

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ostrava 2008

Ludvík Gaman

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

Uplatnění systému GPS a navigace u HZS

Student: Ludvík Gaman

Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Michail Šenovský

Studijní obor: 3908R006 Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu

Datum zadání bakalářské práce: 17. října 2007

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2008

Místopřísežné prohlášení:

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně.“

V Bratronicích dne 21.4.2008

.....

Ludvík Gaman

Anotace

GAMAN LUDVÍK. *Uplatnění systému GPS a navigace u HZS*. Bakalářská práce, Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu, 2008. 46 str.

Bakalářská práce je zaměřena na aplikaci systému GPS a navigačních systémů do prostředí jednotek hasičského sboru včetně jednotek dobrovolných. Jsou zde rozebrány specifické problémy při používání GPS a navigace u hasičských zásahových jednotek.

Popis systémů které jsou v současnosti v provozu. Výběr vhodného zařízení pro použití u jednotek dobrovolných hasičů. Popis typového řešení pro jednotky dobrovolných hasičů.

Klíčová slova: použití GPS, navigace, navigace jednotky JSDH, mapa, nejkratší trasa, příkaz k výjezdu, typové řešení.

Annotation:

GAMAN LUDVÍK. *GPS Application and navigation with Fire and Rescue Service* Bachelor dissertation, Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Safety Engineering, 2008. 46 pages of text

Bachelors work is focused on application of GPS navigation system in environment of fire brigades. There are descirebed specify problems of using GPS navigation system in environment of volunteer fire brigades. Description of systems which are in use recently. Choosing proper device for use in environment of fire brigades. Descrtion of type solution for volunteer fire brigades.

Key words: using GPS, navigation, navigation of fire squad, map, the shortest way, directive to departure, type solution, sample project

Obsah

1. Seznam zkratek.....	2
2. Úvod.....	3
3. Rešerše.....	4
4. Základní principy funkce systému GPS.....	5
4.1. Historie systémů pro určování polohy.....	5
4.1.1. TRANSIT.....	5
4.1.2. CYKLON.....	5
4.1.3. TIMOTION.....	5
4.1.4. GLONASS.....	6
4.1.5. GPS.....	6
4.1.6. GALILEO.....	6
4.2. Vývoj systému GPS.....	8
4.3. Principy funkce GPS.....	9
4.3.1. Kosmický segment	9
4.3.2. Řídící segment	10
4.3.3. Uživatelský segment	11
4.3.4. Způsob měření.....	12
5. Základní principy funkce navigačních systému.....	15
5.1. Co je navigační systém.....	15
5.2. Jak navigace zjišťují správnou trasu.....	15
6. Specifické požadavky pro použití navigačních systémů u jednotek HZS a jejich řešení.....	18
6.1. Přenos cíle do navigačního zařízení.....	18
6.2. Start navigace.....	19
7. Návrh typového řešení pro JPOII,III.....	20
7.1. Výběr vhodných komponentů.....	20
7.1.1. Požadavky na zařízení.....	21
7.1.2. Požadavky na programové vybavení.....	21
7.1.3. Porovnání programového vybavení.....	22
7.2. Požadavky na úpravu systému řízení výjezdu.....	27
7.2.1. Popis systému SMS zpráv Garmin.....	28
7.2.2. Formát SMS zprávy použitý pro úpravu systému ISV.....	31
7.3. Popis typového řešení.....	32

7.3.1. Komponenty typového řešení.....	32
7.3.2. Cenová kalkulace typového řešení.....	36
7.3.3. Montáž zařízení.....	36
7.3.4. Popis práce systému při jeho použití.....	38
8. Závěr.....	45
9. Použitá literatura.....	46

1. Seznam zkratek

AMDS	Automated Message Delivery System - Automatizovaný systém doručování hlasových zpráv
GIS	Geographic Information System - geografický informační systém
GPS	Global Positioning System – globální systém zjišťování polohy
GSM	Global System for Mobile communications - systém mobilní radiové komunikace
GPRS	General Packet Radio Services - technologie na přenos dat v síti GSM
HDOP	Horizontal Dilution Of Precision - míra zhoršení horizontální přesnosti určení polohy
HZS	Hasičský záchranný sbor
ISV	Integrovaný Systém Výjezdu – Softwarový systém pro řízení jednotek HZS, dodavatel firma RCS Kladno
JPOII-III	Jednotka Požární Ochrany kategorie II a III
KANGA+	Systém předávání informací pomocí SMS
OS	Operační středisko
POI	Points Of Interest - body zájmu
SMS	Short Message Service - krátká textová zpráva
UVG	modul Universální Výstupní Gramatiky - součást systému ISV

2. Úvod

Ze statistických rozborů vyplývá, že se neustále zvyšuje četnost výjezdů hasičských jednotek k mimořádným událostem. Tento trend je celkem pochopitelný vzhledem ke zvyšující se hustotě silniční dopravy a dalším vlivům souvisejícím s rozvojem průmyslu a bytové infrastruktury. S ohledem na systém plošného pokrytí [1] se využívají dobrovolné jednotky hasičů také k zásahům mimo své katastrální území. Jde o jednotky typu JPOII/1,2 a JPOIII /1,2. Při výjezdu těchto jednotek mimo své katastrální území, kde se nedá předpokládat detailní znalost místopisu, dochází často k problémům s orientací a s přesným určením místa události. Jednotka má k dispozici příkaz k výjezdu, kde je uveden typ události a adresa. Ve výjezdovém vozidle jsou umístěny také mapové podklady. Během jízdy může jednotka upřesnit místo zásahu přes radiové spojení s operačním střediskem. Tímto způsobem je zajištěno že vyjíždějící jednotka vždy na místo zásahu dorazí. S dalším rozvojem techniky se nabízí možnost tuto fázi výjezdu jednotky zjednodušit a poskytnout jí další kvalitnější informace a podporu během jízdy na místo zásahu.

V současné době probíhá prudký technický rozvoj v oblasti výpočetní techniky a informačních systémů včetně systémů GIS a navigačních systémů. Tento typ techniky se nyní masově rozšiřuje do spotřebitelské sféry a stává se samozřejmou součástí běžného života. Navigační zařízení se v několika málo letech stala obvyklou výbavou velkého počtu osobních vozidel. Vzhledem k tomu, že se stále zvyšuje počet uživatelů, klesají ceny těchto zařízení.

Cenová dostupnost a jednoduchost obsluhy umožňuje použití navigačních zařízení i pro jednotky dobrovolných hasičů, kde mohou poskytnout vynikající služby. Zejména usnadnit orientaci při cestě k místu zásahu a urychlit příjezd jednotky na místo zásahu tím, že zařízení navrhne kratší nebo rychlejší trasu. Avšak použití u hasičských jednotek má svá specifika. Je třeba na ně brát ohled při výběru vhodného zařízení. Tato práce si klade za cíl vybrat vhodné zařízení tak aby toto řešení bylo funkční, finančně dostupné a jednoduše použitelné i s výhledem do blízké budoucnosti.

3. Rešerše

BOUMA, Ondřej. *Historie a vývoj satelitních navigačních systémů* [online]. [cit 2007-11-10].

<<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xbouma.htm>>.

Autor popisuje chronologicky historii a vývoj systémů na zjišťování polohy od prvních počátků až do současnosti.

BERUNA. *Princip a složení systému GPS* [online]. [cit 2008-11-20].

<<http://www.beruna.cz/rs/index.php?text=58-princip-a-slozeni-systemu>>.

Autor popisuje podrobně složení a funkci družicového navigačního systému GPS.

GARMIN. *Garmin PeerPoint Messaging Systém* [online]. [cit

2008-02-20] <<http://developer.garmin.com/download/PeerPointFormat.pdf>>

Popis formátu SMS zpráv pomocí kterého program Garmin mobile XT předává a přijímá informace od dalších uživatelů tohoto systému.

FRANÍK, Petr. *Jak navigace hledají správnou trasu* [online]. [cit 2008-02-15].

<<http://navigovat.mobilmmania.cz/clanky/AR.asp?ARI=113322>>.

Informace o způsobu a různých možnostech hledání vhodné trasy v prostředí navigačních systémů.

ŠROM, Roman. *Dijkstrův algoritmus* [online]. [cit 2008-02-15].

<<http://www.fi.muni.cz/~xsrom/dijkstra.html>>.

Popis Dijkstrova algoritmu a principů pro vyhledávání nejkratší trasy v ohodnoceném grafu.

4. Základní principy funkce systému GPS

4.1.Historie systémů pro určování polohy

4.1.1.TRANSIT

První družicový navigační systém, který byl uveden do provozu Spojenými státy americkými roku 1964 pro potřeby vojenského námořnictva nesl název TRANSIT. Od roku 1967 byl tento systém uvolněn i pro civilní použití. Byl tvořen šesti družicemi, které obíhaly ve výšce 1075km a třemi pozorovacími stanicemi umístěnými na území USA. Přesnost lokalizace uživatele se postupně zvyšovala (z původních 800 metrů na pozdějších 5 metrů). Data byla přenášena rádiovými vlnami o frekvenci 149,988 a 399,968 MHz a výkonu 2W. Nevýhodou systému bylo to, že získané souřadnice byly pouze dvourozměrné. To vylučovalo nasazení pro leteckou navigaci. Další, zřejmě větší nevýhodou, byla pouze občasná dostupnost signálu. Tento systém je od roku 1996 považován za ukončený[2].

4.1.2.CYKLON

Na obdobném principu vznikl v bývalém Sovětském Svazu koncem 60.let Dopplerovský navigační systém nazvaný CYKLON. Následníci tohoto systému, vojenský šesti družicový PARUS a civilní čtyř družicový CIKADA, jsou dnes již dožívající převážně kvůli stejným nevýhodám, jako měl jejich americký konkurent TRANSIT. [2]

4.1.3.TIMOTION

V roce 1972 byl vytvořen zcela nový systém, který byl pojmenován TIMOTION. Jeho činností bylo vysílání přesného časového signálu. Zkušeností získaných prací na tomto systému bylo plně využito při vývoji a specifikaci připravovaného satelitního navigačního systému GPS. Existovala řada dalších systémů o jejichž vývoj se pokoušeli soukromé společnosti, státy i korporace více států. Většina z nich skončila pouze u myšlenek nebo v částečném vývoji.[2]

4.1.4.GLONASS

Mezi významné družicové systémy patří GLONASS (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma) vyvinutý v bývalém Sovětském Svazu v 70.letech. První družice byla vynesena na oběžnou dráhu Země 12.října 1982. Další družice byly během let postupně vylepšovány a vynášeny na kruhovou oběžnou dráhu ve výšce 20 tisíc kilometrů. V plném rozsahu má systém 24 družic, z nichž 18 je operačních a 6 záložních. Hlavní rozdíl mezi GPS a GLONASS je ve způsobu sdílení přiděleného kmitočtového pásma. Signál GPS vysílají všechny aktivní družice na stejné frekvenci. Zatímco GLONASS a každá jeho aktivní družice vysílá na charakteristické frekvenci. Systém se skládá z kosmické družice, řídicího střediska a jednotlivých terminálů. Uvedení terminálu do provozu trvá 1-3 minuty a nový údaj o poloze je získáván s periodou 1-10 vteřin. Přesnost této navigace je udávána v rozmezí 10-20 metrů. [1]

4.1.5.GPS

V dnešní době nejvýznamnějším navigačním systémem je systém GPS (jinak NAVSTAR). Tento globální polohový systém je určen pro stanovování polohy a času na zemském povrchu. Mezi jeho výhody patří vysoká přesnost, dostupnost armádě i civilistům a jeho vysoká rychlost. Má však i nevýhody mezi které počítáme nemožnost měření v podzemí, horší výsledky měření v hustém prostoru i v úzkých údolích a nezbytná přímá viditelnost na družice. Systém GPS se skládá ze 3 segmentů: kosmický, řídicí a uživatelský. Kosmický segment tvoří v plném rozsahu 24 družic (21 navigačních a 3 záložní). Konstelace je tvořena 6 drahami se 4 družicemi na každé z nich. Řídicí segment má jako hlavní úkol aktualizovat údaje obsažené v navigačních zprávách. Hlavní řídicí centrum je v americkém státě Colorado. Přesnost systému GPS je rozdělena do dvou úrovní. Pro civilní a osobní použití se přesnost pohybuje od 5 do 10 metrů. Přesnost na desítky centimetrů až jednotky metrů využívají některé armády v čele s USA.[3]

4.1.6.GALILEO

Tento systém by měl být plně v provozu do roku 2010. Systém má být tvořen 27 operačními družicemi obíhajícími ve výšce přibližně 23 tisíc kilometrů nad povrchem Země po drahách se sklonem 56° k zemskému rovníku ve třech rovinách, vzájemně vůči sobě posunutých o 60° (uzlové přímky). Další tři družice, po jedné v každé rovině, budou tvořit

operační zálohu na oběžné dráze, aby systém mohl být při technickém výpadku kterékoliv družice okamžitě doplněn na plný počet. Systém by měl poskytovat vyšší přesnost (ve srovnání se stávajícími navigačními systémy) dostupnou všem uživatelům. Větší pokrytí signálem družic obíhajících na vyšších oběžných drahách. Z této výhody bude těžit například Skandinávie, jakožto nejsevernější evropská oblast. Galileo by se měl stát spolehlivým, veřejnosti celosvětově dostupným satelitním navigačním systémem, využitelným současně evropskými státy i pro vojenské účely. Galileo přinese tři druhy kvality služeb[3].

- Open Service (OS) :

Bude pro každého zdarma. Jeho signály budou využívat 2 pásma: 1164–1214 MHz a 1563–1591 MHz. Přijímače budou mít horizontální přesnost lepší než 4 m a vertikální lepší než 8 m (nebo horizontálně pod 15 m a vertikálně pod 35 m při použití jednoho pásma). Protože bylo dosaženo dohody o kompatibilitě s americkým systémem, budoucí přijímače navíc budou zároveň využívat i GPS.

- Šifrovaný Commercial Service (CS):

Bude zpoplatněn a poskytne přesnost lepší než 1 m. V kombinaci s pozemními stanicemi může dosáhnout přesnosti až 10 cm. Bude využívat tři pásma - dvě použitá OS a navíc 1260–1300 MHz.

- Šifrované Public Regulated Service (PRS) a Safety of Life Service (SoL):

Poskytnou přesnost podobnou CS. Budou však odolnější proti rušení a budou schopny detekovat problémy do 10 sekund. Využívat je budou ozbrojené složky a dopravci, u kterých by ztráta přesnosti mohla ohrozit lidské životy (řízení letového provozu...).

Kromě uvedených navigačních služeb budou družice systému Galileo poskytovat i služby nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby Sarsat/Kospas. Oproti stávající službě Sarsat/Kospas družice oznámí trosečnickovi, že jeho signály byly zachyceny a lokalizovány.

4.2.Vývoj systému GPS

Koncept vývoje satelitní navigace rozvíjely americké vzdušné síly a námořnictvo od počátku šedesátých let. V roce 1973 došlo ke sloučení programů Timotion a 621B do jednoho programu pod názvem NAVSTAR-GPS. První fáze (zkušební a testovací) probíhala v letech 1973-1979. V tomto období probíhaly konkurzy na dodavatele družic a osobních uživatelských zařízení. První družici vyrobila firma Rockwell a v roce 1978 byla vynesena na oběžnou dráhu. Dále probíhalo testování funkčnosti a trojrozměrné navigace v arizonské oblasti. Ve druhé fázi v letech 1979-1985 byla vybudována hlavní řídicí střediska a firma Rockwell byla vybrána pro realizaci zakázky 28 družic druhé generace. Ve třetí fázi byly postupně nahrazovány staré družice novějšími satelity druhé generace. Požadovaná třírozměrná globální navigace je dostupná od začátku roku 1993. Později byla navržena zlepšení dosavadních družic, jejichž výsledkem bylo zlepšení komunikace a zvýšení doby autonomní činnosti na 180 dní. Všechny požadované funkce byly splněny 3.3.1994 a celý systém byl prohlášen za schopný provozu. Dnes je systém GPS chápán jako nejlepší standard, jak pro civilní tak i pro vojenské účely. Dnes se s tímto systémem můžeme setkat při různých úlohách, jako je osobní navigace automobilů ve městech, navigace v oceánské plavbě a kdekoli jinde, kde je třeba určit přesnou polohu na povrchu Země. V blízké budoucnosti se počítá s přidáním dalších kanálů pro civilní letectví a zároveň dva nové signály pro armádní účely.[2]

4.3.Principy funkce GPS

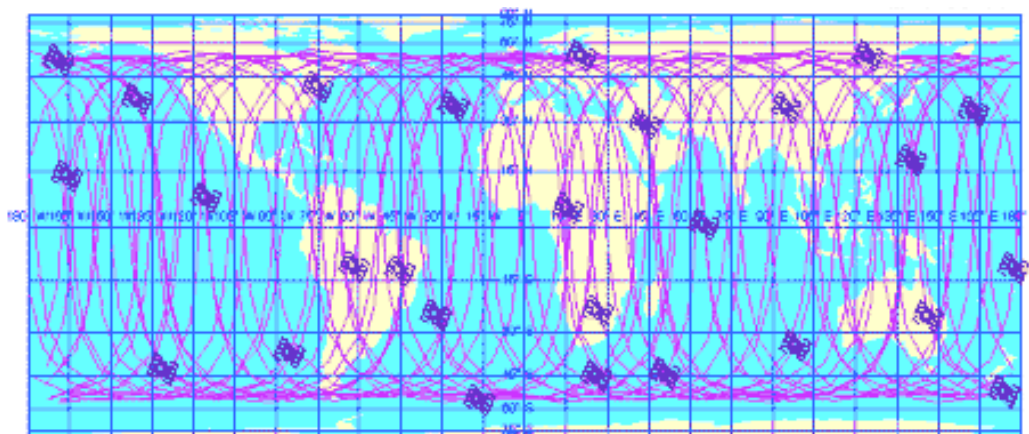
Družicový polohový systém GPS se dělí na tři základní segmenty.[4]
Kosmický, řídicí a uživatelský segment.

4.3.1.Kosmický segment

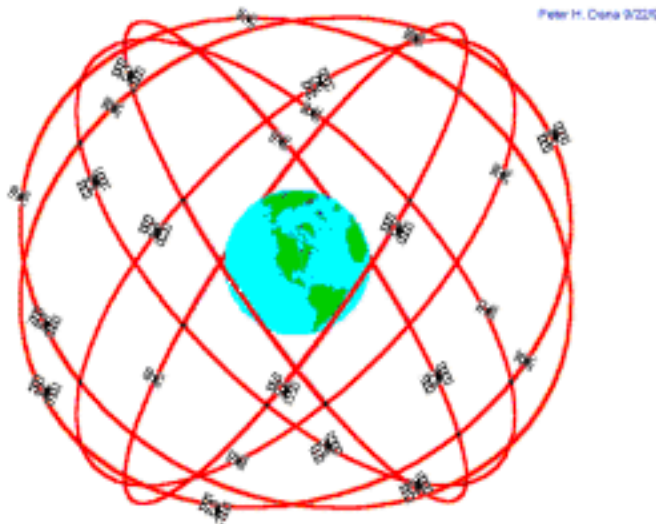
Je tvořen soustavou družic (obr. č. 1) obíhajících kolem Země po definovaných oběžných drahách. GPS má 24 družic z toho je 21 družic pracovních a 3 rezervní. Družice jsou umístěny ve vzdálenosti 20183km nad povrchem Země a jsou umístěny na šesti oběžných drahách viz (obr. č. 2,3).



Obrázek č.1: Družice systému GPS



Obrázek č.2: Dráhy družic na oběžné dráze za 24 hodin pozice od 00:00:00 29.9.1998

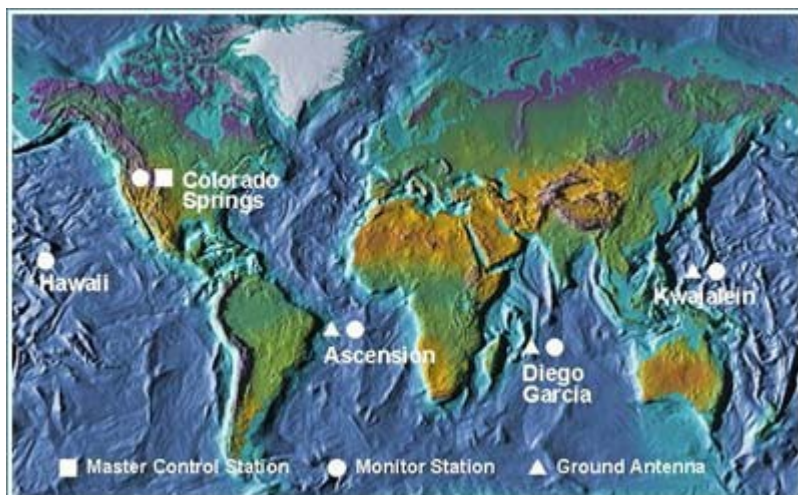


Obrázek č.3: Rozmístění družic na oběžné dráze 24 satelitů na šesti orbitech

Družice vysílají signál, který nese informaci o poloze družice a čas odeslání zprávy. Navigační signály družice se vysílají na kmitočtech 1 575,42MHz a 1 227,6MHz. Každá družice obsahuje atomové hodiny, které se starají o dlouhodobou frekvenční stabilitu vysílaného signálu s odchylkou přesnosti max. 3ns. Z každého místa na zemi je viditelných 6 družic. Signál z družic je velice slabý. Jeho úroveň se v blízkosti Země pohybuje v řádech deset na minus šestnáctou wattů. Taková energie se přirovnává k úrovni světelného záření žárovky 25 W pozorovaného ze vzdálenosti 17 702 km. Takový slabý signál je utopen hluboko v lokálním elektromagnetickém rušení, díky použití dekodovacího systému rozprostřeného spektra, je možno restaurovat i podobně zarušený signál. Důvodem takto slabého signálu je omezený přísun elektrické energie, kterou družice čerpají ze solárních panelů. Nevýhodou pro uživatele je to, že přijímač GPS potřebuje přímou viditelnost na oblohu. Slabý signál je špatně dostupný v budovách a podléhá atmosférickým vlivům.

4.3.2.Řídící segment

Pozemní systém je tvořen celkem pěti monitorovacími základnami, z nichž tři mají také anténní systémy pro vysílání směrem k satelitům. Hlavní řídicí stanice je na letecké základně v Colorado Springs v USA. Ostatní monitorovací stanice jsou rozmístěny rovnoměrně po obvodu Země a to kolem rovníku (obr. č. 4). Pokud družice prolétne nad některou z těchto stanic, probíhají korekce v dráze letu družice a i korekce vysílaného signálu. Dále dochází také k synchronizaci atomových hodin na družici. Řídící systém provádí zprávu a údržbu družic. Nezastupitelným způsobem spolupracuje při umisťování nových družic.



Obrázek č.4: Rozmístění monitorovacích základen na povrchu Země

4.3.3. Uživatelský segment

Uživatelským segmentem jsou samotné navigační přístroje (obr. č. 5). Ty obsahují nepříliš složitý počítač, satelitní anténu a výstup. Dnešní přístroje neurčují pouze polohu, ale i nadmořskou výšku, rychlost pohybu, magnetický a skutečný kurz při pohybu, plánování tras i další doplňkové informace jako přesný čas a údaje o počtu a kvalitě příjmu z viditelných satelitů. Tento systém je pasivní. Přijímače GPS nemohou být zaměřeny. Jelikož přijímače nekomunikují s družicemi, je systém GPS schopen obsloužit neomezený počet uživatelů. Tento segment je konfigurován na požadavky uživatelů a technickými možnostmi a omezeními kosmického segmentu. S řídicím segmentem uživatelé do přímého styku nepřicházejí.



Obrázek č.5: Příklady různých typů přijímačů signálu GPS

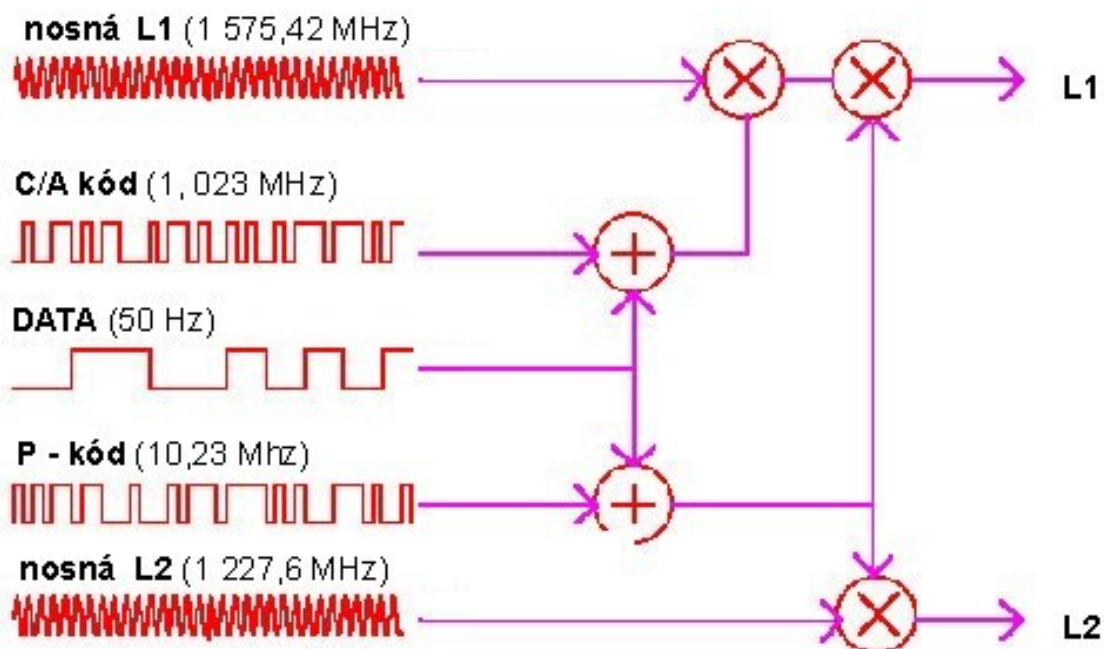
4.3.4. Způsob měření

Pro přenos signálů družic jsou vyhrazeny dva kmitočty: první s hodnotou 1575,42 MHz a s označením L1 a druhý pak na 1227,60 MHz s označením L2. Signál je modulován kódovou posloupností, podle ní přijímač jednotlivé satelity dokáže rozlišit. Na kanálu L1 se používá kód C/A (Coarse Acquisition) a současně i kód P. Kódová posloupnost P-code se používá pro vojenské účely a pomocí ní je také zakódován kanál L2. Každá z družic vysílá současně na obou kanálech, ale běžné přijímače pracují pouze s kanálem L1. Druhý kanál L2 se používá současně s L1 pouze pro velmi přesná měření. Kódová posloupnost C/A popř. P datový signál nejprve rozprostře a takto upravený signál se pak modulací posune na nosnou vlnu o příslušné frekvenci (obr. č. 6).

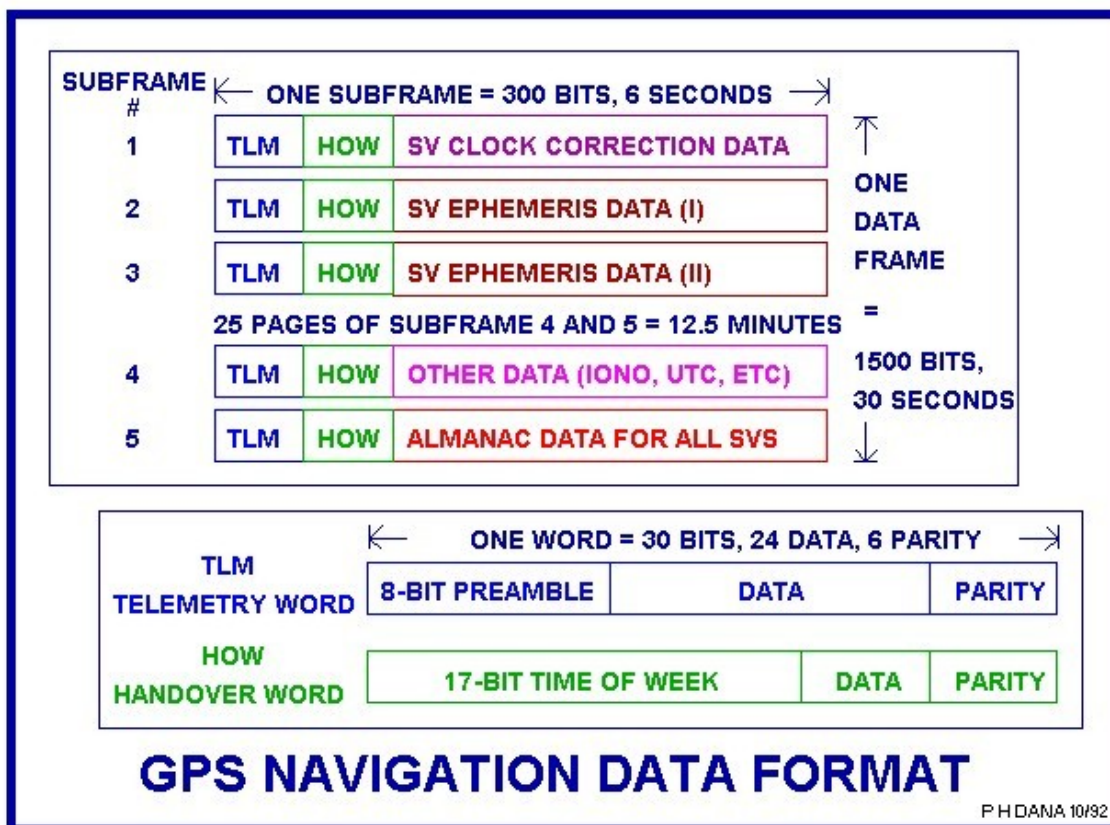
Data o poloze satelitu a času jsou vysílána v rámcích o velikosti 1500 bitů rozdělených do subrámců po 300 bitech. Rámec je vysílán každých 30 sekund. Kompletní data se vysílají ve 25 rámcích (12,5 minut) (obr. č. 7).

Data obsahují:

- údaje o hodinách na družici a jejich vztahu k referenčnímu času systému GPS
- údaje o poloze družice a korekční data z řídicího systému
- almanach – přibližná data o dráze družice

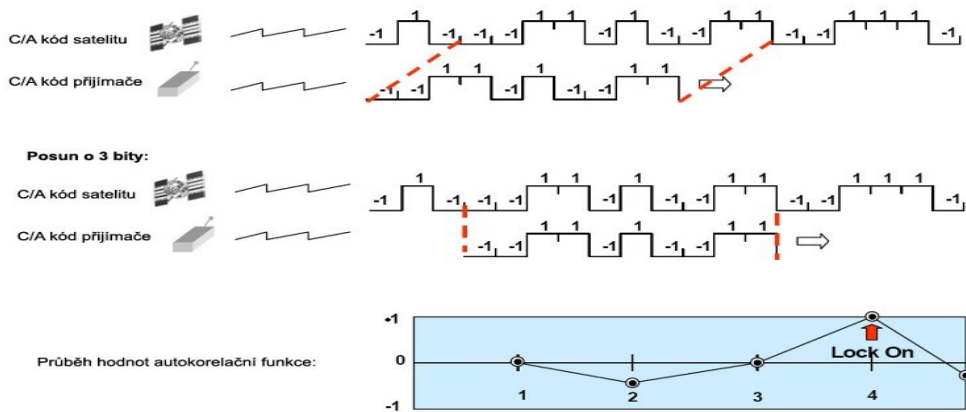


Obrázek č.6: Modulace signálu GPS na dvě nosné frekvence L1 a L2.



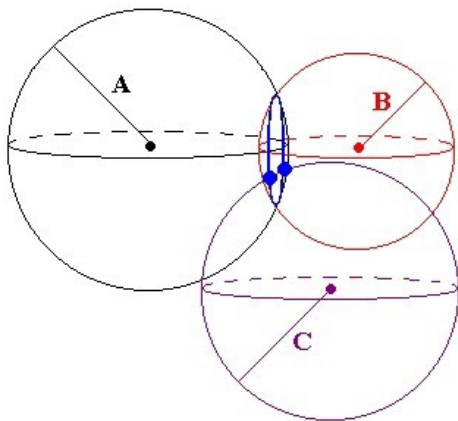
Obrázek č.7: Složení datových rámců v signálu GPS

Každý satelit posílá také zprávu o své poloze vyjádřenou tzv. efemeridou, což je astronomické přesné určení polohy kosmického tělesa v určitém čase, přesný údaj o čase, dále odhad zpoždění signálu v ionosféře a ještě celou řadu dalších údajů. Mimoto vysílají satelity tzv. almanach, což je vlastně databáze dalších satelitních stanic. Tuto databázi si přijímač GPS uloží do paměti ihned po přihlášení a dále si ji aktualizuje. V databázi jsou uloženy kódy okolních satelitů a i jejich přibližná poloha, z níž si přijímač umí odhadnout, kdy se zhruba mohou objevit na horizontu. Několik nejbližších kódů si pak přijímač ponechá jako aktuální a každý přijatý signál GPS s nimi porovnává. Činí tak prostřednictvím matematické operace zvané autokorelace a posouváním posloupností o jednotlivé bity vpřed či vzad. Pokud se signál nějaké družice shoduje s uloženým kódem, přijímač se na něj takzvaně zamkne. Princip uzamčení je možno vysvětlit pomocí časového průběhu signálu (obr. č. 8).



Obrázek č.8: Uzamčení přijímače na signálu GPS

Při synchronizaci obou signálů pak přijímač dokáže spočítat dobu cesty signálu od družice. Samotný princip určení polohy je relativně jednoduchý. Přijímač si nejprve vypočte vzdálenost, která jej dělí od několika okolních družic a to z doby cesty signálu a z rychlosti světla včetně započítání vlivů atmosféry. Pokud tedy zná přijímač zatím jen vzdálenost k jedné z družic, předpokládá dle pravidel geometrie, že sám leží někde na plášti koule s poloměrem rovným dané vzdálenosti, jejíž střed tvoří daná družice, na obrázku např. koule A. Pokud ale zná vzdálenost i k jinému satelitu, např. B, může vypočítat průnik povrchů koule, což je už jen kružnice. Se třetí koulí se možnost polohy zúží pouze na dva body, přičemž jeden z nich leží buď vysoko v prostoru nebo hluboko v Zemi tyto body se vypustí a tímto získáme správný bod, který nám určuje polohu na povrchu Země (obr. č. 9).



Obrázek č.9: Princip určení přesné polohy

Tomuto postupu se říká trilaterace. V praxi je situace oproti modelovému příkladu složitější, protože s měřením a počítáním vzdáleností vznikají nepřesnosti. Proto se k určení polohy používá vždy nejméně čtyř družic. Chyby mohou vzniknout jednak odchýlením se od

skutečné hodnoty rychlosti šíření signálu atmosférou, ale také samotnou družicí, pokud pošle nesprávné či nepřesné údaje. Aby se tomu zamezilo, má každá z družic své vlastní přesné atomové hodiny. Na správnou polohu družic dohlíží také pozemní řídicí systém, který polohu a pohyb družic sleduje a koriguje.[5]

5. Základní principy funkce navigačních systému

5.1.Co je navigační systém

Navigačním systémem rozumíme spojení přijímače GPS a mapových podkladů v jedno zařízení. Díky přijímači GPS zná navigační přístroj naši aktuální polohu a pomocí digitální mapy nás může toto zařízení dovést do cíle nejkratší nebo nerychlejší cestou. Některá navigační zařízení umožňují vyhledávat trasy dle zadaných kritérií. Záleží na tom jak kvalitní jsou mapové podklady, které navigace používá. Navigační systém dokáže i spočítat předpokládanou dobu dojezdu do cílového místa. Pravdivost této informace je ale ovlivněna okamžitými podmínkami na trase. Navigační systém při výpočtu vychází z předem uložených informací o stavu a průjezdnosti vozovek.

5.2.Jak navigace zjišťují správnou trasu

Je třeba si uvědomit, že konkrétní použité optimalizační programy v navigačních přístrojích jsou předmětem utajení. Správná optimalizace je totiž klíčem k správné funkci zařízení.[6]. Proto se pokusím úlohu hledání trasy popsat z obecnějšího hlediska.

Chceme-li se dopravit z jednoho místa na druhé, bereme v potaz dvě věci: dostupnou silniční síť a vlastní kritéria nejvýhodnější trasy. Samotná síť je pro náročnost volby vhodné trasy zpravidla nejvýznamnější. Čím bohatší je síť na různé druhy propojení, tím náročnější se stává úloha vybrat vhodnou trasu. Příkladem může být cesta z Prahy do Kladna. Pokud je vozidlo vybaveno dálniční značkou, pojedě zřejmě na Slaný po rychlostní komunikaci a odbočí na Lidice. Nemá-li vozidlo dálniční značku, pak se situace stane komplikovanější. Může jet přes Hostivice nebo podél dálnice na Buštěhrad. Pro kterou trasu se nakonec rozhodneme, je určeno druhou věcí: našimi kritérii. Podle počtu kritérií rozdělujeme problém na jednokritériální a vícekritériální. Je-li pro nás podstatné pouze minimalizovat čas strávený na cestě, jedná se o jednokritériální úlohu. Chceme-li minimalizovat čas a zároveň ujetou

vzdálenost, pak se často jedná o protichůdné požadavky a mluvíme o vícekritériální úloze. U vícekritériálních úloh s protichůdnými kritérii a bohatou situací zpravidla neexistuje optimální trasa. Výsledkem optimalizace je více tras, kde některé vyhovují spíše jednomu kritériu a jiné spíše druhému kritériu. Chceme-li se vícekritériální optimalizaci vyhnout, je možné vytvořit kombinované kritérium, ve kterém se spojí více jednoduchých kritérií. Provádí se to například pomocí součtu s váhovými koeficienty. K rozhodování o trase patří nepochybně také informace, které nemusí být všeobecně dostupné. Může se jednat o kvalitu a upravenost silničního povrchu, hustotu dopravy, četnost dopravních problémů, šířka silnice atd.

Dnešní běžné navigační přístroje jsou jen stroje, které umějí opravdu velmi rychle počítat nebo prohledávat databáze. Je třeba všechno jasně definovat: data musí mít přesně dané vlastnosti a kritéria musí být vyčíslitelná. Silniční síť je pro navigační systém soustava uzlů (křižovatek) a spojů (cest), které tyto uzly vzájemně propojují. Každý uzel musí kromě souřadnic obsahovat alespoň vlastnosti, které řeknou odkud a kam lze na něm odbočit. Každý spoj musí mimo jiné udávat, které uzly spojuje a za jakých podmínek lze na něm cestovat tj. kritéria. Nalézt spojení mezi dvěma městy tak představuje problém, který je řešitelný pomocí Dijkstrova algoritmu.

- Dijkstrův algoritmus

Dijkstrův algoritmus slouží k nalezení nejkratší cesty v ohodnoceném grafu (obr. č. 10). Funguje nad hranově ohodnoceným grafem. V grafu se však nesmí vyskytnout záporné hodnoty. Jeho autorem byl nizozemský informatik [Edsger Dijkstra](#). Pro potřeby navigace jsou vrcholy křižovatkami a hrany jsou cesty které je spojují. Délka hran je vzdáleností mezi spojovanými vrcholy. Tato vzdálenost se může násobit kritérii a tím jsou uplatněny okolnosti vztahující se k této cestě. Jako je například průjezdnost šířka a typ komunikace atd.

Popis algoritmu. [7]

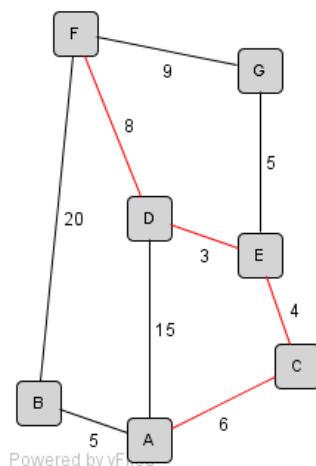
Mějme graf G , v němž hledáme nejkratší cestu. Řekněme, že V je množina všech vrcholů grafu G a množina E obsahuje všechny hrany grafu G . Algoritmus pracuje tak, že si pro každý vrchol v z V pamatuje délku nejkratší cesty, kterou se k němu dá dostat. Označme tuto hodnotu jako $d[v]$. Na začátku mají všechny vrcholy v hodnotu $d[v]=\infty$, kromě počátečního vrcholu s , který má $d[s]=0$. Nekonečno symbolizuje, že neznáme cestu k vrcholu.

Dále si algoritmus udržuje množiny Z a N , kde Z obsahuje už navštívené vrcholy a N dosud nenavštívené. Algoritmus pracuje v cyklu tak dlouho, dokud N není prázdná. V každém

přechodu cyklu se přidá jeden vrchol v_{min} z N do Z , a to takový, který má nejmenší hodnotu $d[v]$ ze všech vrcholů v z N .

Pro každý vrchol u , do kterého vede hrana (označme její délku jako $l(v_{min},u)$) z v_{min} , se provede následující operace: pokud $(d[v_{min}] + l(v_{min},u)) < d[u]$, pak do $d[u]$ přiřadí hodnotu $d[v_{min}] + l(v_{min},u)$, jinak neprováděj nic.

Až algoritmus skončí, potom pro každý vrchol v z V bude délka jeho nejkratší cesty od počátečního vrcholu s uložena v $d[v]$.



Obrázek č.10: Grafické znázornění hranově ohodnoceného grafu

Tento postup můžeme označit jako deterministický. Jiné metody jsou stochastické. Rozdíl mezi nimi je v použití náhody při prohledávání. Deterministické postupy náhodu neobsahují. Se vzrůstající velikostí a složitostí sítě bude výpočetní doba potřebná k analýze všech možností narůstat. Stochastický postup – oproti deterministickému – pracuje s náhodou a v principu nedává jistotu nalezení optimální trasy. Význam náhody tkví ve způsobu, jakým se provádí prohledávání. Lze říci, že stochastický algoritmus obsahuje dvě funkce: první, která je zodpovědná za systematické zlepšování trasy, a druhou, která trasu změní (i náhodně) bez ohledu na její zlepšení. Náhoda určuje, která funkce je v daný okamžik použita. U složitých a rozsáhlých silničních sítí může optimální varianta různě zatáčet a vracet se, což při blízkém pohledu může vypadat nesmyslně. Mezi obecně použitelné stochastické metody patří například simulované žíhání a genetické algoritmy. Stochastické metody lze doporučit při vícekritériálních úlohách, v případech, kdy je silniční síť velmi rozsáhlá a složitá, a dále požadujeme-li na vedení trasy mnoho omezení.

6. Specifické požadavky pro použití navigačních systémů u jednotek HZS a jejich řešení

6.1. Přenos cíle do navigačního zařízení

Pro zadání cílového místa se u standardních navigačních zařízení používá dotykový displej nebo klávesnice. Při zadání je třeba cílové místo nějakým způsobem identifikovat. Buďto musíme zadat jeho adresu, nebo jeho přesné souřadnice na zemském povrchu. Pro použití u hasičských jednotek je tato možnost problematicky použitelná z důvodu zdlouhavosti zadávání. Požadavkem je, aby zadání cílového místa bylo provedeno automaticky v co nejkratší době. Nejlepší variantou je odeslání souřadnic cílového místa do navigačního zařízení přímo z operačního střediska bez nutnosti ručního zadávání obsluhou navigačního zařízení. Maximálně by obsluha navigačního zařízení jen potvrdila přijetí souřadnic a své rozhodnutí, že chce navigovat k zaslánému cíli.

- **Řešení:**

Jednou z možností by bylo naimportování velkého množství tzv. POI „point of interest“ bodů zájmu. Obsluha by místo dojezdu jen vybírala ze seznamu. Vybrání cíle ze seznamu bodů zájmu je rychlejší než vypisování celé adresy, nebo zadávání dlouhých číselných souřadnic. Toto řešení však má několik problematických bodů. Není možno předem přesně vytipovat všechna místa zásahu a po zadání např. všech obcí v hasebním obvodu by se tento seznam stal dlouhým, nepřehledným a v praxi nepoužitelným.

Jako další varianta je přenos cílových souřadnic do navigačního zařízení pomocí datového propojení. V úvahu přichází buďto služby mobilních operátorů jako jsou datové přenosy pomocí GPRS nebo přenos pomocí SMS zprávy. Nabízí se i využití radiového systému MATRA Pegas, který také umožňuje v omezené míře datové přenosy.

Z těchto několika variant se vzhledem k funkčnosti a finančním možnostem u jednotek dobrovolných hasičů jeví jako nejvhodnější varianta, kdy se přenos souřadnic cílového místa děje pomocí zprávy SMS. Služba SMS je dostupná na naprosté většině našeho území a je finančně nenáročná, zároveň v dostatečné míře splňuje požadavky na spolehlivost a rychlost doručení informací o souřadnicích místa zásahu.

6.2.Start navigace

Přijímač GPS po zapnutí není schopen okamžitě zjistit polohu. Ke zjištění své polohy potřebuje určitý čas. Přijímač se dle okolností nachází po zapnutí ve třech následujících stavech. Doba za kterou je přijímač schopen zjistit aktuální polohu ve vztahu k typu startu, je uvedena v tabulce (tab. č. 1).

Tabulka č. 1: Doba za kterou je přijímač schopen zjistit přesnou polohu

Typ startu	Doba za kterou je schopen navigovat v [s]
Horký start	22
Teplý start	45
Studený start	120 - 240

- **Horký start (*Hot Start*)**

Podmínkou tohoto režimu jsou odpovídající data individuálních efemerid pro alespoň pět družic a aktivace přijímače do dvou hodin od posledního výpočtu polohových informací.

- **Teplý start (*Warm Start*)**

„Teplý“ neboli normální start přijímače GPS je založen na předpokladu, že přijímač má ve své paměti uložena data almanachu družic, nedošlo ke změně polohy v rádius 100 km, čas by měl být znám s přesností 20 s a rychlost s přesností 25 ms^{-1} . Almanach družic by neměl být starší než několik týdnů a efemeridy musí odpovídat skutečnému stavu. Stejně tak záleží na kvalitě signálu a k dispozici by měly být přinejmenším čtyři družice s HDOP < 6. HDOP je mírou zhoršení horizontální přesnosti určení polohy v důsledku nerovnoměrného vzájemného geometrického uspořádání satelitů vůči přijímači. HDOP je nejmenší jsou-li GPS satelity rovnoměrně rozloženy na obloze. Přijímač by měl jednoznačně určit, které družice jsou v dosahu a proto automaticky stáhne (aktualizuje) data efemerid.

- **Studený start (*Cold Start*)**

Jako „studený“ start se označuje případ, kdy není splněna některá z výše uvedených podmínek pro „teplý“ start. Tento případ je typický pro přijímač, který je přivezen od výrobce, z opravy nebo byl resetován. Důvodem pro studený start mohou být tyto další skutečnosti:

- poslední známá poloha je vzdálena o více jak 100 km než poloha skutečná
- z přijímače byly vyjmuty baterie a v přijímači není udržován datum a čas
- zastaralá data almanachu (i několik měsíců)

- nekvalitní příjem signálu (listnatý poros, hustá zástavba aj.)

Za těchto podmínek musí přijímač systematicky „prohledávat oblohu“ pokud nenajde družice, neobnoví přesný čas a současný almanach.

Časy těchto startů jak je uvedeno v tabulce č. 1, se pohybují řádově v desítkách sekund. Takovéto časy jsou pro použití navigace při výjezdu hasičských jednotek velmi dlouhé a neúnosně by se tak prodlužovala doba výjezdu jednotky. Navíc je problematické zajistit vždy při každém výjezdu jednotky horký start zařízení. Pokud má zařízení sloužit k navigaci jednotky již od výjezdu z garáže musí být poloha známa téměř okamžitě.

- **Řešení:**

Jedinou spolehlivou metodou je trvalé zapnutí přijímače a zajištění trvalé dostupnosti signálu z navigačních družic. Toto řešení naráží na problém dostupnosti signálu GPS. Výjezdová vozidla hasičských jednotek jsou standardně umístěna v garážích, kde je signál ze satelitů v podstatě nedostupný. Jedním z možných řešení je přenos družicového signálu GPS do vnitřního prostoru garáže a tím zajištění pokrytí vnitřního prostoru garáže tímto signálem. K tomuto účelu jsou dodávána vykrývací zařízení, která přenášejí signál z antény umístěné vně objektu do vysílací antény vysílače (vykrývače), který je umístěn uvnitř budovy. Tato zařízení se vyrábějí v několika výkonových řadách. Zařízení se liší různou velikostí plochy pokrytí vyzařovaným signálem a také maximální vzdáleností od přijímačů, pro které zprostředkovávají přenos signálu. Nejjednodušší fungují na vzdálenost kolem 2m, nejvýkonnější dokáží pokrýt prostor o ploše 30m x 30m.

7. Návrh typového řešení pro JPOII,III

7.1. Výběr vhodných komponentů

Jako nejvhodnější varianta se jeví kombinace navigačního software a mobilního telefonu „komunikátoru“. Tato varianta má několik výhod.

- Nezávislost na konkrétním zařízení. Navigační software lze nainstalovat do různých zařízení dle technických požadavků a finančních možností uživatele.
- V případě poruch nebo poškození zařízení je možno toto nahradit jiným.
- Integrace s telefonem umožňuje přímé datové spojení v síti GSM.

7.1.1.Požadavky na zařízení.

- Dostupnost na trhu.

Předpokladem je, aby zařízení bylo standardně dodáváno a existovala pro něj podpora, tj. servis, příslušenství a pod.

- Cenová dostupnost

Musí jít o standardní zařízení, které se sériově vyrábí. Tím bude zaručena přijatelná cena. Cena celé sestavy by se měla pohybovat zhruba na úrovni ceny profesionální vozidlové analogové radiostanice (s příslušenstvím).

- Možnost připojení externího přijímače GPS.

Tento požadavek je veden potřebou umístit přijímač GPS signálu na co nejvýhodnější místo vzhledem k vykrývači GPS signálu. Přijímač musí také umožnit co nejlepší příjem signálu při jízdě vozidla.

- Možnost napájení z palubní sítě vozidla.

Je třeba ověřit zda zařízení je schopno pracovat s trvalým napájením z externího zdroje. Problém je v tom, že zařízení bude ve vozidle trvale zapnuto a připojeno na napájení. Některá zařízení v tomto režimu nedokáží pracovat a po vyčerpání kapacity své baterie nejsou schopny zajistit její opětovné nabití. Následkem takového chování je vypnutí zařízení.

7.1.2.Požadavky na programové vybavení.

- Kvalita mapových podkladů

Je třeba vybrat dodavatele programového vybavení, u kterého bude záruka kvalitních mapových podkladů s výhledem na budoucí pravidelné aktualizace.

- Lokalizace do českého jazyka

Předpokladem pro rychlou a bezproblémovou obsluhu zařízení je komunikace v českém jazyce.

- Schopnost přijmout souřadnice cíle navigace z nadřazeného systému.

Je třeba vybrat software, který dokáže bez zvláštních úprav přijímat informace o cíli, ke kterému je třeba navigovat. Předpokládám jen úpravu vybavení na operačním středisku, tak aby bylo možno odeslat požadované informace na příslušné zařízení.

Upravovaným produktem bude program na řízení výjezdu hasičských jednotek „ISV“ dodávaný firmou RCS Kladno. Tento systém je nasazen u většiny jednotek Hasičského sboru na území České republiky.

7.1.3.Porovnání programového vybavení

- **TOMTOM Navigátor 6 SW**

Výrobce: TomTom <http://www.tomtom.com> je nizozemská firma, která vznikla v roce 1991, tehdy pod názvem Palmtop. Celé desetiletí se věnovala vývoji [softwaru](#) pro kapesní [počítače](#), zejména pro Psiony. V roce 2001 se společnost přejmenovala na TomTom a představila svůj první navigační systém. V současné době jsou produkty TomTom jedny z nejrozšířenějších na trhu s navigačními zařízeními.

Ukázka uživatelského rozhraní programu je na (obr. č. 11).

Technická specifikace:

TomTom navigační software + mapy na MiniSD kartě.

Kompatibilní s platformami PalmOS, Windows Mobile a Symbian.

Přebírání cílů z adres v adresáři na PDA, PDA telefonu nebo smartphonu.

Snadné a intuitivní ovládání

Hlasová navigace ve více než 30 jazycích včetně češtiny, čisté a včasné pokyny.

3D zobrazení.

TomTom HOME - umožňuje jednoduché propojení s počítačem pro nahrávání upgradů.

Výběr tras - nejrychlejší, nejkratší, bez poplatků.

Navigace od domu k domu (podle popisných čísel).

Automatické přepočítání při opuštění trasy.



Obrázek č.11: Vzhled navigační obrazovky programu Tom Tom

- **Garmin Mobile XT CR**

Výrobce: GARMIN <http://www.garmin.com> firma ze Spojených států severoamerických zabývající se výrobou navigačních zařízení pro příjem signálu GPS. A to od začátku provozu systému GPS v roce 1994. Tato firma má celosvětovou působnost. Dodává kvalitní mapové podklady, které pokrývají celou Zemi. Je předpoklad, že mapy budou, tak jako dosud pravidelně aktualizovány.

Ukázka uživatelského rozhraní programu je na (obr. č. 12).

Technická specifikace

Garmin Mobile XT navigační software + mapy na MiniSD kartě.

Ovládání programu i hlasový výstup v češtině.

Kompatibilní s platformami PalmOS, Windows Mobile a Symbian.

Přehledná orientace na mapě v 3D/2D pohledu, ukládání tras a prošlých tras.

Snadné a intuitivní ovládání postavené na populární řadě Garmin Nüvi.

Přidávání vlastních cílů, oblíbené a nedávné cíle.

Funkce PeerPoints™ – posílání pozice mezi uživateli.

Služby Garmin Online™ - počasí, radary, atd.

Možnost navigace na kontakty telefonu/PDA.

spolupráce s programem MapSource.

Výběr tras - nejrychlejší, nejkratší, bez poplatků.

Navigace od domu k domu (podle popisných čísel).

Automatické přepočítání při opuštění trasy.

Možnost rozšíření o aplikaci GPS-BUDDY umožňující dispečerské sledování uživatelů.



Obrázek č.12: Vzhled navigační obrazovky programu Garmin Mobile XT

- **Navigační software - Dynavix 7**

Výrobce: Dynavix a.s. <http://www.dynavix.com> Česká firma zabývající se vývojem programového vybavení pro navigaci. Mapy a software tohoto výrobce používá také navigační systém pro hasičské jednotky od firmy RCS Kladno. Dynavix používá mapové podklady společnosti Teleatlas, jsou kvalitní a aktualizace probíhá zhruba každý rok.

Ukázka uživatelského rozhraní je na (obr. č. 13).

Technická specifikace

Simulace jízdy podél trasy při krátkém výpadku GPS signálu (jízda v tunelu apod.).

Ovládání programu i hlasový výstup v češtině.

Kompatibilní s platformami Windows Mobile.

Inteligentní navigace upozorňující pouze na důležité manévry.

Volba cíle pomocí části názvu, adresy, čísla domu či křižovatky ulic.

Vyhledání nejkratší nebo nejrychlejší trasy.

Možnost zadávání složitých tras pomocí průjezdních bodů.

Přidávání vlastních cílů, oblíbené a nedávné cíle.

Automatické přepočtení trasy po jejím chtěném či nechtěném opuštění.

Propracovaný systém eliminace chyb GPS.

Zobrazení mapy se silnicemi, krajinnými prvky (les, pole, řeka), body zájmu (POI) aj.

2D/3D zobrazení mapy s názvy ulic.

Ztlumení barev v nočním režimu.



Obrázek č.13: Vzhled navigační obrazovky programu Dynavix

- **Hodnocení jednotlivých navigačních programů**

Srovnání vybraných parametrů navigačních programů je provedeno v tabulce (tab. č. 2)

Tabulka č. 2: Srovnání parametrů navigačních programů.

Software	Lokalizace	Vzdálené zadání cíle SMS	Vzdálené zadání cíle GPRS	Kvalita map	Cena
Tom Tom	+	-	+	+	2053 Kč
Garmin mobile XT	+	+	+	+	1832 Kč
Dynavix 7	+	-	-	+	2380 Kč

TOMTOM Navigátor 6 SW

Tento program vyhovuje ve většině požadavků. Je to jeden z nejrozšířenějších programů pro navigování na našem trhu. Problémem je přenos cílového místa. Pro přenos cílového bodu je možno použít funkce BUDDY „přátelé“, tato nadstavba, ale funguje jen přes datový přenos GPRS není možno použít SMS přenos. Program by zřejmě šlo doplnit o tuto funkci doprogramováním dalšího softwarového modulu. K tomuto účelu výrobce dodává aplikační podporu a knihovny pro programování nových funkcí systému. Důvodem, proč není tento program nejvhodnější je velký rozsah úprav programu, potřebných pro jeho použití v této aplikaci.

Navigační software - Dynavix 7

Toto programové vybavení splňuje také většinu požadavků. Vzhledem k tomu, že neumožňuje přenos cílového místa z nadřazeného systému, byla firma Dynavix kontaktována s dotazem na možnou úpravu programu na příjem polohy cílového bodu přes SMS. Firma Dynavix je ochotna programové vybavení upravit, avšak požaduje předběžný závazek o odběru dostatečného počtu kusů zařízení. V této chvíli nelze zaručit jakékoli počty odebraných zařízení. Z tohoto důvodu ani tento systém pro účely typového řešení plně nevyhovuje. Samozřejmě v budoucnu při plánování konkrétního projektu, který by zaručoval počty nasazených zařízení by bylo vhodné o tomto programovém vybavení uvažovat. Tato spolupráce se jeví jako výhodná neboť jde o domácího dodavatele..

Garmin Mobile XT CR

Jde o program od renomované firmy, která se zabývá touto problematikou již mnoho let. Mapové podklady jsou podrobné, kvalitní a je zde záruka jejich pravidelné aktualizace. Program také splňuje všechny požadavky zadané na začátku výběru. Hlavní výhodou tohoto programu je schopnost přijímat a zasílat souřadnice pomocí SMS zpráv.

- **Vyhodnocení výběru**

Jako nejvhodnější byl vybrán program Garmin Mobile XT. Jako hlavní důvod výběru tohoto programu je možnost zasílání cílových bodů pro navigování pomocí SMS zpráv. Varianta zasílání pomocí SMS je pro použití u dobrovolných jednotek nejvhodnější zvláště z hlediska nákladů a univerzálnosti použití. Schopnost přijímat informace o poloze přes SMS umožňuje použít tento program bez jakýchkoli úprav. Tato vlastnost umožňuje také odesílání informací o poloze do dalších zařízení vybavených tímto programem. Takto si lze navzájem vyměňovat informace o poloze i bez přispění operačního střediska. V praxi lze tuto vlastnost s výhodou využít pro vzájemné informování jednotlivých zasahujících jednotek o své vzájemné poloze při událostech většího plošného rozsahu, například při požáru lesa.

Zůstává zde jen nutnost úpravy programového vybavení na straně operačního střediska. Vzhledem k podrobnému popisu struktury zasílané SMS se tato úprava jeví jako poměrně snadno realizovatelná.

7.2. Požadavky na úpravu systému řízení výjezdu

V programovém systému „ISV“, který slouží pro řízení výjezdu jednotek (produkt firmy RCS) je implementována funkce automatického zasílání SMS zpráv. Funkce automatického zasílání SMS zpráv je volně konfigurovatelná správcem programu „ISV“. Existuje zde možnost definovat na která telefonní čísla a v jakém okamžiku bude SMS zpráva odeslána. Čísla, na která bude SMS odeslána je možné vybírat z informační databáze o příslušnících, jednotkách, osobách nebo definovat číslo přímo. Tato funkce se využívá při zasílání informačních SMS na mobilní telefony příslušníků HZS. Příslušník HZS je informován o události, o jejím typu a o tom jaká konkrétní jednotka vyjíždí. Zároveň je tuto funkci systému možno využít pro svolávání příslušníků a předávání různých údajů.

Tento systém je současně použit k zasílání SMS zpráv na jednotku KANGA+. Zařízení KANGA+ je umístěné u dobrovolné jednotky a umožňuje následující funkce. Spuštění sirény, přeposlání SMS zprávy na další mobilní čísla příslušníků jednotky a v neposlední řadě vytištění příkazu k výjezdu na připojené tiskárně. Lze říci že v současné době systém pro řízení jednotek „ISV“ je na zasílání SMS připraven. Jedinou nutnou úpravou je doplnění typu zasílané SMS o typ, který umí přenést informaci o souřadnicích místa události v takovém formátu, který vyhovuje navigačnímu zařízení. V našem případě jde o navigační zařízení s programem Garmin Mobile XT. Vzhledem k tomu, že součástí systému „ISV“ je také klient systému GIS, jsou informace o poloze místa zásahu systému „ISV“ známa. Program „ISV“ poskytuje pomocí klienta GIS obsluhu modulu „Spojař“ mapovou podporu. Tyto informace slouží pro lepší orientaci o místě události a jeho okolí. Právě pomocí tohoto podsystému GIS, který je přímo integrován se systémem řízení výjezdu, je možno odesílat informace o poloze a souřadnicích dané události.

Možnost zasílání SMS obsahující informace o poloze je obsažena v nově nasazovaném modulu ISV, v modulu UVG. Modul UVG slouží ke tvorbě obsahu výstupních textových funkcí ISV, zejména pak příkazů k výjezdu, hlasových relací generovaných systémem AMDS a automaticky odesílaných SMS. Tímto umožňuje správci systému ISV vytvořit SMS zprávu v požadované formátu.

7.2.1. Popis systému SMS zpráv Garmin

Jde o systém využívající SMS zpráv pro přenos polohy a dalších doplňujících informací. Systém pracuje se dvěma typy zpráv. Dle [8] je formát SMS zprávy následující .

- **Prvním typem je Garmin PeerPoint messages.**

Umožňuje odeslat aktuální polohu a další informace na kompatibilní zařízení. Ve chvíli kdy je tato PeerPoint SMS přijata, je informace o poloze uložena do interní databáze spuštěného programu GarminMobile XT. Uživatel může zobrazit detailní informace okamžitě ,nebo je může použít později. PeerPoint SMS obsahuje také textovou informaci o adrese cíle.

Toto je obsah PeerPoint SMS její celková délka je maximálně 160 znaků:

<PeerPoint>Text**<C>**Souřadnice v čitelné podobě **<G>**Symbol | Request | Version | Velocity | Heading | Last Known Fix | Position

- **Popis jednotlivých částí PeerPoin SMS :**

<PeerPoint> - Úvodní text označuje že jde o SMS PeerPoint.

Text – Nepovinné obsahuje textovou adresu cíle nebo jinou textovou zprávu.

<C> - Čitelné souřadnice cíle ve formátu (N/S dd.dddddE/Wddd.ddddd).

<G> - Atributy zprávy. Tato část je povinná. Atributy jsou zapsány v hexadecimálním tvaru, který představuje následující kódy:

Symbol – Kód, který představuje symbol přiřazený ke zprávě odesílatelem (4-cifry).

Request – Hodnota typu boolean označující zda jde o dotaz nebo o příjem (2-cifry).

Version –8 mi bitové celé číslo představující verzi zprávy (2-cifry).

Verze 1: První verze systému.

Verze 2: Do této verze byli přidány polokruhové atributy polohy.

Velocity –16 ti bitové celé číslo vyjadřující rychlost v m/s, kterou se pohybuje odesílatel při odeslání PeerPoint SMS. (4-cifry).

Heading –16 ti bitové celé číslo vyjadřující azimut v radiánech, po kterém se pohybuje odesílatel při odeslání PeerPoint SMS(4-cifry).

Last Known Fix –32 bitové číslo vyjadřující čas posledního platného fixu polohy odesílatele ve formátu UTC ve vteřinách od roku 1990 (8-cifer).

Position – 32 bitové číslo vyjadřující polohu v semicircles „polokruzích“.

Poznámka:

Firma Garmin vnitřně používá pro reprezentaci úhlu (zeměpisná šířka a délka) jednotku, která se nazývá semicircle tj. polokružnice. Jedna "semicircle" je $180/2^{31}$ stupňů tj. asi 0.3 úhlové milivteřiny. Maximálně se tak využívá přesnost 32-bitové celočíselné aritmetiky. Převody se provádí vynásobením vhodnou konstantou. Poloha $50^{\circ}ss\ 15^{\circ}vd$ se potom kóduje jako $50.(2^{31}/180) = 596523236$ a $15.(2^{31}/180) = 178956971$. Severní šířka a východní délka se reprezentují jako kladná čísla a jižní šířka a západní délka jako záporná čísla.

- **Vzorové příklady SMS Garmin PeerPoint Symbol ([CR]) nahrazuje znak přechodu na nový řádek):**

- **Verze 1:**

```
<PeerPoint>Jsem blízko Praha Stanice Metra Vysehrad<C>N 38.85661  
W094.79921 [CR] <G>204e0001000000001f2bf1ac
```

- **Verze 2:**

```
<PeerPoint> Jsem blízko Praha Stanice Metra Vysehrad <C>N 38.85661  
W094.79921 [CR] <G>20410002000000001f99604f1ba16fe0bc965d9e
```

(Následující SMS není zpětně kompatibilní s verzí 1.)

```
<PeerPoint><G>20410002000000001f99604f1ba16fe0bc965d9e
```

- **Druhým typem SMS zpráv je Garmin Location Messages**

Tuto zprávu je možno použít k přenosu pozice pevných bodů nebo bodů zájmu. Tento typ zprávy neobsahuje informaci o poloze odesílatele ani o jeho pohybu na rozdíl od zprávy PeerPoint. Zobrazuje polohu místa, na kterou chce odesílající upozornit.

Ve chvíli kdy je SMS s GarminLocation message přijata, uživatel může k tomuto místu navigovat nebo si jej uložit do databáze bodů zájmů.

Toto je obsah Garmin Location Messages její celková délka je omezena na 160 znaků:

```
<GarminLoc>Text<N>Jmeno<A>Adresa<T>Tel číslo<C> Souřadnice v čitelné  
podobě<G>Symbol | Request | Version | Positron
```

- **Popis jednotlivých částí Garmin Location Messages**

<GarminLoc> - Úvodní text označuje, že jde o SMS GarminLoc

Text – Textová informace nepovinná je následována znakem [CR]přechodu na nový řádek.

<N> -Uvozovací znak následovaný textovou informací nepovinné jméno místa, následována znakem [CR]přechodu na nový řádek.

<A> - Uvozovací znak následovaný textovou informací nepovinné adresa místa, následována znakem [CR]přechodu na nový řádek.

<T> - Uvozovací znak následovaný textovou informací nepovinné telefonní číslo odesílatele, následována znakem [CR]přechodu na nový řádek.

<C> - Čitelné souřadnice (N/S dd.dddddE/Wddd.ddddd).

Poznámka:Tento údaj může být u verze 2 vypuštěn, avšak z důvodu zpětné kompatibility se doporučuje jej používat i u verze 2.

<G> - Atributy zprávy. Tato část je povinná. Atributy jsou zapsány v hexadecimálním tvaru, který představuje následující kódy.

Symbol – Kód, který představuje symbol přiřazený ke zprávě odesílatelem (4-cifry).

Request –boolean označující zda jde o dotaz nebo o příjem (2-cifry).

Version –8 mi bitové celé číslo představující verzi zprávy (2-cifry).

Verze 1: První verze systému

Verze 2: Do této verze byli přidány polokruhové atributy polohy.

Position – 32 bitové číslo vyjadřující polohu v semicircles.

- Vzorové příklady SMS Garmin Location symbol ([CR]) nahrazuje znak přechodu na nový řádek):

- Verze 1:

```
<GarminLoc>Sejdeme se [CR] <N>Taco Bell[CR] <A>14880 S Harrison St[CR] Olathe,  
KS 66061[CR] <T>913-764-3674[CR] <C>N 38.85847 W094.81600 [CR] <G>20100002  
<GarminLoc><C>N 38.85847 W094.81600 <G>20100002
```

- Verze 2:

```
<GarminLoc>Sejdeme se [CR] <N>Taco Bell[CR] <A>14880 S Harrison St\nOlathe,  
KS 66061[CR] <T>913-764-3674[CR] <C>N 38.85847 W094.81600  
[CR] <G>201000021ba1f800bc934600
```

```
<GarminLoc><C>N 38.85847 W094.81600 <G>201000021ba1f800bc934600
```

(Následující SMS není zpětně kompatibilní s verzí 1.)

```
<GarminLoc><G>201000021ba1f800bc934600
```

7.2.2. Formát SMS zprávy použitý pro úpravu systému ISV

Pro přenos informace o místě události, ke které jednotka vyjíždí je použit formát Garmin Location Messages. Tento formát je vhodnější pro předání informace o místě události, než formát Garmin PeerPoint. Nepřenáší se zde informace o rychlosti, azimutu a časové údaje. Proto je v této SMS zprávě více místa na textové informace o typu události a adrese. Jako identifikační údaj se zobrazuje číslo události. Toto číslo generuje program „ISV“ při založení nové události, tímto číslem je konkrétní událost identifikována i při dalším zpracování například ve statistickém sledování událostí. Typ události a adresa jsou sloučeny do jednoho pole. Cílem tohoto sloučení je maximální využití omezené délky SMS zprávy pro přenos textu. Přesný formát odesílané zprávy je popsán v dalším textu a vychází z popisu formátu SMS zpráv uvedeného v [8].

<GarminLoc><N>číslo události<A>Adresa <C> Souřadnice v čitelné podobě<G>Symbol | Request | Version | Position.

<GarminLoc> - Úvodní text označuje že jde o SMS GarminLoc.

<N> -Uvozovací znak následovaný textovou informací devítimístné číslo události, ke které jednotka vyjíždí následována znakem [CR]přechodu na nový řádek.

<A> - Uvozovací znak následovaný textovou informací typ podtyp a popis události 79 znaků následována znakem [CR]přechodu na nový řádek.

<C> - Uvozovací znak doplněný čitelnými souřadnicemi (N/S dd.dddddE/Wddd.ddddd).

<G> - Uvozovací znak následovaný atributy zprávy. Tato část je povinná, atributy jsou zapsány v hexadecimálním tvaru, který představuje následující kódy.

Symbol – Kód který představuje symbol přiřazený ke zprávě odesilatelem . (4-cifry).

Byl vybrán kód 0004 . Tento kód odpovídá symbolu (obr. č. 14).

Request –boolean označující zda jde o dotaz nebo o příjem (2-cifry).

Version –8 mi bitové celé číslo představující verzi zprávy. (2-cifry).

Verze 1: První verze systému.

Verze 2: Do této verze byli přidány polokruhové atributy polohy.

Position – 32-bitové číslo vyjadřující polohu v semicircles.



Obrázek č.14: Symbol 0004 pro zobrazení místa události.

7.3. Popis typového řešení

7.3.1. Komponenty typového řešení

- Software Garmin Mobile XT



Obrázek č.15: Obsah dodávky programu Garmin Mobile XT

Je použit program Garmin Mobile XT, viz (obr. č. 15) dodávaný na mikro SD paměťové kartě. Program je předinstalován na paměťové kartě a není třeba jej dále instalovat. Po vložení karty do komunikátoru je přítomnost programu rozpoznána a je nabídnuto jeho spuštění. Program obsahuje podrobnou mapu ČR verze topo. Jedná se o spojení známých map "padesátek" od [SHOCartu](#) s navigačními daty od firmy Ceda. Z toho vyplývá, že ulice, silnice a část bodů zájmu se neliší od nabídky většiny konkurenčních navigací. Mapa umožňuje automatický výpočet trasy po silnicích a ulicích.

Mapa obsahuje tyto mapové prvky:

- sídla a části sídel (20.000 bodů)
- výškové kóty (65.000 bodů)
- zákres asfaltových komunikací (dálnice, silnice I.-III. třídy, zpevněné asfaltky)
- zákres ulic ve městech a místních komunikací v obcích
- nezpevněné (lesní a polní) cesty
- vedení velmi vysokého elektrického napětí (110, 220 a 400 kV)
- vodní toky, potoky
- vrstevnice s krokem 20 metrů
- turistické značky
- cyklotrasy
- plochy sídel a u velkých měst plochy nákupních, univerzitních a dalších oblastí
- plochy lesů
- vodní plochy-vodní nádrže, jezera, rybníky a malé nepopsané vodní plochy

- **Komunikátor HTC Touch**



Obrázek č.16: Vzhled komunikátoru HTC Touch

Pro testování a zkušební provoz byl vybrán komunikátor HTC touch viz (obr. č. 16). Toto zařízení plně vyhovuje uvažovanému použití. Komunikátor má i přes své malé rozměry dostatečně velký displej, je vybaven rozhraním Bluetooth pro připojení přijímače GPS. Dále je možno jej trvale napájet z externího zdroje, aniž by došlo k vypnutí.

Technické parametry HTC Touch:

OS: Windows Mobile 6 Professional

Procesor: TI OMAP 850 taktovaný na frekvenci 200 MHz

Paměť: 64 MB RAM, 128 MB ROM, microSD slot

Síť: GSM (850/900/1800/1900 MHz), GPRS, EDGE

Displej: 2.8 " (71 mm) TFT, QVGA (320x240 pixelů), dotykový s technologií TouchFLO, 65000 barev

Kamera: 2MPix

Konektivita: Bluetooth 2.0, USB 1.1, Wi-Fi (802.11 b/g)

Rozměry: 108 x 58 x 14 mm

Hmotnost: 112 g

Baterie: 1100 mAh

Pohotovostní doba: až 200 hodin

Čas hovoru: až 5 hodin

- **Přijímač GPS Nokia LD-W1**



Obrázek č.17: Vzhled přijímače GPS signálu Nokia LD-W1

Je použit externí GPS přijímač NOKIA LD-1W viz. (obr. č. 17). Důvodem použití externího přijímače je větší variabilita při jeho umístění ve vozidle. Je možné jej umístit co nejbližší k vykrývači GPS signálu. Bezdrátový modul GPS Nokia LD-1W lze připojit ke kompatibilnímu mobilnímu telefonu, osobnímu nebo kapesnímu počítači pomocí bezdrátové technologie Bluetooth. Obě zařízení mohou být od sebe vzdálena až 10 metrů. Přijímač je také schopen být trvale napájen z vozidlového adaptéru. S ohledem na požadavek trvalého příjmu signálu je třeba přijímač umístit co nejbližší k vykrývači GPS signálu. Ověřená maximální vzdálenost je 2m mezi vysílací anténou vykrývače a přijímací anténou GPS přijímače. V současné době je dostupný i modernější typ přijímače LD-W3. Tento nový typ přijímače je vybaven čipovou sadou Sirf III. Nová čipová sada Sirf III má oproti původní podstatně vyšší citlivost pro příjem signálu. Na základě této skutečnosti lze přepokládat i možnost umístit tento přijímač ve větší vzdálenosti od antény vykrývače. Proto je velmi vhodné používat pro nové instalace přijímač LD-W3.

Technické parametry LD-W1:

Bezdrátové připojení: Bluetooth

Rozměry: 78,4 x 45,4 x 16,5 mm

Hmotnost: 62 g (včetně baterie)

Přesnost: 25m v horizontální rovině, pokud je obloha z 95 % jasná

Přijímač: GPS 12 paralelních kanálů

Doba synchronizace: cca 60/45/10 s (studený / teplý / horký start)

Provozní teplota: -10 °C to 40 °C

Odolnost proti vodě: IPX 4 (proti potříkání vodou) v ochranném pouzdru

- **Vykrývač GPS signálu RA-46**



Obrázek č.18: Obsah sady vykrývače RA-46

Jde o sadu zařízení viz (obr. č. 18) umožňující převod GPS signálu i do míst která jsou odstíněna od přímého příjmu signálu z družic. V našem případě jde o přenos signálu do garáže, kde parkuje zásahová technika. V sadě obsažený napáječ je třeba nahradit standardním napáječem 220V/12V - 1000 mA. Ověřený dosah signálu ze zařízení je 2m. Bylo by možno použít zařízení s větším dosahem, avšak jeho cena by byla podstatně vyšší. Je také třeba počítat s tím, že kabel mezi přijímací anténou a vysílacím modulem je dlouhý 5m. Prodloužení kabelu je problematické a nedoporučuje se.

Technické parametry RA-46:

Kmitočet: 1575 GHz

Výstupní PSV: 1,6:1

RF Out: -2,0 dBm

Zesílení: 20dB

Šum: 2,0 dB

Délka kabelu mezi přijímací anténou a vysílací anténou: 5m.

7.3.2.Cenová kalkulace typového řešení

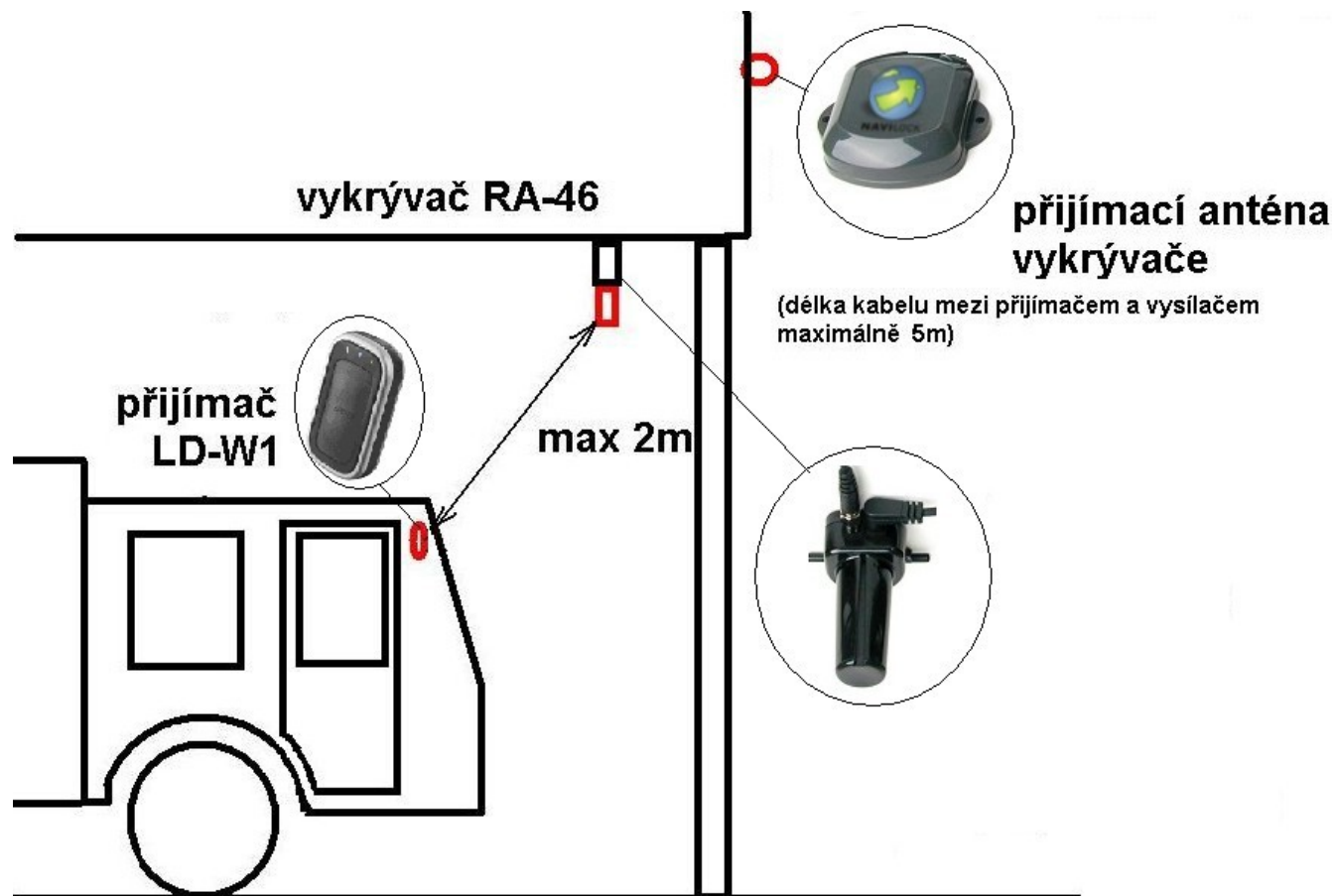
Následující tabulka (tab. č. 3). obsahuje ceny jednotlivých komponentů typového řešení. Tyto ceny byly získány od běžných dodavatelů a představují zhruba střední cenovou hladinu.

Tabulka č.3 ceny navigačního kompletu k datu 10.1.2008

Zařízení	Cena včetně DPH
Garmin Mobile XT ČR	1832 Kč
HTC Touch	8800 Kč
NOKIA LD-W3	2300 Kč
RA-46	3350 Kč
Celková cena kompletu	16282 Kč

7.3.3.Montáž zařízení

Instalace do vozidla je poměrně jednoduchá. Pro napájení je použita palubní síť vozidla. Pokud je ve voze radiostanice, je výhodné zařízení napájet z přívodu pro radiostanici. Připojená zařízení mají sice malý odběr, ale doporučuji připojit vozidlo na konzervační nabíječ akumulátoru, tak aby bylo zajištěno průběžné dobíjení akumulátoru vozidla. Přijímač GPS je umístěn v horní části předního okna co nejbližší hornímu okraji. Je přichycen plechovým držákem pod gumou lemující přední sklo. Toto umístění je vybráno s ohledem na co nejkratší vzdálenost od antény vykrývače, který přenáší GPS signál z vnějšku do vnitřních prostor garáže viz (obr. č. 19). Komunikátor je umístěn v držáku na předním skle vozidla v dohledu řidiče a velitele vozu. Je použit držák na přísavku, přichycený na přední sklo. Vysílací anténu vykrývače je třeba umístit maximálně 2m od GPS přijímače ve vozidle. Nejlépe na strop garáže. Pokud má garáž příliš vysoké stropy je třeba vyrobit vhodný držák a vysílač na něm zavěsit. Dalším limitujícím faktorem je délka přívodního kabelu mezi přijímací a vysílací částí vykrývače. Délka kabelu je 5 m a není vhodné ji prodlužovat. V praktickém nasazení je tento požadavek dobře splnitelný vzhledem k tomu, že zásahová vozidla parkují přední částí za výjezdovými vraty, takže vzdálenost k vnějšku je vždy krátká a vyhoví pětimetrovému limitu.



Obrázek č.19: Náčrt umístění součástí navigačního systému v garáži a na vozidle.

7.3.4. Popis práce systému při jeho použití

- **Přednastavení parametrů programu.**

Program Garmin Mobile XT umožňuje uživatelsky přednastavit program tak aby co nejlépe vyhovoval danému použití. Pro použití u jednotek HZS je třeba přednastavit následující parametry.

- **Trasování:**
- **Výpočet trasy pro:**

Tento parametr určuje preference pro jaký typ vozidla bude trasa vypočítána. Máme na výběr z těchto parametrů: Auto/Motocykl, TIR, Autobus, Pohotovost, Taxi, Dodávka, Kolo, Chodec.

Tento parametr se vztahuje k průjezdnosti komunikace, zdálo by se logické použít parametr Pohotovost, který ignoruje jednosměrné ulice a pod. Ovšem vzhledem k tomu, že navigaci používáme u požárního vozidla, které svými rozměry a váhou odpovídá nákladnímu vozidlu, bude lépe použít parametr TIR. Tímto zamezíme nevhodné navigaci do komunikací, které jsou úzké nebo na mosty s malou nosností.

Pro potřeby jednotek HZS nastavujeme: TIR

- **Přepočítat při sjezdu z trasy:**

Tento parametr určuje zda po vyjetí z vypočítané trasy bude trasa znovu vypočítána pro nový směr. Máme na výběr z těchto parametrů: Na dotaz, Automaticky-oznámení, Automat.- bez oznámení, VYP.

Pro potřeby jednotek HZS nastavujeme: Automaticky - oznámení

- **Trasové preference:**

Tento parametr určuje preference pro výpočet trasy s ohledem na vzdálenost a rychlost. Máme na výběr z těchto parametrů. Rychlejší čas, Kratší vzdálenost, Terén.

Pro potřeby jednotek HZS nastavujeme: Rychlejší čas

- **Náhled odbočky:**

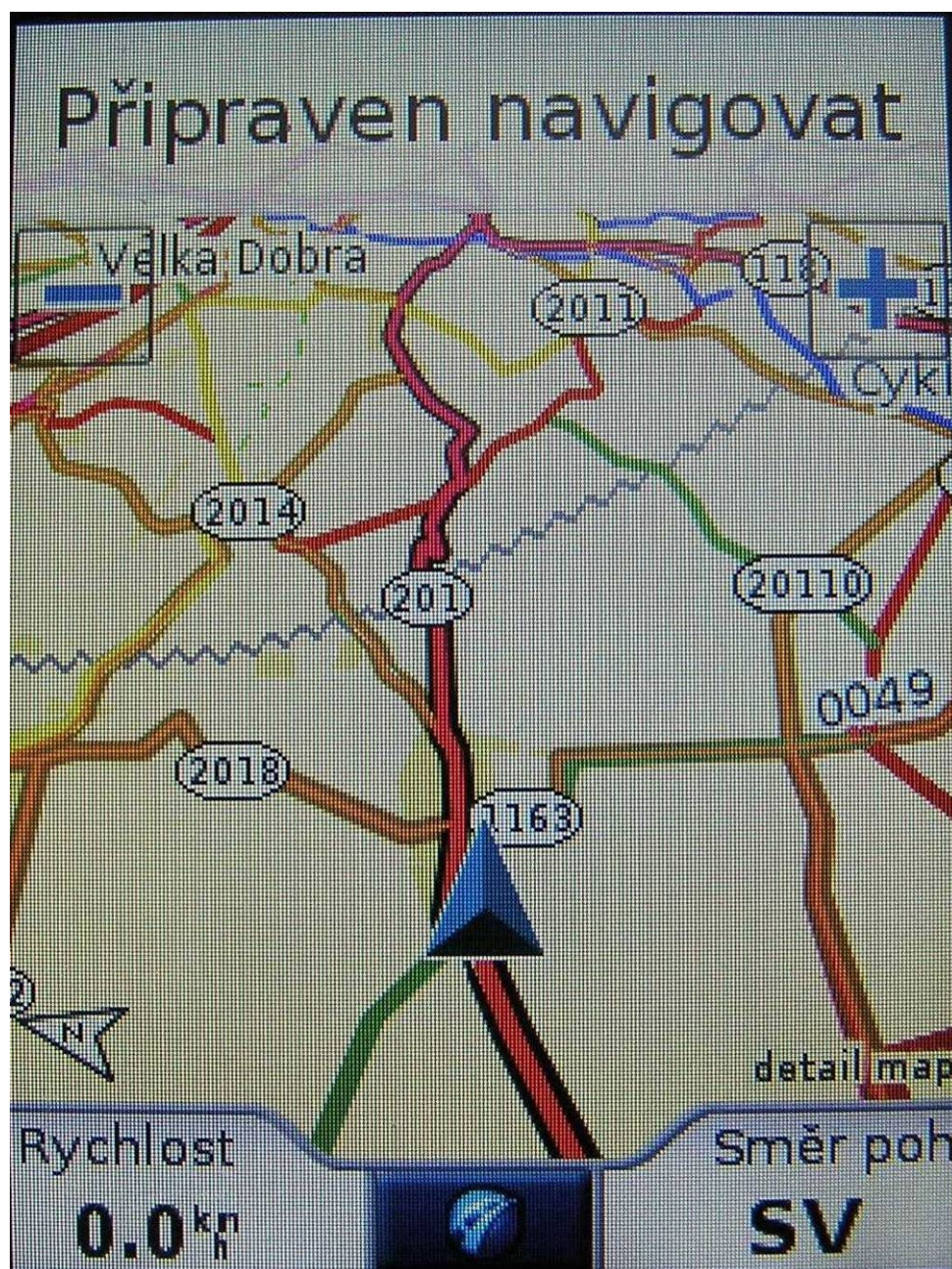
Tento parametr zapíná zobrazení symbolického náhledu odbočky při změně směru jízdy.

Máme na výběr z těchto parametrů. Zapnuto, Vypnuto.

Pro potřeby jednotek HZS nastavujeme: Zapnuto

- **Počáteční stav**

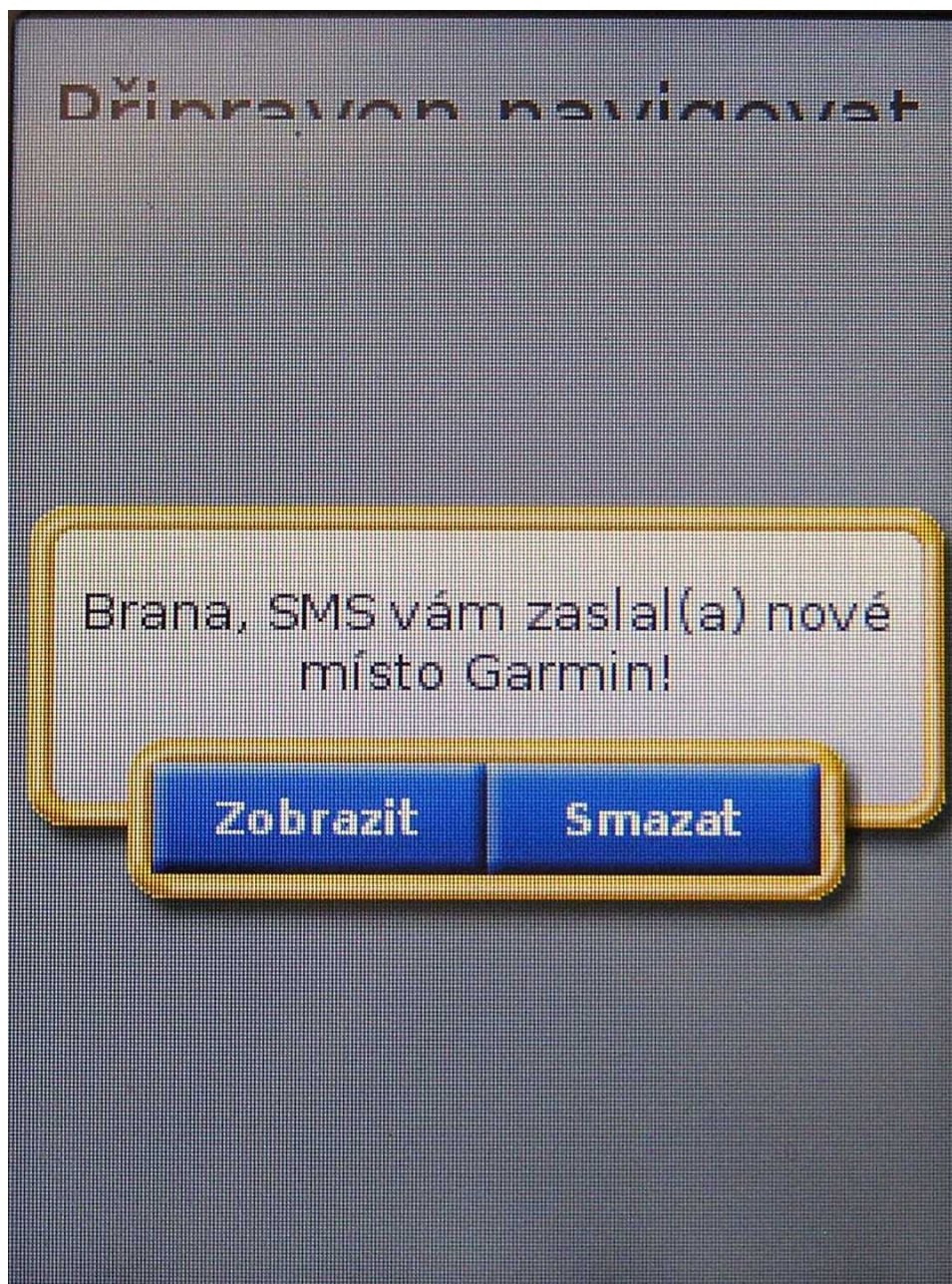
Počáteční stav systému má svoje zobrazení na displeji (obr. č. 20). Je to stav, kdy vozidlo parkuje v garáži a systém zná svoji aktuální polohu. Tato skutečnost je signalizována nápisem „Připraven navigovat“ v horní části displeje



Obrázek č.20: počáteční stav systému

- **Příjem navigační SMS**

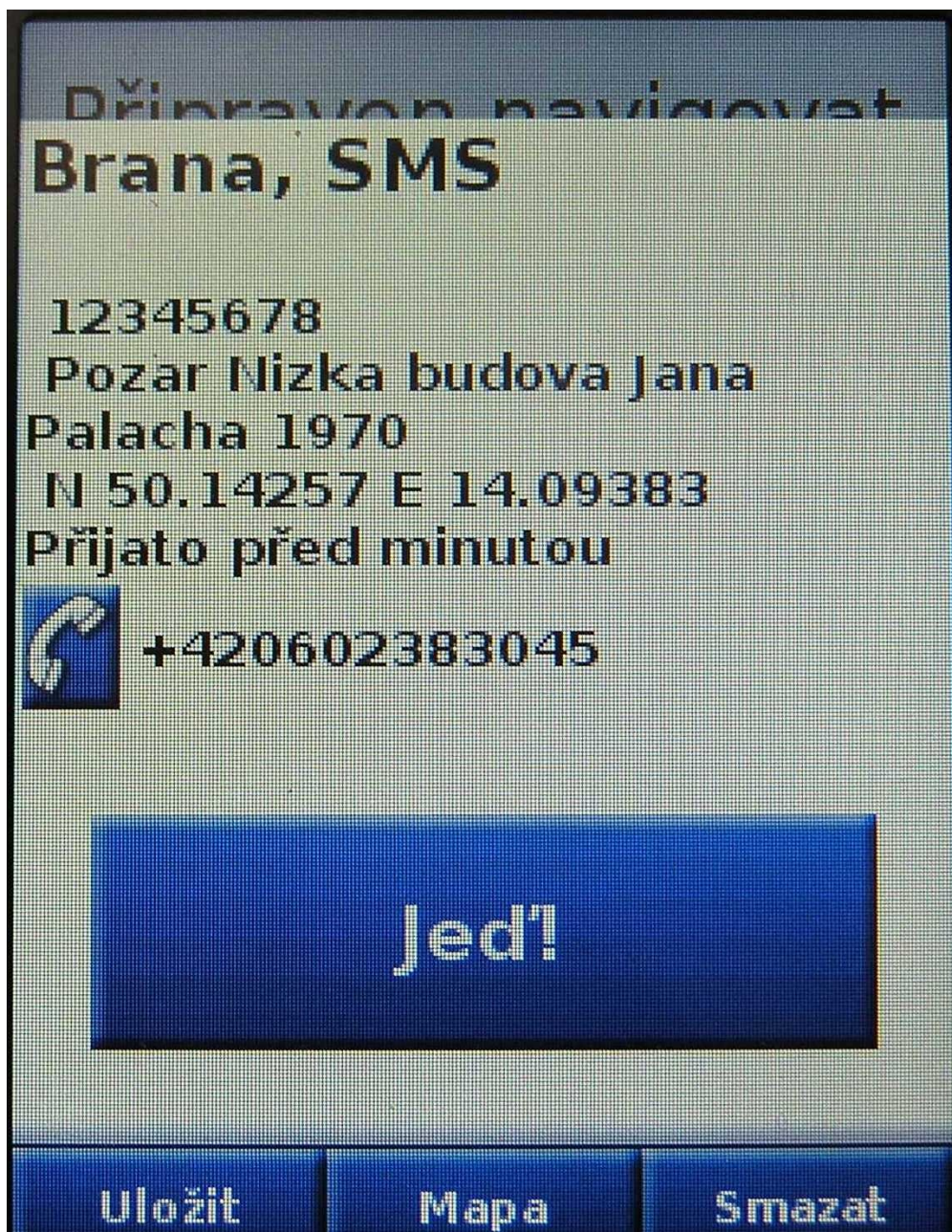
Příjem navigační SMS systém oznámí zvukovým znamením a zobrazením této informace na displeji komunikátoru (obr. č. 21). Obsluha musí potvrdit volbou **zobrazit**, zda informaci přijímá.



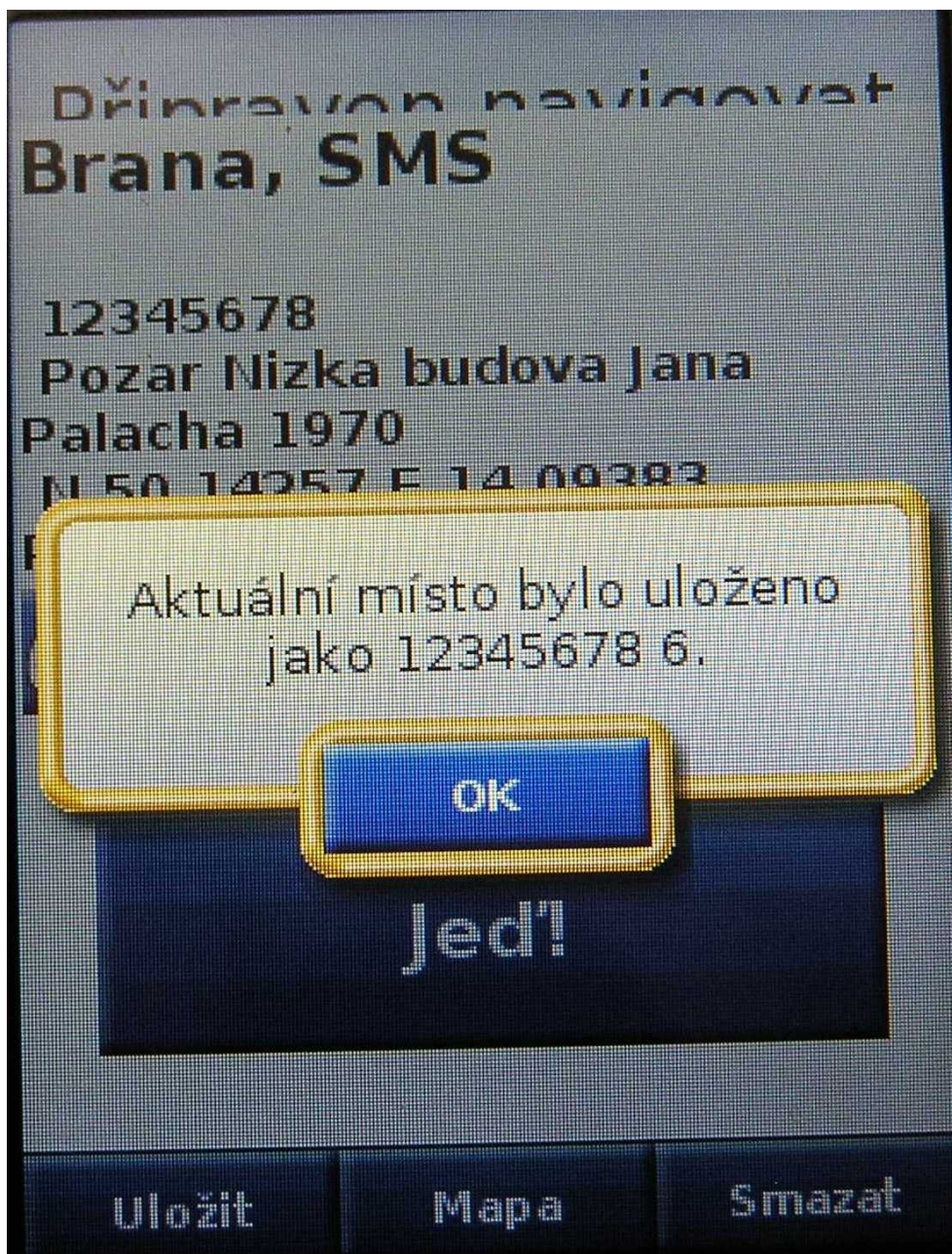
Obrázek č.21: Oznámení o přijetí navigační SMS

- **Potvrzení přijaté SMS**

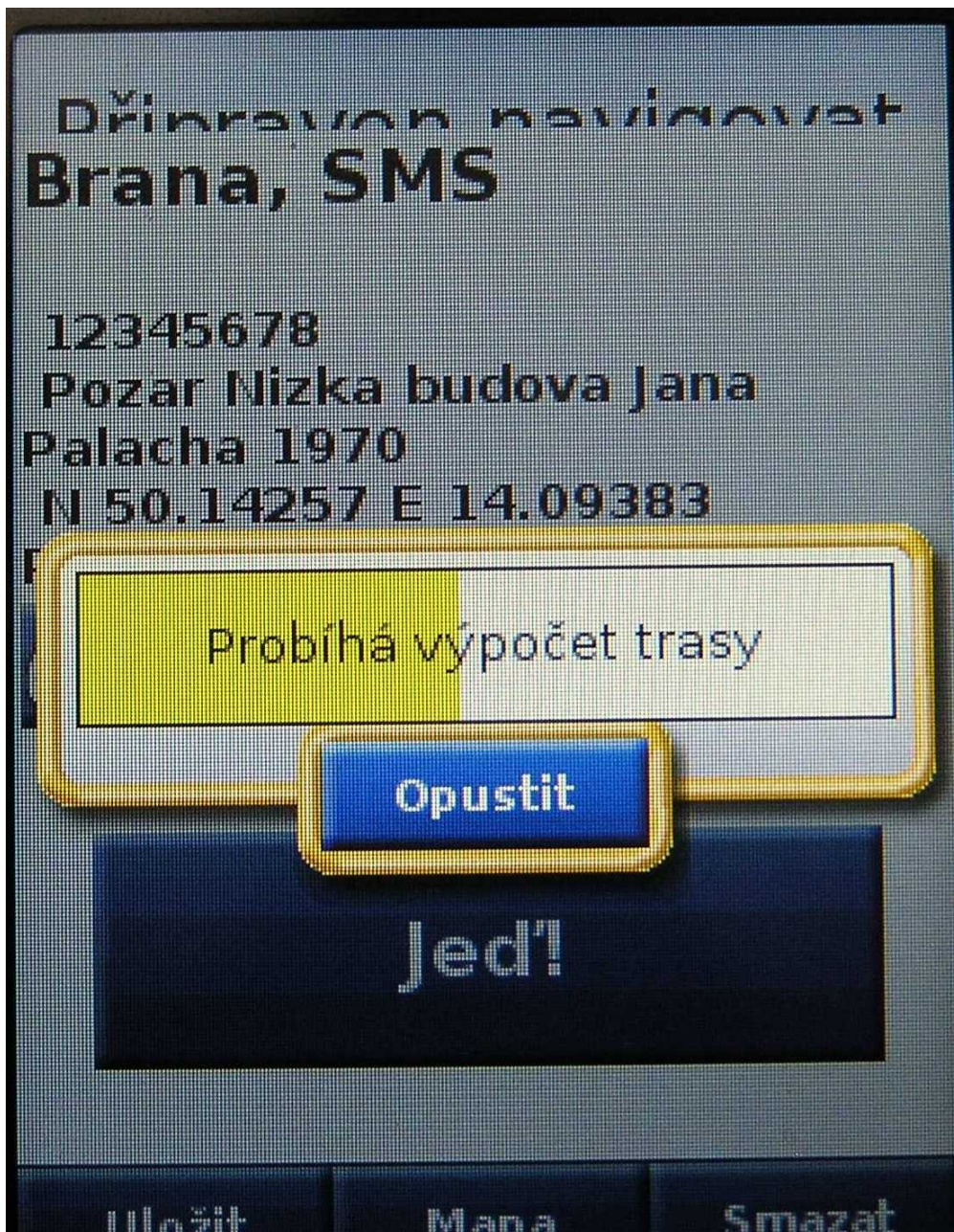
Po potvrzení přijaté SMS se zobrazí na displeji textové informace obsažené v přijaté navigační SMS (obr. č. 22). Jde o informace o typu události a adrese místa události. Dalším krokem je nabídka navigování k tomuto bodu, volba **jed!**. Pokud obsluha zvolí **jed!** dojde k uložení souřadnic bodu do osobních POI (obr. č. 23) a výpočtu trasy (obr. č. 24). Čas potřebný pro výpočet trasy se pohybuje dle délky a složitosti trasy v čase do 20 s. O průběhu výpočtu je obsluha informována na obrazovce (obr. č. 24). Po dokončení výpočtu navigace oznámí jakým směrem má vozidlo vyjet.



Obrázek č.22: Zobrazení navigační SMS



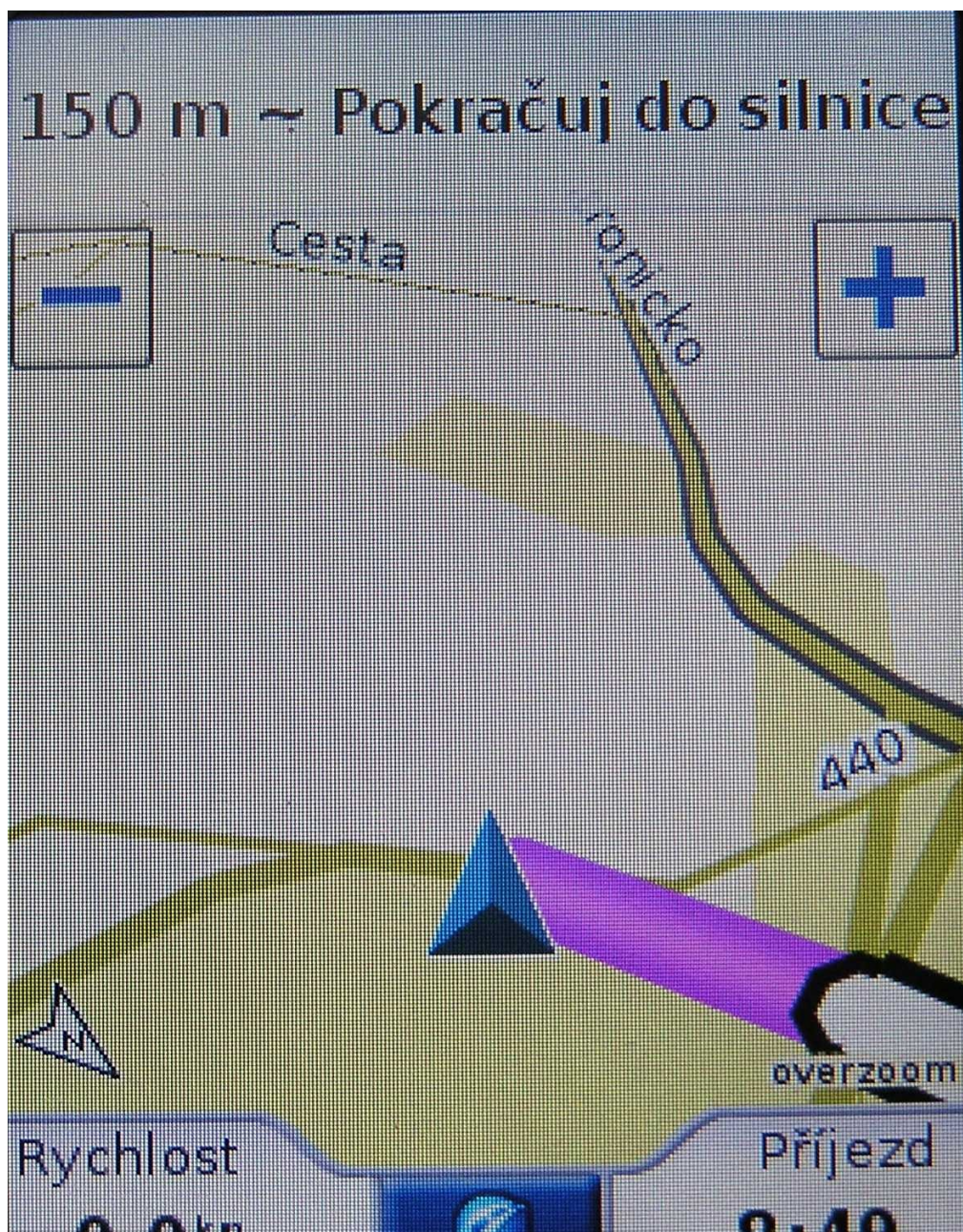
Obrázek č.23: Informace o uložení bodu



Obrázek č.24: Výpočet trasy

- **Navigace na místo události**

Navigace na místo události probíhá standardním postupem (obr. č. 25).. Zařízení informuje obsluhu hlasově a také obrazově. Hlasové informace o nutnosti odbočit jsou podávány v předstihu (několik set metrů) a následně těsně před místem, kde je nutno odbočit. V případě že se obsluha rozhodne jet jinou trasou, systém po vybočení z doporučené trasy vypočítá novou variantu cesty s ohledem na změnu provedenou řidičem. O tomto přepočítání informuje obsluhu také hlasově.



Obrázek č.25: Zobrazení navigačních informací .

8. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo poukázat na problematická místa používání navigačních zařízení u hasičských jednotek a dále také nalezení vhodného a funkčního řešení pro navigaci vozidla jednotky dobrovolných hasičů na místo události. V práci jsem se pokusil popsat několik problematických aspektů používání navigačních zařízení a zároveň nalézt vhodné řešení těchto problémů. Navrhované typové řešení pro navigaci dobrovolné jednotky hasičů na místo zásahu splňuje parametry, které jsem si stanovil na začátku práce. Lze konstatovat, že byl splněn požadavek na opakovatelnost. Všechny komponenty použité při sestavení tohoto zařízení jsou standardní výrobky a je záruka, že budou ještě delší dobu na trhu, nebo budou dodávána zařízení s obdobnými vlastnostmi a parametry. Tím je zaručena použitelnost navrženého řešení v delším časovém horizontu. Pořizovací hodnota zařízení je v současných cenách 16 282 Kč dle tabulky (tab. č. 3). Je zřejmé, že cena se může lišit podle typu zakoupených komponentů a také na základě dalších vlivů inflace, aktuální kurz koruny apod. Tato informace o ceně nám dává jen představu v jaké cenové hladině se navržené řešení pohybuje. Vzhledem k tomu, že současná cena vozidlové radiostanice Motorola GM 360 včetně příslušenství je přibližně 15 000 Kč, byl splněn i požadavek na srovnatelnou cenu. Funkčnost zařízení a možnost instalace byla ověřena montáží v zásahovém vozidle CAS 32 T815 na HZS Kladno. Zasílání a příjem navigačních SMS bylo vyzkoušeno také v tomto vozidle. Funkce navigace jako takové byla mimo jiné testována při služebních jízdách na území celého Středočeského kraje s velmi dobrým výsledkem. Lze konstatovat, že toto řešení je funkční a je předpoklad pro jeho úspěšné nasazení. Bohužel vzhledem ke zpoždění při vývoji modulu UVG nemohly být do této práce zapracovány výsledky z dlouhodobého zkušebního provozu. Funkčnost systému byla ověřena při programových a aplikačních testech nového modulu UVG.

9. Použitá literatura

- [1] *Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.*
- [2] BOUMA, Ondřej. *Historie a vývoj satelitních navigačních systémů*[online]. [cit 2007-11-10]. <<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xbouma.htm>>.
- [3] Internetové stránky Wikipedie. *Navigační systém Galileo*[online]. [cit 2007-12-5]. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Navigační_systém_Galileo>.
- [4] BERUNA. *Princip a složení systému*[online]. [cit 2007-11-20]. <<http://www.beruna.cz/rs/index.php?text=58-princip-a-slozeni-systemu>>.
- [5] SNÁŠEL, Jaroslav. *Už vím, jak pracuje navigační systém GPS* [online]. [cit 2008-01-15]. <<http://www.mobilmania.cz/default.aspx?textart=1&article=1111127#chpt1>>.
- [6] FRANÍK, Petr. *Jak navigace hledají správnou trasu*[online]. [cit 2008-02-15]. <<http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/AR.asp?ARI=113322>>.
- [7] ŠROM, Roman. *Dijkstrův algoritmus* [online]. [cit 2008-02-15]. <<http://www.fi.muni.cz/~xsrom/dijkstra.html>>.
- [8] GARMIN. *Garmin PeerPoint Messaging Systém* [online]. [cit 2008-02-20] <<http://developer.garmin.com/download/PeerPointFormat.pdf>>