárnou podobou skupiny. Podľa hodnôt bitov definovaných v podkapitolách 2.5.1, 2.7.4 a 2.7.5 funkcia určí typ správy a podľa toho vráti ako výsledok jednu z hodnôt G8ATUNING, G8AUSRSNGL, G8AUSRMLTI, G3A alebo NONTMCGROUP. Na základe týchto hodnôt sa v hlavnom programe zavolá príslušná funkcia na parsovanie danej skupiny.

#### **5.2.2.5 Parse8ASingleGrpMsg**

Funkcia má na starosti získanie informácií z blokov príslušiacim skupine typu 8A, ktoré dostane ako vstup. Podľa formátu správy uvedenej v kapitole 2.7.4 naplnení štruktúru typu TsingleMessage relevantnými dátami.

#### **5.2.2.6 Parse8AMultiGrpMsg**

Vstup funkcie je ako v predošlom prípade štruktúra s blokmi v binárnej podobe, avšak jedná sa skupinu z viacskupinovej správy. Podľa toho či sa jedná o prvú skupinu alebo ďalšie skupiny sa naplnia odpovedajúce členy štruktúry TmultiMessage ako uvádza podkapitola 2.7.5.

#### **5.2.2.7 Power**

Funkcia slúži na prevod binárnych hodnôt do desiatkovej sústavy. Ako vstup prijíma bit bloku a exponent, ktorý má vždy hodnotu 2. Výstupom je hodnota konkrétneho bitu.

#### **5.2.2.8 GetEvent**

Podľa čísla správy, ktoré je vstupných argumentom, funkcia zo súboru EVENTS.DAT získa popis udalosti spolu s doplňujúcimi informáciami a vráti naplnenú štruktúru typu Ttmcevent.

#### **5.2.2.9 GetPoint**

Na vstupe funkcie je ukazateľ na súbor POINTS.DAT, ukazateľ na štruktúru Tpoint a lokačný kód. V tabuľke POINTS sa nájde záznam s lokačným kódom odpovedajúcim predanému argumentu a hodnoty z jednotlivých stĺpcov sa uložia do štruktúry Tpoint, na ktorú ukazuje vstupný ukazateľ. Výstupom je celočíselná hodnota udávajúca úspech či neúspech.

#### **5.2.2.10 GetSubtype**

Podobne ako predošlá funkcia aj táto má na vstupe ukazateľ na súbor, avšak v tomto prípade je to súbor SUBTYPES.DAT a ukazatele na dva reťazce, z ktorých jeden slúži na uloženie popisu podtypu daného druhým ukazateľom. Úspech alebo prípadný neúspech funkcie určuje návratová hodnota.



#### 5.2.2.11 GetName

Funkcia ako vstupné argumenty prijíma ukazateľ na súbor NAMES.DAT, primárny kľúč pre túto tabuľku získaný z parsovania súboru POINTS a ukazateľ na reťazec pre uloženie názvu. Výstupným argumentom je hodnota určujúca úspech alebo neúspech.

#### 5.2.2.12 GetSecLoc

Slúži na získanie sekundárnej polohy, ktorá ohraničuje danú udalosť. Funkcia sa volá iba v prípade, že bit rozsahu je väčší ako nula. Ako parameter je ukazateľ na súbor POFFSETS.DAT a primárny kľúč, ktorý je ukazateľ na člen štruktúry TsingleMessage respektíve TmultiMessage a je zároveň výstupným parametrom. Návrátová hodnota funkcie určuje úspech či neúspech.

## 5.3 Pomocné funkcie

Tieto funkcie sú súčasťou zdrojového kódu časti užívateľského rozhrania, avšak slúžia na sprehľadnenie kódu a na volanie importovaných DLL funkcií. Jedná sa teda prevažne o funkcie, ktoré zabezpečujú vykonanie kódu z knižnice, ale sú medzi nimi aj také, ktoré zapisujú získané informácie o udalostiach do súboru.

### 5.3.1 OpenFileDialog

Naplní globálnu štruktúru typu OPENFILENAMEEX počiatocnými hodnotami a zobrazí dialóg na výber súboru. Funkcia nemá návratovú hodnotu. Keďže je použitý dialóg, ktorý poskytuje WINAPI, tento umožňuje otvorenie súborov iba z preddefinovaných zložiek, čomu musí byť prispôsobené umiestnenie súborov s reťazcom TMC udalostí. Adresáre, z ktorých je teda možné vybrať súbor sú nasledujúce:

- My Documents a tieto podzložky:
  - Business.
  - My Music.
  - My Pictures.
  - My Ringtones.
  - Personal.
  - Templates.
- Zložka Program Files na pamäťovej karte, pokiaľ je táto nainštalovaná.

## 5.3.2 OpenFileRead

Funkcia ako argument prijíma meno súboru spolu s cestou, ktorá k nemu vedie. Funkcia načíta knižnicu a pomocou funkcie `OpenFile`, ktorú nainportuje otvorí súbor na čítanie dát.

## 5.3.3 ParseFile

Táto funkcia je jednou z najdôležitejších, pretože sa stará o volanie funkcií zodpovedných za parsovanie TMC správ. Taktiež používa exportované funkcie knižnice a to konkrétne `ReadStream`, `CharToBin`, `GetGroupAndMessageType`, `Parse8ASingleGroup` a `Parse8AMultiGroup`. Vetvenie v tejto funkcii nastáva až po získaní typu skupiny a nastáva jedna z týchto možností:

- Volá sa funkcia `Parse8ASingleGrpMsg`.
- Volá sa funkcia `Parse8AMultiGrpMsg`.
- Funkcia rekurzívne volá samú seba, čo nastáva v prípade, že nebola rozpoznaná skupina 8A.

Ak nastane prvá z možností, funkcia skončí s hodnotou 1, čo udáva, že bola získaná jednoskupinová správa. Keďže viacskupinové správy sú vysielané hneď po sebe, v prípade, že nebola získaná celá správa, funkcia `ParseFile` sa rekurzívne volá, až pokiaľ návratová hodnota volanej funkcie `Parse8AMultiGrpMsg` nie je 0, čo udáva, že je získaná celá správa. Výstupom funkcie je hodnota, ktorá uvádza aký typ správy bol získaný.

## 5.3.4 GetExtendedInfo

Získava podrobnejšie informácie týkajúce sa udalosti ako je jej presný popis, popis bodu získaného pomocou lokačného kódu, zistenie podtypu bodu, jeho mena a sekundárnej polohy udalosti. Exportované funkcie, ktoré sa starajú o tieto akcie sú tieto:

- `GetEvent`
- `GetPoint`
- `GetSubtype`
- `GetName`
- `GetSecLoc`

Tieto funkcie sa volajú v tomto poradí, pričom pred vykonaním poslednej sa volá ešte funkcia `LogEvent`, ktorá sa postará o zápis získaných informácií do logovacieho súboru, aby bolo možné tieto informácie jednoducho zobrazit'. V prípade, že pre udalosť existuje sekundárna lokalita, volaním poslednej funkcie zo zoznamu sa zistí lokačný kód tejto polohy a postupne sa volaním spomínaných funkcií získajú informácie o tejto mieste, pričom sa dopíšu do súboru. Informácie sú ukladané v globálnych štruktúrach.

### 5.3.5 InitLog

Funkcia vytvorí súbor v koreňovom adresári zariadenia pod názvom tmc.log. Tento slúži na ukladanie dát získaných parsovaním vstupného súboru vo forme textu, aby bolo možné jednoducho informácie zobrazit'. Nemá výstupný parameter.

### 5.3.6 WriteToLog

Zapíše do súboru reťazec, ktorý tejto funkcii príde ako vstupný argument.

### 5.3.7 LogEvent

Funkcia do súboru zapíše informácie o udalosti ako jej povahu, popis, dobu trvani, to či sa jedná o udalosť ovplyvňujúcu premávku v jednom či oboch smeroch a urgentnosť správy, ktorá má význam pri budúcej implementácii prioritnej fronty udalostí. Keďže táto fronta v tejto aplikácii momentálne nie je zahrnutá, správy sú do súboru ukladané jedna za druhou ako prichádzajú. Tieto informácie sú uložené v premennej dátového typu Ttmcevent.

### 5.3.8 LogMultiMessage a LogSingleMessage

Do súboru záznamu uloží informácie o možnej obchádzke vzniknutého dopravného problému.

### 5.3.9 LogPoint

Slúži na zápis informácií o lokalite, ku ktorej sa viaže TMC udalosť, kde sa použijú nasledujúce informácie:

- Názvy primárnej respektíve sekundárnej polohy.
- Popis podtypu bodu.
- Názov križovatky.

## 5.4 GUI

Grafické rozhranie pozostáva z dvoch základných dialógových okien z ktorých jedno slúži na zobrazovanie informácií o prečítanej správe a druhé slúži na nastavenie ciest tabuliek pre program.

Hlavné okno programu tvorí textové pole, kde sa zobrazujú prečítané TMC správy. Nachádzajú sa tu taktiež tlačítka na zobrazenie ďalšej správy, keďže po načítaní súboru sa zobrazí iba prvá správa a tlačítka na vymazanie textu. Menu umožňuje rýchly prístup k všetkým funkciám programu.

Nastavenia umožňujú zmeniť umiestnenie lokačných tabuliek a tabuľky udalostí. Podobne ako pri voľbe súboru na parsovanie je možné zvolit' iba z niekoľkých preddefinovaných umiestnení.

Keďže sú tieto informácie uložené v registroch, je možné editovať priamo tieto a takto docieľiť umiestnenie tabuliek v ľubovoľnej zložke.

Rozhranie je implementované tak, že po zvolení súboru sa prečíta prvá udalosť volaním príslušných funkcií a zobrazí sa v podobe textu v hlavnom okne aplikácie. Ak si užívateľ praje zobraziť ďalšie správy, môže tak urobiť kliknutím na tlačítko Next message. Tlačítkom Clear log je možné, vymazať obsah textovej časti ako aj súboru.

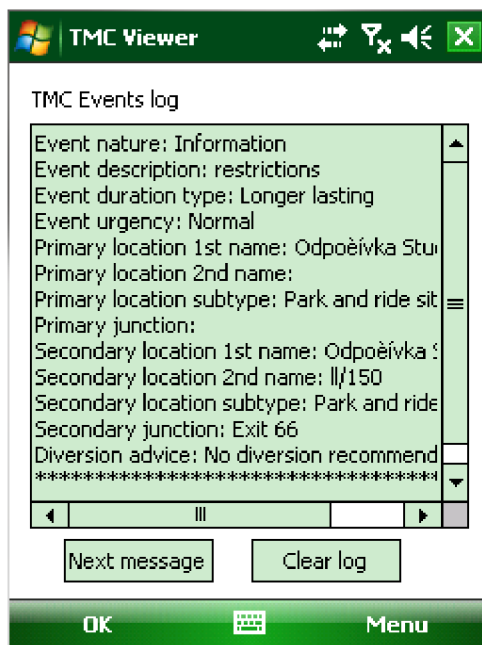
## **5.5 Tabuľka udalostí a lokačná databáza**

Tabuľku udalostí som implementoval v rámci textového súboru, kde sú jednotlivé polia oddelené bodkočiarkou, čo sa mi zdalo ako najlepšie riešenie, keďže formát lokačných tabuliek tiež zodpovedá tejto forme.

Lokačné tabuľky boli prevádzané ručne, nebol by však problém do budúcnosti vytvoriť konverzný program, ktorý by tieto tabuľky zjednodušoval na formát vhodný pre použitie v tejto aplikácii.

## 6 Testy

Aplikácia bola testovaná použitím streamu zachyteného pomocou GPS. Typický výstup je znázornený na obrázku č. 6. 1.



Obrázok č. 6.1 Typický výstup udalosti

Aplikácii trvá vygenerovanie jedného takéhoto výstupu zo správy cca 2 sekundy. Záleží to však samozrejme od konkrétneho použitého zariadenia. Keďže sa v spracovávanom súbore objavujú aj správy iné ako chceme zobrazovať, tento čas sa môže kolísať. Tieto výsledky boli porovnávané s ďalšími kolegami, ktorí riešili obdobné zadanie. Výsledky sa zhodujú, čo naznačuje, že návrh aplikácie je správny.

## 7 Záver

Úlohou práce bolo vytvoriť aplikáciu pre zobrazovanie TMC správ na PDA, čo je aj jej výsledkom. Aplikácia síce nie je použiteľná pre produkčné prostredie, pretože zvládnutie takejto rozsiahlej oblasti by si vyžadovalo omnoho viac vynaloženého úsilia a času. Výsledná aplikácia má nasledujúce vlastnosti:

- Načítava RDS správy zo súboru.
- Rozpozná správy typu 8A či už jednoskupinové alebo viacskupinové.
- Takúto správu následne dokáže analyzovať.
- Na základe získaných cudzích kľúčov do tabuliek je možné presne určiť polohu udalosti.

Do budúca by bolo možné implementovať nasledujúce funkcie:

- Vytvorenie prioritnej fronty na radenie správ podľa závažnosti.
- Čítanie streamu zo sériového portu.
- Zobrazovanie správ na mapách.
- Expirácia správ.

# Literatúra

- [1] Kopitz, D., Marks, B. *RDS: The Radio Data System*. Artech House, Boston, 1999. ISBN 0-89006-744-9
- [2] INTERNATIONAL STANDARD. *Traffic and Traveller Information (TTI) — TTI messages via traffic message coding — Part 1: Coding protocol for Radio Data System — Traffic Message Channel (RDS-TMC) using ALERT-C*. 2003
- [3] INTERNATIONAL STANDARD. *Traffic and Traveller Information (TTI) — TTI messages via traffic message coding — Part 2: Event and information codes for Radio Data System — Traffic Message Channel (RDS-TMC)*. 2003
- [4] INTERNATIONAL STANDARD. *Traffic and Traveller Information (TTI) — TTI messages via traffic message coding — Part 3: Location referencing for ALERT-C*. 2003
- [5] RDS-TMC: *What is it all about?*[online]. Posledná mofifikácia: 1. Januára 2000. [cit. 2009-04-30]. URL: <http://www.rds.org.uk/episode/rdstmcbrochure.htm>
  
- [5] MSDN. *Windows Mobile Developer Center* [online]. [cit. 2009-05-25]. URL: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/windowsmobile/default.aspx>>

# Zoznam príloh

Príloha 1. Obsah priloženého CD

Príloha 2. Manuál k aplikácii



# Príloha 1. Obsah priloženého CD

Priložené CD obsahuje:

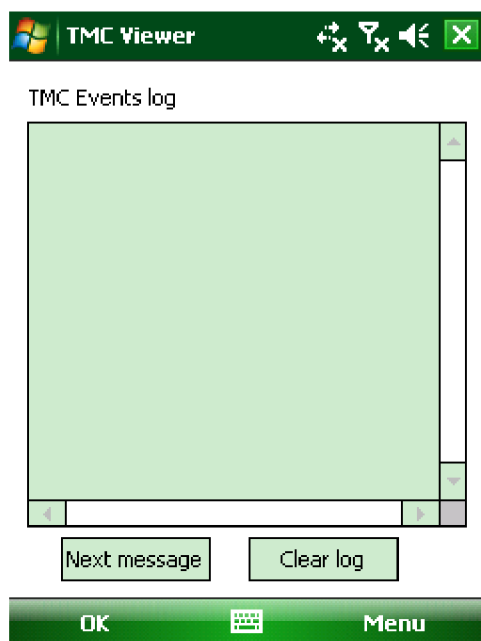
- Zdrojový súbor textovej časti tejto bakalárskej práce.
- Aplikáciu pre Windows Mobile vo forme inštalačného balíku CAB.
- Aplikáciu pre Windows Mobile vo forme inštalačného balíku MSI.
- Inštalačný a užívateľský manuál.
- Súbor readme.txt s bližším popisom štruktúry CD.

## Príloha 2. Manuál k aplikácii

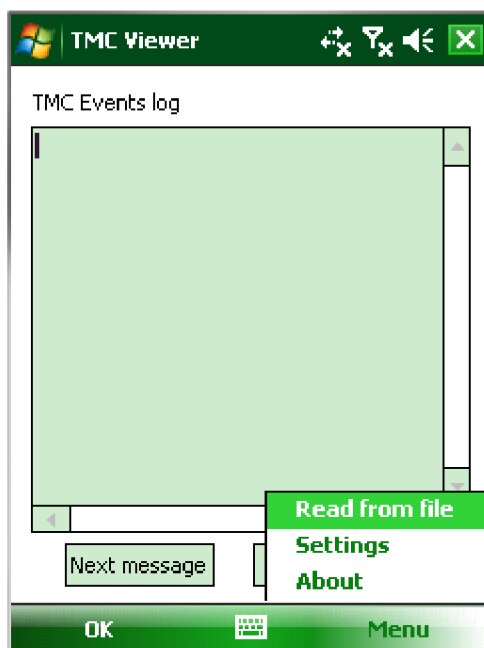
Ako mnohé aplikácie pre systém Windows Mobile, je aj táto distribuovaná ako inštalačný súbor typu CAB a zároveň ako inštalačný balíček typu MSI, ktorý je možno spustiť v počítači na ktorý je pripojené zariadenie pomocou programu Activesync respektíve Windows Mobile Device Center. Aplikácia vyžaduje na inštaláciu približne 1 MB voľného miesta v zariadení.

Po nainštalovaní aplikácie je možné ju spustiť z ponuky programov. Po spustení programu sa zobrazí hlavné okno, ktoré obsahuje menu a textové pole, kde sa zobrazujú prečítané správy ako ukazuje obrázok č. 1. Obrázok č. 2 znázorňuje menu aplikácie. Obrázok č. 3 zobrazuje dialóg na otvorenie súboru a obrázok č. 4 obrazovku s nastaveniami.

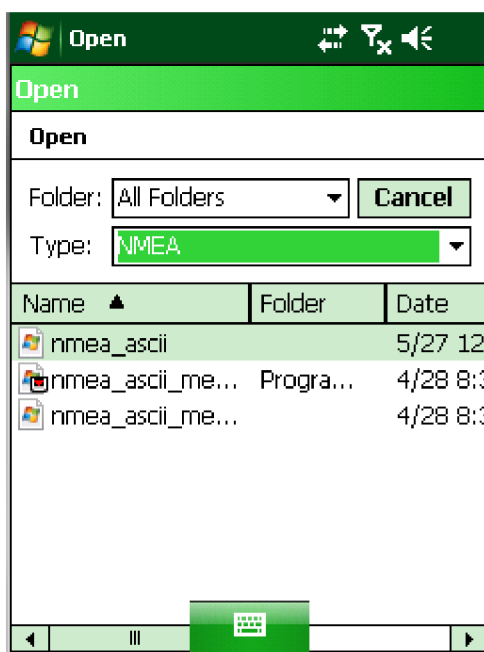
Získanie informácie o správe je jednoduché. Stačí vybrať položku menu *Read from file* a zvoliť požadovaný súbor, z ktorého sa bude čítať. Zobrazí sa prvá správa. Ak chce užívateľ zobraziť správu nasledujúcu, stlačí tlačítko *Next Message* a zobrazí sa ďalšia správa. Pomocou *Clear log* je možno vymazať obsah textového poľa, ako aj logovacieho súboru.



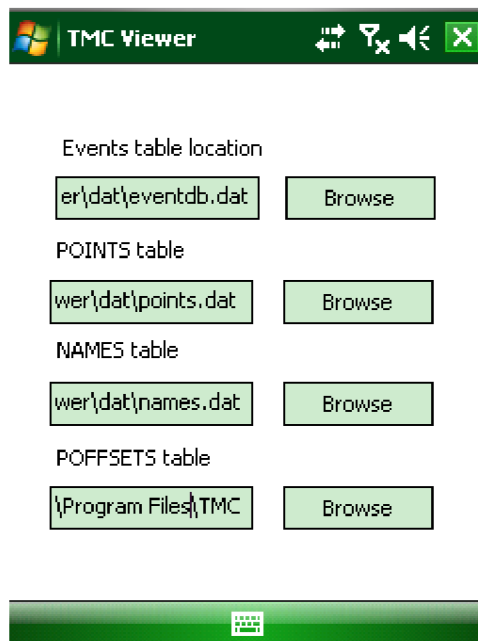
Obrázok č. 1 Hlavná obrazovka aplikácie



Obrázok č. 2 Menu aplikácie



Obrázok č.3 Dialóg na otvorenie súboru



Obrázok č. 4 Dialóg s nastaveniami