

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Zpracování a vizualizace dat o kvalitě signálu sítě GSM-R

Bc. Zuzana Kleprlíková

Diplomová práce
2009

Poděkování:

Velmi ráda bych poděkovala a vyslovila uznání všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především RNDr. Davidu Žákovi Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za trpělivé vedení a množství praktických rad. Poděkování patří také pracovníkům ze společnosti ČD-Telematika, a. s., kteří mi s ochotou poskytli potřebné údaje a informace a Mgr. Tomáši Hudcovi za pomoc s úpravou textu.

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 29.5. 2009

ANOTACE

Práce se zabývá vyhodnocováním úrovně signálu sítě GSM-R na vybraných traťových úsecích. Data jsou získána kolejovým vozidlem vybaveným komunikačním zařízením s nainstalovanou inovovanou aplikací *Aktuální poloha*.

KLÍČOVÁ SLOVA

GSM-R

úroveň signálu

RCN Manager

ZABAGED

TITLE

GSM-R signal level visualization and processing

ANNOTATION

The work focuses on the question of evaluation GSM-R signal level of selected track section. Data are get from rail vehicle which has equipment for measurement of GSM-R signal level with installed application *Actual position of track section*.

KEYWORDS

GSM-R

signal level

RCN Manager

ZABAGED

Obsah

Úvod.....	6
1 Analýza.....	7
1.1 Popis výchozího stavu.....	7
1.1.1 Komunikační terminály.....	7
1.1.2 Komunikační brána.....	8
1.1.3 Aplikace Aktuální poloha kolejového vozidla.....	9
1.2 RCN Manager.....	18
1.2.1 Uživatelské rozhraní RCN Managera.....	18
1.2.2 MVC návrhový vzor.....	19
1.2.3 Zend Framework.....	21
1.2.4 JSON.....	21
1.2.5 ExtJS.....	23
1.2.6 Databáze Oracle.....	23
2 Návrh řešení	25
2.1 Identifikace polohy objektů v železniční síti.....	30
2.1.1 Drážní předpisy.....	30
2.1.2 Rozklad úseku TUDU na lomenou křivku.....	32
2.2 Vyhodnocení dat.....	33
2.3 Signál GSM-R.....	36
2.3.1 Rozdíl mezi GSM a GSM-R.....	36
2.3.2 BTS.....	37
2.3.3 Měření úrovně signálu.....	37
2.3.4 Vizualizace.....	38
2.3.5 Google Maps API.....	39
2.3.6 Map Expert API.....	40
2.3.7 Využití vizualizace v rámci řešené problematiky.....	40
2.4 Souhrn.....	41
3 Praktická část.....	42
3.1 Popis aplikace.....	42
3.1.1 Nastavení konfigurace.....	46
3.2 Layout aplikace.....	49
3.3 Vykreslování úrovně signálu.....	49
3.4 Tabulky a funkce.....	51
3.5 Vizualizace.....	53
Závěr.....	60
Použitá literatura.....	61
Pojmy, definice a zkratky.....	63
Seznam obrázků.....	64
Seznam tabulek.....	65

ÚVOD

Práce se zabývá problematikou vizualizace naměřené úrovně signálu sítě GSM-R na vybraných úsecích železničních tratí nad mapovými podklady ZABAGED. Řešení navazuje na funkci modulu *Aktuální poloha kolejového vozidla* v rozhraní RCN Manageru, který zobrazuje aktuální polohu vlaku na mapových podkladech Google Maps pomocí speciálních značek. RCN Manager byl v rámci řešení diplomové práce rozšířen o modul nazvaný LGS, který se zabývá vizualizací úrovně signálu sítě GSM-R na vybraném trat'ovém definičním úseku. Pro měření signálu sítě GSM-R byla také nutná úprava modulu LOC templates, který se zabývá vzdálenou konfigurací mobilní části aplikace *Aktuální poloha kolejového vozidla*.

Zdrojem dat o úrovni signálu sítě GSM-R mohou být kolejová vozidla vybavená komunikačním terminálem s nainstalovanou aplikací *Aktuální poloha kolejového vozidla* rozšířenou o funkce měření úrovně signálu. Díky tomuto řešení může být průběžně sledována kvalita sítě GSM-R přímo jednotlivými projíždějícími vlaky, čili opakovaně v řádu hodin či maximálně dní v závislosti na počtu projíždějících kolejových vozidel vybavených inovovanou aplikací *Aktuální poloha kolejového vozidla*. Standardní měření pomocí specializovaného měřicího vozu probíhá pouze jednou ročně a neumožňuje tedy včas odhalit případné problémy v anténní části sítě GSM-R.

1 ANALÝZA

1.1 Popis výchozího stavu

1.1.1 Komunikační terminály

Komunikační terminály slouží pro komunikaci koncových zařízení (například diagnostické systémy kolejového vozidla, displeje jízdních řádů či multiaplikační terminály na stanovišti strojvedoucího, informační zařízení pro cestující, rychloměry, snímače identifikačních karet strojvedoucích, kamerové systémy, systémy na sledování polohy, elektroměry atd.) umístěných na kolejových vozidlech prostřednictvím železniční bezdrátové přenosové sítě (dále jen ŽBPS).

Komunikační terminál musí být kromě schopnosti pracovat v konkrétních typech přenosových sítí a komunikovat dle standardů TCP/IP vybaven také patřičným softwarem, který zajistí jeho spolupráci s centrální komunikační bránou.

Úkolem tohoto software je zajistit:

- přenos informací o přihlášení/odhlášení hnacího vozidla na vlak, jeho funkci na vlaku, identifikaci strojvedoucího,
- přenos informací o poloze vlaku z GPS přijímače, který je doporučenou součástí komunikačních terminálů kolejových vozidel,
- volbu přenosové sítě (v případě, kdy komunikační terminál podporuje více přenosových sítí) na základě předem definovaných algoritmů (například dostupnost sítě, druh sítě),
- sestavování IP tunelů (nepovinné),
- bezpečnost a dodržování QoS,
- případně další služby v rámci vozidlové (případně vlakové) IP sítě.

Na komunikačním terminálu běží mobilní část aplikace Aktuální poloha kolejového vozidla, která odesílá na centrální komunikační bránu pravidelně informaci o poloze, čísle kolejového vozidla a čísle vlaku, funkci hnacího vozidla na vlaku a identifikaci strojvedoucího. Parametry pro četnost odesílání zpráv je možné vzdáleně konfigurovat. Získaná data komunikační brána zpracuje pro potřeby fungování ŽBPS (například pro zajištění

správných překladů jmenných názvů v dynamickém DNS), ale poskytuje je i dalším aplikacím.

Komunikační terminály mohou být realizovány na bázi průmyslových počítačů (například na platformě PC/104) se standardním operačním systémem (např. Linux) nebo může jít o proprietární řešení. Směrem do vozidla jsou komunikační terminály vybaveny jedním či více rozhraními Ethernet nebo sběrnici RS485 s implementovaným TCP/IP stackem. Pokud to řešení komunikačního terminálu dovoluje, může být koncovým zařízením na hnacím vozidle (či vlaku) přidělen určitý rozsah adres IP, v opačném případě má komunikační terminál přidělen jednu adresu IP a provoz na jednotlivá koncová zařízení je směrován podle čísla portu.

Komunikační terminál může být samostatným zařízením, volitelným modulem vozidlové radiostanice, nebo součástí jiného zařízení. [23]

1.1.2 Komunikační brána

ŽBPS je koncipována jako síť s centralizovaným přístupem mobilních prostředků do pevné sítě přes centrální komunikační bránu. Tato komunikační brána zajišťuje přístup k síti jednotným způsobem pro všechna koncová zařízení, umožňuje dálkovou správu komunikačních terminálů instalovaných na hnacích vozidlech a na základě překladu adres a jmenných konvencí zajišťuje směrování konkrétních datagramů příslušným aplikačním serverům či koncovým zařízením.

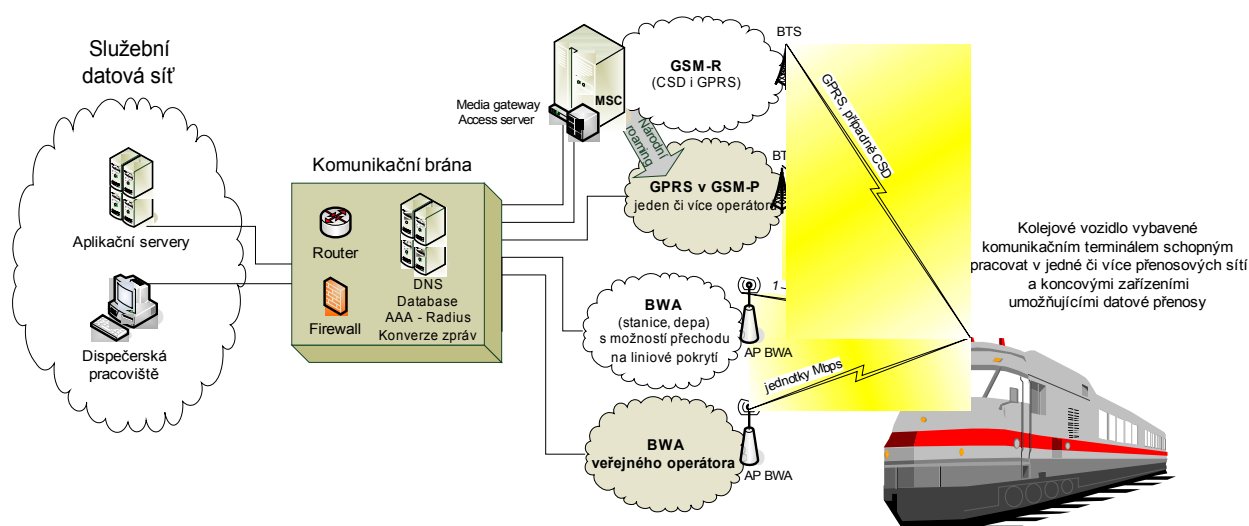
Po hardwarové stránce je komunikační brána kombinací prepínačů, směrovačů, bezpečnostních prvků (např. firewally) a serverů. Komunikační brána je srdcem celé ŽBPS a jsou na ní připojeny všechny přenosové sítě.

Základní vlastnosti sítě ŽBPS realizované komunikační bránou jsou:

- použití otevřeného standardu TCP/IP sítí (viz RFC 791),
- možnost řídit QoS (v možnostech použitého typu přenosové sítě),
- možnost využití transportních protokolů TCP či UDP podle potřeb aplikací,
- jmenná adresace dle principů DNS (Domain Name Service),
- zajištění bezpečnostních pravidel (firewall, AAA).

Komunikační brána zajišťuje i inteligentní služby ŽBPS spočívající v:

- dynamickém chování DNS (změny v DNS se realizují například při přihlášení hnacího vozu na vlak určitého čísla),
- sestavování tunelů pro zajištění transparentní komunikace prostřednictvím různých přenosových sítí,
- inteligentním směrování datagramů dle dostupných sítí,
- propojení a konverzi dat do/ze zprávového systému komunikace TCP_IP používaným aplikacemi řízení provozu,
- předávání dat získaných ze zpráv o poloze kolejových vozidel [1] všem aplikacím, které tyto informace vyžadují.



Obr.1. Schéma železniční bezdrátové přenosové sítě

1.1.3 Aplikace Aktuální poloha kolejového vozidla

Aplikace *Aktuální poloha kolejového vozidla* je již existující aplikace, která umožňuje sledovat aktuální polohu vlaku. Získává data o poloze, která se ukládají do databáze a následně se v aplikaci zobrazují tabelárně i graficky. Data jsou pak distribuována i do dalších systémů Českých drah (řízení a sledování dopravy).

Informace o poloze jsou odesílány z mobilního zařízení a jsou přijímány na komunikační bránu. Přijatá zpráva obsahuje mimo informace o poloze i jiné provozní informace jako ID strojvedoucího, informaci o rádiové síti pod kterou vlak jede, funkční číslo aj.

Aplikace spolu s komunikační bránou tvoří celek, který umožňuje aplikacím ve stacionární části datově komunikovat prostřednictvím běžně používaných standardů TCP/IP.

Komunikační brána spolu s mobilními terminály umožňuje přímo adresovat konkrétní zařízení na vlaku či voze. Aplikace stacionární části tak mohou pomocí DNS získat IP adresu např. rychloměru na konkrétním vlaku, nebo poslat data/zprávu přímo na elektronický displej strojvedoucího.

Aplikace se dá logicky rozdělit na 2 části: mobilní a stacionární část. Mobilní část je software, který běží na komunikačním terminálu hnacího vozidla. Komunikační terminál odesílá aktuální informace o pohybu daného vozidla na komunikační bránu. Komunikační brána je součástí stacionární části. Stacionární část se stará o konfiguraci mobilní části aplikace a ukládá informace do databáze.

Mobilní část aplikace běží na komunikačním terminálu (MCU), který je vybaven GPS přijímačem. Na MCU běží software odesílající na komunikační bránu pravidelně provozní informace pomocí SIM karty, která je uložena uvnitř. Zprávy jsou odesílány jednosměrně a pro přenos zpráv se používá protokol UDP.

Zprávy obsahují aktuální provozní informace, které jsou dle parametrů nastaveny v konfiguraci. V té existují 2 typy položek. Prvním typem jsou pevné položky, které se odesílají vždy, a druhým typem jsou volitelné položky, které můžeme odesílat dle potřeby.

Zprávy obsahují:

- číslo zprávy (cyklicky 0 až 255),
- číslo vozu ve formátu UIC,
- status zprávy,
- aktuální datum a čas zjištěný z GPS přijímače (v UTC formátu),
- zeměpisná délka a šířka,
- rychlost,
- azimut,
- informace o síti, do níž je přepnuta vozidlová radiostanice (TRS 150 MHz, TRS 450 MHz, GSM-R, GSM-P).

Volitelné položky zprávy jsou:

- číslo vlaku (přebírá se z vozidlové radiostanice),

- funkční kód vozidla na vlaku (přebírá se z vozidlové radiostanice),
- identifikace strojvedoucího (číslo identifikační čipové karty).

Atribut status zprávy obsahuje informaci o tom, zda:

- vlak stojí (případně se pohybuje podprahovou rychlostí) nebo jede nadprahovou rychlostí
- od odeslání minulé zprávy došlo:
 - k přechodu přes práh rychlosti (tedy k zastavení či rozjezdu)
 - změně informací (např. číslo vlaku, funkce vozidla na vlaku, identifikace strojvedoucího, radiové sítě používané vozidlovou radiostanicí)
 - k uplynutí nastavené časové periody (Δt_1 nebo Δt_2)
 - k ujetí nadlimitní vzdálenosti (Δs_1 nebo Δs_2)
 - k opoždění odeslání zprávy o poloze z důvodu nedostupnosti sítě, přes kterou by bylo možné zprávu o poloze odeslat.[8]

Mobilní část aplikace lze vzdáleně konfigurovat přímo v aplikaci RCN Manager.

V konfiguraci lze nastavovat:

- a) kdy dojde k odeslání zprávy:
 - vypršením časové periody při pohybu vozidla Δt_1 ,
 - vypršením časové periody při stání (pohybu podprahovou rychlostí) vozidla Δt_2 ,
 - ujetím vzdálenosti větší nebo rovné Δs_1 při pohybu nadprahovou rychlostí,
 - ujetím vzdálenosti větší nebo rovné Δs_2 při pohybu podprahovou rychlostí,
 - přechodem přes práh rychlosti,
 - při změně informací (např. číslo vlaku, funkce vozidla na vlaku, identifikace strojvedoucího, změna radiové sítě),
- b) hodnoty proměnných Δt_1 , Δt_2 , Δs_1 , Δs_2 a prahy rychlosti,
- c) omezující hodnoty pro kontrolu platnosti dat o poloze z GPS přijímače,
- d) volitelná informační pole, jež budou obsažena ve zprávě.

1.1.3.1 Podmínky pro zaslání zpráv

Zprávy o poloze se odesílají jako:

- Pravidelné hlášení o poloze při:

- Pohybu nadprahovou rychlostí
 - při uplynutí času Δt_1 nebo
 - při ujetí vzdálenosti Δs_1 ,
 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace) při pohybu vlaku rychlostí větší než rychlost rozjezdu $v_{rozjezd}$.
 Zpráva o poloze je odeslána v tom případě, která z výše uvedených možností nastane jako první. Zavedení konfigurovatelné proměnné „ujeté vzdálenosti“ Δs_1 zajišťuje možnost odeslání zprávy o poloze dříve než vyprší časový interval Δt_1 . Odeslání informace o poloze má za následek nulování počítadel ujeté vzdálenosti Δs_1 i času Δt_1 .
- Pohybu podprahovou rychlostí
 - při uplynutí času Δt_2 nebo
 - při ujetí vzdálenosti Δs_2
 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace) při pohybu vlaku rychlostí menší než rychlost zastavení v_{zastav} .
 Zpráva o poloze je odeslána v tom případě, která z výše uvedených možností nastane jako první. Zavedení konfigurovatelné proměnné „ujeté vzdálenosti“ Δs_2 zajišťuje možnost odeslání zprávy o poloze dříve než vyprší časový interval Δt_2 . Odeslání informace o poloze má za následek nulování počítadel ujeté vzdálenosti Δs_2 i času Δt_2 .
- Jednorázové hlášení o poloze při rozjetí vlaku – rozjetí je detekováno výpočtem klouzavého průměru aktuální rychlosti za počet n_{vz} vzorků, který bude větší než rychlost $v_{rozjezd}$.
- Jednorázové hlášení o poloze při zastavení vlaku – zastavení je detekováno výpočtem klouzavého průměru aktuální rychlosti za počet n_{vz} vzorků, který bude menší než v_{zastav} .
- Jednorázové hlášení při změně údajů načítaných z ovládací skříňky rádia (číslo vlaku, funkční kód, ID strojvedoucího).
 Údaj o rychlosti je získáván z přijímače GPS. [20]

1.1.3.2 Ověření platnosti dat GPS

Data z GPS jsou považována za platná, pokud jsou splněny následující podmínky:

- Mezi právě přijatými dostupnými GPS daty a posledními platnými GPS daty nedošlo k překročení maximální povolené změny polohy (viz konfigurační data – *max_platna_zmena_polohy*).
- Z toho vyplývá, že aplikace *Poloha* si pro referenční účely ukládá poslední platnou polohu.
- Nemá-li aplikace *Poloha* k dispozici referenční polohu, např. po startu aplikace či po výpadcích dat popsaných dále, zajistí si ji postupným porovnáváním n_{vz} bezprostředně po sobě dostupných poloh z GPS. Změna polohy mezi těmito vzorky nesmí ani v jednom případě překročit maximální povolenou změnu (*max_platna_zmena_polohy*). Po úspěšném průběhu se poslední z těchto vzorků prohlásí za platnou polohu GPS a uloží se pro následné porovnávání, viz výše.

„Vlastní zpráva o poloze se odesílá v okamžiku, kdy je jsou splněna všechna kritéria pro ověření platnosti dat a komunikační jednotka je v dosahu některé ze sítí integrovaných v ŽBPS (Železniční Bezdrátová Přenosová Síť).“ [4] V případě, že zařízení neodešle zprávu hned, vyčká až bude v dosahu některé ze sítí a zprávu odešle.

1.1.3.3 Tvar zprávy

Hlavička zprávy:

z_kod	app	typ	len	data
-------	-----	-----	-----	------

Název	Typ proměnné	Velikost [B]	Výchozí Hodnota	Popis
z_kod	unsigned char	1	0x00	Nepoužito, ponecháno z důvodu kompatibility.
app	char	1	0x47	Kód aplikace reprezentovaný znakem „G“ (71 v ASCII).
typ	unsigned char	1	0x02	Typ zprávy o poloze. Hodnota L.
len	unsigned char	1		Délka těla zprávy o poloze.
data	struct gps_data st	x		Zpráva o poloze.

Tab.1. Hlavička zprávy [12]

Tělo zprávy o poloze:

Název	Typ proměnné	Velikost [B]	Popis
poradi	unsigned char	1	Číselné vyjádření pořadí zprávy modulo 255.
den	unsigned char	1	Údaj přejetý z GPS dat. Číselné vyjádření.
mesic	unsigned char	1	Údaj přejetý z GPS dat. Číselné vyjádření.
rok	unsigned char	1	Údaj přejetý z GPS dat. Číselné vyjádření.
hodina	unsigned char	1	Údaj přejetý z GPS dat. Číselné vyjádření. (UTC)
minuta	unsigned char	1	Údaj přejetý z GPS dat. Číselné vyjádření. (UTC)
sekunda	unsigned char	1	Údaj přejetý z GPS dat. Číselné vyjádření. (UTC)
zemska_sirka	long	4	Zemská šířka přepočtená na <i>ms</i> v číselném vyjádření. Severní šířka je reprezentována kladnou hodnotou, jižní šířka zápornou (-324 000 000 až +324 000 000 ~ -90° až +90°).
zemska_delka	long	4	Zemská délka přepočtená na <i>ms</i> v číselném vyjádření. Východ- ní délka je reprezentována kladnou hodnotou, západní délka zápornou (-648 000 000 až +648 000 000 ~ -180° až +180°).
rychlost	unsigned short int	2	Údaj o rychlosti v <i>km/h</i> v číselném vyjádření. Zaokrouhleno na celé číslo.
azimut	unsigned short int	2	Údaj o směru pohybu objektu. 100 násobek hodnoty ve stupních v GPS datech větě (např. 120,34° = 12034).
status_zpravy	unsigned char	1	Číselné vyjádření reprezentující status generované zprávy o poloze vlaku. Definované hodnoty reprezentují číselné vyjádření statusu generované zprávy.
cislo_vozu	unsigned char[5]	5	Číslo vozu v UIC formátu
infobyte1	unsigned char	1	InfoByte1
infobyte2	unsigned char	1	InfoByte2 je v aplikaci Poloha nevyužit
cislo_vlaku	unsigned long	4	Číslo vlaku
funkcni_kod	unsigned char	1	Funkční kód vozidla na vlaku.
id_strojvedouciho	unsigned char[7]	7	Údaj ze subsystému, ke kterému je připojena čtečka IN karet (56bit jedinečné číslo IN karty). Číselné vyjádření.

Tab.2. Obsah zprávy o poloze [12]

Status zprávy – význam jednotlivých bitů:

0. bit	0	podprahová rychlost (nebo zpráva o zastavení)
	1	nadprahová rychlost (nebo zpráva o rozjezdu)
1. bit	0	zpráva odeslána před vypršením časové periody
	1	zpráva odeslána po vypršení časové periody
2. bit	0	zpráva odeslána před ujetím nadlimitní vzdálenosti
	1	zpráva odeslána po ujetí nadlimitní vzdálenosti
3. bit	0	nedošlo ke změně přes práh rychlosti
	1	od poslední zprávy došlo k přechodu přes práh rychlosti (i opakovaně)
4. bit	0	zpráva odeslána v řádném čase (ŽBPS dostupná)
	1	nová zpráva, původní zpráva/y nemohly být odeslány z důvodů nedostupnosti sítě ŽBPS (zprávy, jež nemohly být odeslány se nečísly)
5. bit	0	nedošlo ke změně informací (číslo vlaku a funkce KV na vlaku ani IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)
	1	došlo ke změně informací (číslo vlaku nebo funkce KV na vlaku nebo číslo IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)

Příklady statusu generované zprávy v číselné podobě:

- 0 – stání (zapnutí jednotky, výchozí zpráva – nezná předchozí stav)
- 1 – jízda (zapnutí jednotky, výchozí zpráva – nezná předchozí stav)
- 2 – pohyb podprahovou rychlostí a dosažení rozdílu času Δt_2 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 3 – pohyb nadprahovou rychlostí a dosažení rozdílu času Δt_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 4 – pohyb podprahovou rychlostí a dosažení rozdílu ujeté vzdálenosti Δs_2 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 5 – pohyb nadprahovou rychlostí a dosažení rozdílu ujeté vzdálenosti Δs_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 6 – zastavení – změna stavu (popis výše)
- 7 – rozjezd – změna stavu (popis výše)
- 23 (010111) – zpráva o poloze vlaku jedoucího nadprahovou rychlostí, která nemohla být odeslána v řádném čase z důvodu absence signálu ŽBPS. Od předchozí první zprávy a během čekání na oblast pokrytou signálem došlo k těmto událostem:
 - o vypršel čas Δt_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace),
 - o byla ujeta vzdálenost větší než Δs_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace).

32 (100000) – došlo ke změně informací (číslo vlaku nebo funkce KV na vlaku nebo číslo IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)

58 (111010) – zpráva o poloze, která nemohla být odeslána v řádném čase z důvodu absence signálu ŽBPS. Od předchozí zprávy a během čekání na oblast pokrytou signálem došlo k těmto událostem:

- o vypršel čas Δt_i od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)

změna informací (číslo vlaku nebo funkce KV na vlaku nebo číslo IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)

změna stavu – vlak zastavil nebo snížil rychlost pod prahovou hodnotu).

Zpráva o poloze obsahuje dva byty pro zasilání informativních údajů.

InfoByte1

Neznámý stav	xxxxx000	(0x00)
160MHz	xxxxx001	(0x01)
450MHz	xxxxx010	(0x02)
GSM-R	xxxxx011	(0x03)
GSM-P	xxxxx100	(0x04)

Bity označené znakem „x“ představují rezervu.

InfoByte2

Rezerva pro budoucí použití. V aplikaci *Poloha* není využit.

V případě, kdy mobilní jednotka nebude osazena subsystémem zajišťujícím údaje o čísle vlaku, ID strojvedoucího a funkčním kódu vozidla na vlaku, odešle zprávu bez těchto polí za podmínky, že jsou na konci zprávy. Nachází-li se pole s neznámou hodnotou před polem, jehož hodnota je známa, odešle se s hodnotami 0x00.

Volitelné položky zprávy jsou:

- číslo vlaku,
- funkční kód,
- ID strojvedoucího.

1.1.3.4 Konfigurace mobilního části aplikace poloha

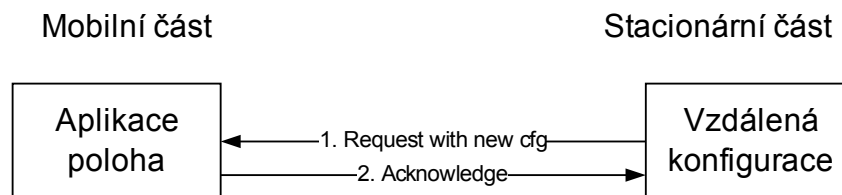
Mobilní část aplikace poloha je konfigurovatelné pomocí modulu *Poloha* v RCN Manageru, viz následující kapitola. Pokud změníme konfiguraci, ze stacionární části se odešle zpráva obsahující dané nastavení. Pokud nastavení nebude změněno po zapnutí za-

řízení se použije předchozí konfigurace zařízení. Aplikace používá pro konfiguraci dva soubory:

- `default_config` – „výchozí konfigurace aplikace *Poloha* (zůstává neměnná)“ [4]
- `last_config` – „do tohoto souboru se ukládá konfigurace přijatá z konfiguračního serveru.“ [4]

Aplikace *Poloha* při startu načítá soubor „`last_config`“. Pokud tento soubor není k dispozici či je poškozen, mobilní zařízení „odesílá na konfigurační server žádost o novou konfiguraci a čte `default_config`. V případě nečitelnosti obou souborů se použijí výchozí hodnoty přímo v kódu aplikace.“ [4]

Změna iniciovaná z stacionární části

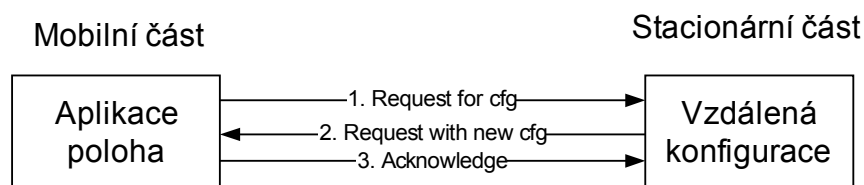


Obr.2. Vzdálená konfigurace – iniciovaná z stacionární části [4]

„Server vzdálené konfigurace posílá žádost o změnu konfigurace a čeká max. 120 s na obdržení zprávy `acknowledge` (potvrzení).“ Pokud nedostane potvrzení o doručení zprávy, znovu odešle žádost na změnu konfigurace.

„Aplikace *Poloha* sleduje stav odeslání zprávy. Pokud se jí nepodaří zprávu odeslat, např. z důvodu nedostupnosti sítě, opakuje odeslání zprávy. Pokud se nepodaří potvrzení odeslat do 60 s, je akce zrušena a aplikace *Poloha* čeká novou zprávu vzdálené konfigurace ze stacionární části.“ [4] V případě, že se zprávu podaří odeslat, ale aplikace *Poloha* nedostane od serveru novou konfiguraci, vše se opakuje stejným způsobem popsaným výše.

Změna iniciovaná z mobilní části (start aplikace)



Obr.3. Vzdálená konfigurace – iniciovaná z mobilní jednotky [4]

Server vzdálené konfigurace vrací aktuální (tj. poslední známou) konfiguraci pro konkrétní KV. Pokud pro konkrétní KV (UIC číslo vozu) není konfigurace definována, vrací výchozí konfiguraci platnou pro všechna KV. Po odeslání zprávy čeká 120 s na obdržení potvrzení (acknowledge), jinak opakuje odeslání konfigurace.

Aplikace *Poloha* sleduje stav odeslání zprávy acknowledge. Pokud se jí nepodaří zprávu odeslat, např. z důvodu nedostupnosti sítě, opakuje odeslání zprávy. Pokud se nepodaří potvrzení odeslat do 60 s je akce zrušena a aplikace *Poloha* čeká novou zprávu vzdálené konfigurace ze stacionární části.“ [4]

1.2 RCN Manager

RCN Manager je konfigurační rozhraní komunikační brány a aplikace *Aktuální poloha kolejového vozidla*.

Umožňuje například:

- zobrazení zpráv o poloze kolejového vozidla v tabulce a mapě,
- konfiguraci mobilní části aplikace poloha na jednotlivých komunikačních terminálech,
- ověřit funkci DDNS,
- spravovat data o MCU a zařízeních k nim připojených.

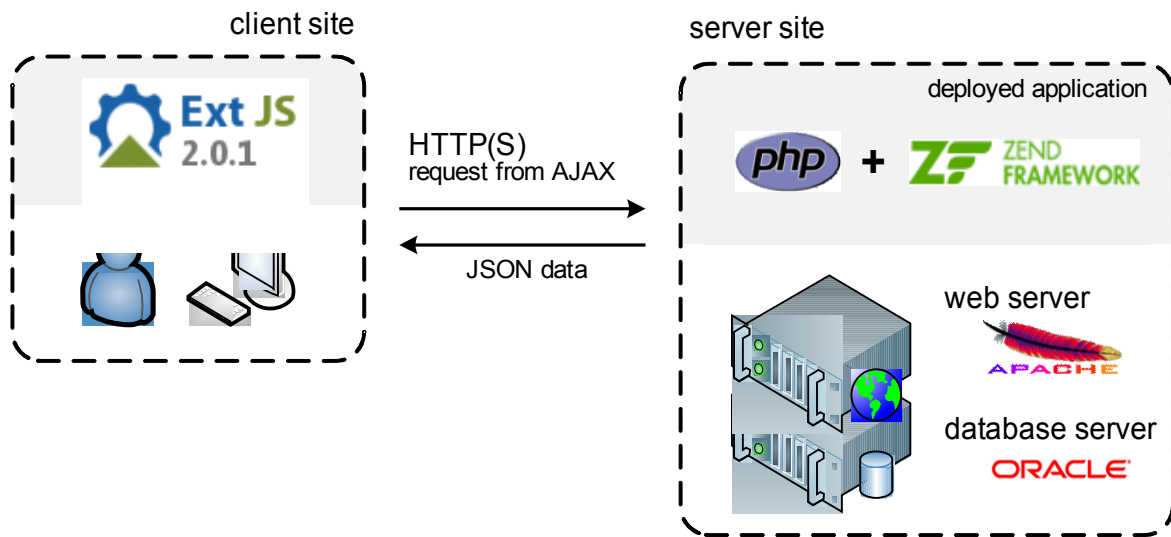
1.2.1 Uživatelské rozhraní RCN Managera

Aplikace je napsaná v programovacím jazyce PHP za použití Zend frameworku, který zjednodušuje některé úlohy v PHP, které se řeší opakovaně. Pomocí této knihovny můžeme jednodušeji a hlavně přehledněji psát kód. PHP běží na serveru Apache.

Aplikace je psaná pomocí MVC návrhového vzoru. Díky tomu lze aplikaci jednoduše rozšiřovat a spravovat.

Layout aplikace je napsán v JavaScriptu za použití frameworku ExtJS. Data, která zobrazujeme v aplikaci jsou uložena a spravována databází Oracle. Zpracování výsledků z databáze je vráceno ve formátu JSON. Mohli bychom využít i formátu XML, ovšem v prostředí JavaScriptu by bylo mnohem složitější použít tento formát než použít JSON. Parsování datové struktury je v JSON rychlejší než v XML a je podporováno nativně. Pokud bychom použili XML, bylo by nutné použít ještě rozhraní DOM.

Aplikaci bychom mohli popsat následujícím obrázkem:



Obr.4. Použité technologie při vytváření aplikace [23]

1.2.2 MVC návrhový vzor

Je obecně doporučovaný postup pro tvorbu aplikace. Tento postup nám pomáhá vytvořit aplikaci tak, že je rozdělená do tří na sobě nezávislých vrstev.

Model MVC můžeme logicky rozdělit do tří částí: M = model, V = view (pohled), C = controller (ovladač).

- *Model* „je část aplikace, která vykonává všechnu aplikační logiku. Ovládá databázi, poskytuje rozhraní různým API, je to jádro systému.“
- *View* „očekává data od modelu a prezentuje je uživateli.“
- *Controller* „zpracovává vstup uživatele a předává ho modelu.“ [2]

Charakteristiky návrhového vzoru MVC:

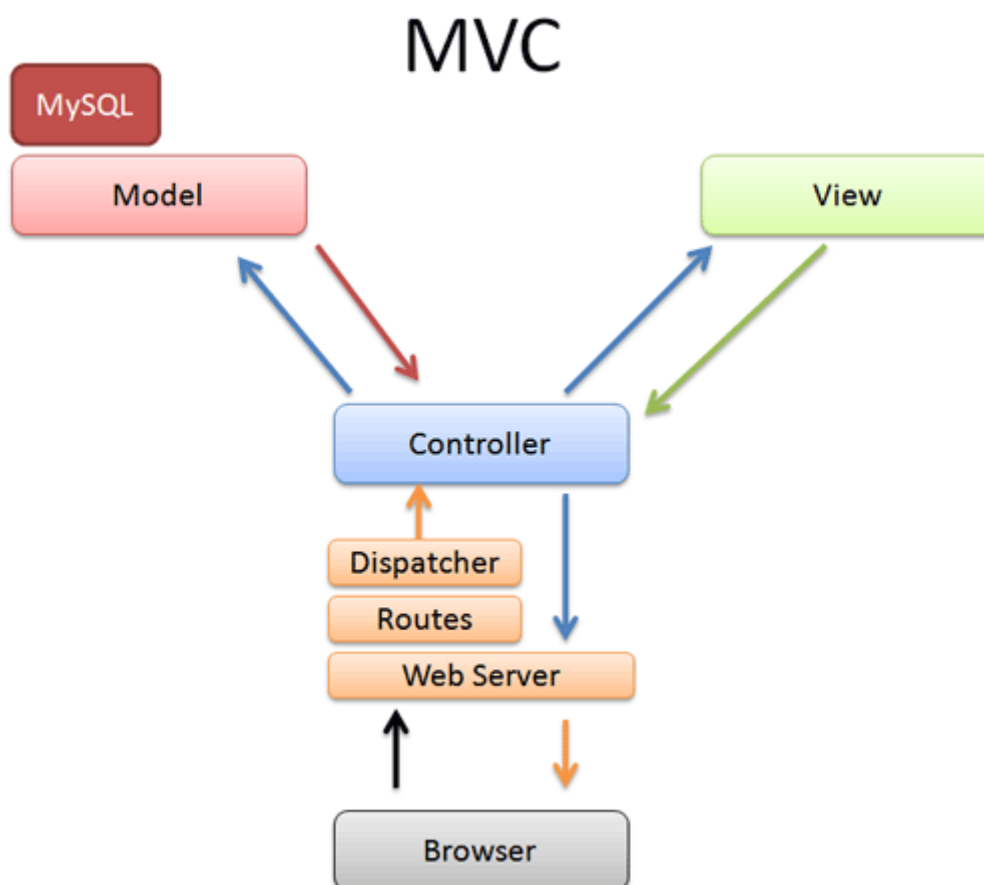
- „model je vždy nezávislý na pohledu a ovladači“
- „pohled i ovladač mají stejná práva pro přístup do modelu“
- „ovladač nikdy není prostředník mezi pohledem a modelem“
- „pohled a ovladač jsou velmi úzce spojeni (každá instance ovladače je spojena s instancí pohledu)“
- „existuje pouze jeden vstup do aplikace“ [2]

Vznik MVC

Architekturu MVC popsal v roce 1979 norský programátor jménem Trygve Reenskaug. Tato architektura vznikla z potřeby jednodušeji měnit kód.

V 70. letech se ve světě začaly vyvíjet grafické aplikace. Otázkou ovšem zůstávalo, jak tyto aplikace navrhovat. Nejjednodušší cestou bylo použít strukturovaného programování, které se již používalo a kdy je uživatelská i logická část aplikace spojena v jeden celek. Tento přístup se stále používá například v programovacím jazyce Delphi a ASP.NET (Web Forms). Ovšem kvůli těsné provázanosti kódu je provádění změn komplikované.

„Řešením je oddělit kód uživatelského rozhraní od kódu aplikační logiky, označovaného jako model.“ [14] Model by se měl omezit na práci s databází. Uživatelské rozhraní tvoří Controller a View. Controller zpracovává vstupy z klávesnice nebo myši a View se stará o výstup na monitoru. Controller je spojovacím článkem mezi View a Modelem. View zobrazuje data, která Controller získá z Modelu a v podstatě nemusí o modelu vůbec vědět.



Obr.5. Struktura návrhového vzoru MVC

1.2.3 Zend Framework

Zend framework je open sourceový objektově orientovaný webový soubor knihoven licencovaný pod licencí New BSD. Snaží se usnadnit práci s vývojem aplikací programátorům webových aplikací. Je implementovaný v PHP 5. Užívá modulární architektury, která umožňuje vývojářům použít jen ty komponenty, které opravdu potřebují.

„ZF v sobě zahrnuje komponenty pro MVC aplikace, autorizaci a autentifikaci, implementuje různé druhy cache, filtrů a validátorů pro uživatelská data, jazykové komponenty a mnoho dalších. Začal být vyvíjen na počátku roku 2005 kdy mnoho nových frameworků, jako Ruby on Rails a Spring Framework získávalo na popularitě.“ [24]

1.2.4 JSON

JSON je název formátu pro výměnu dat. Zkratka vznikla z anglických slov JavaScript Object Notation neboli javascriptový zápis objektů . Tvůrcem tohoto formátu je Douglas Crockford, který vynalezl nový formát hlavně z důvodů jednoduššího přenosu strukturovaných dat po internetu mezi aplikacemi. JSON je formát dat, který stejně jako XML umožňuje přenášet strukturovaná data. Pro práci s JSON je potřeba rozhraní, které je například v JavaScriptu už nativně implementováno.

Jeho základem jsou dvě operace:

- vytvoření JSON z javascriptové datové struktury (serializace),
- sestavení javascriptové datové struktury z JSON (parsování, deserializace).

Serializace

„Serializaci do formátu JSON provede metoda `JSON.stringify`.

Výraz

```
JSON.stringify({x: 45, y: 21})
```

vrátí řetězec

```
'{"x":45,"y":21}'
```

Metodu lze volat i se dvěma volitelnými parametry:

```
JSON.stringify(value, replacer, space)
```

Parametr `replacer` může obsahovat funkci nebo pole. Pokud obsahuje pole, slouží jako filtr – pouze položky, jejichž jména `replacer` obsahuje, budou uloženy do JSON. Pokud obsahuje funkci, může být použit nejen k filtrování, ale i ke transformaci dat před uložením do JSON.“ [16]

„Parametr space ovlivňuje formátování JSON, resp. jeho čitelnost pro člověka. Pokud je prázdný, bude vygenerovaný JSON formátovaný na jednu řádku, když jej nastavíme na mezeru, bude JSON formátován na více řádek a každý další vnořený objekt bude odsazen o mezeru více (obdobně zafungují dvě mezery, tabulátor apod).“ [16]

1.2.4.1 Porovnání JSON a XML

JSON

- Je v textovém formátu a tak je lépe čitelný i pro méně zkušeného programátora,
- je vhodný spíše pro přenos menšího množství dat,
- neumožňuje definovat znakovou sadu a chybí i definice znaků konce řádků,
- ne každou strukturu lze do JSON převést.

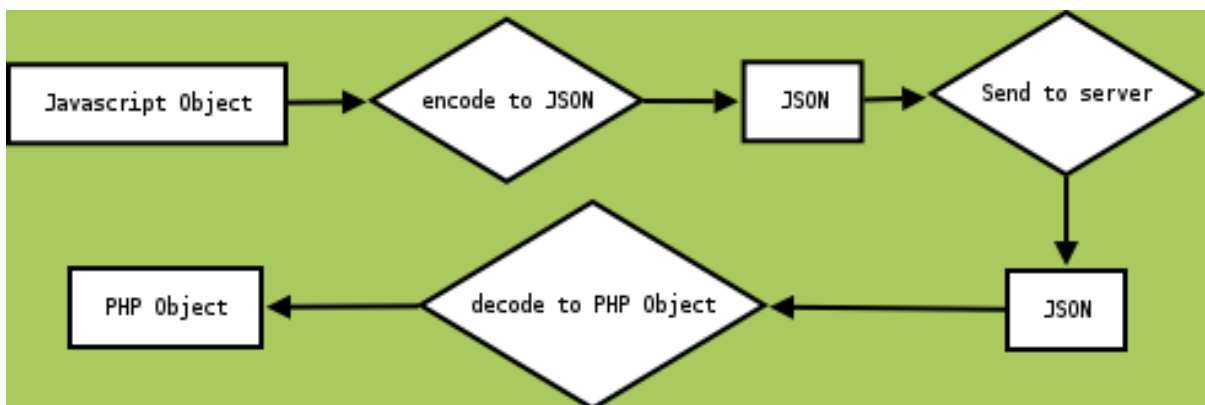
Do JSON nelze převést strukturu, která bude obsahovat cyklické odkazy. Řešením je před převodem tyto cyklické odkazy odstranit. Další problém vzniká když v JavaScriptu použijeme odkazy. Při serializaci budou vyhodnoceny všechny odkazy. Například pokud budeme mít pole v serializované podobě [1, a, a] (pokud a = 2) výsledek bude vypadat následovně '[1,2,2]'. Po serializaci a parsování tedy můžeme získat trochu jinou strukturu.

XML

- Je značkový jazyk,
- používá se pro přenos většího množství dat,
- do XML lze převést jakoukoliv strukturu.

1.2.4.2 Životní cyklus JSON

JSON funguje následovně: Máme nějaký objekt zapsaný v JavaScriptu, který zakódujeme do JSON formátu a odešleme na server. Na serveru se zpráva dekoduje zpět do formátu ve kterém byl odeslán.



Obr.6. Životní cyklus JSON – Ukázka kódu odeslaného v JavaScriptu a dekodovaného na serveru do objektu PHP.

ExtJS

Je velmi pěkně graficky propracovaný javascriptový framework pro vytváření RIA (Rich Internet Application) aplikací. RIA aplikace se tváří stejně jako desktopové aplikace, ale jsou to ve skutečnosti internetové aplikace. Jejich předností je, že člověk v nich může pracovat odkudkoliv, kde je dostupný internet a podporovaný prohlížeč.

ExtJS zjednodušuje práci s DOM a AJAXem a kromě toho obsahuje hodně komponent do GUI. Tento framework má velmi dobře zpracovanou dokumentaci i tutoriály.

Stinnou stránkou frameworku je licencování. ExtJS byl framework založený na YUI od Yahoo a vydaný pod licenci BSD. Později se licenční podmínky zpřísnily a framework přešel pod přísnější licenci LGPL a od verze 2.1 existuje duální licencování. Framework je dostupný pod licenci **GNU GPL**. Pokud přistoupíme na tuto licenci, dáváme tím vývojáři volně dispozici svoje kódy. Druhou variantou je zakoupení komerční licence, která po nás nevyžaduje, abychom dávali k dispozici svoje kódy a navíc máme tím k dispozici technickou podporu.

1.2.5 Databáze Oracle

Databáze Oracle je často označována jako DBMS (Oracle Database Management System), což je „moderní multiplatformní databázový systém s velice pokročilými možnostmi zpracování dat, vysokým výkonem a snadnou škálovatelností.“ [17]

Tento databázový systém vyvinula firma Oracle Corporation. Nejnovější verzí je Oracle Database 11g. „Tento systém podporuje nejen standardní relační dotazovací jazyk

SQL podle normy SQL92, ale také proprietární firemní rozšíření Oracle (např. pro hierarchické dotazy), imperativní programovací jazyk PL/SQL rozšiřující možnosti vlastního SQL (v tomto jazyce je možné tvořit uložené procedury, uživatelské funkce, programové balíky a trigger), dále podporuje objektové databáze a databáze uložené v hierarchickém modelu dat (XML databáze, jazyk XSQL). Dále též obsahuje širokou paletu nástrojů pro podporu snadného nasazení na gridových sítích (písmeno g v označení verze je zkratkou „Growing to Grid“). Grid Computing podporovala i verze 10g (zde písmeno g značí pouze slovo Grid).“ [17]

Databáze Oracle jsou nasazeny jako hlavní databázový systém, který spravuje data.

2 NÁVRH ŘEŠENÍ

Pro získání informace o úrovni signálu sítě GSM-R bude nutné provést změnu struktury odesílaných dat, přičemž nový formát je rozšířením původního formátu popsaného v kapitole 1.1.3 využitím volných položek. Zpráva bude vypadat následovně:

z_kod	app	typ	len	data
-------	-----	-----	-----	------

Tělo hlavičky

Název	Typ proměnné	Velikost [B]	Výchozí Hodnota	Popis
z_kod	unsigned char	1	0x00	Nepoužito, ponecháno z důvodu kompatibility.
app	char	1	0x47	Kód aplikace reprezentovaný znakem „G“ (71 v ASCII).
typ	unsigned char	1	0x02	Typ zprávy o poloze. Hodnota K.
len	unsigned char	1		Délka těla zprávy o poloze.
data	struct gps_data_st	x		Zpráva o poloze.

Tab.3. Hlavička zprávy [4]

Tělo zprávy o poloze

Název	Typ proměnné	Velikost [B]	Popis
poradi	unsigned char	1	Číselné vyjádření pořadí zprávy modulo 255.
den	unsigned char	1	Údaj přejatý z GPS dat. Číselné vyjádření.
mesic	unsigned char	1	Údaj přejatý z GPS dat. Číselné vyjádření.
rok	unsigned char	1	Údaj přejatý z GPS dat. Číselné vyjádření.
hodina	unsigned char	1	Údaj přejatý z GPS dat. Číselné vyjádření. (UTC)
minuta	unsigned char	1	Údaj přejatý z GPS dat. Číselné vyjádření. (UTC)
sekunda	unsigned char	1	Údaj přejatý z GPS dat. Číselné vyjádření. (UTC)
zemska_sirka	long	4	Zemská šířka přepočtená na <i>ms</i> v číselném vyjádření. Severní šířka je reprezentována kladnou hodnotou, jižní šířka zápornou (-324 000 000 až +324 000 000 ~ -90° až +90°).

zemska_delka	long	4	Zemská délka přepočtená na <i>ms</i> v číselném vyjádření. Východní délka je reprezentována kladnou hodnotou, západní délka zápornou (-648 000 000 až +648 000 000 ~ -180° až +180°).
rychlost	unsigned short int	2	Údaj o rychlosti v <i>km/h</i> v číselném vyjádření. Zaokrouhleno na celé číslo.
azimut	unsigned short int	2	Údaj o směru pohybu objektu. 100 násobek hodnoty ve stupních v GPS datech větě (např. 120,34° = 12034).
status_zpravy	unsigned char	1	Číselné vyjádření reprezentující status generované zprávy o poloze vlaku. Definované hodnoty reprezentují číselné vyjádření statusu generované zprávy.
cislo_vozu	unsigned char[5]	5	Číslo vozu v UIC formátu
infobyte1	unsigned char	1	InfoByte1
infobyte2	unsigned char	1	InfoByte2 – absolutní hodnota úrovně signálu GSM-R
cislo_vlaku	unsigned long	4	Číslo vlaku
funkcni_kod	unsigned char	1	Funkční kód vozidla na vlaku.
id_strojvedoucih o	unsigned char[7]	7	Údaj ze subsystému, ke kterému je připojena čtečka IN karet (56bit jedinečné číslo IN karty). Číselné vyjádření.
cell_id	unsigned short int	2	Číslo buňky GSM-R (cell id)

Tab.4. Obsah zprávy o poloze [4]

Status zprávy – význam jednotlivých bitů:

0. bit	0	podprahová rychlost (nebo zpráva o zastavení)
	1	nadprahová rychlost (nebo zpráva o rozjezdu)
1. bit	0	zpráva odeslána před vypršením časové periody
	1	zpráva odeslána po vypršení časové periody
2. bit	0	zpráva odeslána před ujetím nadlimitní vzdálenosti
	1	zpráva odeslána po ujetí nadlimitní vzdálenosti
3. bit	0	nedošlo ke změně přes práh rychlosti
	1	od poslední zprávy došlo k přechodu přes práh rychlosti (i opakovaně)
4. bit	0	zpráva odeslána v řádném čase (ŽBPS dostupná)
	1	nová zpráva, původní zpráva/y nemohly být odeslány z důvodů nedostupnosti sítě ŽBPS (zprávy, jež nemohly být odeslány se nečíslují)
5. bit	0	nedošlo ke změně informací (číslo vlaku a funkce KV na vlaku ani IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)
	1	došlo ke změně informací (číslo vlaku nebo funkce KV na vlaku nebo číslo IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)

6. bit	0	nedošlo k přechodu přes práh úrovně signálu GSM-R
	1	došlo k přechodu přes práh úrovně signálu GSM-R

Příklady statusu generované zprávy v číselné podobě:

- 0** – stání (zapnutí jednotky, výchozí zpráva – nezná předchozí stav)
- 1** – jízda (zapnutí jednotky, výchozí zpráva – nezná předchozí stav)
- 2** – pohyb podprahovou rychlostí a dosažení rozdílu času Δt_2 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 3** – pohyb nadprahovou rychlostí a dosažení rozdílu času Δt_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 4** – pohyb podprahovou rychlostí a dosažení rozdílu ujeté vzdálenosti Δs_2 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 5** – pohyb nadprahovou rychlostí a dosažení rozdílu ujeté vzdálenosti Δs_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
- 6** – zastavení – změna stavu (popis výše)
- 7** – rozjezd – změna stavu (popis výše)
- 23 (010111)** – zpráva o poloze vlaku jedoucího nadprahovou rychlostí, která nemohla být odeslána v řádném čase z důvodu absence signálu ŽBPS. Od předchozí první zprávy a během čekání na oblast pokrytou signálem došlo k těmto událostem:
 - vypršel čas Δt_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace),
 - byla ujeta vzdálenost větší než Δs_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace).
- 32 (100000)** – došlo ke změně informací (číslo vlaku nebo funkce KV na vlaku nebo číslo IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)
- 58 (111010)** – zpráva o poloze, která nemohla být odeslána v řádném čase z důvodu absence signálu ŽBPS. Od předchozí zprávy a během čekání na oblast pokrytou signálem došlo k těmto událostem:
 - vypršel čas Δt_1 od poslední odeslané zprávy (nebo spuštění aplikace)
 - změna informací (číslo vlaku nebo funkce KV na vlaku nebo číslo IN karty strojvedoucího nebo frekvence Cab radia)
 - změna stavu – vlak zastavil nebo snížil rychlost pod prahovou hodnotu).

Aplikace *Poloha* čte z rozhraní RS-485 z ovládací skříňky rádia informace m.j. o pásmu do kterého je CAB rádio přihlášeno pro hlasový provoz. Není-li tato informace dostupná, odesílá hodnotu 0x00.

Zpráva o poloze obsahuje dva byty pro zasílání informativních údajů.

InfoByte1

Identifikátor rádiového systému

Neznámý stav	xxggg000 (0x00)
160MHz	xxggg001 (0x01)
450MHz	xxggg010 (0x02)
GSM-R	xxggg011 (0x03)
GSM-P	xxggg100 (0x04)

Identifikátor sítě mobilního operátora

operátor nezjištěn	xx000rrr
O2	xx001rrr
T-Mobile	xx010rrr
Vodafone	xx011rrr
SŽDC GSM-R	xx100rrr
jiný než výše uvedený	xx111rrr (například roaming v zahraničí nebo příhraničí)

Bity označené „xx“ představují rezervu.

Bity označené „ggg“ představují identifikátor sítě mobilního operátora.

Bity označené „rrr“ představují identifikátor rádiového systému.

InfoByte2

Využit pro měření úrovně GSM-R signálu (GSM-R receive signal level) z hlasové části vozidlové radiostanice.

0. až 6. bit	absolutní hodnota úrovně signálu GSM-R (GSM-R receive signal level) z hlasové části vozidlové radiostanice; v případě, kdy není informace o síle signálu k dispozici, vyplní se hodnota nulami (000000); v případě, kdy je signál minimální, nebo žádný, vyplní se hodnota jedničkami (111111)
7. Bit	0 signál se neměří (aplikace není instalována nebo se nepožaduje měření) 1 aplikace funkční

V případě, kdy mobilní jednotka nebude osazena subsystémem zajišťujícím údaje o čísle vlaku, ID strojvedoucího, funkčním kódu vozidla na vlaku a úrovni GSM-R signálu,

odešle zprávu bez těchto polí za podmínky, že jsou na konci zprávy. Nachází-li se pole s neznámou hodnotou před polem, jehož hodnota je známa, odešle se s hodnotami 0x00.

Volitelné položky zprávy jsou:

- číslo vlaku,
- funkční kód,

ID strojvedoucího,

- Cell ID (2B), posílá se pouze v případě, kdy je tento údaj znám a kdy je měřena úroveň signálu sítě GSM-R.

2.1 Identifikace polohy objektů v železniční síti

K vyhodnocení naměřené úrovně signálu sítě GSM-R na jednotlivých úsecích na trati je nutné znát, na jakém úseku trati se kolejové vozidlo nachází. Přesnost GPS při určování polohy je přibližně ± 10 m. Odchylka je závislá na poloze satelitů v okamžiku měření a na místě měření – čím je horší výhled na oblohu, tím je GPS méně přesný. Díky této odchylce mohou být některé informace o poloze KV zakresleny mimo trať na mapě. Aby bylo možné vyhodnocovat úseky tratě, musíme znát trať, na které bod leží.

Každá trať má své unikátní označení. Trať se dají dále rozdělit na menší úseky, které se označují jako traťové úseky, dále jen TU. Traťové úseky se dají dále dělit na ještě menší úseky, které se označují jako traťové definiční úseky, dále jen TUDU. TUDU měří několik km. Tyto úseky jsou pro vyhodnocování stále ještě dost dlouhé, proto je nutné najít způsob, kterým rozdělíme úseky TUDU na menší délky řádově ve stovkách metrů.

Nabízí se dvě možná řešení:

1. Pomocí hektometrovníků rozdělit TUDU na menší úseky. Každý úsek pak bude mít přibližně 100 m. Popis hektometrovníku najdeme v drážním předpisu M12.
2. Získáme body, pomocí kterých je možné úsek TUDU vykreslit. Úseky budou nestejně dlouhé řádově v desítkách nebo stovkách metrů.

2.1.1 Drážní předpisy

Informace o tratích a traťových úsecích byly čerpány z předpisu M12.

M12 je předpis pro jednotné označování tratí a kolejíšť v informačním systému ČD. Obsahuje základní ustanovení, upravující metodiku:

- základního popisu železniční sítě tratí a kolejíšť ČD a jejich dílčích částí
- vzájemných převodů mezi různými systematikami popisu sítě tratí a kolejíšť používanými v informačních systémech (IS) jednotlivých služebních odvětví
- postupů pro vytvoření a aktualizaci číselníkových souborů popisu sítě tratí.

Předpis je závazný pro:

- a) všechny organizační složky ČD, udržující, zpracovávající a využívající:
 - celosíťové průřezové (vazební) číselníkové soubory vztahující se k popisu sítě tratí a kolejíšť,
 - pasportní evidence zařízení železniční infrastruktury,

- všechny jiné datové základny, které výše uvedené soubory využívají,
- b) všechny externí organizace, které pro ČD řeší a realizují projekty:
 - výstavby a údržby investičního majetku železniční infrastruktury,
 - informačního systému ČD.

2.1.1.1 Hranice definičních úseků – M12

„Definiční úsek, tvořený vymezenou částí prostoru okolí určené koleje v dopravním smyslu (definiční koleje), je základní evidenční a identifikační jednotkou, určenou číslem definičních úseků, která umožňuje:

- a) rozčlenit železniční síť z hledisek:
 - geometrických, resp. topologických,
 - provozně-technických (jak z hledisek infrastruktury, tak dopravy a přepravy),
 - správních (včetně vlastnických) a jiných obecně ekonomických,“ [20]
- b) vyjádřit lokalizaci objektů tratí a jejich podstatného okolí v pasportních a provozně ekonomických evidencích.

Definiční úsek začíná (končí) ve směru růstu staničení vztažné kolejové trasy vždy:

- a) na hranici:
 - státu,
 - vlastníka (resp. správce) příslušné části dopravní cesty,
 - traťového úseku,
- b) na fyzickém nebo administrativně určeném konci vztažné kolejové trasy, resp. v případě kusých kolejí ve stanoveném prodloužení osy koleje,
- c) na hranici DVM na první výhybce ve směru pohledu z širé tratě, a to s ohledem na její uložení do koleje na té její části (začátku nebo konci), která bezprostředně navazuje na předchozí úsek tratě,
- d) v místě změny soustavy trakčního napájení,
- e) výjimečně i v jiném místě, schváleném příslušným orgánem.

Po stranách je definiční úsek vymezen:

- a) sousedícím definičním úsekem,
- b) administrativně určenou hranicí, ležící zpravidla v úrovni ochranného pásma dráhy.

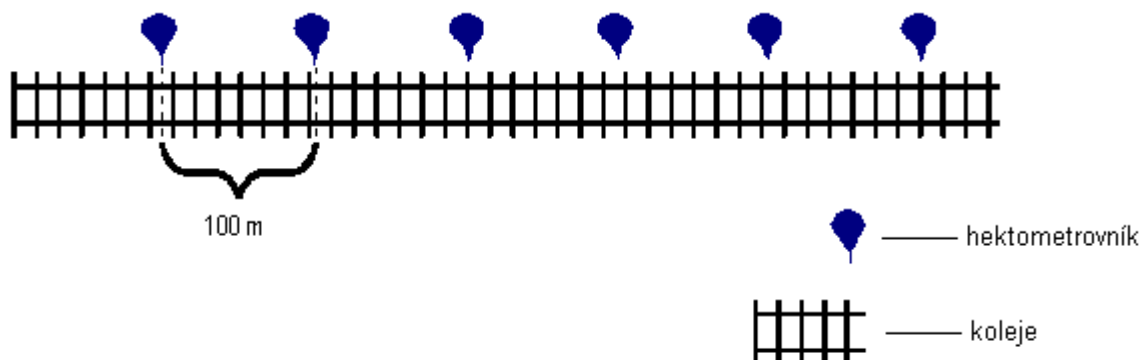
Ve směru vertikálním je prostor, zahrnovaný do definičního úseku, určen:

- a) výškou resp. hloubkou posledního objektu nebo zařízení, které má význam pro evidenci,
- b) případným mimoúrovňovým křížením s jiným definičním úsekem. [20]

2.1.1.2 Hektometrovníky

Hektometrovníky neboli staničníky jsou údaje svázané s tratí. V předpisu M12 „se pojem zobecňuje do prostoru celého definičního úseku a je chápán i jako obecná metodika určení polohy v souřadném systému spojeném s kolejovou trasou. Protože v současnosti u ČD není k dispozici specializovaný předpis, který by přesně definoval všechny souvislosti staničení trati a jednotlivých kolejí z hledisek geodetických, projekčních, provozních, informačních a jiných, přičemž z hlediska předpisu M12 nejde o hlavní, ale přesto velmi podstatně související problém, mají navržená terminologie a některé postupy přechodný charakter do doby schválení takového specializovaného předpisu.“ [20]

Hektometrovníky jsou od sebe vzdáleny 100 m a jen výjimečně tato vzdálenost může být větší.



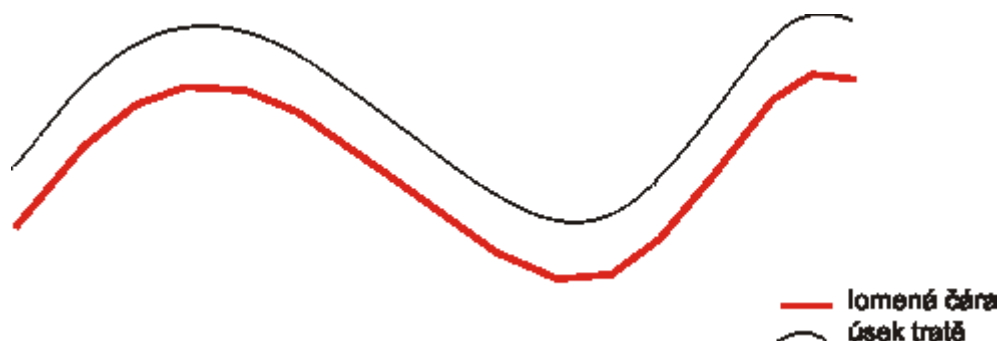
Obr.7. Zobrazení tratě s hektometrovníky.

2.1.2 Rozklad úseku TUDU na lomenou křivku

Každý úsek TUDU je složen z několika bodů. Jsou-li v rovině vzájemně různé body A_1, A_2, \dots, A_n , pak z nich můžeme vytvořit množinu úseček $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_{n-1}$. Tuto množinu nazýváme lomenou čarou. Úsečky tvoří hrany lomené čáry.

Úseky TUDU jsou složeny z desítek bodů. U každého bodu TUDU budeme určovat, zda-li je v daném průjezdu lokomotivy v tomto bodě signál dobrý nebo nedostatečný. Po

každém průjezdu budeme u všech bodů úseku zjišťovat s jakým signálem kolejové vozidlo vybavené měřícím zařízením projelo.[22]



Obr.8. Rozklad úseku na lomenou křivku. Pro názornost posunut níže.

2.2 Vyhodnocení dat

Pokud budeme znát TUDU úsek, po které vlak jede, budeme chtít vyhodnotit každou jeho hranu. Vyhodnocení bude spočívat ve statistickém zpracování dat. Budeme moci využít aritmetický průměr.

Vzorec bude vypadat následovně: $\bar{x} = \frac{\text{počet příznivých průjezdů}}{\text{počet všech průjezdů}}$

počet příznivých průjezdů – je počet průjezdů, kde úroveň signálu není menší než -95 dBm,

počet všech průjezdů – je počet všech platných průjezdů.

Data, která budeme vyhodnocovat, budou vždy vymezena za nějaké časové období. Problém, který budeme řešit, je, že na stejném úseku trati můžeme po každém průjezdu získat jiné výsledky.

2.2.1.1 Technologie Oracle Spatial

Technologie Oracle Spatial je rozšířením pro databázi Oracle, které obsahuje metody pro zpracování, ukládání a manipulování s prostorovými daty (např. úsečky, polygony atd.). Tyto funkce se dají využít pro různé geografické informační systémy.

Oracle Spatial má v sobě uloženo mnoho sad operátorů, procedur a funkcí, které plně umožní pracovat s prostorovými daty. Existuje několik základních pravidel, kdy je efektivnější použít funkce a procedury Spatial a kdy operátory Spatial.

Funkce a procedury Spatial

Funkce a procedury Spatial jsou poskytovány jako podprogramy v PL/SQL balíčcích jako je SDO_GEOM, SDO_CS a SDO_LRS. Tyto podprogramy nevyžadují ke své činnosti, aby byl prostorový index definovaný. Nepoužívají ho ani tehdy, když je definovaný.

Mimo těchto funkcí a procedur ve zmiňovaných balíčcích existují i podpora agregačních funkcí. Agregační funkce jsou funkce, které pracují nad množinou řádků tabulky a vrací jen jeden výsledek pro celou vstupní množinu dat. Tento výsledek je u Spatial typu SDO_GEOMETRY.

Operátory Spatial

Operátory Spatial jsou specifické operátory, které používáme pro práci s prostorovým objektem dat. Nejčastěji používaný a hlavní operátory Spatial jsou zobrazeny v Tab.4.

Operátor	Popis
SDO_FILTER	Identifikuje jeden nebo více prostorových objektů, které pravděpodobně působí společně na daný objekt nebo se pravděpodobně prostorově ovlivňují.
SDO_JOIN	Vykonává prostorové spojení založené na jednom nebo více topologických vztahů.
SDO_NN	Určuje nejbližšího souseda v geometrii.
SDO_NN_DISTANCE	Vrací vzdálenost objektu vráceného operátorem SDO_NN.
SDO_RELATE	Rozhoduje, zda se dvě geometrie ovlivňují v určené cestě.
SDO_WITHIN_DISTANCE	Určuje, jestli jsou dvě geometrie uvnitř specifikované vzdálenosti jedna od druhé.

Tab.4 Hlavní přehled operátorů Spatial

Zdroj: Oracle Spatial User's Guide and Reference 10g

Pro použití operátoru je potřeba definovat prostorový index. Operátor Spatial musí být vždy v dotazu za klauzulí where. Samotný operátor se skládá ze dvou parametrů. První parametr každého operátoru určuje sloupec geometrie v tabulce, který má být prohledáván nebo se s ním bude pracovat. Druhý parametr určuje dotazovací část.

Operátor SDO_NN nám pomůže určit trať, na které bod leží. Jako výsledek vrací sdo_num_res číslo objektů z geometry1, které jsou nejbližší geometry2 v dotazu. Operátor

se dá použít jen tehdy, máme-li v tabulce prostorový index, nebo když používáme jen dva rozměry.

Má následující syntaxi:

SDO_NN(geometry1, geometry2, param [, number]);

geometry1 – Určuje sloupec geometrie v tabulce, který musí být prostorově indexovaný.

Neboli pomocí tohoto parametru ukážeme na sloupec v tabulce, kde se bude tento operátor provádět. Datový typ tohoto parametru je SDO_GEOMETRY.

geometry2 – Parametrem vykonáváme dotazovací část, kdy je přesně definováno, z jakého bodu nebo souřadnice má operátor hledat nejbližšího možného souseda. Datový typ je opět SDO_GEOMETRY.

param – určuje chování operátora. Klíčová slova, která můžeme v tomto parametru použít jsou následující. [22]

- *sdo_batch_size* – určuje požadované množství výsledků, kterým vyhovuje klauzole WHERE. Tento parametr je dostupný, jen když používáme indexování R-Tree. Jestliže specifikujeme *sdo_batch_size=0* nebo úplně vynecháme tento parametr, pak Spatial vypočítá vhodné množství k velikosti výsledku. Takto vypočítané množství nemusí být nejvýhodnější, proto, pokud je to možné, je dobré velikost *sdo_batch_size* specifikovat než mít *sdo_batch_size=0*.

Sdo_batch_size hodnota může ovlivnit výkon dotazu na nejbližšího souseda. Například, chceme-li vyhledat nejbližší dvě gotické památky a víme, že ze všech památek okolo nás je jen 20 % gotického slohu, pak nejlepšího výsledku dosáhneme při hodnotě *sdo_batch_size=10*.

Pokud je *sdo_batch_size* specifikován, pak je hodnota *sdo_num_res* ignorována. Nelze používat obě klíčová slova. Datový typ je NUMBER.

- *sdo_num_res* – určuje, jaký počet objektů ve sloupci se má nalézt ve vykonání dotazu SQL. Jestliže nspecifikujeme tento parametr, operátor nám vrátí všechny řádky výsledku ve vzrůstajícím pořadí. Datový typ je NUMBER. [22]

2.3 Signál GSM-R

Zkratka GSM (Global systém for Mobile Communications) označuje systém, který se stal nejpobulárnějším standardem pro mobilní telefony. Na základě tohoto standardu byl vytvořen systém GSM-R, kde R označuje železnice (z anglického slova Railway).

„Systém GSM-R se zrodil v roce 1993 a na svědomí jej má mezinárodní unie železniční dopravy UIC (International Union of Railways). Technologie GSM-R spadá pod standard EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), který se týká evropského kontinentu a je vyvíjen ve spolupráci s evropskou standardizační autoritou ETSI. Česká republika se prostřednictvím společnosti České dráhy v roce 1997 podpisem memoranda MoU EIRENE (pro úplnost – MoU znamená Memorandum of Understanding) k projektu připojila, což bylo dále potvrzeno v roce 2000 podpisem dohody o implementaci. Dohody představovaly závazek budovat na železničních tratích nová rádiová zařízení podle standardu EIRENE, tedy potažmo GSM-R. Následně se u nás v dalších letech buďoval první pilotní systém GSM-R.“ [5]

2.3.1 Rozdíl mezi GSM a GSM-R

Systém GSM-R se od obvyčejného GSM trochu liší. Je kladen větší důraz na bezpečnost a spolehlivost. Velký rozdíl je ve způsobu pokrytí. „Na rozdíl od klasického GSM se základnové stanice GSM-R snaží pokrýt jen omezené území v těsném okolí trati, a to co nejdůsledněji bez hluchých míst. Kvůli tomu jsou pro buňky GSM-R typické velké vzájemné překryvy dosahující až polovinu plochy buňky, které by u běžného plošného GSM byly neefektivní. To kvůli tomu, aby byla mobilní stanice obsloužena opravdu spolehlivě a v každém místě. Pokrytí se týká samozřejmě i tunelů, mostů a mnohdy komplikovaných úseků trati mezi kopci a skalami.“ [5]

Systém GSM je navržen pro maximální rychlost pohybu do 250 km/h. To pro některé evropské vlaky nestačí. Například francouzské TGV se pohybuje běžně rychlostí okolo 300 km/h. Systém GSM-R byl proto upraven tak, aby zvládl rychlosti i okolo 350 km/h. Změna se týkala hlavně způsobu pokrytí. Používá se jiná frekvence pásma než pro GSM. „Konkrétně 876–880 MHz pro uplink a 921–925 MHz pro downlink.“ [7]

Pro pokrytí se používají směrové antény, které jsou umístěny na vysokých stožárech jednotlivých BTS.

2.3.2 BTS

BTS je zkratka z anglického označení Base Transceiver Station, neboli základová stanice. BTS je seskupení několika antén a aktivních prvků, které umožňují bezdrátové spojení mezi zařízením uživatele (nejčastěji mobilní zařízení, WLL telefony, počítače) a sítí (nejčastěji připojení do internetu, Wifi a WiMAX). Komunikace je GSM, CDMA, WLL, Wifi, WiMax a jiné.



Obr.9: Stožár na kterém jsou umístěny směrové antény [7]

2.3.3 Měření úrovně signálu

Měření bude probíhat na hnacích vozidlech vybavených komunikační jednotkou s inovovanou aplikací poloha odesílající údaje o kvalitě signálu. Zprávy doručené na stacionární část jsou uloženy v databázi komunikační brány a poté mohou být vyhodnoceny a zobrazeny na mapě. „Jako rozhodovací úroveň sledovaného signálu je uvažována hodnota -95 dBm. Hodnoty menší než -95 dBm jsou považovány za nevyhovující.“ [3].

2.3.4 Vizualizace

Vizualizovat budeme odlišně úseky TUDU, na kterých byl naměřen signál menší než -95 dBm. V aplikaci si budeme moci zvolit ze dvou možností. Zobrazení chybových úseků a zobrazení chybových BTS.

Úsekem trati bude úsečka mezi dvěma body na traťovém definičním úseku. Ze znalosti souřadnic bodů TUDU vytvoříme jejich pospojováním lomenou čáru. Úseky lomené čáry budou nestejně dlouhé v závislosti na členitosti daného úseku trati.

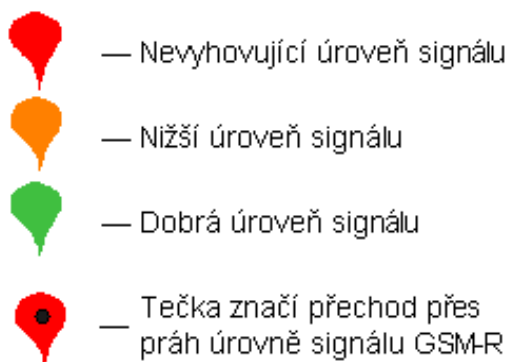
Úseky budeme v závislosti na úrovni signálu barevně odlišovat.



Obr.10. Barevné odlišení úseků s popisem

BTS budou zobrazeny pomocí speciálních značek.

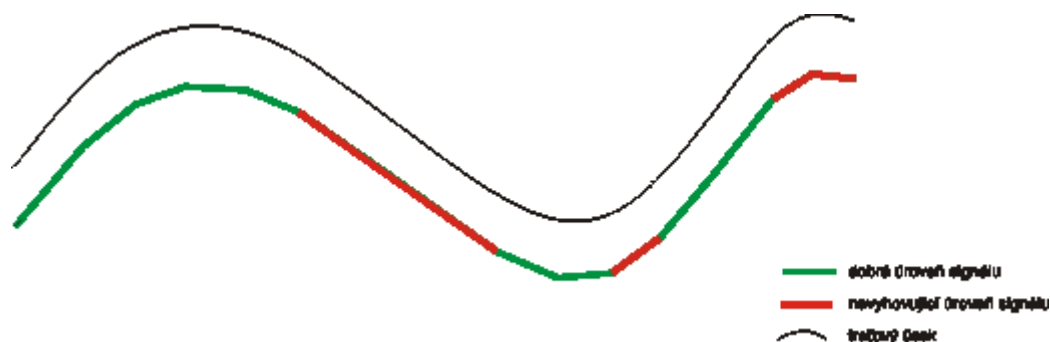
Zobrazení značek bodů v úseku TUDU ve kterých byly odeslány zprávy o poloze KV



Obr.11. Barevné odlišení značek s popisem

Za nevyhovující úroveň signálu je považována hodnota nižší než -95 dBm, za nižší úroveň signálu je považována hodnota z intervalu $\langle -95 \text{ dBm}, -85 \text{ dBm} \rangle$. Za dobrou úroveň signálu je považována hodnota vyšší než -85 dBm.

Každý úsek TUDU se skládá z několika bodů. Čím víc je úsek klikatější tím více bodů získáme. Nad mapovými podklady bude úsek vykreslován pomocí JavaScriptu. Získají se všechny body naměřené na vybraném úseku a postupně se zjišťuje, jaký signál v tomto bodě byl zaznamenán.



Obr.12. Vykreslení úrovně signálu na úseku TUDU (zobrazovaná část je pro názornost posunutá)

Zakreslení bude probíhat nad mapovými podklady. Nejdříve bylo vybráno rozhraní Google maps API, které umožňuje zobrazení Google map. Výhodou je dobře popsaná dokumentace k těmto mapám, podle které bylo celkem jednoduché naučit se používat toto rozhraní. Problém vznikl až tehdy, když se objevily změny v licenci, která omezuje bezplatné použití v aplikacích, které nejsou přístupné veřejně pro všechny uživatele.

Aplikace RCN Manager je navržena tak, že přístup do ní mají jen registrovaní uživatelé, a tak by musela být zaplacená licence. Z tohoto důvodu bylo změněno rozhraní z Google maps na rozhraní Maps Expert, které vyvíjí společnost ČDT.

2.3.5 Google Maps API

Google Maps API je rozhraní, které umožňuje zobrazit mapu. Mapové podklady jsou schopny zobrazit různé rozlišení map od úrovně ulic až po úrovně kontinentů. Mapu lze zobrazit nejen v klasickém zobrazení, ale k dispozici jsou satelitní i terénní mapové podklady. „Pro používání Google Maps API stačí základní znalost JavaScriptu a základy objektivě orientovaného programování.“ [21]

„Před samotným použitím Google Maps API na stránkách je potřeba získat API klíč. Ten lze zdarma získat na code.google.com/apis/maps/signup.html. Podmínkou je mít účet u Google (Google account, také zdarma, možno vytvořit při získávání klíče API). Klíč je

vytvořen po odsouhlasení podmínek použití a zadání domény (resp. doména/adresář, je možné získat klíč i pro „localhost“ nebo adresu IP), na které poběží stránka s mapou.“ [21]

Google nabízí dvě verze map: Google Maps a Google Maps Enterprise. Rozdíl mezi těmito dvěma verzemi je jen v licenci. Google maps lze libovolně použít zdarma, pokud „stránka, kde je mapa umístěna, je přístupná všem návštěvníkům (nesmí jít tedy o stránku pro jejíž prohlížení je nutná registrace/přihlášení apod.).“ [21]

2.3.6 Map Expert API

Rozhraní Map Expertu je podobně jako Google maps API napsáno v JavaScriptu. Výhodou je, že map expert je vyvíjen přímo pro zobrazení železničních tratí nad mapami ZABAGED (Základní báze geografických dat).

„ZABAGED[®] je digitální geografický model území České republiky, který svou přesností a podrobností zobrazení geografické reality odpovídá přesnosti a podrobnosti Základní mapy České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10). Obsah ZABAGED[®] tvoří 106 typů geografických objektů zobrazených v databázi vektorovým polohopisem a příslušnými popisnými a kvalitativními atributy. ZABAGED[®] obsahuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu a prvcích terénního reliéfu. Součástí ZABAGED[®] jsou i vybrané údaje o geodetických, výškových a tíhových bodech na území České republiky a výškopis reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic.“ [27]

2.3.7 Využití vizualizace v rámci řešené problematiky

Využijeme mapové rozhraní, které vyvíjí společnost ČDT. V mapových podkladech si vykreslíme vrstvu, která spojuje hektometrovníky lomenou čarou.

Vykreslování podrobností bude záviset na použitém měřítku mapy. Pokud měřítko bude větší, bude i mapa podrobnější, a pokud bude menší, mapa bude méně podrobná. V jednotlivých úrovních budeme vykreslovat určité detaily informace.

Pokud jeden z menších úseků bude špatný nebo nevyhovující svojí úrovní signálu, pak celý sdružený úsek bude špatný nebo nevyhovující. Vyhovující úseky budou jen ty, kde všechny menší úseky mají dobrou úroveň pokrytí signálem.

2.4 Souhrn

Cílem této práce je rozšíření aplikace Poloha a rozhraní RCN Manageru o další část, která bude vizualizovat úroveň signálu sítě GSM-R. Tato úroveň signálu bude měřena komunikačním terminálem kolejového vozidla.

Pro naplnění zadání je nutné:

- upravit formát odesílané zprávy (doplnit úroveň signálu, typ sítě, identifikaci buňky),
- doplnit odesílání zpráv při přechodu přes prahovou úroveň signálu sítě GSM-R,
- změnit obsah konfigurační zprávy,
- změnit mapové podklady,
- svázat data o poloze zjištěná z přijímače GPS signálu s TUDU.

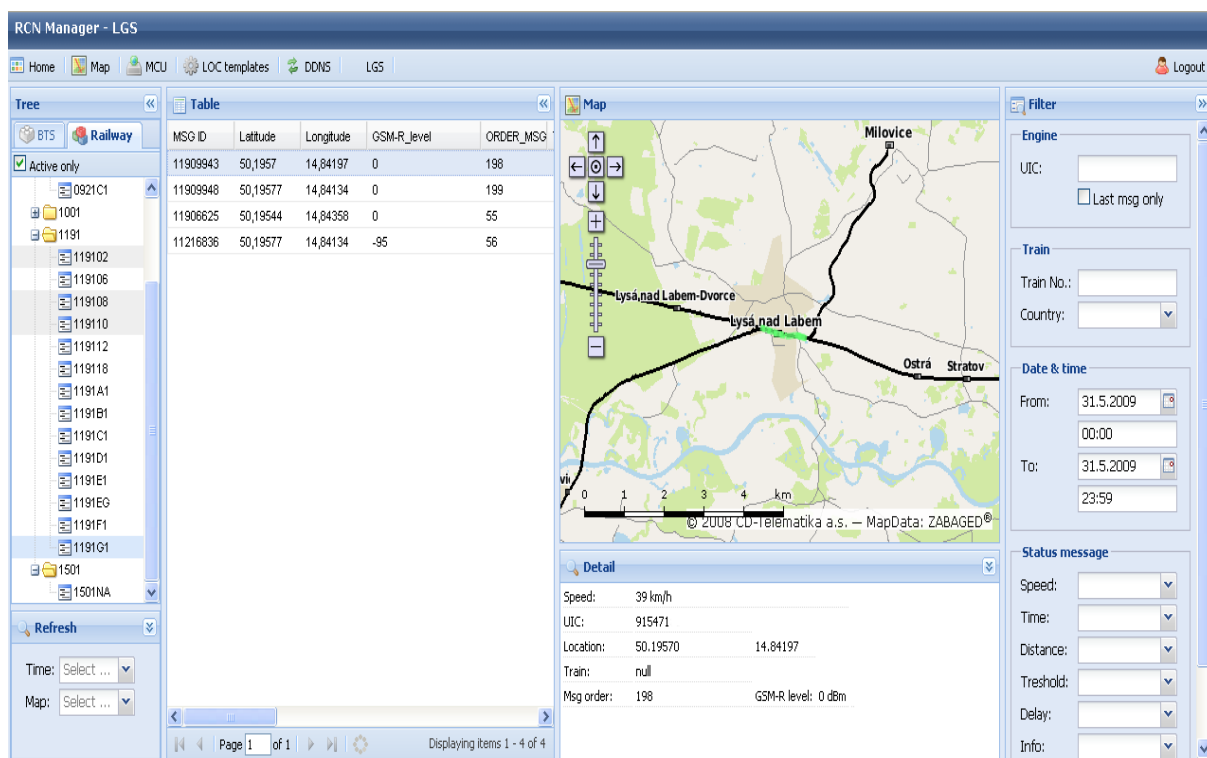
3 PRAKTICKÁ ČÁST

Výsledkem řešení praktické části diplomové práce je aplikace *Aktální poloha kolejového vozidla* doplněná o měření úrovně signálu sítě GSM-R. Mým konkrétním úkolem bylo zejména vytvoření nového modulu v aplikaci RCN Manager, který umožňuje vizualizaci úrovně signálu sítě GSM-R v jednotlivých úsecích TUDU na mapových podkladech ZABAGED s využitím API MapExperta. Tabelárně zobrazuje přijaté zprávy o poloze a úrovni signálu sítě GSM-R a zároveň zobrazuje data přímo na mapě.

Pro vizualizaci je zapotřebí vykreslovat úrovně signálu jako úsečky z bodu A do bodu B pro jednotlivé hrany TUDU. Vykreslování probíhá v elementu `<canvas></canvas>`.

3.1 Popis aplikace

Okno aplikace vypadá následovně:

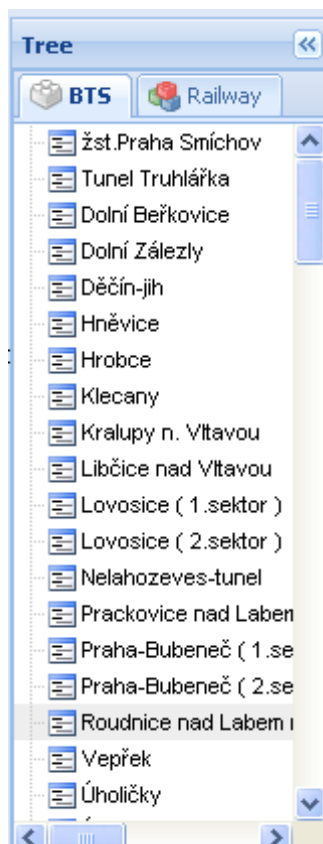


Obr.13. Ukázka modulu zobrazujícího úroveň signálu

Modul aplikace se zobrazí po kliknutí na tlačítko LGS v hlavním menu. Zobrazí se layout, který je napsán celý v JavaScriptu. Panel vlevo obsahuje stromy BTS a Railways.

BTS

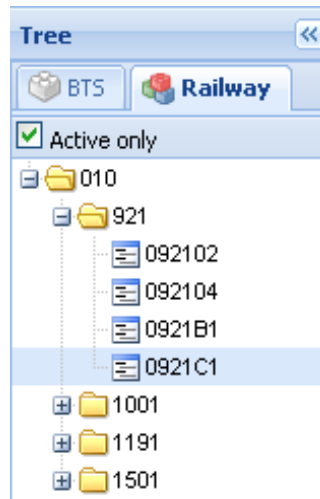
Panel BTS obsahuje utříděný seznam zařízení BTS podle názvu lokace, kde jsou umístěny. Po kliknutí na záložku BTS se zobrazí panel BTS, viz Obr.14.



Obr.14. Detailní zobrazení panelu BTS

Railways

Panel Railways obsahuje strukturu železniční sítě ve stromové podobě. V první úrovni je číslo tratě. V druhé úrovni je utříděný seznam traťových úseků TU. Ve třetí úrovni je utříděný seznam traťových definičních úseků TUDU. Po kliknutí na úsek TUDU se zobrazí doručené zprávy o poloze kolejových vozidel, které tímto úsekem v daném časovém intervalu projížděly, v tabelární podobě a zároveň se zobrazí informace o naměřené kvalitě signálu sítě GSM-R na jednotlivých hranách TUDU vizuálně na mapě.



Obr.15. Detailní zobrazení panelu Railway

Table

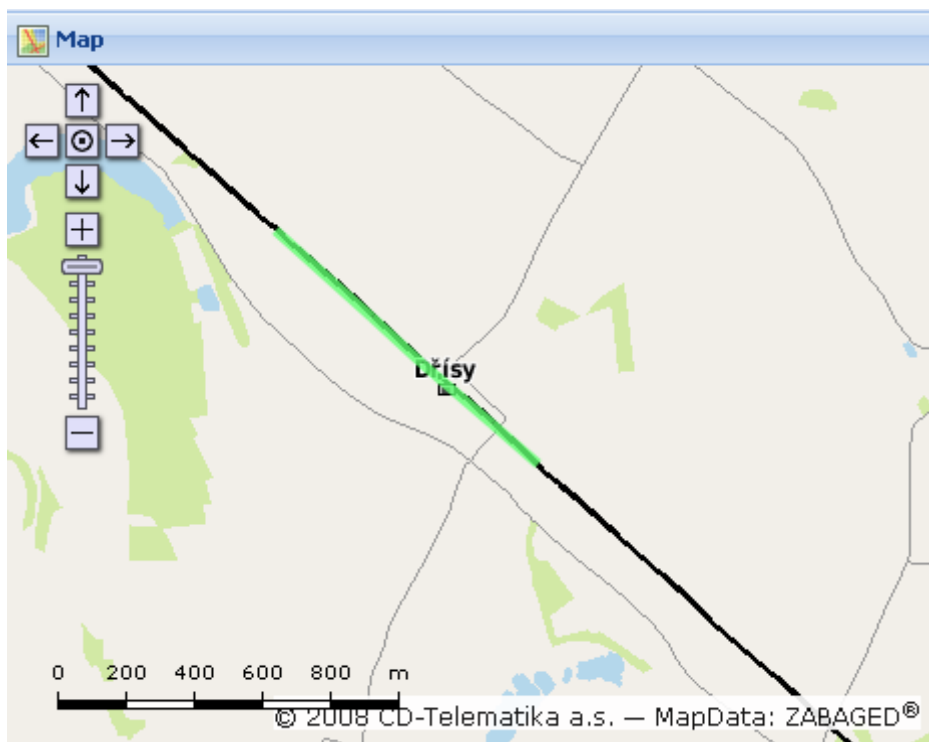
Tabulka s označení Table zobrazuje detailně doručené zprávy o poloze kolejových vozidel pro jednotlivé průjezdy vlaků vybraným TUDU v daném časovém intervalu. Kromě sloupců na následujícím obrázku (Obr.16) je možné zobrazit identifikátor průjezdu (unikátní číslo stejné pro všechny zprávy o poloze, které se vztahují k jedinému průjezdu kolejového vozidla daným TUDU), označení kolejového vozidla, naměřenou úroveň signálu sítě GSM-R či status zprávy.

MSG ID	Latitude	Longitude	GSM-R_level	ORDER_MSG
11909943	50,1957	14,84197	0	198
11909948	50,19577	14,84134	0	199
11906625	50,19544	14,84358	0	55
11216836	50,19577	14,84134	-95	56

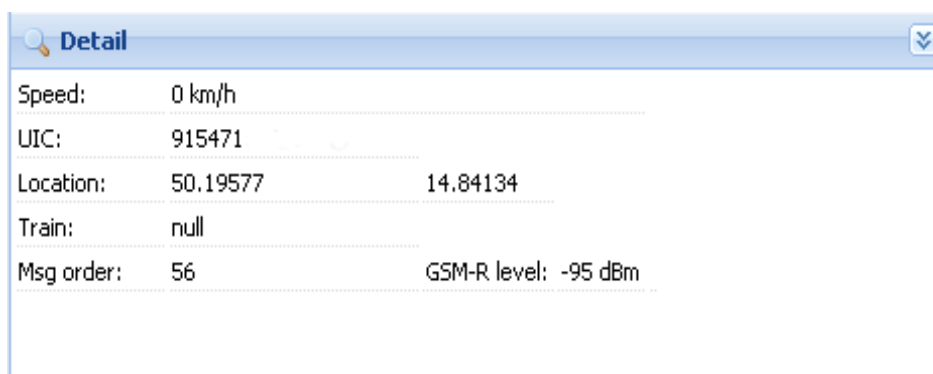
Obr.16. Detailní zobrazení panelu Table

Map

Panel Map zobrazuje Mapové podklady, ve kterých je barevně zvýrazněn daný úsek TUDU, který byl vybrán v panelu Railways, nebo úsek, na kterém se nachází zvolená BTS z panelu BTS (včetně vykreslení polohy vybrané BTS).



Obr.17. Detailní zobrazení panelu Map



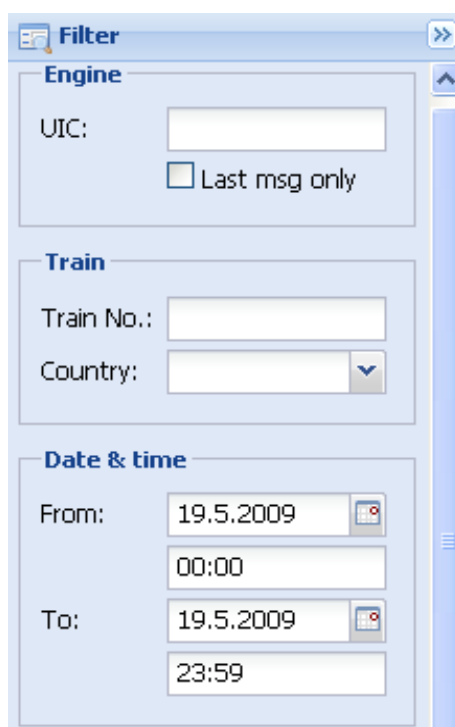
Obr.18. Detailní zobrazení panelu Detail

Detail

Pod mapami je panel Detail, který zobrazuje detailní informace obsažené v konkrétní zprávě o poloze vozidla po kliknutí na vybranou ikonu zprávy o poloze vykreslenou v mapě.

Filtr

Vpravo najdeme filtry, kterými můžeme časově ovlivnit vyhodnocování signálu za zvolené časové období, nebo jen vybraná kolejová vozidla či zvolené vlaky.



Obr.19. Detailní zobrazení panelu Filter

3.1.1 Nastavení konfigurace

Konfiguraci lze provést z modulu RCN Manageru v záložce LOC templates. Pole typ slouží k rozdělení konfigurací komunikačních terminálů se základní verzí aplikace *Poloha* a komunikačních terminálů s inovovanou verzí této aplikace rozšířenou o měření úrovně signálu sítě GSM-R.

Vytvořená konfigurační data je poté možné odeslat na všechny komunikační terminály s aplikací *Poloha* odpovídajícího typu nebo uložit jako šablonu. Odeslání konfiguračních dat pro mobilní část aplikace *Poloha* na jediné vozidlo je možné z panelu MCU.

ID	Created	Used	Default	Type
31	05.08.2008 09:57:41	167		K
29	26.07.2008 07:38:42	34		K
1	11.03.2008 13:00:00	25	default	K
33	12.11.2008 10:07:12	1	default	L

Type:

Avg speed (km/h): Send standing time period:

Standing time (s): Send moving time period:

Moving time (s): Send standing distance period:

Standing distance (m): Send Moving distance period:

Moving distance (m): Send treshold standing:

Standing treshold (km/h): Send treshold moving:

Moving treshold (km/h): Read function code:

Max valid time (s): Read train number:

Max valid distance (m): Read driver in code:

Read in cab radio frequency:

Obr.20. Zobrazení modulu LOC templates při editaci konfiguračních dat pro komunikační terminály s aplikací poloha typu standard.

Type: with LGS		
Avg speed (km/h):	5	Send standing time period: yes
Standing time (s):	300	Send moving time period: yes
Moving time (s):	30	Send standing distance period: yes
Standing distance (m):	100	Send Moving distance period: yes
Moving distance (m):	1500	Send threshold standing: yes
Standing threshold (km/h):	4	Send threshold moving: yes
Moving threshold (km/h):	7	Read function code: yes
Max valid time (s):	10	Read train number: yes
Max valid distance (m):	200	Read driver in code: yes
		Read in cab radio frequency: yes
		Read GSM signal: yes
		Send GSM Threshold: yes
		GSM Threshold level: 95
		GSM Threshold number: 3
		GSM signal level dBm: no
		Standing time period: 300
		Moving time period: 30

Obr.21. Zobrazení modulu DDNS sloužící pro konfiguraci komunikačního zařízení typu with LGS

3.2 Layout aplikace

Aplikace je napsána v pomoci javascriptového frameworku ExtJS. Ten umožňuje navrhnout webovou aplikaci v JavaScriptu a pomocí kontejneru Viewport ji lze zobrazit na stránce html. Zobrazení je přizpůsobeno velikosti okna.

3.3 Vykreslování úrovně signálu

Pro vykreslování pomocí JavaScriptu je nutné najít komponentu, která by uměla vykreslit čáry nad mapou. Pro tyto účely byl zvolen canvas.

Canvas je nový prvek HTML, který umožňuje vykreslit grafiku pomocí skriptování JavaScriptem. Mohou tím být vykresleny například grafy, obrázek, kde se vyskytují kresby nebo animace.

Prvek Canvas není podporován všemi prohlížeči. Ke správnému zobrazení prvku canvas je zapotřebí prohlížeče Firefox 1.5 a vyšší či jiný současný prohlížeč založený na jádře Gecko, Operu 9, Google Chrome nebo současnou verzi Safari. Internet Explorer prvek canvas zatím stále nepodporuje, ale je možné v něm prvek zobrazit. Používají se náhrady – buď přes komponentu ActiveX DirectAnimation nebo přes VML (Vector Markup Language).

Výhoda Canvasu tkví v tom, že umožňuje kreslit 2D objekty přímo do stránky. html

Canvas se zapisuje:

```
<canvas id="tutorial" width="150" height="150"></canvas>
```

Prvek `<canvas>` má pouze dva atributy – **width** a **height**. Oba jsou nepovinné, a mohou být nastavovány pomocí DOM vlastností nebo CSS pravidel. Pokud není v atributech specifikována šířka či výška, bude mít plátno ve výchozím stavu 300 pixelů na šířku a 150 pixelů na výšku.

Vykreslování Canvasu je vůči tagu `<div></div>`, ve kterém je zobrazen. Pro zobrazení polohy vlaku je nutný přepočítání souřadnic GSM na obrazovkové souřadnice.

Bylo nutné vyřešit problém, že framework ExtJS, který si z navrženého layoutu v JavaScriptu vytvoří stránku index.html, neobsahuje komponentu, která by uměla vygenerovat tag canvas. Řešení k tomu však existuje. Lze použít komponentu FormPanel, která

má vlastnosti pro vytváření potomků (children). Ta umožňuje použít jakýkoliv element, který chceme nechat vygenerovat do stránky html.

Canvas je vykreslen jako vrstva nad mapami. Je ohraničen elementem <div></div>, ve kterém jsou zobrazeny mapy. Velikost canvasu by tedy měla být stejná jako velikost panelu, ve kterém jsou zobrazeny mapy, proto je zapotřebí získat velikost panelu a pokud panel roztáhneme překreslit canvas. Pozadí musí být průhledné (transparent), aby bylo vidět mapové podklady. Barevně bude zvýrazněná jen čára, kterou vykreslujeme jednotlivé hrany úseku TUDU zobrazující kvalitu úrovně signálu GSM-R.

Příklad kódu pro vykreslení canvasu v javascriptovém frameworku ExtJS, který nemá přímou podporu pro vykreslení html tagu canvas.

```
var fs =new Ext.FormPanel({
  style:'background-color:transparent;border-color:none;',
  renderTo:'google_map_big',
  id:'fs',
  width:Ext.get('bigMap').getWidth(),
  height:Ext.get('bigMap').getHeight(),
  collapsible:true,
  split:true,
  autoScroll:true,
  bodyStyle:'background-color:transparent;border-
color:red;width:100%;height:100%;',
  items:[{
    xtype:'box',
    anchor:"",
    style:'background-color: transparent;border-color:red;',
    width:Ext.get('bigMap').getWidth(),
    height:Ext.get('bigMap').getHeight(),
    autoEl:{
      tag:'div',
      children:[{
tag:'canvas',
width:Ext.get('bigMap').getWidth(),
height:Ext.get('bigMap').getHeight(),
      id:'myPie',
      style:'background-color: transparent;'
    }
  ]
}
}
});
```

Canvas má jednu nevýhodu – pokud ho použijeme jako vrstvu nad panelem mapy, pak s mapou nebude možné pohybovat pomocí myši. Bude možné pouze zoomovat rozlišení mapy.

Canvas byl tedy vložen jako vrstva přímo do rozhraní MapExpertu. Změny bylo nutné provést přímo na serveru, kde má MapExpert uložené zdrojové soubory. Po úspěšné úpravě zdrojových souborů MapExpertu je možné s mapou libovolně posouvat a zoomovat.

3.4 Tabulky a funkce

Pro řešení vizualizace úrovně signálu sítě GSM-R v modulu LGS je nutné použít dvě tabulky, které obsahují data o poloze. Jsou to tabulky ZK_POLOHA a ZK_BTS, ze kterých jsou čerpaná data. ZK_POLOHA je tabulka, která obsahuje provozní informace posílané z mobilní části komunikačního zařízení na lokomotivě.

```
CREATE TABLE ZK_POLOHA
( MSG_ID NUMBER(12,0) NOT NULL ENABLE,
  ORDER_MSG NUMBER(3,0) NOT NULL ENABLE,
  TRAIN_NUMBER NUMBER(10,0),
  LATITUDE NUMBER(9,6) NOT NULL ENABLE,
  LONGITUDE NUMBER(9,6) NOT NULL ENABLE,
  SPEED NUMBER(3,0) NOT NULL ENABLE,
  FUNCTION_CODE NUMBER(2,0),
  STATUS_MSG NUMBER(3,0) NOT NULL ENABLE,
  AZIMUT NUMBER(3,0) NOT NULL ENABLE,
  INFOBYTE1 NUMBER(3,0),
  INFOBYTE2 NUMBER(3,0),
  DRIVER_IN_CODE NUMBER(17,0),
  UIC_CAR_CODE NUMBER(11,0),
  RAILWAY_NETWORK_ID NUMBER(3,0),
  MSG_TYPE NUMBER(3,0) NOT NULL ENABLE,
  APL_TYPE NUMBER(3,0) NOT NULL ENABLE,
  CREATED TIMESTAMP (0) WITH TIME ZONE,
  DATE_TIME TIMESTAMP (0) WITH TIME ZONE,
  CELL_ID NUMBER(5,0),
  POLOHA_GEO_LOCATION SDO_GEOMETRY,
  TU NUMBER(5,0),
  TUDU VARCHAR2(10 BYTE),
  CONSTRAINT ZK_POLOHA_PK PRIMARY KEY (MSG_ID)
```

Tabulka ZK_BTS obsahuje informace o polohách BTS.

```

CREATE TABLE ZK_BTS
( CELL_ID NUMBER(5,0),
  NAME VARCHAR2(70 CHAR) NOT NULL ENABLE,
  LATITUDE NUMBER(9,6),
  LONGITUDE NUMBER(9,6),
  BTS_GEO_LOCATION SDO_GEOMETRY,
  TU NUMBER(5,0),
  TUDU VARCHAR2(10 BYTE)

```

Funkce pro vyhodnocení kvality signálu sítě GSM-R na základě dat ve sloupci INFOBYTE2 v tabulce ZK_POLOHA.

```

create or replace function test_GSM_R_level
( idt in number)
return number(1) as
vout number(1);
begin
CASE
  WHEN idt=0 THEN vout:= null; -- aplikace nebezi nebo není
  WHEN idt=128 THEN vout:= null; -- signál není k dispozici
  WHEN idt between 129 and 223 THEN vout:= 1; -- v pořadí -95 a více (menší cis-
lo) dBm
  ELSE vout :=0; -- nedostatečný signál pod -95 dBm
END case;

return vout;
end;

```

Funkce pro převod úrovně signálu sítě GSM-R na textový řetězec na základě dat ve sloupci INFOBYTE2 v tabulce ZK_POLOHA.

```

create or replace function show_GSM_R_level
( idt in number)
return varchar2 as
vout varchar2(16);
begin

CASE
  WHEN idt=0 THEN vout:= 'not measured';
  WHEN idt=255 THEN vout:= 'no signal';
  WHEN idt=128 THEN vout:= 'not available';
  ELSE vout := '- '||bitand(idt, 127) || ' dBm';
END case;

return vout;
end;

```

3.5 Vizualizace

Signál bude na jednotlivých hranách daného úseku trati barevně odlišen. Barvu zvolíme podle barevného schématu popsaného v kapitole 2.3.4 – obr. 10 a 11.

Algoritmus vyhodnocování:

1. Na začátku je vybrán úsek TUDU, který chceme zobrazit.
2. Skriptu showTudu.php vrací všechny body, ze kterých je daný úsek TUDU vykreslen (tyto body ohraničují jednotlivé hrany daného TUDU).
3. Z tabulky ZK_POLOHA se vyberou řádky obsahující údaje z jednotlivých zpráv o poloze, které leží na úseku TUDU (nebo nebo danému TUDU přímo předcházejí či následují) a vztahují se k danému časovému intervalu pomocí databázového příkazu uvedeného níže:

```
WITH rows_in_tudu AS
  (SELECT zk_poloha.msg_id,
    zk_poloha.uic_car_code,
    zk_poloha.date_time
  FROM zk_poloha
  WHERE tudu='0921C1'
  ),
aaa AS
  (SELECT msg_id, msg_id zdroj_id FROM rows_in_tudu

UNION

SELECT
  (SELECT MAX(prev.msg_id)
  FROM zk_poloha prev
  WHERE prev.date_time=
    (SELECT MAX(pmt.date_time)
    FROM zk_poloha pmt
    WHERE pmt.date_time < rows_in_tudu.date_time
    AND pmt.uic_car_code=rows_in_tudu.uic_car_code
    )
  ) prev_msg_id,
  rows_in_tudu.msg_id
FROM rows_in_tudu

UNION

SELECT
  (SELECT MIN(prev.msg_id)
  FROM zk_poloha prev
```

```

WHERE prev.date_time=
  (SELECT MIN(pmt.date_time)
   FROM zk_poloha pmt
   WHERE pmt.date_time >rows_in_tudu.date_time
   AND pmt.uic_car_code=rows_in_tudu.uic_car_code
  )
) prev_msg_id,
  rows_in_tudu.msg_id
FROM rows_in_tudu
)
SELECT pa1.msg_id,
  ddd.prujezd_id,
  pa1.TUDU,
  TO_CHAR( pa1.date_time + SUBSTR(tz_offset( 'Europe/Prague'),2,2)/24, 'dd.mm.yyyy
hh24:mi:ss') LOCAL_TIME,
  pa1.UIC_CAR_CODE,
  show_engine_label(pa1.UIC_CAR_CODE) I_engine_label,
  pa1.LATITUDE,
  pa1.LONGITUDE,
  pa1.SPEED,
  pa1.AZIMUT,
  pa1.STATUS_MSG,
  show_statuses_short(pa1.STATUS_MSG) I_STATUS_MSG,
  TEST_GSM_R_LEVEL(pa1.INFOBYTE2) I_TEST_GSM_R, -- 1 dobry, 0 nedostatecny, null
neznamy
  SHOW_GSM_R_LEVEL(pa1.INFOBYTE2) I_GSM_R_LEVEL, -- vypis uroven .. retezec
bitand(pa1.STATUS_MSG, 64)/64 TRESHOLD_GSM_R -- doslo k prechodu pres prah
GSM-R
FROM zk_poloha pa1
JOIN
  (SELECT DISTINCT msg_id,
   NVL(
   (SELECT MIN(zdroj_id)
    FROM aaa bbb
    WHERE bbb.zdroj_id < ccc.zdroj_id
    START WITH bbb.msg_id = ccc.zdroj_id
    CONNECT BY (prior msg_id = zdroj_id
    AND prior msg_id <> zdroj_id)
   ), ccc.zdroj_id) prujezd_id
  FROM aaa ccc
  ) ddd
ON ddd.msg_id=pa1.msg_id";

```

Tabulka obsahuje sloupce:

MSG_ID – unikátní číslo přijaté zprávy,

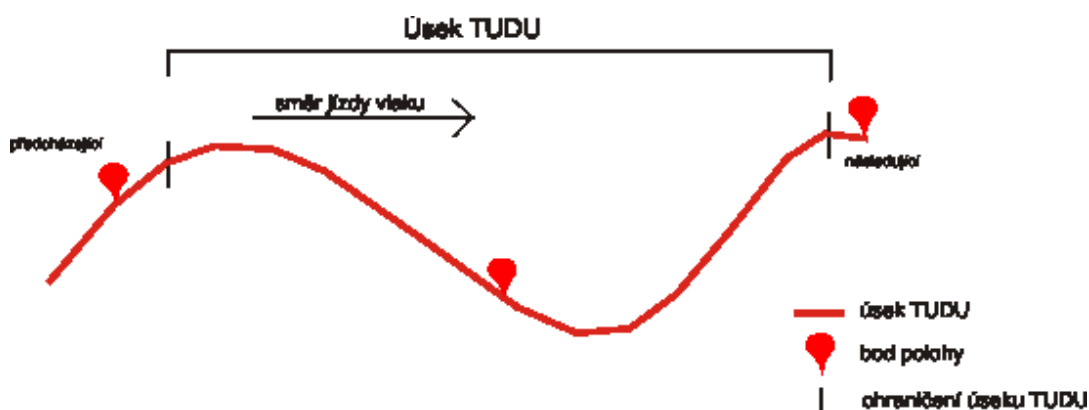
PRUJEZD_ID – unikátní číslo průjezdu,

TUDU – číslo TUDU úseku,

LOCAL_TIME – čas, kdy byla zpráva přijata,
 UIC_CAR_CODE – číselné označení lokomotivy v mezinárodním formátu,
 I_ENGINE_LABEL - číselné označení lokomotivy v národním formátu,
 LATITUDE – souřadnice zeměpisné šířky,
 LONGITUDE – souřadnice zeměpisné délky,
 SPEED – rychlost,
 AZIMUT – azimut pohybu,
 STATUS_MSG – číselné vyjádření statusu zprávy,
 I_STATUS_MSG – příznaky zprávy,
 I_TEST_GSM_R – obsahuje hodnotu 0, pokud je úroveň signálu menší než -95 dBm, hodnotu 1, pokud je úroveň signálu větší než -95 dBm, a null, pokud je signál nedostupný,
 I_GSM_R_LEVEL – obsahuje hodnotu signálu GSM-R, not available, pokud je signál nedostupný,
 TRESHOLD_GSM_R – obsahuje hodnotu 1, pokud důvodem pro odeslání zprávy byl přechod přes nastavený práh úrovně signálu sítě GSM_R, jinak hodnota 0.

Výstupem tohoto dlouhého databázového dotazu je tabulka, která obsahuje body na úseku TUDU a body předcházející a následující a to v pořadí vždy:

- bod, který průjezdu tomuto úseku TUDU předcházet,
- body, které leží v úseku TUDU ,
- a po projetí úsekem TUDU bod, který následoval.



Obr.22. Zobrazení bodů na úseku TUDU ve směru jízdy vlaku

1. Postupně bude vyhodnocována poloha jednotlivých bodů a jejich přiřazení k jednotlivým hranám TUDU. To je řešeno tak, že u každé hrany jsou spočítány souřadnice středu a postupně se u vyhodnocovaného bodu vypočítá jeho vzdálenost ke středu každé hrany úseku TUDU. Bod leží na dané hraně TUDU, pokud má nejkratší vzdálenost k jejímu středu.
2. Před vyhodnocováním hran úseku TUDU je zapotřebí u každého průjezdu vlaku znát směr, kterým vlak projížděl. Směr lze zjistit pomocí azimutu, údaj o azimutu pohybu je uveden v doručené zprávě o poloze kolejového vozidla a uložen ve sloupci AZIMUT v tabulce ZK_POLOHA Tuto hodnotu pro první bod daného průjezdu již v rámci TUDU porovnáme s hodnotou azimutu hrany TUDU, na níž daný bod leží. Azimut mezi dvěma body hrany TUDU (u nichž známe GPS souřadnice) se spočítá pomocí funkce:

```
//nastavení počátečních hodnot
var $PI = 3.14159265359;
var $TWOPI = 6.28318530718;
var $DE2RA = 0.01745329252;
var $RA2DE = 57.2957795129;
var $ERAD = 6378.135;
var $ERADM = 6378135.0;
var $AVG_ERAD = 6371.0;
var $EPS = 0.000000000005;
var $KM2MI = 0.621371;
var $FLATTENING = 0;

//funkce, která počítá azimut
function Azimuth($lat1, $lon1, $lat2, $lon2) {
    $result = 0.0;

    $ilat1 = intval(0.50 + $lat1 * 360000.0);
    $ilat2 = intval(0.50 + $lat2 * 360000.0);
    $ilon1 = intval(0.50 + $lon1 * 360000.0);
    $ilon2 = intval(0.50 + $lon2 * 360000.0);

    $lat1 *= $this->DE2RA;
    $lon1 *= $this->DE2RA;
    $lat2 *= $this->DE2RA;
    $lon2 *= $this->DE2RA;

    if (($ilat1 == $ilat2) && ($ilon1 == $ilon2)) {
        return result;
    }
}
```

```

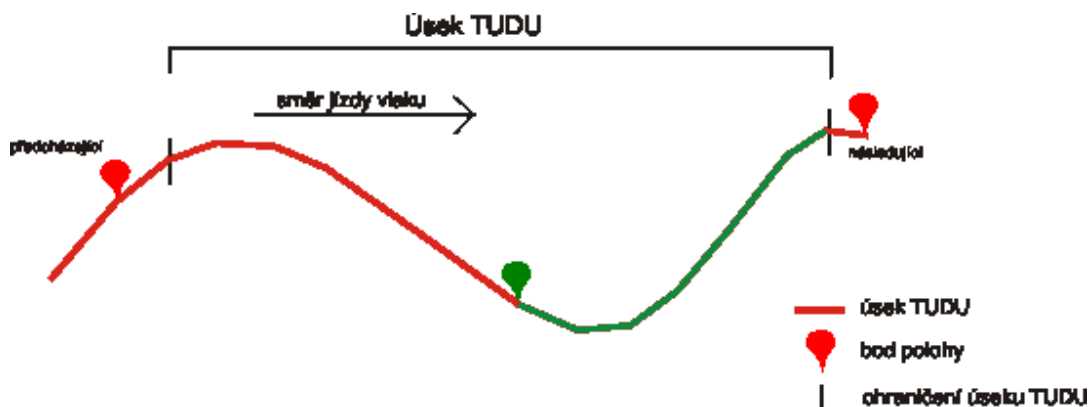
else if ($ilat1 == $ilat2) {
  if ($ilon1 > $ilon2)
    $result = 90.0;
  else
    $result = 270.0;
}
else if ($ilon1 == $ilon2) {
  if ($ilat1 > $ilat2)
    $result = 180.0;
}
else {
  $c = acos(sin($lat2)*sin($lat1) + cos($lat2)*cos($lat1)*cos(($lon2-$lon1)));
  $A = asin(cos($lat2)*sin(($lon2-$lon1))/sin($c));
  $result = ($A * $this->RA2DE);

  if (($ilat2 > $ilat1) && ($ilon2 > $ilon1)) {
    $result = $result;
  }
  else if (($ilat2 < $ilat1) && ($ilon2 < $ilon1)) {
    $result = 180.0 - $result;
  }
  else if (($ilat2 < $ilat1) && ($ilon2 > $ilon1)) {
    $result = 180.0 - $result;
  }
  else if (($ilat2 > $ilat1) && ($ilon2 < $ilon1)) {
    $result += 360.0;
  }
}
return $result;

```

1. Jako první bod je vyhodnocen bod, který ve směru projíždějícího vlaku předcházet (tj. bod před vjezdem do TUDU).
2. Pak se hledá první následující bod v rámci daného průjezdu vozidla, který leží na daném úseku TUDU a zjišťuje se, zda v daném bodě byl naměřena vyhovující či nevhovující úroveň signálu sítě GSM-R. Hodnoty, které jsou menší než -95 dBm, mají ve sloupci I_TEST_GSM_R hodnotu 0. Hodnoty, které jsou vyšší než -95 dBm, mají ve sloupci I_TEST_GSM_R hodnotu 1.
3. Tyto hodnoty je potřeba zapsat do vhodné datové struktury. Nejjednodušší se zdá být dvourozměrné pole ve formátu pole poleHodnot[cisloPrujezdu][cislohrany]. CisloPrujezdu označuje i-tý průjezd vlaku na vybraném úseku TUDU. Druhým rozměrem je číslo hrany.

4. Hledá se další bod stejného průjezdu na tomto úseku, který dává informaci o úrovni signálu. Pokud takový bod existuje, až k hraně odpovídající tomuto bodu budeme pro všechny mezilehlé hrany zapisovat do výše uvedeného pole poleHodnot předchozí hodnoty I_TEST_GSM_R (neboli předpokládáme, že nenastal přechod přes práh úrovně signálu sítě GSM-R mezi těmito dvěma body).



Obr.23. Zobrazení bodů na úseku TUDU ve směru jízdy vlaku s barevným odlišením úrovně signálu na hranách dle naměřených hodnot.

1. Pokud žádný další bod na úseku TUDU již není, budeme zapisovat do výše uvedeného pole poleHodnot hodnoty I_TEST_GSM_R posledního bodu na daném průjezdu TUDU pro všechny hrany až do konce úseku TUDU.
2. Nakonec se vypočítají aritmetické průměry do pole poleHodnot zapsaných hodnot I_TEST_GSM_R pro jednotlivé hrany TUDU. Pokud je výsledek 1, znamená to, že všechny průjezdy kolejového vozidla danou hranou úseku TUDU nezaznamenaly nevyhovující úroveň signálu sítě GSM-R na dané hraně a proto je úsek vykreslen zelenou barvou. Pokud se v poli poleHodnot objevují 1 i 0 pro danou hranu TUDU, vyjde aritmetický průměr v intervalu (0, 1), což znamená, že občas byl na úseku naměřen dobrá úroveň signálu a občas úroveň nevyhovující a hrana TUDU je vykreslena oranžovou barvou. Pokud je aritmetický průměr roven 0, všechny průjezdy vyhodnotily úroveň signálu jako nedostačující a hrana je vykreslena červenou barvou.

```

if((poleSoucet[k]/(getpocetPrujezdu(vysledek)))>0&& (poeSoucet[k]/
(getpocetPrujezdu(vysledek)))<1)
{
//oranzova
context.lineWidth = 5;
context.strokeStyle =" rgba(255,125,40,0.8)";

```

```
}  
if((poleSoucet[k]/(getpocetPrujezdu(vysledek)))==1)  
{  
    //zelená  
    context.lineWidth = 5;  
    context.strokeStyle = " rgba(96,255,112,0.8)";  
}  
else  
{  
    //červená  
    context.lineWidth = 5;  
    context.strokeStyle = " rgba(255,96,112,0.8)";  
}
```

ZÁVĚR

Navržené a realizované řešení umožňuje barevnou vizualizaci úrovně signálu sítě GSM-R na vybrané části trati zobrazené nad mapovými podklady ZABAGED. Tyto mapové podklady nahradily původně uvažované mapové podklady Google Maps z důvodu zavedení nových licenčních podmínek ze strany společnosti Google. Změna mapových podkladů znamenala také nutnost přechodu na nové aplikační rozhraní Map Expert, které pracuje s mapovými podklady ZABAGED a které bylo nutné v průběhu řešení diplomové práce jeho autorem ze společnosti ČD-Telematika, a. s. zpřístupnit, zdokumentovat a upravit pro využití při realizaci řešení mojí diplomové práce.

Dalším problémem, který bylo nutné překonat, byl přístup ke strukturovaným datům popisujícím železniční síť. Proto bylo namísto předpokládaného využití informací o staničení železniční sítě použito dat popisujících průběh traťových definičních úseků.

Pro jednotlivé polohy kolejových vozidel jsme schopni určit jejich příslušnost k určitému traťovému definičnímu úseku a jeho konkrétní hraně. Vyhodnocení úrovně signálu sítě GSM-R probíhá nad jednotlivými hranami traťového definičního úseku.

V rámci práce byl navržen algoritmus vyhodnocující jednotlivé průjezdy vlaků vybraným traťovým definičním úsekem, který na základě přijatých dat vyhodnocuje, zda úroveň na jednotlivých hranách traťového definičního úseku splňovala požadované parametry. Výsledné grafické zobrazení zohledňuje veškeré průjezdy kolejových vozidel vybavených inovovanou aplikací poloha s měřením úrovně signálu sítě GSM-R ve stanovém časovém intervalu.

Pro případné nasazení realizovaného řešení v praxi by bylo vhodné upravit délky hran v rámci TUDU, což je možné programově řešit rozdělením stávajících hran na menší části, vlastní funkčnost aplikace by mohla zůstat stejná. Dále by bylo dobré rozšířit možnosti zobrazení pro celý traťový úsek nebo celou trať nebo naopak pouze přijatých dat při konkrétním průjezdu kolejového vozidla.

Při nasazení v praxi by bylo také nutné pro všechny doručené zprávy o poloze v reálném čase před vlastním vkládáním dat do databáze doplnit úsek TUDU, k němuž se daná data vztahují. Zobrazení je funkční pro liniové TUDU, v případě souběžných kolejí v rámci TUDU by bylo třeba algoritmus upravit.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Ing. Petr Malík, Ing. Kamil Pipek, RNDr. David Žák, Ph.D.. *Aplikace aktuální poloha kolejového vozidla*. [dokument]2008 [cit. 2009-04-31]. Dostupné z: KS 800 92 - 85 - TANDEM - Poloha vozidla - Popis aplikace.doc
- [2] *Zend framework MVC* [online].2009 [cit. 2009-04-31]. Dostupné z: <<http://php.interval.cz/clanky/zend-framework-hello-world/>>
- [3] RNDr. David Žák Ph.D., Ph.D., Ing. Petr Malík. *Komunikační brána Aplikace Poloha*. [dokument]2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: Komunikační brána a aplikace Poloha.ppt
- [4] Martin Müller. *O GPS všeobecně*. [online]. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <http://pc-muller.cz/gps_souradnice/index.php?clanek=1>
- [5] Jaroslav Snášel. *Technologie GSM-R: mobilní síť ve službách železnice*. [online]. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://www.mobilmania.cz/Autori/Technologie-GSM-R-mobilni-site-ve-sluzbach-zeleznice/sc-44-sr-1-a-1112292/default.aspx>>
- [6] RNDr. David Žák Ph.D., Ing. Lukáš Čegan. *Možnosti využití aplikace aktuální poloha kolejových vozidel v dopravních systémech*. [dokument] 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z :Aplikace_Poloha_Dopravni_systemy_2008_prispevek_Zak_Cegan_v05122008_final.doc
- [7] *Global System for Mobile Communications*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25].Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications>
- [8] *Prostorová databáze*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Prostorov%C3%A1_datab%C3%A1ze>
- [9] Řehák. *Georaster*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/pdb/referaty/2007/Rehak_GeoRaster/ar01s03.html>
- [10] Český úřad zeměměřický a katastrální. *Základní báze geografických dat ZABAGED* [online]. 2004 [cit. 2009-05-27]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED>
- [11] *Model-view-controller*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller>>

- [12] David Grudl. *Nette Framework: MVC & MVP*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://zdrojak.root.cz/clanky/nette-framework-mvc--mvp/>>
- [13] Martin Hassman. *JSON : jednotný formát pro výměnu dat*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://zdrojak.root.cz/clanky/json-jednotny-format-pro-vymenu-dat>>
- [14] *Oracle*. [online]. Wikipedia 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Oracle>>
- [15] *Mootools: JSON explained*. [online]. Wikipedia, 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://solutoire.com/2006/12/18/mootools-json-explained/>>
- [16] *11 Spatial Operators*. [online]. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <http://www.mcs.csueastbay.edu/support/oracle/doc/10.2/appdev.102/b14255/sdo_operat.htm>
- [17] ČD. *Předpis pro jednotné označení tratí a kolejíšť v informačním systému ČD*. [dokument] 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: M12_ozn_trati.doc.
- [18] *GUG.cz: Články na téma Google aplikací*. [online]. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://solutoire.com/2006/12/18/mootools-json-explained/>>
- [19] Michal Řehák. *Použití technologie Oracle Spatial pro vyhodnocení polohy vozidla*. [dokument] 2009 [cit. 2009-04-25]. Oracle Spatial.doc.
- [20] RNDr. David Žák Ph.D., Ing. Lukáš Čegan. *Systém pro konfiguraci komunikačních terminálů a vizualizaci stavových dat z kolejových vozidel*. [dokument]. Systém pro konfiguraci komunikačních terminálů a vizualizaci stavových dat_Cegan_Zak_DS2008_final_rev_DZ.
- [21] *Zend Framework* [online]. 2009 [cit. 2009-04-31]. Dostupné z: <<http://php.interval.cz/zend-framework/>>
- [22] *Lomená čára*. [online]. Wikipedia, 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lomen%C3%A1_%C4%8D%C3%A1ra>
- [23] Pawell. *Canvas tutoriál* [online]. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <https://developer.mozilla.org/cs/Canvas_tutori%C3%A1l>
- [24] Andy McGovern. *Geographic Distance and Azimuth Calculations* [online]. 2004 [cit. 2009-05-27]. Dostupné z: <<http://www.imaginer.com/software/GeoCalc/>>

POJMY, DEFINICE A ZKRATKY

Zkratka	Význam
BTS	Base Transceiver Station - část sítě GSM, vysílač a přijímač radiových signálů
CDMA	Code Division Multiple Access – technologie přenosu dat v sítích 2. a 3. generace, používá k přenosu dat najednou více kmitočetů
DBMS	Database Management Systém - systém správy databází
DNS	Domain Name System - hierarchický systém doménových jmen
GNU GPL	GNU General Public License - všeobecná veřejná licence GNU
GPS	Global Positioning Systém – navigační systém
GSM	Global System for Mobile Communication
GSM-P	GSM Public - veřejná síť typu GSM (v ČR t.č. 3 provozovatelé sítí GSM-P)
GSM-R	GSM for Railways - mobilní síť typu GSM určená výhradně pro potřeby železnice
HTML	HyperText Markup Language - značkovací jazyk pro hypertext.
IP	Internet Protocol - datový protokol používaný pro přenos dat přes paketové sítě
IS	Informační systémy
JSON	JavaScript Object Notation - JavaScriptový objektový zápis
KV	Kolejové vozidlo
LGS	Level of GSM signal
MCU	Mobile communication unit - komunikační terminál
MVC	Model-view-controller - softwarová architektura, která rozděluje datový model aplikace, uživatelské rozhraní a řídicí logiku do tří nezávislých komponent
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor - skriptovací programovací jazyk
QoS	Quality of Service – kvalita služby
RCN	Railway Communication Network – anglické označení pro ŽBPS
SIM	Subscriber Identity Module - účastnická identifikační karta pro identifikaci účastníka v mobilní síti
SQL	Structured Query Language – strukturovaný dotazovací jazyk
TCP/IP	Transmission Control Protocol – protokol poskytující transportní služby v IP sítích se spojením
UDP	User Datagram Protocol – protokol poskytující transportní služby v IP sítích bez spojení
UIC	International Union of Railways – Mezinárodní svaz železnic
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System – technologie pro mobilní sítě 3. generace
UTC	Coordinated Universal Time - koordinovaný světový čas
VML	Vector Markup Language – vektorový značkovací jazyk
WiFi	Wireless Fidelity – technologie bezdrátové lokální sítě
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access – technologie bezdrátové metropolitní sítě
XML	eXtensible Markup Language - rozšiřitelný značkovací jazyk
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ŽBPS	Železniční bezdrátová přenosová síť

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr.1. Schéma železniční bezdrátové přenosové sítě
- Obr.2. Vzdálená konfigurace – iniciovaná z stacionární části [4]
- Obr.3. Vzdálená konfigurace – iniciovaná z mobilní jednotky [4]
- Obr.4. Použité technologie při vytváření aplikace [23]
- Obr.5. Struktura návrhového vzoru MVC
- Obr.6. Životní cyklus JSON – Ukázka kódu odeslaného v JavaScriptu a dekodovaného na serveru do objektu PHP.
- Obr.7. Zobrazení tratě s hektometrovníky.
- Obr.8. Rozklad úseku na lomenou křivku. Pro názornost posunut níže.
- Obr.9: Stožár na kterém jsou umístěny směrové antény [7]
- Obr.10. Barevné odlišení úseků s popisem
- Obr.11. Barevné odlišení značek s popisem
- Obr.12. Vykreslení úrovně signálu na úseku TUDU (zobrazovaná část je pro názornost posunutá)
- Obr.13. Ukázka modulu zobrazujícího úroveň signálu
- Obr.14. Detailní zobrazení panelu BTS
- Obr.15. Detailní zobrazení panelu Railway
- Obr.16. Detailní zobrazení panelu Table
- Obr.17. Detailní zobrazení panelu Map
- Obr.18. Detailní zobrazení panelu Detail
- Obr.19. Detailní zobrazení panelu Filter
- Obr.20. Zobrazení modulu DDNS sloužící pro konfiguraci komunikačního zařízení typu standard.
- Obr.21. Zobrazení modulu DDNS sloužící pro konfiguraci komunikačního zařízení typu with LGS
- Obr.22. Zobrazení bodů na úseku TUDU ve směru jízdy vlaku
- Obr.23. Zobrazení bodů na úseku TUDU ve směru jízdy vlaku s barevným odlišením úrovně signálu na hranách dle naměřených hodnot.

SEZNAM TABULEK

Tab.1. Hlavička zprávy [12]

Tab.2. Obsah zprávy o poloze [12]

Tab.3. Hlavička zprávy [4]

Tab.4. Obsah zprávy o poloze [4]