

Využití globálních navigačních systémů v taxislužbě

Using global position system in TAXI

Bc. David Krejčířík

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David KREJČÍŘÍK**
Osobní číslo: **A08490**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Počítačové a komunikační systémy**

Téma práce: **Využití globálních navigačních systémů v taxislužbě**

Zásady pro vypracování:

1. Rešerše existující informačních systémů taxislužby.
2. Provedení analýzy funkčních požadavků a stanovení případů užití navrženého informačního systému.
3. Provedení analýzy nefunkčních požadavků, stanovení parametrů použitelnosti a spolehlivosti.
4. Vytvoření systémového modelu projektovaného systému.
5. Stanovení hodnotících parametrů a porovnání projektovaného systému s konvenčními systémy taxislužby.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. UML Resource Page [online]. [cit. 2009-03-29]. Dostupný z WWW: <http://www.uml.org/>.
2. OMG SysML [online]. 2009 [cit. 2009-12-28]. Dostupný z WWW: <http://www.omg-sysml.org/>.
3. FRIEDENTHAL, Sanford. Practical Guide to SysML. [s.l.] : [s.n.], 2008. 576 s. ISBN 0123743796.
4. WEILKIENS, Tim . Systems Engineering with SysML/UML: Modeling, Analysis, Design. [s.l.] : [s.n.], 2007. 307 s. ISBN 978-0-12-374274-2.
5. HOFMANN-WELLENHOF, B., LICHTENEGGER, H., COLLINS, J. GPS – Theory and Practice. New-York : Spriger-Verlag, 1997. 300 s.
6. PŘÍSPĚVATELÉ, Wikipedie. Navigační systém Galileo. Wikipedie : Otevřená encyklopedie [online]. 2009 [cit. 2009-04-21].
7. Navigační systémy GPS [online]. [2005] [cit. 2007-11-28]. Dostupný z WWW: http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co_je_gps.htm.
8. MACDONALD, Matthew, SZPUSZTA, Mario. ASP.NET 3.5 a C-Sharp 2008 : Tvorba dynamických stránek profesionálně. Jan Pokorný, Jan Gregor. 1. vyd. [s.l.] : Zoner Press, 2008. 1584 s. ISBN 978-80-7413-008-3.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Šilhavý, Ph.D.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

7. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Karel Vlček, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá problémem využití globálních navigačních systémů v oblasti taxislužby. Práce se skládá z těchto tří hlavních částí: teoretický popis globálních navigačních systémů, popis funkčních a nefunkčních požadavků a samotný návrh systému. Stručně vysvětluje pojmy jako GPS, lokátor a podobně. Cílem této práce je tedy popsat dostupné technologie a navrhnout jejich vzájemné propojení.

Klíčová slova: globální navigační systém, lokátor, mapy, taxislužba

ABSTRACT

This master thesis discusses about the problem of using global navigation systems in taxi service. The thesis consists of these three parts: a theoretical description of global positioning systems, a description of the functional and non-functional requirements and system design itself. Briefly explains the terms as a GPS, Locator and more. The goal of this paper work is to describe the available technologies and to propose their interconnection.

Keywords: global navigation system, locator, maps, taxi service

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Šilhavému za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval během řešení zadaných úkolů.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 31.5.2010

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY	11
1.1 NAVSTAR - GPS	11
1.2 GALILEO	30
1.3 GLONASS	36
1.4 ROZŠÍŘUJÍCÍ SYSTÉMY	40
2 OBLASTI VYUŽITÍ GPS	43
2.1 APLIKACE GPS V OBLASTI DOPRAVY	43
2.2 ZVLÁDÁNÍ KRIZOVÝCH SITUACÍ	47
2.3 VĚDECKÉ APLIKACE	47
2.4 ČASOVÉ SLUŽBY	48
2.5 DALŠÍ OBLASTI APLIKACÍ	48
3 TECHNICKÉ VYBAVENÍ	49
3.1 TYPY PŘIJÍMAČŮ PODLE ZPŮSOBU UŽITÍ	49
3.2 INTERAKTIVNÍ MAPOVÉ PODKLADY	50
II PRAKTICKÁ ČÁST	55
4 ANALÝZA FUNKČNÍCH POŽADAVKŮ	56
4.1 ON-LINE SLEDOVÁNÍ	56
4.2 GPS LOKALIZACE POLOHY	56
4.3 MAPOVÉ PODKLADY	56
4.4 ELEKTRONICKÁ KNIHA JÍZD	56
4.5 ANONYMNÍ PROVOZ	56
4.6 SKRYTÁ INSTALACE	56
4.7 VNITŘNÍ PAMĚŤ NA POLOHY	57
4.8 PŘENOSITELNOST SYSTÉMU	57
4.9 PŘEPÍNAČ STŘEŽENÍ	57
4.10 GEOFENCE	57
4.11 ZÁLOŽNÍ AKUMULÁTOR	57
4.12 ZOBRAZENÍ HISTORIE UJETÝCH TRAS	58
4.13 AUTOMATICKÉ NALEZENÍ NEJBLIŽŠÍHO AUTA TAXISLUŽBY OD POŽADOVANÉ POLOHY ZÁKAZNÍKA	58
4.14 ZPĚTNÉ DOHLEDÁNÍ TRASY V PŘÍPADĚ, ŽE SE ZÁKAZNÍKOVI NEZDÁ CENA	58
5 ANALÝZA NEFUNKČNÍCH POŽADAVKŮ	59

5.1	ON-LINE SLEDOVÁNÍ AUTOMOBILŮ BEZ GPS	59
5.2	NUTNOST DODATEČNÝCH ÚPRAV NA VOZIDLE	59
5.3	GPS SLEDOVÁNÍ V DLOUHÝCH TUNELECH.....	59
5.4	DOKONALÁ PŘESNOST NA CENTIMETRY	59
5.5	NEJEDNOTNOST.....	59
5.6	ON-LINE SLEDOVÁNÍ PŘI VÝPADKU GSM SÍTĚ	59
6	NÁVRH SYSTÉMU	60
6.1	OBECNÉ SCHÉMA.....	60
6.2	MOBILNÍ GPS JEDNOTKY (LOKÁTORY)	61
6.3	DALŠÍ POUŽÍVANÉ ZAŘÍZENÍ:	69
6.4	UŽIVATELSKÁ APLIKACE	71
6.5	CO NABÍZÍ ON-LINE SLEDOVÁNÍ PRO TAXISLUŽBY?	76
6.6	MAPOVÉ PODKLADY A JEJICH PROPOJENÍ S APLIKACEMI	76
6.7	CENOVÁ NÁROČNOST REALIZACE A PROVOZNÍ NÁKLADY.....	79
6.8	KOMUNIKACE S ŘIDIČEM POMOCÍ NAVIGACE GARMIN	79
	ZÁVĚR	82
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	87
	SEZNAM TABULEK	88
	SEZNAM PŘÍLOH	89

ÚVOD

Člověk již od počátku své existence toužil z nejrůznějších důvodů po poznávání cizích a neprozkoumaných krajů a území. Současně s touto touhou vznikala potřeba úspěšné navigace a tvorby map. Základní požadavky na navigaci zůstávají během let skoro neměnné. Jedná se o co nejpřesnější určení aktuální polohy, určení směru a vzdálenosti k požadovanému cíli, o snadné a rychlé zaměření včetně výpočtu.

V prvopočátcích navigace se uplatňovala orientace na přírodní (významné terénní prvky) nebo markantní astronomické cíle. Později začal člověk samotný vytvářet umělé orientační body (majáky, kostely). Současně také docházelo ke zdokonalování poznatků v rámci astrometrie, které se poté uplatňovaly zejména v námořní navigaci.

Ve dvacátém století došlo k velkému rozvoji elektroniky včetně radiotechniky a zejména pak výpočetní techniky, který umožnil uvést v praxi řadu do té doby pouze teoretických poznatků a plánů do mnoha oblastí lidské činnosti. Za druhé světové války se tak již zcela běžnou stala navigace na cíl pomocí radiového vysílání.

Po dalším rozvoji výpočetní techniky a zejména pak po prvních úspěšných vesmírných programech je zcela logické, že se objevil požadavek na vznik globálních družicových navigačních systémů, který byl v závěru 20. století úspěšně realizován.

Od té doby jsou navigační systémy použity pro řadu profesí a nejinak tomu je i v taxislužbě. A právě o tomto propojení moderních navigačních systémů a taxislužby bude pojednávat následující diplomová práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY

Pro potřeby technického zabezpečení pravidelné dopravy, a to především námořní a letecké, bylo nezbytné vyvinout vhodné navigační metody, umožňující vést dopravní prostředky po předem určených trasách. Tyto metody byly zpočátku založeny pouze na přírodních systémech (systémy orientačních bodů na pobřeží, astronomická tělesa apod.), až teprve v posledním století se začaly navigační metody opírat i o různé navigační systémy, založené nejčastěji na šíření radiových vln. Dnes radiová navigace výrazně převažuje nad ostatními druhy navigace. (1)

1.1 NAVSTAR - GPS

Globální navigační systém NAVSTAR – GPS (Navigation System Using Time and Ranging – Global Position System) je navigační systém, který byl vyvinut a je dodnes spravován ministerstvem obrany USA. Primárně byl určen pro vojenské účely, i když dnes má rozsáhlé civilní využití a je přímým nástupcem systému TRANSIT. Jako běžné označení systému se vžilo označení GPS. (1)

Po dlouhá léta byl využíván kromě vojenství i v letecké a námořní dopravě. Pro jiné obory byl dlouho nedostupný ze strategických a finančních důvodů. V posledních letech došlo díky technologickému pokroku k miniaturizaci GPS přijímačů, ke snížení jejich ceny a tím většímu rozšíření mezi uživatele. Navigace GPS nachází v současné době stále větší využití při mnoha aktivitách. Využívají ji orgány státní správy, bezpečnostní agentury, dopravci, hasiči, geologický a radiační průzkum, motoristé, turisté a cestovatelé, horolezci, zemědělci, rybáři, námořníci, letci i radioamatéři. (1)

Mezi hlavní aplikace patří navigace letadel, automobilů, stavebních a zemědělských strojů ale i sledování zásilek zboží. Neméně důležitým využitím je určování rozměru, tvaru a povrchu Země, včetně jeho mapování a prací s tím spojených. (2)

V současnosti se jedná o nejrozšířenějším globální poziční (navigační) systémem na Zemi.

1.1.1 Základní požadavky při vývoji

Systém musí poskytnout pohybujícímu se i statickému uživateli informace o jeho prostorové (3D) poloze, rychlosti a čase, a to na jakémkoliv místě na Zemi a v její blízkosti. Současně musí být tyto informace dostupné během celého dne a za jakýchkoliv klimatických podmínek. (3)

1.1.2 Historie systému GPS

Historie družicové navigace sahá do počátku šedesátých let, kdy vojenské námořnictvo USA začalo rozvíjet projekt Transit. O něco později se o družicovou navigaci začalo zajímat i letectvo USA. Obě vojenské složky postupovaly ve vývoji těchto systémů odděleně, až teprve počátkem 70. let vydalo ministerstvo obrany Spojených států amerických memorandum, jímž podřídilo další vývoj družicových navigačních systémů vzdušným silám. Původně samostatné projekty obou vojenských složek byly sloučeny do jediného programu označeného názvem NAVSTAR – GPS. (1)

Od 1.7.1973 řídí program společná programová skupina (angl. Joint Program Office – JPO), zřízená při kosmické divizi velitelství systémů vzdušných sil USA (angl. US Air Force Systems Command, Space Systems Division, Navstar GPS Joint Program Office) na letecké základně v Los Angeles. Členy jsou zástupci letectva, námořnictva, armády, námořní pěchoty, Pobřežní stráž, Obranné mapovací služby (angl. Defense Mapping Service), zástupců NATO a Austrálie. V prosinci 1973 obdržela JPO oficiální povolení k zahájení prací na systému NAVSTAR – GPS. (1)

Práce probíhaly v několika etapách:

První etapa probíhala v letech 1973 – 1979 a byla zaměřena na ověření základních principů činnosti systému GPS. Nejprve byly prováděny pozemní testy zaměřené na ověření možností třírozměrné navigace v reálném čase. Na testovacím polygonu v Arizoně byly umístěny pozemní vysílače, vysílající stejné navigační signály, jako budoucí družice. (1)

Nad testovacím polygonem přelétávaly stíhačky vybavené přijímačem a ověřovaly přesnost a spolehlivost navigace. Po té se pokusy přenesly do kosmického prostoru.

První družice pro ověření navigační technologie byly realizovány jako rozšíření programu Timotion. První byla nazvána Timotion II, ale později byla přejmenována na NTS-1. Byla vypuštěna 14. července 1974 a měla poprvé na palubě atomové hodiny: dva rubidiové oscilátory. Druhá a poslední družice této skupiny nazvaná NTS-2 již na své palubě nesla některé komponenty budoucích družic GPS: první cesiové hodiny, generátor dálkoměrného kódu a první kosmický GPS počítač. V průběhu roku 1978 byly vypuštěny první čtyři vývojové navigační družice Blok I, které byly na oběžných drahách rozmístěny tak, aby po omezenou dobu umožňovaly plnohodnotnou třírozměrnou navigaci, a to opět především v oblasti testovacího polygonu v Arizoně. Družice Bloku I byly původně objednány čtyři, později byly doplněny o dvě další a nakonec jich bylo ve vesmíru umístěno jedenáct.

Všechny dosáhly operačního stavu. První družice tohoto bloku byla vypuštěna 22. února 1978. Projektovaná životnost družic byla tři roky, ale některé z nich pracovaly ještě po deseti letech. Výhodou těchto družic bylo, že jejich signály byly v plném rozsahu přístupné kdekoli (tzn., že na nich nebyly implementovány mechanismy jako je anti-spoofing nebo selektivní dostupnost). (1)

Druhá etapa proběhla v letech 1979 – 1985. V tomto období byla budována řídicí střediska, v roce 1980 byl zahájen vývoj družic Bloku II a byl zahájen vývoj a ke konci i ověřovací testy přijímačů GPS. Prototypy přijímačů byly testovány opět především na testovacím polygonu, ale také při námořních operacích. (1)

Třetí etapa probíhala od roku 1985 do 17. července 1995. V této době byl uzavřen kontrakt na výrobu 29 družic Bloku II. První z nich byla vypuštěna v únoru roku 1989 a operačního stavu dosáhla 10. srpna 1989. Tyto družice nejprve doplňovaly a později i nahrazovaly družice Bloku I. Výkonnost systému se postupně zvyšovala, až bylo počátkem roku 1993 dosaženo stavu, kdy bylo možné provádět třírozměrnou navigaci kdekoli na Zemi po 24 hodin denně. Desátá až 29. družice Bloku II jsou označovány jako družice Bloku IIA. Vyznačují se dalším zdokonalením a jsou schopné pracovat až 180 dní bez komunikace s řídicím segmentem (např. v důsledku jeho zničení při válečných operacích). V červnu 1989 byl uzavřen kontrakt na vývoj a výrobu dalších družic, označovaných jako Blok IIR. Tyto družice jsou dále zdokonalené, jsou opět schopné autonomního provozu až po 180 dní, navíc jsou schopné mezi sebou komunikovat a určovat svoji vzájemnou vzdálenost. Díky tomu je možné snadněji detekovat anomální stavy družic a signalizovat je uživatelům bez zásahu řídicího segmentu. 8. prosince 1993 bylo dosaženo počátečního operačního stavu (angl. Initial Operational Capability – IOC), což znamená, že v kosmickém segmentu bylo družicemi osazeno všech plánovaných 24 pozic, všechny družice fungovaly bezchybně, poskytovaly standardní polohovou službu a provozovatel systému oznamoval plánované změny provozního stavu družic civilním uživatelům 48 hodin předem. 3. března 1994 byl splněn předpoklad pro přechod systému GPS do plného operačního stavu (angl. Full Operational Capability – FOC) – v kosmickém segmentu bylo rozmístěno 24 družic Bloku II/IIA. Tohoto stavu pak bylo dosaženo 17. července 1995. (1)

Čtvrtá etapa probíhá od 17. července 1995 do dnes. V podstatě se jedná o období rutinního provozu a využívání systému GPS. V tomto období jsou budovány další doplňkové služby systému GPS, jako jsou systémy pro šíření diferenčních korekcí, rozvíjí se diskuse o možném rozšíření (angl. augmentation) systému tak, aby bylo možné zajistit jeho

integritu pro potřeby civilního letectví, diskutuje se o možném rozšíření vysílaných signálů na družicích následujícího Bloku IIF, případně již na později vypouštěných družicích Bloku IIR atd. V roce 1999 byl podepsán kontrakt na vývoj a výrobu první série družic Bloku IIF. (1)

1.1.3 Generace družic systému GPS

V rámci projektu GPS bylo doposud vyvinuto celkem pět generací družic:

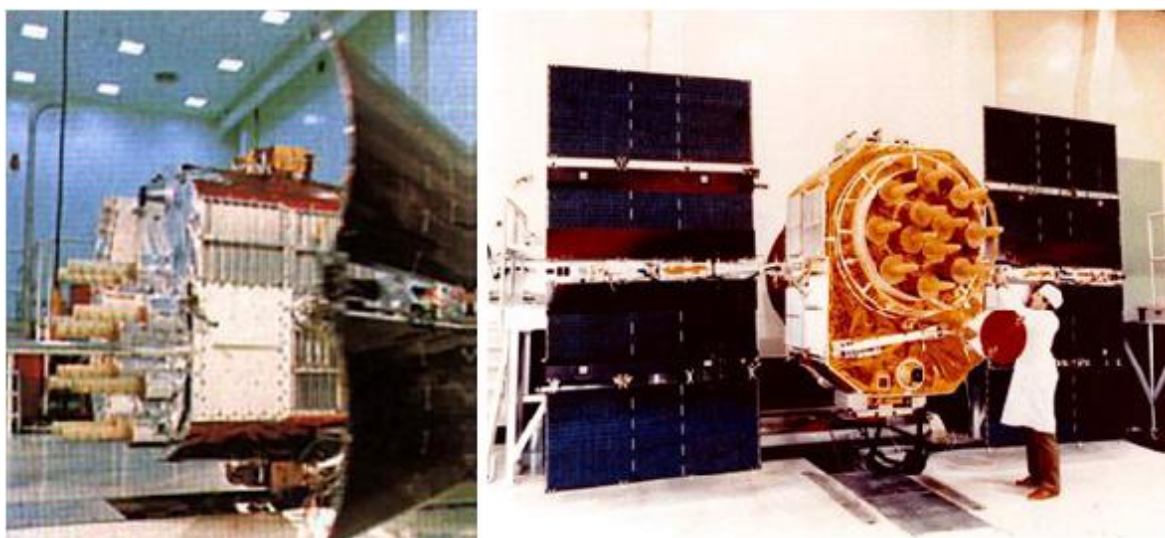
- družice pro ověření navigační technologie (angl. Navigation Technology Satellites - NTS)
- vývojové navigační družice (angl. Navigation Development Satellites), nebo též Blok I (viz. Obrázek 1) družice Bloku II
- družice Bloku IIA (viz. Obrázek 1)
- družice Bloku IIR

ve vývoji a výrobě je šestá generace:

- družice Bloku IIF.

a plánuje se vývoj další generace:

- družice Bloku III. (1)



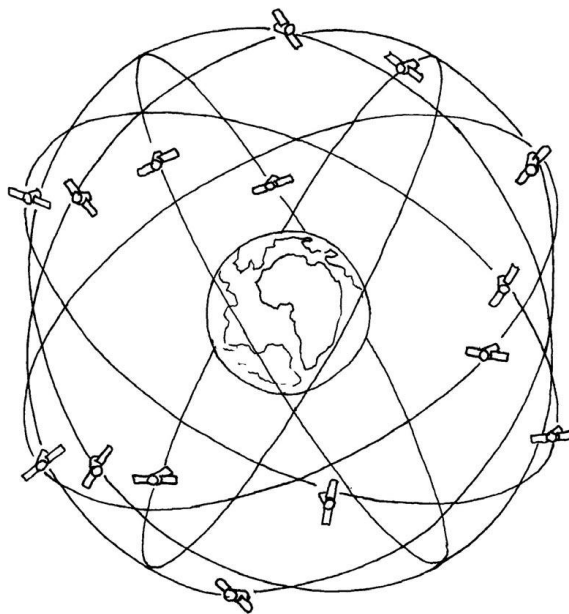
Obrázek 1: Družice Bloku I a Bloku IIA

1.1.4 Struktura systému GPS

Systém GPS se skládá ze tří základních segmentů:

- kosmický,
- řídicí,
- uživatelský. (2)

Kosmický segment je tvořen v současné době 28 tzv. zdravými satelity (k 25.8.2000) na šesti oběžných drahách. Družice obíhají ve výšce cca 20 200 km s inklinací 55 stupňů a doba oběhu je přibližně 12 hodin. Tím je zajištěno, že prakticky všude v jakýkoliv okamžik jsou nad obzorem minimálně 4 viditelné družice. V praxi těchto viditelných družic může být až 12. V České republice je běžně k dispozici okolo 7 - 8 družic v daný okamžik. Pro určení polohy v prostoru je nutné přijímat signály ze čtyř družic, protože kromě tří neznámých souřadnic x, y, z je neznámou i čas t (respektive posun času přijímače GPS oproti času UTC GPS satelitů). Jakákoliv další viditelná družice zlepšuje konfiguraci a tím i výsledky měření. (2)



Obrázek 2: Kosmický segment systému GPS

Řídicí segment nese označení OCS (Operational Control System) a je tvořen monitorovacími stanicemi po celém světě (Kwajalein, Diego Garcia, Ascension, Cape Canaveral, Hawaii) a hlavní řídicí stanicí (MCS) v Colorado Springs. Monitorovací stanice neustále provádí sběr dat z družic a předávají je do MCS. Zde jsou data zpracována a vypočteny přesné údaje o oběžných drahách a korekce času, které jsou zpětně přeneseny

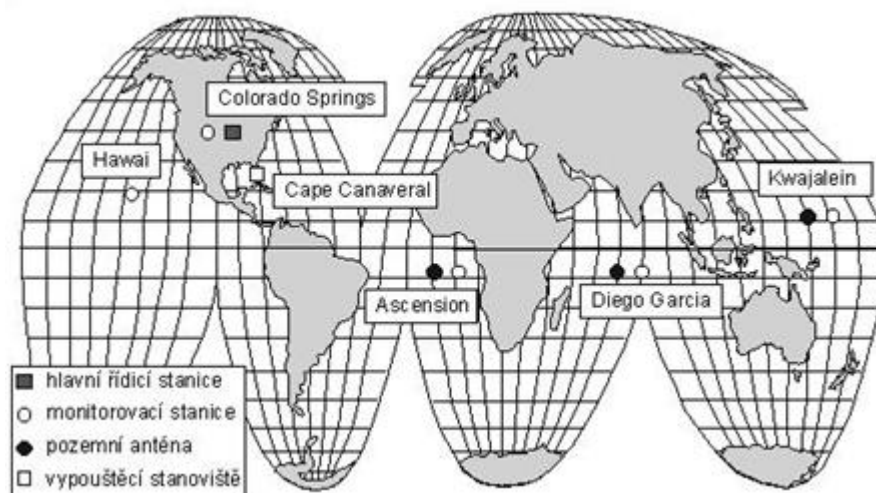
pozemními anténami do satelitů. Satelity je pak v rámci navigační zprávy vysílají a jsou přijímány GPS přijímači. (2)

Řídící segment má tyto hlavní úkoly:

- sledování družic na drahách,
- sledování palubních hodin jednotlivých družic,
- časová synchronizace družic,
- vysílání datových zpráv na družice. (2)

Řídící segment může mimo správy funkčnosti systému aktivovat a deaktivovat opatření k zabránění plného využití systému GPS neautorizovanými uživateli. Jeho součástmi jsou:

- *Hlavní řídicí stanice* (MCS – Master Control Station), umístěná na letecké základně Falcon AFB, Colorado Springs v Coloradu. Sbírá data z monitorovacích stanic a vypočítává parametry drah a palubních hodin jednotlivých družic. Tyto parametry předává pozemním anténám, které je vyšlou družicím. (3)
- *Monitorovací stanice* (MS – Monitor Station), kterých je celkem pět, jsou umístěny v blízkosti rovníku. Každá z nich je vybavena cesiovým časovým normálem a přijímači, které nepřetržitě měří pseudovzdálenosti ke všem viditelným družicím. (3)



Obrázek 3: Mapa rozmístění stanic řídicího segmentu systému GPS

Uživatelský systém je pak tvořen širokou paletou GPS přijímačů, uživatelů a vyhodnocovacích nástrojů a postupů. GPS přijímače provedou na základě přijatých signálů z družic předběžné výpočty polohy, rychlosti a času. Pro výpočet všech čtyř souřadnic (x , y , z a t) je zapotřebí přijímat signály alespoň ze čtyř družic. (1)

Tyto přijímače jsou používány pro navigaci, určování polohy, měřictví, určování přesného času, ale i pro jiné účely:

- Navigace ve třírozměrném prostoru je základní úlohou GPS. Navigační přijímače jsou vyrobeny pro letadla, lodě, pozemní vozidla, pro kosmická tělesa a také v ručním provedení.
- Přesné určování polohy je možné při použití referenčních přijímačů umístěných na místech o známé poloze, které pak umožňují získat korekce pro opravu výpočtů z mobilních stanic. Příkladem užití pak mohou být měřické práce, vytyčování geodetických sítí, měření spojená s tektonikou litosférických desek apod.
- Dalším možným použitím GPS je poskytování přesného časového signálu a případně i kmitočtového standardu. Speciální k tomuto účelu vyvinuté GPS přijímače pak umožňují pro potřeby astronomických observatoří, telekomunikačních zařízení a laboratoří všeho druhu nastavit přesný čas a případně i přesnou frekvenci. (1)

GPS signály je možné použít i k výzkumným účelům, například pro studium parametrů atmosféry. (1)

1.1.5 Signály vysílané družicemi GPS

Každý signál vyslaný družicí GPS je kombinací nosné vlny, dálkoměrného kódu a navigační zprávy. Vytváření signálu, který je vysílaný, probíhá v celé řadě kroků. Vychází se při tom z faktu, že veškeré složky signálu jsou odvozovány násobením a dělením základní frekvence. (1)

Družice vysílají signály na dvou nosných frekvencích (obr. 23). Frekvence L1 (1575.42 MHz, vlnová délka 19 cm) je modulována dvěma dálkoměrnými kódy reprezentovanými tzv. pseudonáhodnými šумы (angl. Pseudo Random Noise – PRN). Jedná se o přesný nebo též Pkód (angl. Precision nebo P-code), který může být pro vojenské účely zašifrován (a pak se označuje Y-kód) a hrubý/dostupný nebo též C/A kód (angl. Coarse/Acquisition nebo C/A code), který není šifrován. Druhá frekvence označovaná L2 (1227.60 MHz, vlnová délka 24 cm) je modulována jen P-kódem (resp. jeho šifrovanou variantou Y-kódem). Většina civilních přijímačů užívá pro měření pouze C/A kód. (1)

Signály modulující první nosnou frekvenci L1 se označují jako signály standardní polohové služby (angl. Standard Positioning Service – SPS). Frekvence L2 je používána

pro přesnou polohovou službu (angl. Precise Positioning Service – PPS) a umožňuje měřit zpoždění signálů při průchodu ionosférou. Je využívána jen speciálně vybavenými přijímači. (1)

Kromě C/A a P-kódu je oběma nosnými frekvencemi přenášen ještě binární kód, obsahující navigační zprávu, který je kódován pomocí fázových posunů nosných vln. (1)

1.1.5.1 Základní frekvence

Družice GPS odvozují frekvence všech svých signálů od tzv. základní frekvence (angl. fundamental frequency), jejíž hodnota je $f_0 = 10.23$ MHz. Základní frekvence je odvozována z frekvence atomových hodin a její přesná hodnota je nastavena tak, aby byly eliminovány relativistické efekty, způsobené pohybem družic. (1)

1.1.5.2 C/A kód

Jedná se v podstatě o pseudonáhodnou posloupnost 1023 nul a jedniček, která je svým charakterem blízka šumu (tzv. PRN kód), ale je jednoznačně definovaná. Každá družice má přidělenou přesně svoji vlastní posloupnost nul a jedniček – svůj vlastní C/A kód. Družice jsou pak identifikovány svým PRN číslem, unikátním identifikátorem každého dálkoměrného kódu. (1)

C/A kód má frekvenci 1.023 MHz, což vzhledem k jeho délce znamená, že se celá sekvence nul a jedniček opakuje každou milisekundu. C/A kód moduluje nosnou frekvenci L1. (1)

Rovnice pro dekódování C/A kódu jsou všeobecně známé a nejsou tajné, takže tento kód je běžně přístupný pro civilní aplikace. Proto je tento kód používán civilními přijímači pro navigaci a mapování. C/A kód je tedy základním signálem pro standardní polohovou službu. (1)

1.1.5.3 P-kód

P-kód moduluje obě nosné frekvence. Opět se jedná o PRN kód, jehož celková délka je přibližně 266 dnů resp. 38,058 týdnů. Tento kód je rozčleněn na sedmidenní sekvence a každé družici je přiřazena jedna z nich. Teoreticky tedy tento kód umožňuje existenci až 38 současně vysílajících družic GPS. P-kód je vysílán frekvencí 10.23 MHz a opakuje se každých sedm dní. (1)

Rovnice pro dekodování P-kódu jsou všeobecně známé a nejsou tajné, takže tento kód je přístupný pro civilní aplikace a dle nové definice je rovněž součástí standardní polohové služby. (1)

P-kód umožňuje měřit zdánlivou vzdálenost mezi přijímačem a družice s vyšší přesností, a to ze dvou důvodů:

- díky použití rychlejšího a delšího kódu
- díky možnosti měřit na obou nosných frekvencích L1 a L2, což umožňuje podstatně omezit vliv ionosférické refrakce. (1)

1.1.5.4 Y-kód

Tento kód je možné považovat za šifrovaný P-kód. Jedná se tedy opět o PRN kód, který lze použít místo P-kódu.

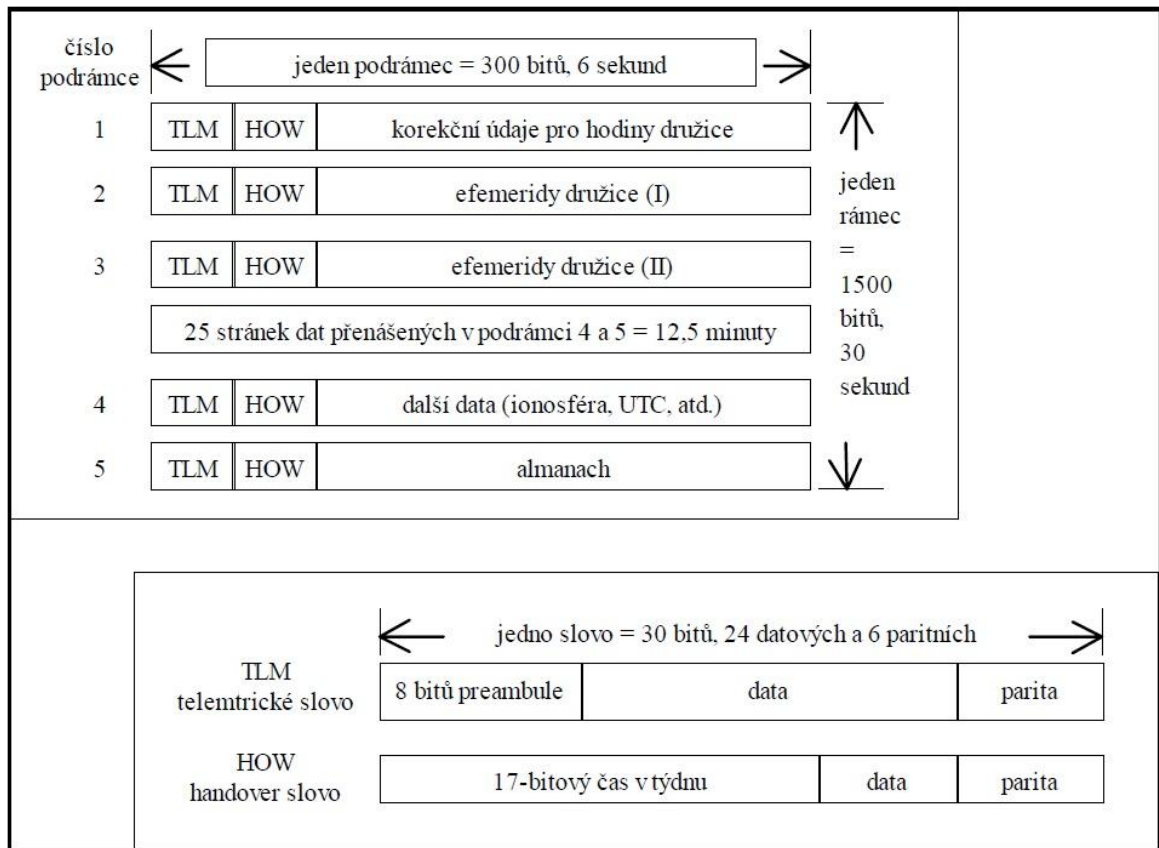
Rovnice pro dekodování Y-kódu jsou tajné, znají je pouze autorizovaní uživatelé. Takže jakmile se armáda rozhodne aktivovat Y-kód (jinak řečeno jakmile se armáda rozhodne šifrovat P-kód), civilní uživatelé nebudou moci využívat ani P-kód, ani Y-kód. Faktem je, že v současné době systém GPS vysílá Y-kód téměř nepřetržitě. Y-kód je základem přesné polohové služby. (1)

1.1.5.5 Navigační zpráva

Pro určování polohy přijímače GPS je nezbytné znát přesnou polohu vysílající družice v době odeslání dálkoměrného kódu. Ta se počítá na základě parametrů její dráhy, které sama družice vysílá ve formě tzv. navigační zprávy (angl. navigation message). Navigační zpráva obsahuje nejen parametry oběžné dráhy dané družice, ale i celou řadu dalších údajů:

- čas vysílání počátku zprávy
- přesné keplerovské efemeridy družice
- údaje umožňující přesně korigovat čas vysílání družice
- almanach
- koeficienty ionosférického modelu
- stav družice atd. (1)

Na základě údajů získaných z navigační zprávy tedy můžeme spočítat přesnou polohu družice a přesný čas odeslání přijaté sekvence dálkoměrného kódu. Dále je možné z těchto údajů vypočítat přibližné korekce na ionosférickou refrakci pro případ, že není prováděno dvoufrekvenční měření. (1)



Obrázek 4: Struktura navigační zprávy

1.1.6 Určování polohy a času

Kdykoliv chceme určovat polohu, resp. čas, musíme si nejprve definovat příslušné referenční systémy. V případě určování polohy je tímto referenčním systémem obvykle souřadnicový systém, v případě určování času pak časová škála. Pro systém GPS jsou standardně definovány oba referenční systémy a veškeré výpočty a určování polohy a času se primárně provádí právě v nich. Pokud požadujeme výsledky určování polohy a času v jiném souřadnicovém systému, resp. v jiné časové škále, musíme provést následnou transformaci mezi oběma referenčními systémy. Přijímače GPS umožňují přímo provádět transformace do celé řady běžně používaných souřadnicových systémů. Pokud však mezi nimi požadovaný systém není, je nezbytné transformaci provést až při následném zpracování. (2)

1.1.6.1 Souřadnicový systém

Pokud chceme pomocí GPS určovat polohu, pak si musíme nejprve definovat souřadnicový systém, v kterém se budeme pohybovat a k němuž budou vztaženy veškeré výpočty. (1) Systém GPS je složen ze tří segmentů, z nichž jeden je umístěn ve vesmíru, zbylé dva na Zemi. Z tohoto důvodu musí GPS „uvnitř“ pracovat se dvěma typy souřadnicových systémů. (2)

GPS pracuje s geocentrickým souřadnicovým systémem spojeným se zemským tělesem (angl. Earth Centered, Earth Fixed XYZ – ECEF XYZ), který je vhodný pro oba pozemní segmenty (uživatelský a řídicí). Avšak pro popis pohybu družic (který je téměř nezávislý na rotačním pohybu Země) je daleko vhodnější souřadnicový systém, jehož střed je umístěn ve středu sluneční soustavy. Důsledkem toho je, že musíme mít definovanou velice přesnou transformaci mezi těmito souřadnicovými systémy, která zahrnuje i takové vlivy, jako je precese a nutace zemské osy. Naštěstí tyto problémy řeší pouze provozovatel systému, běžného uživatele se nedotýkají. (1)

Pro nás je důležité, že GPS přijímač poskytuje určenou polohu v geografických souřadnicích vztažených k Světovému geodetickému systému – 1984 – WGS-84 (angl. World Geodetic System – 1984) a že je umí v případě potřeby převést do některého běžného kartografického zobrazení. Problémem však je, že dnes ještě neexistuje přijímač GPS, který by měl standardně zabudované transformace do u nás běžně používaných souřadnicových systémů S-JTSK a S-42. Proto se tato transformace musí řešit až dodatečně pomocí převodních programů. (1)

V (1) je uveden přepočítání mezi WGS-84 a S-JTSK, daný vztahem:

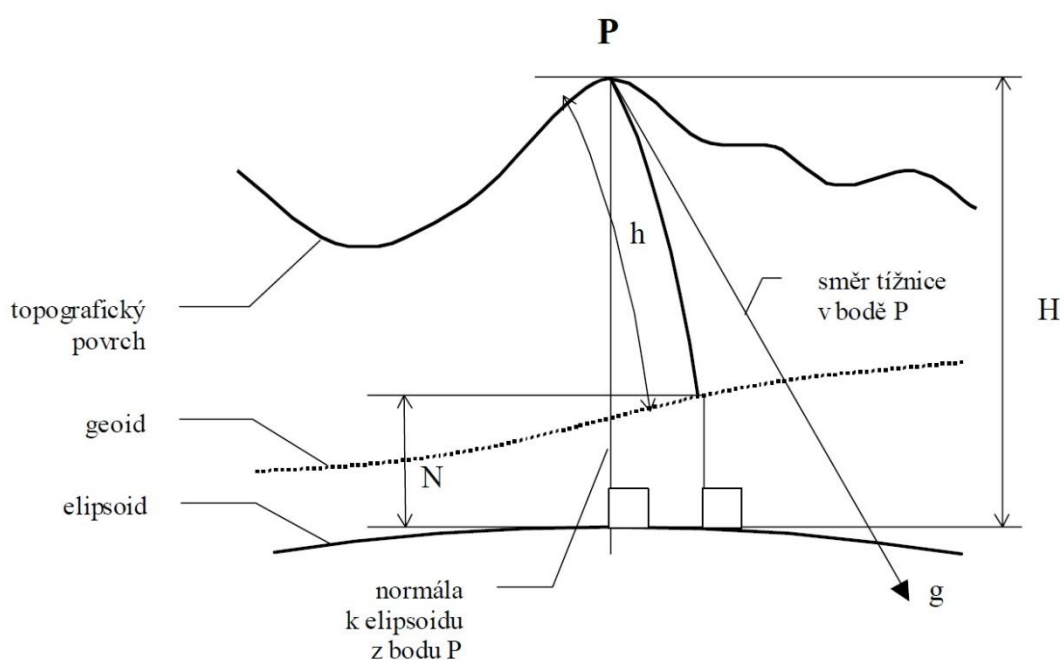
$$r_{WGS-84} = (1 + 7,39 \cdot 10^{-6}) \begin{bmatrix} 1 & -2,500 \cdot 10^{-5} & 3,830 \cdot 10^{-6} \\ -2,500 \cdot 10^{-5} & 1 & -3,162 \cdot 10^{-5} \\ 3,830 \cdot 10^{-6} & -3,162 \cdot 10^{-5} & 1 \end{bmatrix} r_{S-JTSK} + \begin{bmatrix} 574,5 \\ 119,4 \\ 421,6 \end{bmatrix} \quad (1)$$

resp.

$$r_{S-JTSK} = (1 - 7,39 \cdot 10^{-6}) \begin{bmatrix} 1 & -2,500 \cdot 10^{-5} & 3,830 \cdot 10^{-6} \\ -2,500 \cdot 10^{-5} & 1 & -3,162 \cdot 10^{-5} \\ 3,830 \cdot 10^{-6} & -3,162 \cdot 10^{-5} & 1 \end{bmatrix} r_{WGS-84} - \begin{bmatrix} 574,5 \\ 119,4 \\ 421,6 \end{bmatrix} \quad (2)$$

1.1.6.2 Nadmořská výška

Nadmořská výška H přepočtená z pravoúhlých souřadnic WGS-84 je vztažena k ploše referenčního elipsoidu a proto ji označujeme jako výšku nad elipsoidem. Pro mapování a technické práce nás však spíše zajímá nadmořská výška h , odpovídající výšce nad geoidem. Geoid se v závislosti na rozložení hmoty v zemském tělese více či méně odchyluje od referenčního elipsoidu, a proto je nezbytné pro přepočet nejprve zjistit výšku geoidu N nad elipsoidem (viz obrázek 5). Tuto výšku buďto pro dané území známe, nebo můžeme použít například přibližný výpočet. (1)



Obrázek 5: Vztah mezi elipsoidickou výškou systému WGS-84 a nadmořskou výškou

Nadmořskou výšku pak stanovíme dle vztahu:

$$h = H - N$$

V rámci České republiky se výška geoidu nad elipsoidem N pohybuje přibližně v intervalu od 42.5 m na východě po 47 m na západě. (1)

1.1.6.3 Čas

Dnes existují dva základní způsoby odvozování času:

- z pohybu Země (astronomický čas)

- z kmitočtu atomů (atomový čas). (3)

První způsob byl znám od nepaměti, druhý je výdobytkem moderní fyziky. Zdálo by se logické, že druhý způsob nahradí první, ale není tomu tak, a to z jednoduchého a prostého důvodu: atomový čas není v žádném vztahu k rotaci Země, ale jen ve vztahu k základním přírodním zákonům, týkajícím se atomové fyziky. Vzhledem k tomu, že rotace Země se postupně zpomaluje (dnes v průměru o jednu sekundu za rok), není atomový čas synchronní se solárním dnem. Bylo proto nezbytné zavést mechanismus, který umožní obě časové škály synchronizovat. Z tohoto důvodu byla zavedena nová časová škála, tzv. univerzální koordinovaný čas (angl. Universal Coordinated Time – UTC). Jedná se o hybridní časovou škálu, kdy přesný čas je sledován atomovými hodinami, ale je opravován tak, aby byl v souladu s astronomickým časem odvozeným od rotace Země. Vzhledem k tomu, že rotace Země je nepravidelná, není ani astronomický čas pravidelný, a proto nelze zavést průběžnou korekci mezi atomovým a astronomickým časem. Opravy se proto dělají krokově přidáváním tzv. přestupné sekundy (angl. leap second), vždy když nesoulad mezi oběma časy přesáhne stanovený limit. Tyto korekce se dělají v případě potřeby k datu 30. června nebo 31. prosince. (1)

1.1.6.4 Čas GPS

Čas GPS (angl. GPS Time) se řídí hlavními kontrolními hodinami (angl. Master Control Clock). S nimi jsou synchronizovány hodiny jednotlivých družic. Čas GPS se uvádí v týdnech (angl. Time of Week) a sekundách, které uplynuly od 24:00:00 dne 5. ledna 1980. Je synchronizován s časem UTC s přesností na jednu mikrosekundu. Rozdíl je jen v tom, že čas GPS nemá zabudovaný mechanismus přestupných sekund a proto se postupně rozchází s časem UTC. Navigační zpráva každé družice obsahuje údaje, které umožňují přepočítat čas GPS na čas UTC a eliminovat tak tento rozdíl. (1)

1.1.6.5 Družicový čas

Družicový čas si udržuje každá družice samostatně. Za tímto účelem je každá vybavena čtyřmi atomovými hodinami (dvoje cesiové, dvoje rubidiové; přesnost atomových hodin je taková, že k odchylce 1 s může dojít až během jednoho milionu roků). Časy jednotlivých družic jsou sledovány pozemními monitorovacími stanicemi a v případě potřeby znovu nastaveny tak, aby se udržel rozdíl oproti času GPS pod jednu milisekundu. Navigační

zpráva každé družice obsahuje údaje nezbytné pro korekci posunu mezi družicovým časem a časem GPS. (1)

1.1.7 Přesnost systému

Systém poskytuje dvě různé služby, z nichž každá dosahuje jiné přesnosti. Jedna je určena pro autorizované a druhá pro neautorizované uživatele. (2)

- Služba SPS (Standard Positioning Service) je služba určování polohy se standardní přesností pro neautorizované uživatele GPS, kterými jsou všichni ti, jejichž činnost nesměruje ke zvýšení bezpečnosti Spojených států amerických. Přesnost této služby byla do 1. 5. 2000 úmyslně znehodnocována. SPS dosahuje nyní přesnosti asi 10 m v horizontální rovině. Všem uživatelům služby SPS lze – v případě chránění národních zájmů USA – zabránit ve využívání systému GPS. (2)
- Služba PPS (Precision Positioning Service) je službou přesného určování polohy pro autorizované uživatele, kterými jsou armáda USA, některé armády členských států NATO a někteří další, vládou USA vybraní uživatelé. Přesnost služby PPS je v současné době přibližně 5 až 8 m v horizontální rovině. (2)

1.1.8 Pokrytí signálem GPS

Pod pojmem pokrytí se rozumí procento daného časového intervalu, po který je kdekoliv na Zemi nebo v její blízkosti viditelný dostatečný počet družic s vyhovující geometrií určení polohy. Počet viditelných družic se během dne pohybuje mezi 4 – 12, nejčastěji je možné přijímat signály od osmi z nich. (4)

1.1.9 Metody určení polohy pomocí GPS

Poloha přijímače GPS je určena geometrickým protínáním ze vzdáleností mezi satelity a aparaturou, které se určují zpracováním družicového signálu. Pro výpočet existuje několik metod a výpočetních postupů. (1)

Přijímat a následně vyhodnocovat je možno tyto měřické veličiny:

- C/A kód nebo P (Y) kód,
- fázi nosné vlny,
- interferometrická měření,
- Dopplerův frekvenční posun. (1)

Dnes jsou nejvíce používány GPS přijímače, pracující s C/A kódem nebo fází nosné vlny. Primárním souřadnicovým systémem je geocentrický WGS-84, který většina dnešních přijímačů dokáže okamžitě transformovat do národních souřadnicových systémů. (1)

1.1.10 Dělení metod měření

Metody měření GPS lze dělit podle několika dále uvedených kritérií.

- Podle měřených veličin:
 - kódové – využívají kódová měření,
 - fázové – využívají fázová měření,
 - kombinované – využívají fázové i kódové měření.
- Podle doby získání výsledné polohy:
 - metody v reálném čase (real-time processing) – výsledky jsou známy okamžitě v terénu,
 - metody s následným zpracováním (postprocessing) – měřená data se registrují a potom se dodatečně zpracovávají (většinou mimo terén).
- Podle pohybu přijímače:
 - statické (static) – přijímač je v době měření v klidu,
 - kinematické (kinematic) – přijímač se během měření pohybuje.
- Podle počtu použitých přijímačů:
 - autonomní (absolutní) metoda – využívá jeden GPS přijímač,
 - diferenční a relativní metody – využívá se minimálně dvou GPS aparatur. (3)

1.1.11 Popis jednotlivých metod

1.1.11.1 Kódové měření

Metody založené na zpracování kódového měření stanoví vzdálenosti jako součin doby a rychlosti šíření signálu mezi družicí a anténou. Rychlost šíření signálu je rovna rychlosti světla. Doba šíření signálu je odvozena z porovnání fáze kódu vysílaného družicí s fází kódu generovaného v přijímači. Fázový posun mezi přijatým a vyslaným kódem je přímo úměrný době šíření signálu. Protože se signál nešíří ve vakuu a hodiny přijímače nejsou přesně synchronizovány s hodinami družice, obsahuje měření fáze systematickou synchronizační chybu. Z tohoto důvodu je výsledná vzdálenost družice – přijímač označována jako pseudovzdálenost. Kódové měření se používá pro navigaci. Pro mapovací

účely je kódové měření použitelné pro mapy malých a středních měřítek, tj. pro mapy 1:M s měřítkovým číslem $M = 10000$ a více. (3)

1.1.11.2 Fázové měření

Fázové měření je přesnější než kódové. Je využitelné pro tvorbu geodetického bodového pole a samozřejmě také pro podrobné mapování všech měřítek. Vzdálenosti mezi družicí a GPS aparaturou jsou určovány z měření nosné vlny GPS signálu. Při fázovém měření nesmí dojít k přerušení signálu. Jakékoliv i krátkodobé přerušení signálu znamená znemožnění určení správného celočíselného násobku vlnové délky (ambiguity) a nutnost opakování měření. (3)

1.1.11.3 Autonomní (absolutní) metoda

V případě, že uživatel má k dispozici pouze jednu aparaturu, může její prostorovou polohu určit na základě pseudovzdáleností mezi přijímačem a minimálně čtyřmi družicemi. Přístroj může být v klidu nebo v pohybu. K určení polohy je zapotřebí také znát i souřadnice pozorovaných družic. Absolutní metoda využívá určení polohy přístroje vůči družicím, jejichž poloha je známá v systému WGS-84. Potom lze určit i polohu uživatele v tomto systému a následně souřadnice transformovat do národních souřadnicových a výškových systémů (v případě civilního použití v ČR do systémů S-JTSK a Bpv). Tato metoda je vhodná pro navigaci vozidel, cyklistů, turistů apod. Přesnost se pohybuje v případě využití kódového měření okolo 7 metrů a nejvíce závisí na tom, zda se jedná o autorizovaného či neautorizovaného uživatele GPS. (3)

1.1.11.4 Relativní metody

Relativní metody patří mezi nejpřesnější způsoby určení polohy bodu. K měření je zapotřebí minimálně dvou GPS aparatur. Jedna z aparatur, tzv. referenční stanice, se umísťuje na bod o známých geodetických souřadnicích. Její údaje jsou registrovány po dobu celého měření. Záznam dat bývá většinou prováděn bez přerušení, je ale možné zapínat sběr dat pouze v okamžicích, kdy je v provozu i druhá aparatura. Během observace musí být na obou stanoviskách aparatur dostupné alespoň čtyři stejné družice. Na základě znalosti souřadnic referenční stanice jsou stanoveny opravy (korekce) pseudovzdáleností, které jsou připojeny k měření na určovaných bodech, respektive opravy délek základen.

Oprava eliminuje chybu vzniklou při průchodu signálu atmosférou a chybu z nepřesnosti určení efemerid družic. Podle toho, kdy je zaváděna, rozlišujeme metody v reálném čase a postprocesní metody. Relativní metody využívají fázová měření. (3)

1.1.11.5 Statická a rychlá statická metoda.

Metody jsou také velmi často označovány anglickými názvy *Static* resp. *FastStatic*. Obě patří do relativních postprocesních metod. V případě metody *Static* se jedná o dlouhodobé měření. Doba observace (seance) na jednom stanovisku je řádově v hodinách (6 a více). Pro *Fast Static* je zapotřebí časově mnohem kratší seanci. Minimální doba měření na jednom bodě je při viditelnosti šesti a více družic osum minut. Doba observace je nastavována na nejmenší možný časový úsek, během něhož je možné bezpečně vyřešit ambiguity. Dobu seance výrazně ovlivňuje skutečnost, zda je nasazen jednofrekvenční či dvoufrekvenční přístroj. Statická a rychlá statická metoda se používá pro tvorbu, zhuštění a ověření bodových polí. (3)

1.1.11.6 Kinematická metoda v reálném čase.

Pro tuto metodu se vžilo označení RTK (Real Time Kinematic). V tomto případě dochází k výpočtu korekcí v reálném čase. Vypočtené korekce jsou – rovněž v reálném čase – vysílány z referenční stanice na pohyblivý přijímač pomocí modemu. Na větší vzdálenosti je také možné data přenášet mobilními telefony. Výhodou je získání souřadnic v reálném čase. Jejich znalost v okamžiku měření umožňuje obsluze GPS kvalifikovaně volit další body pro tvorbu mapy podle konfigurace terénu. Přenos korekcí pomocí mobilních telefonů není dosud obvyklý. Uplatnění metody je potom závislé na dosahu radiomodemu a terénních podmínkách. Pro zajištění centimetrové přesnosti by neměla být vzdálenost mezi referenčním a pohyblivým přijímačem větší než 10 km. V současnosti je komerčně nabízena možnost přijímat korekce z tzv. virtuálních referenčních stanic (VRS), takže odpadá nutnost použití vlastní referenční stanice. Tím vzrůstá dosah až na 50 km. Metody RTK, resp. VRS, lze úspěšně využít pro budování podrobného bodového pole a zhušťovacích bodů, ale i pro zaměření bodu pro katastrální a jiné mapy. (3)

1.1.11.7 Diferenční metody

Pro diferenční metody se v praxi vžilo zkrácené označování DGPS. Metody DGPS používají kódové měření, pro které je potřeba minimálně dvou GPS přijímačů. Jeden z nich je nazýván referenční stanicí a je umístěn na bodě o známých souřadnicích. Stejně

jako v případě relativních metod je pak možné na určených bodech zavádět potřebné korekce. Pro získání diferenčních korekcí jsou využitelné také systémy EGNOS a WASS. Systémem diferenčních korekcí dostupných pouze v Evropě je EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System), systém WASS (Wide Area Augmentation System) je provozován pouze v Severní Americe. V případě přijímání signálu EGNOS/WASS opět není potřeba dvou přijímačů. Signál systému EGNOS je v současné době vysílán bezúplatně. (3)

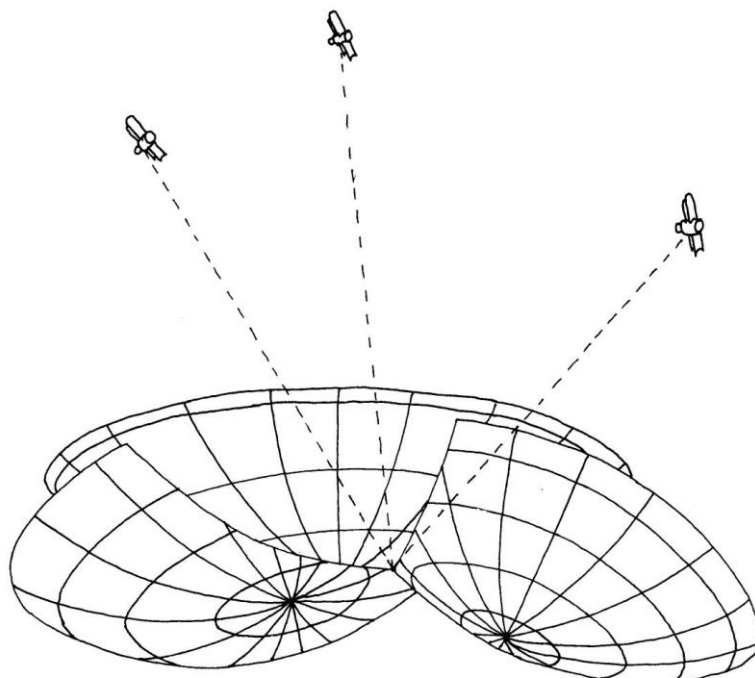
1.1.12 Vlivy působící na přesnost měření GPS

Přesnost polohy určené přijímačem GPS se může snadno pohybovat od 100 m do několika centimetrů v závislosti na použitém zařízení, použitém způsobu měření a zpracování výsledků měření, na aktuálním stavu atmosféry a na aktuální politice ministerstva obrany USA (kódování a degradace přesnosti některých signálů) apod. (1)

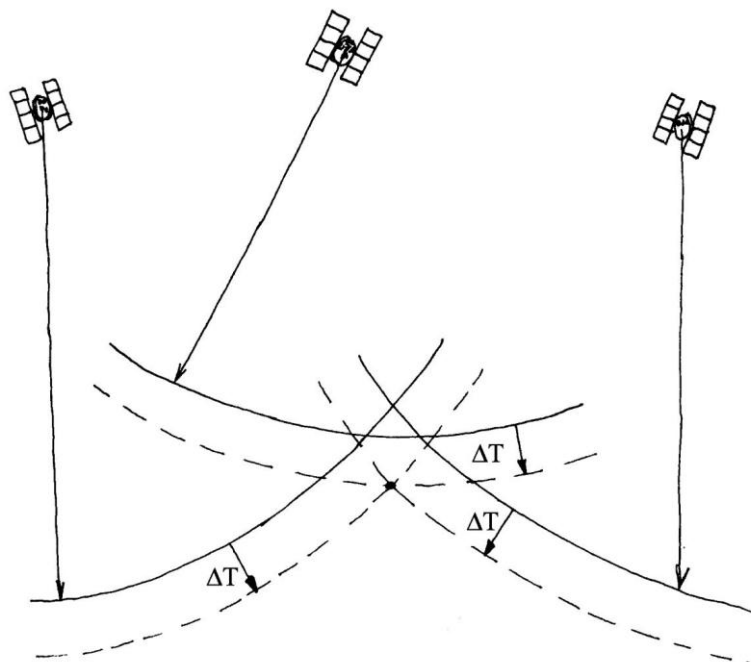
Přesnost určování polohy a času pomocí systému GPS ovlivňují následující faktory:

- řízení přístupu k signálům z družic
- stav družic
- rozsah přesnosti měření
- poměr signál/šum
- vícecestné šíření
- počet viditelných družic
- geometrické uspořádání viditelných družic
- typ přijímače
- pečlivost přípravy plánu měření
- platnost efemerid
- přesnost určení efemerid
- přesnost hodin na družicích
- vliv ionosféry a troposféry
- chyba hodin přijímače

- způsob měření a vyhodnocování. (1)



Obrázek 6: Možné polohy přijímače vzhledem ke třem družicím – dva body



Obrázek 7: Vliv časového posunu hodin přijímače na přesnost měření

1.2 Galileo

Jinou alternativou dosažení vyššího kvalitativního stupně v družicové navigaci je vyvinutí a implementace zcela nového systému, vycházejícího sice z ověřených principů stávajících systémů, avšak přinášejícího do navigace i určování polohy zcela novou kvalitu. Příkladem takového systému může být připravovaný evropský globální družicový navigační systém známý pod názvem Galileo. (1)

Potřeba globálního družicového navigačního systému (GNSS), podřízeného výlučně civilní správě se proto pro Evropskou unii jeví zcela nezbytnou. Hlavními argumenty jsou:

- otevřít cestu novým aplikacím, pro něž jsou technické parametry nebo spolehlivost současných systémů nevyhovující
- zajistit, aby se Evropa nestala příliš závislou (z hlediska ekonomického i z hlediska služeb nezbytných pro bezpečnost lidí) na státech nacházejících se mimo Evropskou unii
- otevřít cestu novým aplikacím, nezbytným pro bezpečnost lidí, pro které by existovaly mechanismy certifikace a také existovaly záruky spolehlivého provozu
- zavést nové aplikace a vytvořit nové trhy použitím integrovaných navigačních a komunikačních služeb. (1)

Navigační systém Galileo je plánovaný autonomní evropský Globální družicový polohový systém (GNSS), který by měl být obdobou americkému systému Navstar - GPS a ruskému systému GLONASS. (5) Galileo je vyvíjený na základě rozhodnutí Evropské komise (EC) Evropskou kosmickou agenturou (ESA). Jedním z hlavních důvodů pro vznik Galilea byla snaha o získání kontinentálního systému nezávislého na GPS nebo GLONASS. (2)

Projekt má splňovat následující požadavky:

- musí to být otevřený globální systém plně kompatibilní s (avšak nezávislý na) GPS, s významnou rolí Ruské federace
- bude založen na družicích se střední oběžnou drahou (cca 24 000 km); kosmický segment bude tvořen 30 družicemi rozmístěnými na třech oběžných drahách; tři z nich (vždy po jedné na každé oběžné dráze) budou pracovat v režimu aktivní zálohy; řídicí segment bude zahrnovat většinu z již budovaného systému EGNOS;

celý systém bude uveden do plného provozu v roce 2008; roční provozní náklady počínaje rokem 2008 jsou odhadovány na 220 mil EUR

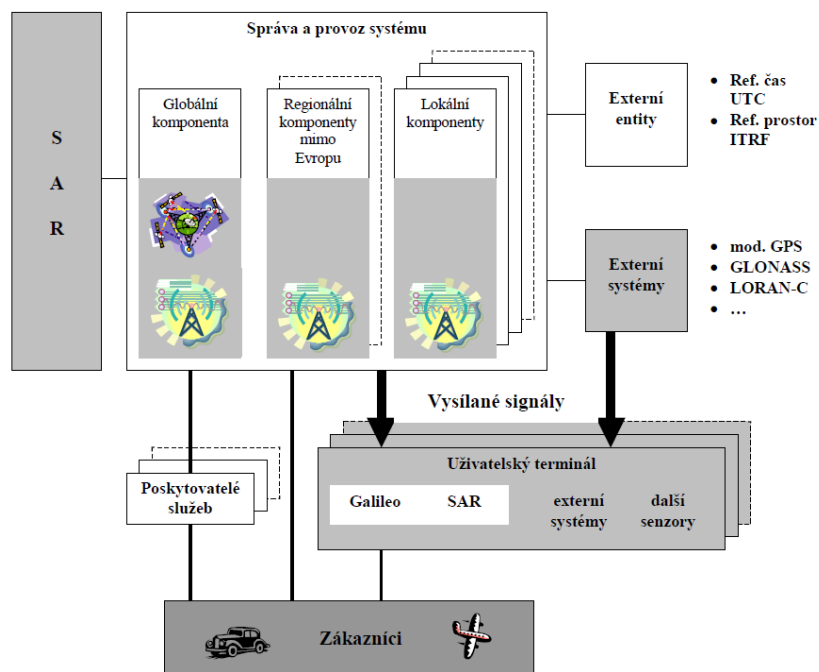
- musí být vyvíjen v partnerství veřejného a soukromého sektoru
- služby budou poskytovány na třech úrovních:
 - úroveň 1: služba s otevřeným přístupem (angl. Open Access Service - OAS) – tato služba bude obdobou standardní polohové služby modernizovaného systému GPS, bude umožňovat určování polohy, rychlosti a času, bude poskytována bezplatně a bude určena především pro masové aplikace; přesnost by měla být lepší než 6 m celosvětově a dostupnost 99 %
 - úroveň 2: služba s kontrolovaným přístupem číslo jedna (angl. Controlled Access Service number 1 – CAS 1) – tato služba bude vyhrazená především pro komerční a profesionální aplikace, jimž bude poskytovat některé rozšířené služby, jako jsou lepší výkonové parametry, zodpovědnost operátorů v případě přerušení služby apod.; bude poskytována za úplatu; přesnost bude na úrovni OAS; výkonnost bude zvýšena na regionální a případně i lokální úrovni využitím regionálních a lokálních komponent
 - úroveň 3: služba s kontrolovaným přístupem číslo dvě (angl. Controlled Access Service number 2 – CAS 2) – tato služba bude k dispozici výhradně pro potřeby aplikací kritických z hlediska bezpečnosti lidí a případně dalších strategických aplikací, pro něž je společným jmenovatelem, že u nich nelze tolerovat jakýkoliv výpadek této služby nebo zhoršení jejích výkonových parametrů. Budou sem patřit služby GAS (angl. Governmental Access Service) a SAS (angl. Safety of Life Access Service); vyhlášení varování při chybě musí nastat do 6 s globálně a do 1 s lokálně. (1)

Ačkoliv pro masové využívání systému Galileo bude základní systém volně dostupný (tedy na úrovni 1, odpovídající úrovni služeb systému GPS), vyšší úrovně služeb (úroveň 2 a 3) budou dostupné pouze pro předplatitele za poplatek. Evropská komise rovněž uvažuje o tom, že služby úrovně 2 a 3 mohou být pro aplikace jako je elektronický výběr poplatků za užívání komunikací, monitorování rybolovu, nákladní a osobní dopravu a pro služby spojené s bezpečností silničního provozu povinné a dále předpokládá, že by tyto dvě úrovně služeb systému Galileo měly být certifikované pro bezpečnostně kritické a obdobné úkoly. Vzhledem k tomu, že systém GPS takové možnosti nemá, nepochybně by tak

vznikly dobře prodejné produkty, pokrývající (a vytvářející) zcela nový segment trhu s navigačními a polohovými službami. (1)

Kvalitativní kritérium	Požadovaná hodnota
Přesnost určování polohy (95 %)	+ - 4,0 m horizontálně + - 7,7 m vertikálně
Přesnost určování času (95 %)	30 ns
Riziko ztráty integrity	$2 \cdot 10^{-7}$ za 150 sekund
Časový interval do vyhlášení varování	6 sekund
Mezní hodnoty pro vyhlášení varování (v horizontálním a vertikálním směru)	10-20 metru (doporučeno 12m)
Dostupnost	0,9 - 0,997
Riziko ztráty kontinuity	$8 \cdot 10^{-6}$ za 15 sekund
Pokrytí	globální

Tabulka 1: Předběžné požadavky na systém Galileo



Obrázek 8: Celková architektura systému Galileo. Obrázek naznačuje celkovou koncepci, nikoliv detailní schéma.

Spuštění GNSS Galileo je stále oddalováno a původně měl být provozuschopný od roku 2010, podle nových plánů je nejbližší rok spuštění 2014. Projekt byl pojmenován podle italského vědce Galileia Galileiho, který se mimo jiné zajímal i o problémy námořní navigace. (5)

1.2.1 Architektura systému Galileo

Celková architektura systému Galileo je zachycena na obrázku 8.

Globální komponenta zahrnuje kosmický segment a pozemní řídicí komplex systému Galileo. Kosmický segment má být tvořen celkem 30 družicemi obíhajícími na středních oběžných drahách (výška oběžné dráhy cca 23 616 km). Družice budou rozmístěny pravidelně ve třech oběžných rovinách. Na každé bude umístěno vždy devět aktivních družic a jedna záložní. Přesto, že oběžná doba družic je s ohledem na výšku tři dny, zopakuje se nad daným místem díky způsobu rozmístění družic na oběžných drahách stejná geometrie (a tím i stejné výkonové parametry) vždy co 24 hodin. Sklon oběžných drah bude 56° , což spolu s oběžnou výškou zajistí dobré pokrytí signály i v severních oblastech Evropy. Součástí tohoto komplexu by měla být dvě centra pro řízení navigačního systému, síť pozemních monitorovacích stanic rozmístěných po celém světě, stanice pro kontrolu integrity apod. (1)

Pozemní řídicí komplex (angl. Galileo Ground Control System) zahrnuje řídicí centrum navigačního systému (angl. Navigation System Control Centre – NSCC), globální síť bezobslužných orbitografických a synchronizačních stanic (angl. Orbitography and Synchronisation Stations – OSS) a řadou dálkově řízených sledovacích, telemetrických a řídicích stanic (angl. Tracking, Telemetry and Command Stations – TT&C). Každá OSS určuje zdánlivé vzdálenosti a sleduje navigační zprávy všech právě viditelných družic kosmického segmentu Galileo. Získaná data přenáší spolu s údaji o meteorologické situaci v místě měření do NSCC. (1)

NSCC se skládá ze dvou částí: řízení družic a řízení navigace. První část realizuje řízení družic počínaje jejich startem až po navedení na oběžnou dráhu, uvedení do provozu a po celou dobu provozu družic. Navigační část zpracovává data z jednotlivých OSS, určuje efemeridy družic a korekce pro hodiny na družicích a získaná data přenáší prostřednictvím řízení družic na jednotlivé družice, kde se tyto údaje stávají součástí navigační zprávy. Dále navigační část udržuje systémový čas Galilea (angl. Galileo System Time – GST). Systém Galileo bude vybaven speciálními OSS, umístěnými ve vybraných laboratořích

udržujících časové standardy (UTC a TAI), které umožní určovat časový posun mezi GST a těmito časovými standardy. Systém Galileo bude dále vybaven rozhraními pro centra služeb (angl. Service Centres Interface, která umožní napojování externích dodavatelů služeb na systém Galileo. Zvláštní součástí systému Galileo bude subsystém realizující monitorování integrity signálů vysílaných jeho družicemi (angl. Integrity Determination System). Informace budou získávány globální sítí monitorovacích stanic (angl. Integrity Monitoring Stations), zpracovány v centru pro kontrolu integrity (angl. Integrity Control Centre) a bezprostředně vysílány na družice kosmického segmentu, kde se údaje o integritě signálů stanou součástí navigační zprávy všech družic. Uživatel by tak měl obdržet varování o ztrátě integrity signálů kterékoliv družice do 6 s. (1)

Regionální komponenty mohou poskytovat nezávislé informace o integritě signálů družic Galilea. Tyto informace budou poskytovány regionálními poskytovateli této služby a budou šířeny prostřednictvím speciálních autorizovaných kanálů systému Galileo. Ten jich obsahuje 8, což znamená, že na Zemi může být definováno až osm nezávislých regionů s vlastním monitorováním integrity. (1)

Lokální komponenty budou dále zkvalitňovat služby poskytované regionálními komponentami. K šíření informací budou využívat především (existující) pozemní komunikační systémy. Umožní další zvýšení přesnosti a integrity v okolí letišť, přístavů, velkých nádraží a v urbanizovaných oblastech. Mohou být rovněž využity pro zpřístupnění služeb systému Galileo uvnitř budov. (1)

1.2.2 Nosné frekvence signálů systému Galileo

Co se týče struktury signálů Galilea, zatím nebyly publikovány žádné konkrétní informace, pouze záměr dosáhnout kompatibility se systémem GPS. V případě nosných frekvencí přicházejí v úvahu tři možná řešení:

- sdílet kmitočtová pásma se systémem GPS, což by muselo být předmětem dohody se Spojenými státy americkými a v plném rozsahu asi nepřichází v úvahu
- využívat kmitočtová pásma přidělená systému GLONASS, což by muselo být dohodnuto s vládou Ruské federace
- využívat zcela samostatná kmitočtová pásma, přidělená pouze systému Galileo. Tato varianta je částečně založena na kmitočtových pásmech, která jsou již přidělena Evropské kosmické agentuře a částečně na zpřístupnění jiných pásem. (1)

Základní schéma by mohlo vypadat takto:

- Opětně použít úzká podpásma E1 (1587 – 1591 MHz) a E2 (1559 – 1563 MHz). Podpásmo E1 by bylo využito pro přenos úzkopásmového signálu v rámci služby CAS 2 a podpásmo E2 pro přenos úzkopásmového signálu v rámci služby CAS 1 a OAS.
- Získat přístup k pásmu 1151 – 1215 MHz s tím, že by bylo využito pásmo šířky 20 – 24 MHz (které se však bude odlišovat od pásma 1164 – 1188 MHz přiřazeného budoucí frekvenci L5 systému GPS) pro přenos šifrovaného signálu jako součásti služby CAS 2.
- Získat přístup k pásmu E6 (1260 – 1300 MHz) a využít v něm pásmo šířky 20 – 24 MHz pro přenos signálů služby CAS 1 a možná i CAS 2. V tomto případě přichází v úvahu rozšíření tohoto intervalu až do pásma E4 (1254 – 1260 MHz), které již bylo pro systém Galileo přiřazeno. (1)

1.2.3 Historie realizace

Dne 28. prosince 2005 byla do vesmíru vyslána první technologická navigační družice pro testování komponent tohoto systému, pojmenovaná Giove-A. Vynesla ji z kazašského kosmodromu Bajkonur ruská raketa Sojuz-FG/Fregat. Druhá družice, pojmenovaná Giove-B, byla z Bajkonuru vynesena na oběžnou dráhu raketou Soyuz/Fregat 27. dubna 2008. (5)

Ilustrací zamýšlených aplikací je kupříkladu využití systému pro výběr mýtného na komunikacích v rámci Evropské unie. Podrobnosti o systému jsou uvedeny na webových stránkách Evropské unie a ESA. (5)

1.3 Glonass

GLONASS (rusky Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema, angl. Global Navigation Satellite System) je pasivní dálkoměrný družicový radiový navigační systém umožňující určování polohy, rychlosti a času v třírozměrném prostoru, kdekoliv a kdykoliv na Zemi a v přilehlém kosmickém prostoru. (1)

Je určen pro:

- řízení a zvýšení bezpečnosti letecké a námořní dopravy,
- geodézii a kartografii,
- monitorování pozemní dopravy,
- synchronizaci času mezi odlehlými místy,
- ekologický monitoring,
- pro potřeby vyhledávacích a záchranných služeb. (1)

Začátek jeho vývoje spadá do poloviny 70. let 20. století. Systém GLONASS je spravován Ruskými kosmickými silami pro potřeby vlády Ruské federace a je k dispozici i civilním uživatelům. Byl navržen obdobně jako GPS tak, aby poskytoval informace o čase a poloze na Zemi a v jejím blízkém okolí po celých 24 hodin. Systém GLONASS používá dva signály, z nichž přesnější je vyhrazen jenom pro ruské vojenské uživatele a druhý, méně přesný, je určen pro civilní uživatele. (1)

Přesnost pro vojenské využití je utajována. Přesnost civilní části je udávána hodnotou 100 m v horizontální poloze a 150 m ve výšce. Systém se skládá ze tří částí, je to sledovací – řídicí segment, kosmický segment a uživatelský segment. Řídicí centrum je v Moskvě. Kosmický segment by měl v plném operačním stavu obsahovat 24 družic na třech drahách. (1)

1.3.1 Historie GLONASS a srovnání s GPS

V polovině devadesátých let se na trhu objevily první duální přijímače, které integrovaly příjem jednofrekvenčních signálů GPS i GLONASS. GLONASS byl vyvinut bývalým Sovětským svazem (SSSR) a je dosti podobný GPS. Ve skutečnosti mají více podobností než rozdílů. (1) Viz. Krátké srovnání (tabulka 2).

Parametr	GLONASS	GPS
Počet orbitálních rovin	3	6
Sklon drah	64,8°	55°
Výška drah	19,130 km	20,180 km
Doba oběhu	11h 15m	11h 58m
Místo vypuštění	Kosmodrom Bajkomur	Cape Canaveral
Životnost	3 roky (Glonass M/K 7/12 let)	7 let
Nosná raketa	Proton K/Dm-2	Delta II
První start	10/2/1982	2/22/1978
Počet satelitů na 1 start	3	1
Nosné frekvence	1602.0 - 1614.94 MHz L2	1575.42 MHz
L1 L2	7/9 L1	60/77 L1
Elipsoid	UTC (Russia)	WGS 84
Time reference	UTC (Russia) = UTC + 3h	UTC Observatory

Tabulka 2: Srovnání parametrů systémů GLONASS a GPS

Jedním z hlavních rozdílů mezi GPS a GLONASS systémy byla projektovaná počáteční životnost jejich satelitů. Původní projektovaná životnost satelitů GLONASS z počátku 80. let byla jeden až dva roky. Pro srovnání, první experimentální blok I satelitů GPS, vypuštěných mezi lety 1978 až 1985, měl projektovanou životnost 7 až 7,5 let. Některé ze současných satelitů GPS bloku II, vypuštěných mezi léty 1989 až 1997, byly na oběžné dráze více než 10 let. Poslední satelity GLONASS měly projektovanou životnost tři roky, ale nové vypuštěné satelity GLONASS-M vybavené pokročilými technologiemi mají projektovanou životnost 10 až 12 let. Kvůli krátké životnosti satelitů, vypuštěných mezi roky 1982 až 1995, bylo vypuštěno celkem 64 satelitů GLONASS, přičemž šest startů selhalo. (2)

Číslo družic	označení Kosmos č.	dráha/slot	Frekvenční kanál	Datum startu	Datum zprovoznění	Stav
712	2413	1/01	02	26.12.2004	06.02.2005	Funkční M
794	2402	1/02	04	10.12.2003	02.02.2004	Funkční
789	2381	1/03	12	01.12.2001	04.01.2002	Funkční
795	2403	1/04	06	10.12.2003	30.01.2004	Funkční
711	2382	1/05	02	01.12.2001	15.04.2003	Funkční M
701	2404	1/06		10.12.2003	14.12.2004	Funkční M
796	2411	1/07		26.12.2004		Funkční
797	2412	1/08	06	26.12.2004	06.02.2005	Funkční
787	2375	3/17	05	13.10.2000	04.11.2000	Funkční
783	2374	3/18	10	13.10.2000	05.01.2001	Funkční
792	2395	3/21	05	25.12.2002	31.01.2003	Funkční
791	2394	3/22	10	25.12.2002	10.02.2003	Funkční

Číslo družic	označení Kosmos č.	dráha/slot	Frekvenční kanál	Datum startu	Datum zprovoznění	Stav
793	2396	3/23	11	25.12.2002	31.01.2003	Funkční
788	2376	3/24	03	03.10.2000	21.11.2000	Funkční

Tabulka 3: Stav satelitů GLONASS k 10. únoru 2005

1.3.2 Struktura systému GLONASS

Systém GLONASS se skládá ze tří částí:

- z konstelace družic GLONASS
- z pozemního řídicího komplexu
- z navigačního vybavení uživatelů. (2)

1.3.2.1 Konstelace družic

Plně obsazená konstelace družic je složena z 24 družic rozmístěných ve třech orbitálních rovinách, vzájemně posunutých o 120 stupňů. Družice jsou na každé oběžné dráze rozmístěny rovnoměrně co 45 stupňů. Pro dosažení lepšího pokrytí signály družic jsou družice v jednotlivých rovinách posunuty o 15 resp. 30 stupňů. Družice obíhají po kruhových oběžných drahách se sklonem 64.8 stupňů ve výšce 19100 km a s oběžnou dobou 11 hodin a 15 minut. (1)

Takovéto uspořádání družic zajišťuje viditelnost minimálně šesti a maximálně jedenácti družic kdykoliv a kdekoliv na zemském povrchu. Oficiálně byl systém GLONASS uveden do operačního stavu 24. září 1993 dekretem prezidenta Ruské federace. Družice systému GLONASS vykazují neobyčejnou manévrovatelnost. Změnu oběžné dráhy je možné provést v průběhu jen několika dní (v případě systému GPS tento manévr zabere několik týdnů až měsíců). (1)

1.3.2.2 Pozemní řídicí komplex

Pozemní řídicí komplex je kompletně situován na území Svazu nezávislých států. Hlavní řídicí centrum se nachází blízko Moskvy, ostatní řídicí a monitorovací stanice jsou umístěny Ternopolu, St. Petrusburgu, Jenisejsku, Komsomolsku na Amuru a Balkaši (viz. Obrázek 5). Tyto stanice nepřetržitě monitorují signály všech viditelných družic, provádějí laserové měření vzdálenosti mezi stanicemi a družicemi (každá družice je pro

tyto účely vybavena laserovým odražečem) a získaná data přenášejí do Hlavního řídicího centra. (1)



Obrázek 9: Rozmístění stanic pozemního řídicího komplexu GLONASS

Takto uspořádaný kontrolní a řídicí segment je jistou nevýhodou systému GLONASS, neboť každá družice je zhruba 16 hodin denně mimo dosah kontrolního a řídicího segmentu. Tím je ztíženo monitorování stavu družic a snížena je i přesnost určování efemerid. Proto se u příští generace družic GLONASS-M plánuje, že družice budou schopné vzájemné komunikace a tím i monitorování, což umožní zajistit kontrolu integrity systému i podobu, kdy jsou družice mimo přímý dosah pozemního řídicího komplexu. (1)

1.3.2.3 Uživatelský segment

Uživatelský segment je tvořen všemi přijímači, uživateli a postupy měření. Vzhledem k tomu, že budoucnost systému GLONASS je stále nejasná, je počet dostupných typů přijímačů velice omezený, počet výrobců se počítá řádově v jednotkách. O vážnosti situace svědčí i fakt, že někteří výrobci poskytují na své přijímače GLONASS záruku, že v případě zániku systému GLONASS je bezplatně vyměněni za jiné, schopné přijímat nově zaváděné signály systému GPS. (1)

Současný stav konstelace satelitů GLONASS je nedostatečný a nemůže konkurovat přijímačům GPS. Výhodou pro uživatele je kombinace obou technologií, a tím využití více satelitů a větší výkon, než jaký nabízí samotné GPS. (2)

1.4 Rozšiřující systémy

Některé státy, jako je např. Japonsko nebo Německo, případně i Evropská unie začaly pracovat na vývoji vlastních systémů družicové navigace. Základním požadavkem přitom bylo, aby to byly systémy nezávislé na libovůli velmocí, provozované civilními organizacemi a schopné poskytnout obdobný rozsah a kvalitu služeb, jako systémy GPS nebo GLONASS. V žádném případě se nemělo jednat o doplňky těchto dvou systémů, ale o zcela samostatné alternativní systémy. Mluvílo se v té době o vybudování Globálního družicového navigačního systému (angl. Global Navigation Satellite System – GNSS) s celosvětovou působností a nevojenským charakterem. Nicméně ekonomická a technologická náročnost vybudování a provozování takového systému nakonec vedla k tomu, že se začalo mluvit o postupném budování GNSS. V první fázi (někdy označované také jako GNSS-1) se plánuje vybudování tzv. rozšiřujících (angl. augmentation) systémů, jejichž cílem je doplnit existující systémy GPS a GLONASS o další služby, jako je šíření diferenčních korekcí a monitorování integrity. Do této kategorie dnes patří čtyři projekty: Americký WAAS a LAAS, kanadský CWAAS, evropský EGNOS a japonský MSAS. Teprve později (v druhé fázi) by mělo dojít k vybudování zcela nového navigačního systému, označovaného zkratkou GNSS (někdy též jako GNSS-2). (1)

1.4.1 WAAS

WAAS (angl. Wide Area Augmentation System) vedle toho, že poskytne uživatelům především z oblasti letectví větší přesnost určování polohy, jim bude schopen nabídnout i zlepšení integrity nezbytné pro většinu fází letu, včetně přiblížování k letišti. Po dokončení bude pozemní část systému WAAS neustále vyhodnocovat integritu signálů družic GPS, bude určovat potřebné korekce a bude varovat uživatele tohoto systému kdykoliv bude zjištěno selhání některé z družic systému GPS. V případě přiblížování k letišti bude varovný signál vyslán do 5.2 sekundy od selhání. (1)

WAAS je budován pro potřeby letectví na území USA a počáteční operační schopnosti měl dosáhnout 25. září roku 2000. Nicméně díky problémům zjištěným v průběhu

dlouhodobého testu provedeného na podzim roku 1999 je toto datum posunuto o několik let. (1)

WAAS se bude skládat ze tří částí:

- pozemního vysílání integrity (angl. ground integrity broadcast – GIB), které bude poskytovat informace o stavu družic (a tím o spolehlivosti jejich signálů)
- vysílání korekčních signálů WADGPS odvozených na základě národní sítě 35 referenčních stanic
- vložené funkce pro určování vzdáleností, která umožní, že vysílaný signál WAAS bude vypadat jako další družice GPS, poskytující navíc další zdroj pro určování vzdáleností pro potřeby navigace. (1)

Předpokládá se, že systém WAAS poskytne v reálném čase přesnost určení polohy do sedmi metrů. Systém WAAS by měl umožnit mimo jiné zkrácení doby letů a díky přesnější navigaci i zkrácení minimální vzdálenosti mezi letadly a tím i intenzivnější využívání nejfrekventovanějších tras. (1)

1.4.2 LAAS

Local Area Augmentation System (LAAS) bude pracovat obdobně jako WAAS, ale v menším měřítku. Referenční stanice LAAS bude umístěna na přesně zaměřeném bodě v okolí oblasti, kterou má pokrývat korekcemi. Vzhledem k tomu, že referenční stanice zná svoji přesnou polohu, je schopná detekovat jakékoliv chyby určování polohy pomocí viditelných družic a v rámci přenášených korekcí předávat i informace o integritě signálů družic GPS. LAAS bude poskytovat ještě vyšší úroveň integrity než WAAS, potřebnou pro automatické přistávání letadel. Pravděpodobnost nedetekovaného selhání nesmí překročit $5 \cdot 10^{-9}$. Jedinou možností, jak takovéto spolehlivosti dosáhnout, je použít v kombinaci s běžnou referenční stanicí umístěnou na letišti i pseudodružice. Dvojice pseudodružic (z nichž každá bude umístěna po jedné straně přistávací dráhy) může letadlu poskytnout dostatečné prostředky pro určování polohy, které v kombinaci s DGPS umožní dosáhnout přesnosti až na úrovni centimetrů a zajistit i požadovaný stupeň integrity. (1)

1.4.3 EGNOS

Jedná se o obdobu systému WAAS, vyvíjenou a budovanou pro potřeby letectví v Evropě. Slouží jako základ připravovaného systému Galileo. Sloužit by měl pro potřeby všech fází

letu až po přiblížení k letišti. Přesnost určování vertikální i horizontální polohy by měla být lepší než 4-6 metrů po 95 % času a cílem je dosáhnout dostupnosti po 99 % času. (1)

Základem by tedy měly být systémy GPS a GLONASS, doplněné o geostacionární družice Evropské kosmické agentury, které budou přenášet jednak diferenční korekce a jednak by mohly vysílat dálkoměrné signály obdobné signálům GPS. (1)

Systém EGNOS je navržen tak, aby splňoval požadavky všech druhů dopravy, tedy námořní, pozemní i civilní letecké v regionu Evropy. Bude splňovat veškeré požadavky civilního letectví týkajících se všech fází letu až po úroveň přesného přistání. Systém EGNOS bude kompatibilní s ostatními rozšiřujícími systémy, jako je americký WAAS a japonský MSAS. (1)

Systém EGNOS je možné v případě zájmu rozšířit i do oblasti Latinské Ameriky a to tak, že se částečně využije existujících zařízení vybudovaných pro Evropu a částečně se rozmístí nové prostředky specifické právě pro tuto oblast. Toto rozšíření by přispělo k optimálnímu využívání vzdušného prostoru v této oblasti a poskytlo by i nemalé výhody leteckému provozu mezi Evropou a Latinskou Amerikou. Nezanedbatelným je i potenciální rozvoj spolupráce mezi oběma oblastmi. (1)

2 OBLASTI VYUŽITÍ GPS

Dnes jediným prakticky využívaným družicovým navigačním systémem je systém GPS. Proto se v této kapitole budeme věnovat výhradně jemu. (1)

Systém GPS je využíván v celé řadě oblastí. Mezi ně patří:

- doprava
- geodézie a mapování
- zvládání krizových situací
- pozemní aplikace
- rekreace
- vesmír
- časové služby
- vědecké aplikace
- a celá řada dalších. (1)

2.1 Aplikace GPS v oblasti dopravy

2.1.1 Silniční doprava

Silniční doprava využívá systém GPS pro pasivní sledování pohybu vozidel. Asi nejjednodušší je v této oblasti monitorování pohybu vozidel metodou černé skříňky. Do sledovaného vozidla se namontuje zařízení, které na záznamové médium ukládá polohu vozidla určenou v zadaném intervalu, např. jedné minuty. Po návratu vozidla zpět do firmy se nashromážděné záznamy přehrají do počítače a na obrazovce lze vykreslit trasu, po které se vozidlo ve sledované době pohybovalo, jízdní časy, rychlost jízdy, rozložení a délku přestávek, dobu stání na určitém místě apod. Takovýto systém přináší netušené možnosti. Je znám například případ, kdy pražská firma před lety vyvinula takovýto systém pro jednu obchodní firmu. Ta těmito systémy vybavila vozidla svých obchodních cestujících a v krátké době se s celou řadou z nich rozešla, neboť po porovnání vykazovaných jízd se skutečností bylo zřejmé, že se tito zaměstnanci nevěnují svým povinnostem. Typickou oblastí použití je sledování pohybu obchodních cestujících,

sledování pohybu rozvážkových vozidel, vozidel služeb, vozidel městské hromadné dopravy apod. (1)

O stupínek výš stojí aplikace, které opět jen monitorují pohyb vozidla, ale údaje o jeho poloze již přenášejí periodicky na dispečink. K přenosu dat je možné využívat různá media, klasickými GSM telefony počínaje, přes vlastní vyhrazené komunikační sítě až po družicové datové přenosy. Konkrétní použité přenosové medium je závislé na požadované frekvenci a objemu přenášených dat. Pokud je tímto systémem sledována např. mezinárodní kamionová doprava, kdy stačí mít údaje o pohybu vozidel řádově jednou za několik hodin, vystačíme nejspíš s jednoduchou komunikací pomocí telefonu GSM s využitím SMS zpráv. Pokud kamiony zajíždějí i do oblastí, které nejsou pokryty mobilními operátory, přichází v úvahu využití družicových datových sítí. Takovýto systém umožňuje mnohem operativnější řízení využití vozového parku (angl. fleet management) a může poskytnout i některé další služby, které byly dříve nedostupné, jako je sledování pohybu vozidel s nebezpečným nákladem (například z hlediska dodržení stanovené trasy přesunu), sledování doručení nákladu adresátovi, operativní změnu trasy v závislosti na nových požadavcích na převoz zakázek apod. (1)

Jiná situace nastane, pokud sledujeme např. pohyb vozidel převážejících nebezpečný náklad městem nebo pohyb vozidel policie a kdy je kladen požadavek na možnost velice detailního monitorování jejich pohybu s krokem řádově v sekundách. V takovém případě je nezbytné v zájmové oblasti vybudovat nezbytnou komunikační síť, umožňující v reálném čase přenášet aktuální polohy sledovaných vozidel. V centru je možné tyto údaje průběžně zobrazovat například na monitoru dispečera. Jako příklad lze uvést ostravské Centrum tísňového volání (CTV), které představuje sdružený dispečink hasičů, lékařské záchranné služby a městské a státní policie. Pro potřeby CTV se nyní buduje právě takovýto systém. Jednotlivá vozidla všech těchto služeb budou postupně vybavena přijímači GPS a údaje z nich se (po nezbytné korekci metodou DGPS) budou v reálném čase přenášet na centrum. Zde se budou polohy jednotlivých vozidel zobrazovat na digitální mapě města Ostravy. Po úplném dobudování tohoto systému budou dispečerů schopni mnohem operativněji organizovat zásahy řízených jednotek a samozřejmě i monitorovat pohyb služebních vozidel. (1)

O další stupínek výš stojí systémy, umožňující nejen pasivně sledovat pohyb vozidla, ale i aktivně ovlivňovat jeho jízdní trasu. Těmto systémům se říká systémy automatické lokalizace vozidel (angl. Automatic Vehicle Location – AVL). Jsou založeny na využití

vícero geoinformačních technologií (jako jsou GPS, geografické informační systémy, digitální prostorové databáze apod.) a umožňují průběžně sledovat polohu vozidla, zobrazovat ji na mapě a navigovat řidiče při jízdě po předem (většinou automaticky) stanovené trase. Jízda s takovýmto systémem může vypadat například takto: řidič nasedne do vozidla, zapne svůj AVL systém a ten mu na obrazovce ukáže aktuální polohu. Po té řidič zadá adresu místa, kam chce dojet (a to například i v jiné části státu nebo i v jiné zemi) a dál se již jen řídí pokyny systému. Ten vždy včas před křižovatkou oznámí směr další jízdy (například odbočení doprava) a to jak vizuálně, tak i akusticky mluvenou řečí. Řidič se tak může plně věnovat řízení. Takovéto systémy jsou již dostupné, i když jejich cena se zatím pohybuje v řádu mnoha desítek tisíc korun. U nás jsou však zatím nepoužitelné z důvodu neexistence potřebné digitální mapy silniční sítě. Nevýhodou systémů AVL je, že nejsou zatím schopné pružně reagovat na změny v silniční síti, na různé uzávěry, objížďky, zácpy apod. (1)

Na nejvyšším stupínku pomyslného žebříčku aplikací systému GPS v oblasti silniční dopravy stojí v současné době vyvíjené inteligentní dopravní systémy (IDS; angl. Intelligent Transport Systems – ITS) umožňující průběžné sledování vytížení dálniční sítě a průběžné informování jak záchranných a bezpečnostních služeb, tak i silničářů a samozřejmě i samotných řidičů vozidel o aktuální situaci. Jedná se o složitý komplex různých komunikačních, informačních, navigačních, monitorovacích a dalších systémů, jehož cílem je výrazně zvýšit bezpečnost a plynulost silniční dopravy. Mnohé z těchto systémů jsou opět založeny na využití přijímačů GPS. Například výše zmíněný systém AVL by jako součást IDS dostával aktuální informace o změnách průjezdnosti komunikací v oblasti, kterou vozidlo projíždí a mohl by tak dynamicky upravovat na počátku stanovenou jízdní trasu. Mohl by tak navést řidiče tak, aby objel místo nehody, dočasné uzavírky apod. IDS přitom musí zajistit fungování AVL systémů i v místech, kde jsou signály systému GPS nedostupné, jako jsou především dlouhé tunely, silnice vedené v úzkých a hlubokých zářezech, mohutné kovové mostní konstrukce apod. v tom případě přichází v úvahu využití pseudodružic. (1)

Pro potřeby silniční (ale i železniční) dopravy se budují různé podpůrné systémy v podobě diferenčních systémů GPS. Příkladem může být americký projekt NDGPS, který by měl do roku 2003 diferenčními korekcemi pokrývat téměř celé území Spojených států a především pak hlavní silniční i železniční dopravní trasy. (1)

2.1.2 Železniční doprava

Vedle silniční dopravy proniká využívání systému GPS i do dopravy železniční. Zde již však neexistuje tak pestrá škála aplikací. Budované systémy jsou zaměřeny na průběžné monitorování vlakových souprav s cílem zvýšit bezpečnost železniční dopravy a umožnit i lepší využití železniční sítě. Vytvářené aplikace se prakticky liší jen požadovanou přesností. Někteří provozovatelé železniční sítě se spokojí se znalostí polohy lokomotivy s přesností na desítky metrů (a obejdou se tak bez budování investičně i provozně nákladné sítě DGPS), jiní požadují přesnost pod 1 m, tak aby na základě určení polohy přijímačem GPS byli schopni rozhodnout o tom, po které koleji vícekolejové trati se vlak pohybuje. (1)

Stejně jako v případě silniční dopravy i zde se předpokládá přenos informací o aktuální poloze lokomotivy na trati (a případně i posledního vagónu soupravy, aby bylo možné detekovat rozpojení soupravy) na dispečink, který pak může na obrazovce sledovat pohyby jednotlivých vlakových souprav, detekovat případné krizové stavy a vhodně na ně reagovat. (1)

2.1.3 Lodní doprava

V oblasti lodní dopravy se systém GPS používá velice intenzivně a již dlouhodobě pro potřeby navigace plavidel. Družicová navigace kromě průběžného určování aktuální polohy navíc umožňuje i optimální volbu trasy plavby a účinnou kontrolu případného narušení zón se zvláštním režimem, jako jsou výsostné vody států, oblasti se zakázaným rybolovem apod. GPS má svůj význam nejenom v námořní dopravě, ale i dopravě říční, samozřejmě pokud je k dispozici systém DGPS. Různé státy proto budují rozsáhlé podpůrné systémy diferenčního GPS, které dnes provádějí nejen šíření diferenčních korekcí, ale i kontrolu integrity signálů GPS. Příkladem může být systém DGPS provozovaný Pobřežní stráží USA a pokrývající svými signály východní i západní pobřeží USA a hlavní vodní dopravní cesty. Takovéto systémy se však budují po celém světě. (1)

2.1.4 Letecká doprava

Letecká doprava je z hlediska nároků kladených na navigační prostředky asi nejnáročnější. Proto se zatím systém GPS v oficiální civilní letecké dopravě příliš nevyužívá a letectví stále čeká až na dobudování speciálních rozšiřujících služeb, které zajistí potřebné monitorování integrity signálů GPS a včasné varování pilotů v případě zjištění problému. Takovýmito systémy by měl být americký WAAS a LAAS, kanadský CWAAS, evropský

EGNOS a japonský MSLS. IAA přitom klade důraz na to, aby byl zajištěn hladký přechod letadel mezi těmito systémy. Zavedení těchto systémů bude představovat jednu z nejvýznamnějších inovací, umožňující lepší správu dopravních koridorů a nižší spotřebu paliva. GPS přijímače budou používány pro navádění letadel po celou dobu letu, startem počínaje a navedením na přistání konče. V poslední době jsou testovány dokonce i systémy, které umožňují automatické přistání letadel až s centimetrovou přesností. I když tyto systémy nebyly doposud schváleny pro praktické nasazení, dosavadní výsledky ukazují, že je možné GPS pro tyto účely použít (samozřejmě po zavedení výše uvedených rozšiřujících služeb). (1)

Jinou otázkou je využití systému GPS v oblasti rekreačního a amatérského létání. Zde je již k dispozici celá řada systémů, využitelných kluzáky a závěsnými padáky počínaje a malými sportovními letadly konče. (1)

2.2 Zvládání krizových situací

V oblasti záchranných služeb a krizového řízení je systém GPS neocenitelným pomocníkem jednak při lokalizaci postiženého místa, jednak při jeho případném operativním mapování, při sledování polohy zasahujících jednotek apod. Zvláště přínosný je systém GPS ve spojení s dalšími geoinformačními technologiemi, jako jsou geografické informační systémy, prostorové databáze apod. Takovéto systémy mohou na základě zjištění aktuální polohy poskytovat zasahujícím jednotkám potřebné informace např. o rizikových faktorech ohroženého území, o rozložení zdrojů nezbytných pro zasahující jednotky, o poloze sousedních jednotek, zkrátka celou řadu informací vázaných na aktuální polohu jednotky. (1)

2.3 Vědecké aplikace

GPS je vhodným nástrojem rovněž pro potřeby vědeckého bádání. Asi nejznámější oblastí tohoto typu jsou studie pohybu ker zemské kůry až do rozměrů kontinentů. Jinou oblastí je sledování vlastností atmosféry (ionosféry i troposféry), sledování vlivu atmosféry na šíření signálů GPS, monitorování pohybu svahů při sesuvech půdy, monitorování deformací velkých konstrukcí, jako jsou velké mosty, přehrady, výškové budovy pod. (1)

2.4 Časové služby

System GPS je schopen poskytovat časový standard přesnosti, která není běžnými prostředky dostupná. Využití tohoto časového standardu je velice široké: počínaje přesnými fyzikálními měřeními a synchronizací fyzikálních pokusů na velké vzdálenosti (řádově tisíců kilometrů) přes synchronizaci datových spojů (která umožňuje, dosáhnou díky lepšímu časovému sdílení přenosového média větší propustnosti přenosových tras), přes synchronizaci energetických soustav a platebních systémů až po synchronizaci základnových stanic mobilních operátorů, umožňující lokalizovat jednotlivé mobilní telefony s přesností jen o málo horší než 100 m. (1)

2.5 Další oblasti aplikací

Vedle výše zmíněných existuje ještě nepřehledná škála dalších oblastí využití systému GPS. Zcela jsme pominuli vojenské aplikace (například navádění různých zbraňových systémů na cíl, koordinace pohybu vojsk apod.), aplikace v oblasti životního prostředí, mobilních služeb, rybolovu, správy dopravních komunikací a celou řadu objevujících se aplikací (angl. emerging application). Bylo by velice obtížné se o všech zmínit podrobněji. (1)

3 TECHNICKÉ VYBAVENÍ

3.1 Typy přijímačů podle způsobu užití

3.1.1 Přijímače pro kosmickou navigaci

Kosmické přijímače GPS jsou používány pro účely družicové navigace a určení výšky letu. Od běžných přístrojů se liší především protiradiačním obalem – a pak cenou. (1)

3.1.2 Přijímače pro leteckou navigaci

Letecké přijímače GPS jsou obecně používány pro účely navigace a určení výšky letu. Je k dispozici široká škála přijímačů, které mohou vyhovět jakýmkoliv finančním možnostem. Existují i ruční přijímače, do nichž je možné vložit datovou kartu obsahující navigační mapy. Na opačném konci škály stojí jednotky zabudovávané do velkých jumbo-jetů, které jsou nyní testované i pro automatické přistávání. (1)

3.1.3 Přijímače pro lodní navigaci

Tyto přijímače jsou využívány především pro navigaci v dvourozměrném prostoru (pod hladinou vody měřit nelze, nad hladinou se lodě obvykle nepohybují), ale v literatuře byly popsány i pokusy využít systém GPS například pro měření hloubky ponoru lodí při nakládání. (1)

3.1.4 Ruční navigační přijímače

Dnes jich je k dispozici rovněž široká škála. Mnohé z nich jsou určeny ke speciálním účelům, jako je pozemní případně říční navigace, navigace malých letounů, průmyslové mapování apod. (1)

3.1.5 Přijímače pro mapování

Tyto přijímače jsou určeny k získávání podkladů pro tvorbu map. Jsou běžně vybaveny pro měření v diferenčním modu a velkou kapacitou vnitřní paměti pro uchovávání naměřených dat, případně textových komentářů k nim. (1)

3.1.6 Měřické přijímače

Jedná se o třídu přijímačů určených k měřickým účelům, schopných nejpřesnějších měření. U těchto přijímačů je problémem určení tzv. fázového středu antény, tedy bodu, ke

kterému se vztahují veškerá měření. Pro antény se konstruují speciální stativy, vybavené optickým zařízením pro přesné umístění antény nad měřický bod a mají přesně definovaný postup měření výšky antény nad tímto bodem. (1)

3.1.7 Přijímače přesného času

Tyto přijímače jsou určeny k jedinému účelu – generovat přesný čas. Pro zlepšení spolehlivosti jsou některé z nich vybaveny i přijímačem časového signálu ze systému Loran-C. Některé z nich mají dokonce zabudované atomové rubidiové nebo cesiové hodiny pro celkové zlepšení jejich krátkodobé i dlouhodobé stability. Většina z nich má přesný výstup jednosekundových impulsů. Některé z nich jsou využívány i pro synchronizaci digitálních komunikačních sítí. (1)

3.1.8 OEM moduly

OEM moduly jsou holé desky GPS přijímačů, určené k zabudování do jiných zařízení. Mívají jeden až dva komunikační porty standardu RS-232. (1)

3.1.9 PC a PCMCIA karty

Jedná se jednak o běžné karty do počítače, jednak o karty standardu PCMCIA. (1)

3.1.10 Referenční přijímače

Referenční přijímače jsou speciálně vyráběné přijímače GPS určené k výstavbě referenčních stanic DGPS. Jedná se o velice nákladné přijímače, které musí splňovat nejvyšší nároky na přesnost, spolehlivost a malou poruchovost. Pro méně náročné aplikace se na místě referenčních přijímačů často používají běžné geodetické přijímače. (1)

3.2 Interaktivní mapové podklady

3.2.1 Mapy.cz

Nejnavštěvovanější mapy na českém internetu. Podrobné hledání na mapách České republiky i celé Evropy. (6)

- hledání 2 700 000 adres, 70 000 ulic a 10 000 obcí v ČR
- více než 500 000 firem a institucí díky propojení se službou Firmy.cz
- encyklopedická hesla z Wikipedie - Wikimapy

- deseti tisíce turistických bodů zájmů
- a mnohem více – hrady, zámky, turistické známky...

Další funkce:

- Měření vzdáleností
- GPS
- Najdi v okolí
- Přidej vlastní ikonu
- Odkaz na tuto mapu
- Poslat emailem
- Dopravní informace – stav průjezdnosti Prahy, uzavírky a omezení v ČR (6)

Stáří map, dodavatelé mapových podkladů a licenční podmínky

Letecké snímky pocházejí ze snímkování z let 2004 až 2008. Jejich dodavatelem je společnost Geodis Brno. Základní mapové podklady jsou aktualizovány průběžně, jejich dodavatelem společnost PLANstudio. Dodavatelem turistických mapových podkladů je společnost SHOCart. (6)

3.2.2 Google Maps

Aplikace Google Maps, spuštěná v únoru 2005, patří mezi stěžejní projekty společnosti Google, Inc. Jde o volně dostupnou mapovou aplikaci s celosvětovým pokrytím, která kromě základních mapových služeb typu zobrazení mapy či vyhledání adresy nabízí i technologický základ pro množství dalších zajímavých využití. (6)

3.2.2.1 Základní funkce

Aplikace Google Maps zobrazuje svět v několika různých režimech - mapovým podkladem, satelitním snímkem nebo vizualizací terénu. Po mapě se lze volně pohybovat a mapu zobrazovat s různou mírou zvětšení, přičemž limitem přiblížení je kvalita dat (mapových informací či satelitních snímků) v dané oblasti. Kvalita se liší podle důležitosti oblasti, hustě osídlené bývají pokryty lépe, v České republice je v obcích zachycena většina ulic včetně obrysů budov. Satelitní (přesněji letecké) snímky mají od minulého roku v českých městech rozlišení 20cm na jeden obrazový pixel, čili pohledem na mapu

můžete kromě střechy svého domu rozeznat i před ním stojící vaše auto. Snímky jsou aktualizovány průběžně, řádově jednou za rok, opět dle důležitosti oblasti. Vyhledávání adresy objekt na ulici přesně lokalizuje, syntaxe pro zadání adresy je dosti volná. Další funkcí je vyhledání trasy mezi dvěma objekty, autem, pěšky nebo veřejnou dopravou, a to spolu s odhadem času a vzdálenosti. (6)

3.2.2.2 Pokročilé funkce

Google Maps však nabízí mnohem víc. Do map lze importovat souřadnice z GPS či jiných systémů nebo přidávat obsah z aplikací třetích stran (např. vrstevnice, přehled počasí, apod.). Dále je možné přes adresář firem vkládat polohu firmy spolu s reklamní informací (restaurace, obchodu apod.), uživatelé pak mohou např. vyhledat všechny pizzerie v zadaném městě, případně poté mohou k pizzerii napsat recenzi pro ostatní uživatele Google Maps. Změny v mapách lze sledovat pomocí technologie RSS. (6)

Google Maps však jdou dál. Služba Google Street View, spuštěná v květnu 2007, umožňuje 360° panoramatický pohled na ulici, s možností virtuálně se po ulici projít, otáčet pohledem nebo odbočit na jinou ulici či cestu na křižovatce. Z panoramatických fotografií si můžete udělat přesnou představu o vzhledu daného místa, přečíst pouliční tabule (díky kvalitě snímků často i otevírací hodiny podniků), zjistit, která banka provozuje bankomat na rohu nebo se dopředu zorientovat na křižovatkách, přes které pojedete. Služba je sice zatím dostupná jen ve vybraných městech mimo Českou republiku, seznam se však rychle rozrůstá - v době uvedení služby bylo zpracováno jen 5 měst z USA, nyní jde o tisíce měst z USA, Evropy, Austrálie a Japonska. Data jsou získávána projížděním oblastí se speciální kamerou (s 11 čočkami a 4 směrovými mikrofony streamující na vyměnitelné hard-disky), jejíž fotografie jsou s mapovým podkladem propojeny díky pozici získané z GPS. (6)

3.2.2.3 Google Mobile Maps

Mapy Google jsou dostupné i přes mobilní telefon. Pokud máte aktivovaný datový tarif, stačí do telefonu stáhnout aplikaci Google Mobile Maps (zadat do prohlížeče telefonu adresu <http://google.com/gmm>), a kdykoliv a kdekoliv si můžete prohlížet mapu, vyhledávat ulice či provozovny firem, plánovat trasy nebo (ve vybraných městech USA) zjišťovat hustotu dopravy. Na vybraných telefonech umí aplikace sama zjistit vaši polohu,

a to i když nemáte GPS zařízení - využívá přitom informací vysílaných z mobilních vysílačů v okolí. (6)

Další nově představenou mobilní aplikací je Google Latitude - sdílení polohy s přáteli. Na mapě se vám zobrazí poloha a stavová zpráva vašich přátel, se kterými můžete sdílet svoji polohu. Funkce je zatím experimentální, nicméně kromě sociální sféry určitě může najít své využití při logistice, u taxi-služeb a podobně... (6)

3.2.2.4 Vložení map do vlastní stránky

Mapové rozhraní Google Maps lze zdarma vkládat i do svých vlastních stránek. Nejde o pouhé vložení obrázku s mapou zkopírovanou ze stránek Google Maps, nýbrž o vložení plnohodnotné interaktivní mapové aplikace na své stránky. Google nabízí aplikační rozhraní (API) pro přístup k základním mapovým funkcím - zvolení HTML elementu, ve kterém se má mapa zobrazit, jeho rozměry, jaké místo a s jakou úrovní detailu se má zobrazit, která vrstva (mapa či satelitní snímek) se má použít, zda mají být součástí mapy i standardní ovládací prvky apod. Je rovněž možné na stránku přidat vlastní body zájmu, trasy či regiony, včetně zobrazení popisku a definicí obsluhy jejich interakce s uživatelem.

Využití této služby je mnoho. Pro příklad můžeme uvést mapu s polohou nemovitostí nabízených realitní kanceláří, zobrazení mapy předpovědi počasí, mapu hotelů, databázi last-minute zájezdu, ale například i cenovou mapu piva v Praze apod. (6)

Pro použití na vlastních stránkách je potřeba podat žádost, ve které uvedete zejména URL, na které vaše aplikace poběží, a následně obdržíte klíč, kterým se bude vaše aplikace prokazovat. Do svých stránek pak jednoduše vložíte odkaz na JavaScript s Google Maps API a pak už můžete API používat. (6)

3.2.3 Srovnání mapových podkladů

Google Maps má v celosvětovém měřítku konkurenci zejména v Microsoft Maps (<http://maps.live.com>), která obsahuje podobné funkce. Microsoft Maps má převahu zejména v 3D vizualizaci, kde lze i přes webovou aplikaci zobrazit 3D modely měst s texturou potaženými maketami domů (k tomu je však nutno instalovat do prohlížeče speciální plugin). V dalších funkcích však Microsoft pokulhává. (6)

V českých luzích a hájích je velkou konkurencí Google mapám zejména společnost Seznam, a.s. se svým produktem Mapy.cz (<http://www.mapy.cz>). I když je primárně zaměřena na Českou republiku, obsahuje hrubé mapy i okolních evropských zemí.

Technologicky jsou si Mapy.cz a Google Maps podobné jak vejce vejci, samozřejmostí jsou letecké snímky, adresář firem a jiných bodů (převzatý z placené databáze Firmy.cz, nicméně do mapy je možné vložit firmu i zdarma), plánovač trasy či API rozhraní pro použití Mapy.cz na vlastních stránkách (licenčně je však rozhraní mnohem více limitované). Mezi přednosti patří krásně renderované turistické mapy a také zohlednění českých specifik, zejména při vyhledávání adres. Kvalita mapových dat je podobná, databáze firem a bodů zájmu je však oproti Google Maps výrazně bohatší. (6)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ANALÝZA FUNKČNÍCH POŽADAVKŮ

4.1 On-line sledování

Pomocí satelitního systému GPS zjišťuje lokátor svoji polohu při jízdě po každých 25 ujetých metrech (v praxi v intervalu 2 až 10 vteřin) a každých 5 minut v případě stání. Informace okamžitě odesílá na server, který data zpracuje a v reálném čase zobrazí uživateli pomocí propracované aplikace.

4.2 GPS lokalizace polohy

Přesnost zaměření polohy pomocí GPS (globální polohový systém) je v ideálních podmínkách (otevřený terén, mimo městskou zástavbu) +/- 2 až 5 metrů. V běžné městské zástavbě se přesnost zaměřené polohy vozidla pohybuje v rozmezí +/- 5 až +/- 10m.

4.3 Mapové podklady

Aplikace využívá mapové podklady Google Maps a Microsoft Virtual Earth včetně klasického, fotografického i hybridního zobrazení. Jedná se dva nejlepší mapové podklady, které se automaticky aktualizují z internetu. Z ryze českých lze použít například mapy.cz.

4.4 Elektronická kniha jízd

Elektronická kniha jízd je tvořena z údajů získaných pomocí GPS on-line sledování. Systém automaticky vytváří denní sumáře pohybu vozidla a zaznamenává je do tabulky. Libovolný den lze vybrat a zobrazit podrobnosti v textové (kudy vozidlo jezdilo, kde a jak dlouho stálo, jakou rychlostí se pohybovalo). Informace z elektronické knihy jízd lze exportovat (např. Microsoft Excel), upravovat a tisknout.

4.5 Anonymní provoz

Lokátor do vozidla lze zakoupit a provozovat bez potřeby zadání údajů o klientovi.

4.6 Skrytá instalace

Konstrukce lokátoru umožňuje plně skrytou instalaci do vozidla. Nejčastější umístění je v palubní desce vozidla, citlivá GPS anténa dokáže určit svoji polohu také pod sklem (i zatepleným) a pod plastem. Nikde nekoukají žádné antény nebo kabely.

4.7 Vnitřní paměť na polohy

Lokátor má vlastní vnitřní paměť na 15 000 poloh (záleží na velikosti vnitřní paměti lokátoru, může se typ od typu lišit).

Ta se využije zejména:

- v místech, kde není dostatečné pokrytí signálem pro přenos dat
- při lokalizaci v zahraničí

Ihned po návratu na signál domácí sítě lokátor odešle automaticky všechna uložená data na server.

4.8 Přenositelnost systému

Lokátor a jeho následná lokalizace nejsou vázány na konkrétní vozidlo. Lze ho tedy libovolně přemístit na jiné vozidlo např. při koupi nového vozu, provádět s ním namátkovou kontrolu, použít ho na dozor osob, dětí, zboží nebo s ním sledovat pohyb jakéhokoliv dalšího zájmového cíle.

4.9 Přepínač střežení

V případě neoprávněné jízdy - nesenutí bezpečnostního tlačítka, které je ve vozidle umístěno dle přání klienta, pošle lokátor automaticky upozorňující SMS zprávu a e-mail o pohybu vozu. Uživatel má tak maximální ochranu před odcizením vozidla.

4.10 Geofence

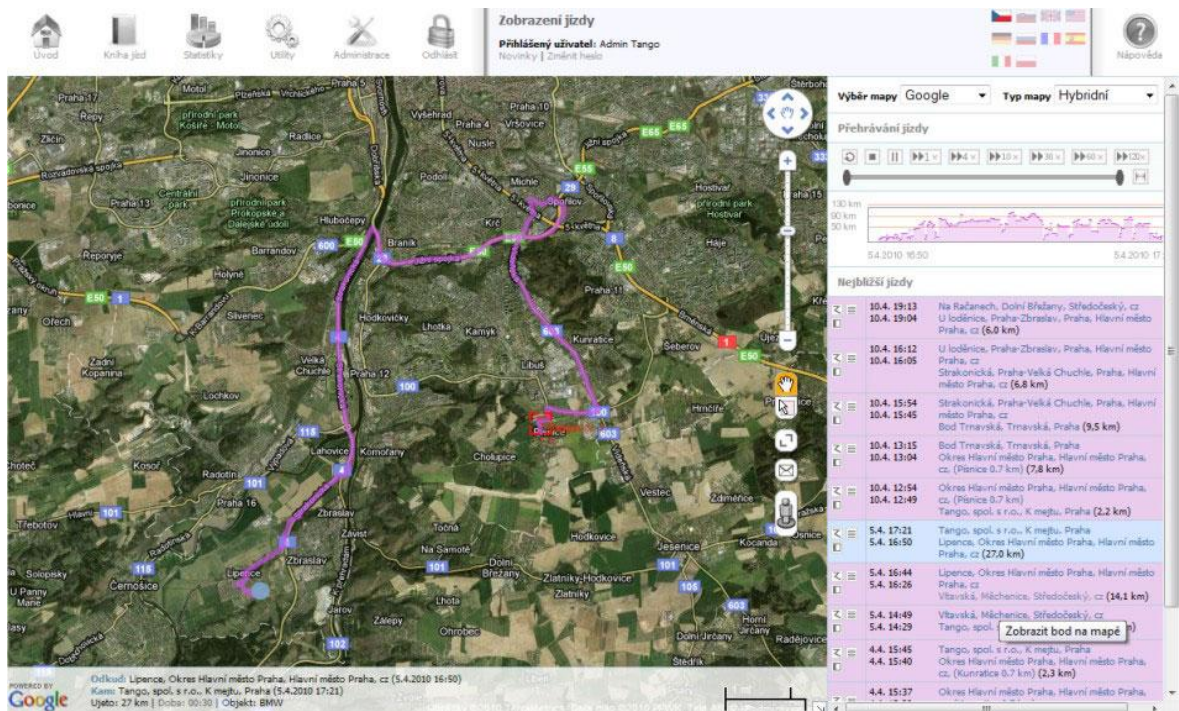
Funkce pro hlídání vjezdu nebo opuštění vyznačené oblasti – například ulice, města, parkoviště, okolí sídla konkurence, atd. Uživatel si přímo v aplikaci označí požadovanou oblast. Ve chvíli kdy lokátor opustí nebo vjede do vyznačeného prostoru je uživatel upozorněn sms zprávou na mobilní telefon, popřípadě e-mailem.

4.11 Záložní akumulátor

Záložní akumulátor o kapacitě 1300 mAh dokáže napájet lokátor až 16 hodin při odpojení od autobaterie.

4.12 Zobrazení historie ujetých tras

System automaticky uchovává všechny ujeté trasy a informace k nim. Historie záznamů se zobrazuje v kalendáři a po zobrazení detailu dne i jednotlivé jízdy. Tyto jízdy je možné zobrazit přímo v mapových podkladech buď jednotlivě, nebo celý uživatelův výběr (více jízd).



Obrázek 10: Zobrazení historie ujetých tras

4.13 Automatické nalezení nejbližšího auta taxislužby od požadované polohy zákazníka

Aplikace může snadno spočítat na základě známých poloh všech automobilů a jejich zaneprázdněnosti (jestli náhodou již nevezou jiného zákazníka či nemá volno), které auto taxislužby je pozici zákazníka nejbližší.

4.14 Zpětné dohledání trasy v případě, že se zákazníkovi nezdá cena

Při reklamaci může přímo dispečink cenu jízdného zpětně spočítat z GPS poloh vozu a automaticky ji předá magistrátu.

5 ANALÝZA NEFUNKČNÍCH POŽADAVKŮ

5.1 On-line sledování automobilů bez GPS

V dnešní době není jiný použitelný globální navigační systém než GPS. I když existuje pár dalších, tak žádný není dostatečně rozšířen. Pro Evropu je naděje v systému Galileo a vzniku duálních lokátorů, které budou pracovat jak s GPS, tak s Galileem.

5.2 Nutnost dodatečných úprav na vozidle

V současné době se musí vždy provést instalace dodatečného zařízení do vozidla (umístění samotného lokátoru a antény), pokud nechceme používat jen přenosná řešení, které nejsou pro použití v taxislužbě příliš vhodná.

5.3 GPS sledování v dlouhých tunelech

V tunelech je rušení GPS signálu bohužel natolik silné, že lokátor není schopen přijímat signál s družice a dále tak určovat svoji polohu.

5.4 Dokonalá přesnost na centimetry

Jedná se o omezení samotného systému GPS, který bez dalšího rozšíření dosahuje maximální přesnosti v řádu metrů. V budoucnu při zavedení rozšiřujících systému (např. LAAS) bude možné této přesnosti dosáhnout.

Avšak pro současné použití v taxislužbě nám současná přesnost stačí a umožňuje bezproblémový chod.

5.5 Nejednotnost

Existuje celá řada balíčků služeb, ale vždy je nutnost instalace konkrétního lokátoru, který s danou službou spolupracuje. Zatím neexistuje jeden přístroj, který by umožňoval jen změnu obslužné aplikace druhé strany, bez nutnosti výměny komponent ve vozidle.

5.6 On-line sledování při výpadku GSM sítě

Lokátor má vnitřní paměť, která umožňuje zaznamenat až několik desítek tisíc záznamů. Takže reálně může fungovat dalších cca 300-20 000 km, v závislosti na velikosti vestavěné paměti, aniž by došlo ke ztrátě dat. Po opětovném navázání spojení s GSM sítí jsou data odeslána na dispečink.

6 NÁVRH SYSTÉMU

6.1 Obecné schéma



Prostřednictvím satelitního systému GPS (globální polohový systém) zjišťuje lokátor svoji polohu s přesností +/- 2 až 5 metrů a pomocí datových přenosů GPRS ji okamžitě odesílá na server, kde se ukládá a archivuje. Při tom se využívá stávající GSM síť mobilních operátorů ve spojení s neomezeným datovým tarifem.

Lokátor zjišťuje svoji polohu při jízdě po každých 25 ujetých metrech (v praxi v intervalu 2 až 10 vteřin) a každých 5 minut v případě stání. Tyto intervaly se standardně nastavují u vozidlových lokátorů, v případě mobilního použití se interval odesílání řeší individuálně.

Uživatel má informace k dispozici v reálném čase pomocí nainstalované aplikace. Aplikace může obsahovat také přehlednou tabulku s historií poloh a ze získaných údajů vytváří různé grafy (rychlost, nadmořská výška, pracovní čas atd.)

Součástí každé odeslané polohy je datum a čas pořízení, aktuální rychlost, přesnost zaměření, zapnuté/vypnuté zapalování a další informace. Systém na základě těchto

informací automaticky generuje elektronickou knihu jízd (datum a čas, město a část, ujetou vzdálenost, atd.), kterou je možné tisknout nebo exportovat např. do Excelu a upravit.

System pro správu vozového parku se tedy skládá z lokátoru, který je umístěn ve vozidle, serveru na zpracování dat a jejich uložení a klientské aplikace.

Jednotlivé komponenty budou podrobněji popsány v následujících kapitolách.

6.2 Mobilní GPS jednotky (lokátory)

Polohu vozidla měří mobilní GPS jednotka namontovaná ve vozidle. Princip funkce GPS určování polohy je podrobněji popsán v kapitole 1.1 věnované GPS. Většina dnes dostupných lokátorů je jen pro GPS z důvodu malého rozšíření ostatních navigačních systémů. V Evropě se do budoucna možná dočkáme duálních zařízení, která budou pracovat jak s GPS, tak se systémem Galileo.

Jednotky dělíme na dvě základní skupiny: off-line a on-line lokátory.

6.2.1 Off-line lokátory

Off-line lokátory uchovávají naměřená data ve své paměti a je možné je přenášet do systému elektronické Knihy jízd na přenosném paměťovém médiu. V závislosti na výrobci to mohou být například speciální paměťové moduly DALLAS nebo RFID paměťové čipy či nejnověji standardní paměťové karty. Jejich používání má delší historii než u jednotek on-line.

Mobilní jednotka je zařízení, které je zabudováno napevno ve vozidle, spojeno s anténou GPS a připojeno na spínací skříňku vozidla. Naměřené údaje jsou ukládány do paměťového bloku jednotky. Po jeho vyjmutí jsou načteny pomocí čtečky do PC a za pomoci softwaru zpracovány. Mobilní jednotka registruje každou jízdu od zapnutí klíčku (začátek jízdy) po jeho vypnutí (konec jízdy). Interní přijímač GPS určuje při zapnutém klíčku s přesností cca 5 m polohu vozidla v předem zvoleném časovém nebo délkovém intervalu. Díky speciální komprimaci dat umožňuje jednotka při standardním nastavení zaznamenat cca 20 000 km. Každou jízdu lze přepnutím na panelu paměťového bloku rozlišit jako služební nebo soukromou. Jízdy označené jako soukromé nejsou polohově lokalizovány. Firmware jednotky registruje každé vyjmutí paměťového bloku z jednotky. Pro identifikaci řidičů je možné použít čip Dallas nebo alfanumerický terminál. Pomocí

tohoto terminálu lze do mobilní jednotky zadávat údaje k dané jízdě (řidič, účel jízdy, PHM litry a Kč a další uživatelem volitelné kategorie).



Obrázek 11: Off-line lokátor a další zařízení používané v automobilu

6.2.2 On-line lokátory

On-line lokátory jsou schopny automaticky a v reálném čase přenášet data do sledovacího systému nebo Knihy jízd pomocí mobilní GSM sítě. Nejvyužívanější způsob přenosu je pomocí GPRS spojení, využívají se i ostatní dva způsoby komunikace: pomocí SMS a vytáčeným datovým voláním (CSD).

Výhodou jednotek on-line je především to, že uživatel má možnost sledování svých vozidel v reálném čase (resp. s takovou aktualizací poloh, jakou potřebuje) a to, že veškeré další přenosy dat (data knihy jízd případně nastavení jednotky a diagnostické a servisní funkce dodavatele) jdou po síti GSM, a proto po instalaci jednotky již nejsou potřeba žádné zásahy přímo ve vozidle. Systém je založen na principu přenosu polohové informace poskytované globálním navigačním systémem GPS z mobilní jednotky do dispečerského centra. Komunikaci zabezpečuje síť GSM s využitím služby SMS/DATA/GPRS.

6.2.2.1 Lokátory pro pevnou montáž

Lokátor Teltonika FM 2200

Vysoce spolehlivý GPS lokátor je určený k pevné skryté instalaci do vozidla. Je také vrcholným zabezpečovacím systémem pro vyhledání vozidla v případě odcizení. Díky stálému zjišťování pozic lze vozidlo velmi efektivně dohledat.

Lokátor FM 2200 je vybaven technologií vylepšeného příjmu, který v kombinaci s vysoce účinnou GPS anténou dokáže přesně zaměřit svoji polohu i za nepříznivých podmínek a bez přímého výhledu na oblohu. Pro přenos získaných dat využívá tento typ lokátoru síť GSM (GPRS). Přenos dat po 2 až 10 vteřinách zajišťuje dokonalý přehled i v malých uličkách velkých měst.

Napájení lokátoru zajišťuje pevné připojení na autobaterii vozidla, díky ní je doba provozu neomezená. Výrobce lokátoru je litevská společnost Teltonika UAB, která při vývoji těchto zařízení spolupracuje se společností Nokia.



Obrázek 12: FM 2200

Mobilní jednotka MJ2732 VEP - VETRONICS Hidden

Další vysoce spolehlivý GPS lokátor, který je určený k pevné skryté instalaci do vozidla. Dodává jej firma Vetronics. Tento lokátor lze pomocí fleet kabelu propojit i s navigací Garmin. Kompletní technickou specifikaci naleznete v příloze PII.



Obrázek 13: Lokátor MJ2732 VEP

Základní funkce:

- Elektronická kniha jízd po GPRS. Přesná ujetá vzdálenost od počátku jízdy v předem zvoleném časovém nebo vzdálenostním intervalu.
- On-line sledování vozidla po GPRS. Pozice vozidla v předem zvoleném časovém intervalu.
- Průjezd daným bodem. Čas a rychlost průjezdu.
- Bod dosažení. Dosažení resp. opuštění předem definovaného bodu nebo území.
- Nastavení časového kalendáře pro monitorování vozidla v EU (SMS).
- Volba roamingového operátora.
- Optimalizace GSM přenosu.
- Informace z analogových a digitálních vstupů.
- Identifikace řidice: Dallas/RFID.
- Připojení na vozidlovou sběrnici FMS Cotel umožňuje monitorovat:
 - Průměrná spotřeba, stav paliva v nádrži, otáčky motoru, zatížení vozidla, stav tachometru, rychlost vozidla, teplota chladicí kapaliny...
- Externí záložní zdroj

Sběrnice CAN Bus / FMS (Cotel):

- čtení dat z vozidlové sběrnice CAN Bus koncernových vozidel Volkswagen Group:
 - Stav paliva v nádrži
 - Stav tachometru
- čtení dat z vozidlové sběrnice FMS (Cotel) nákladních vozidel:
 - Průměrná spotřeba, stav paliva v nádrži, otáčky motoru, zatížení vozidla, stav tachometru, rychlost vozidla, teplota chladicí kapaliny...

6.2.2.2 Lokátory pro mobilní použití

Přenosný lokátor Teltonika GH1202

Přenosný lokátor GH je vysoce spolehlivá mobilní jednotka určená k operativnímu utajenému sledování a zabezpečení vozidla, osoby, nebo jiného pohyblivého objektu.

Lokátor je vybaven nejnovějším GPS čipem uBlox s technologií A-GPS (asistovaná GPS) pro rychlejší zaměření polohy. Dále zařízení obsahuje technologii vylepšeného příjmu, která v kombinaci s vysoce účinnou integrovanou anténou dokáže přesně zaměřit svoji polohu i za nepříznivých podmínek a bez přímého výhledu na oblohu.

Napájení lokátoru zajišťuje vlastní dobíjecí akumulátor. Doba provozu je závislá na nastaveném intervalu zjišťování polohy a odesílání informací o poloze, pohybuje se v rozmezí od 24 do 102 hodin.

Funkce zařízení:

Automatický on-line provoz - jednotka automaticky, v nastaveném intervalu (např. 10 nebo 30 vteřin), odesílá informace o poloze na lokalizační server. Uživatel může na libovolném PC pomocí dodávané aplikace sledovat veškeré údaje v reálném čase - aktuální poloha, rychlost, nadmořská výška, historie pohybu, denní sumáře ujetých kilometrů, narušení definovaných oblastí, atd.

Off-line provoz – lokátor ukládá všechny informace do své vnitřní paměti. Projetou trasu lze následně zobrazit v aplikaci Google Earth (export dat do formátu .KML).

Odeslání aktuální polohy na vyžádání - kdykoliv lze zjistit aktuální polohu jednotky odesláním dotazu SMS zprávou z mobilního telefonu. Jednotka zpět odešle informace o aktuální poloze ve formátu GPS souřadnic.

Funkce Parking (off- line provoz) – po stisknutí tlačítka si lokátor automaticky uloží aktuální polohu do vnitřní paměti a při opuštění tohoto místa automaticky odešle informační SMS na předem zvolené telefonní číslo. Slouží pro střežení majetku nebo pro zjištění, zda se zájmový objekt dal do pohybu.

GPS přijímač:	uBlox 50 kanálů
GPS anténa:	integrována s vysokou účinností
Podporovaná GSM pásma:	900/1800, 850/1900 MHz
Přenos dat:	GPRS (TCP/IP, UDP), SMS
Konfigurace (změny nastavení):	USB nebo SMS
Napájení:	interní akumulátor (1050mAh), až 102 hodin provozu
Nabíjení:	elektrická síť nebo pomocí USB kabelu přímo z PC
Provozní teplota:	-20 až 60 °C
Rozměry:	92 x 44 x 18 mm
Hmotnost:	80 g

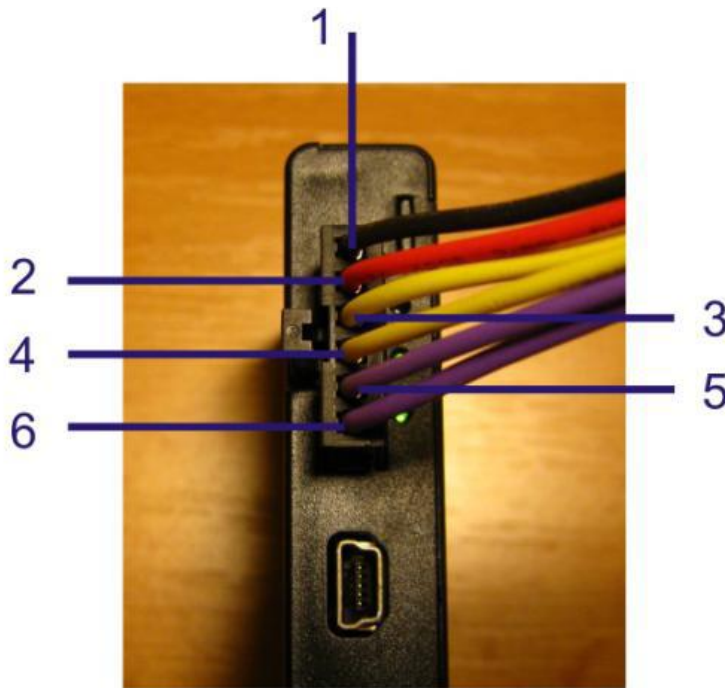
Tabulka 4: Technické parametry GH1202



Obrázek 14: Lokátor GH1202

6.2.3 Montáž lokátoru do vozidla

U lokátoru se připojují vodiče napájení (+ červený, - černý) a indikace zapalování (DIN1, žlutý).



Obrázek 15: Konektor na lokátoru a jeho připojení

- 1 - GND VCC (10-30)V DC (-)
- 2- VCC (10-30)V DC (+) použít pojistku 3A
- 3 - (zapalování)DIN 1 použít pojistku 3A
- 4 - DIN 2
- 5 - OUT 2
- 6 - OUT 1

6.2.3.1 Připojení napájení:

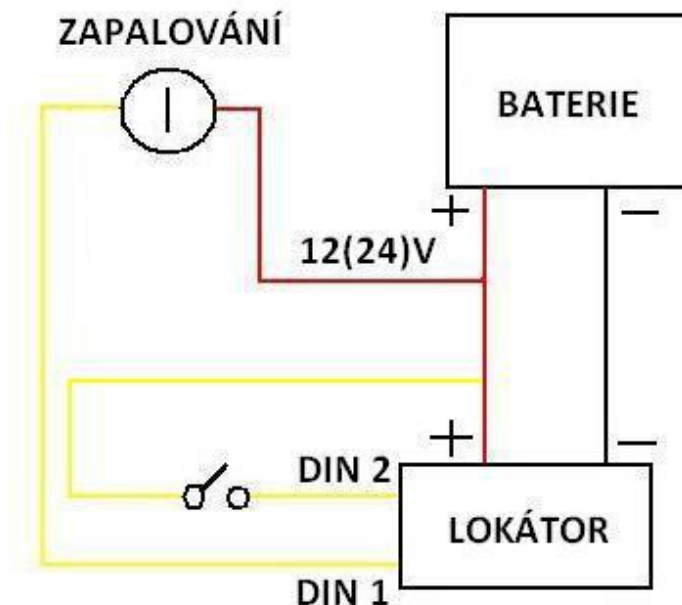
Záporný pól - (GND) musí být připojen přímo na kostru vozidla. Kladný pól + (VCC) je nutné připojit na trvalý plus vozidla. Je vhodné připojovat jednotku za pojistkou (baterie (+) -> pojistka -> lokátor (+)). Jednotka musí být trvale napájena.

6.2.3.2 Připojení k zapalování:

DIN1 se připojuje přímo na napájení zapalování. Tento vodič je zpravidla připojen do spínací skříňky. Při poloze, kdy je zapnuté zapalování, je na tomto vodiči napětí +12V nebo +24V(kamiony, atd.). Obvykle bývá značen číslem 15.

6.2.3.3 Připojení přepínače střežení

V případě montáže přepínače střežení se DIN 2 připojuje na napájení zapalování. Na tento vodič je zapojen kolébkový přepínač, který spojuje a rozpojuje okruh. Přepínač se montuje na skryté místo na palubní desce.



Obrázek 16: Schéma zapojení lokátoru s přepínačem střežení v automobilu

6.2.3.4 Umístění antény

Anténu je nutné umístit tak, aby byla pokud možno v přímé viditelnosti s oblohou. Anténa může být namontována pod plastový kryt palubní desky. Mezi anténou a oblohou nesmí být kov (střecha, plech, jiný stínící materiál).

6.3 Další používané zařízení:

6.3.1 Měření spotřeby paliva

Některé aplikace umožňují několik způsobů měření spotřeby paliva. Naměřené hodnoty se primárně využívají k zpřesnění výpočtu spotřeby vozidla.

6.3.1.1 stávající plovák ve vozidle

u vozidel vybavených systémovou sběrnici CAN nebo FMS, lze využít k měření hladiny paliva v nádrži stávající plovák. Naměřené hodnoty lze využít k detekování tankování či krádeží paliva. Slouží k zpřesnění výpočtu průměrné spotřeby paliva vozidlem. Ze systémové sběrnice vozidla jednotka dokáže získat další rozličné údaje, jako je spotřebované palivo (průtokoměr), teplotu chladicí kapaliny, otáčky motoru atd. Výhodnou tohoto řešení jsou nulové náklady na pořízení. Mobilní jednotka je standardně vybavena rozhraním pro připojení (např. Vetronics - MJ2732 VEP).

6.3.1.2 externí sonda

umožňuje přesně měřit hladinu paliva u vozidel nebo strojů, u kterých není možno se připojit na stávající plovák, nebo jeho přesnost je nedostačující. Naměřené hodnoty lze využít k detekování tankování či krádeží paliva. Slouží k zpřesnění výpočtu průměrné spotřeby paliva vozidlem. Jednotka ve spojení se sondou dokáže odhalit krádež paliva v reálném čase a vyvolat alarmový poplach, např. SMS zprávou.

6.3.1.3 průtokoměr

slouží k přesnému měření spotřebovaného paliva, které proteče mezi nádrží a motorem. Výhodou tohoto zařízení je vysoká přesnost.

6.3.2 Identifikace řidiče

Rozlišení řidičů se může provádět pomocí čtečky Dallas nebo RFID. Dallas čip je vhodný, pokud vozidlo používá více řidičů, RFID čtečka je vhodná pro společnosti, kteří chtějí systém sloučit např. s již existujícím docházkovým systémem.

Funkci identifikace řidiče lze doplnit o akustický hlásič, který řidiče upozorní na nutnost identifikace čipem Dallas/RFID.



Obrázek 17: Čip Dallas

6.4 Uživatelská aplikace

Uživatelská aplikace slouží pro správu vozového parku. Obsahuje funkce, jako jsou: elektronická kniha jízd, sledování vozidel (dispečink, dispečerské pracoviště), optimalizace dopravy, cestovní náhrady, a další. Využívá se nejmodernějších technologií GPS a GSM. Díky technologii GPS dokáže systém určit přesnou polohu vozidel, prostřednictvím GSM sítě se tyto informace dostanou v reálném čase k uživateli.

Aplikace pracuje buď jako webová aplikace (internetový dispečink) nebo je založena na Windows/Linux platformě. Každá z variant má své výhody a nevýhody.

Základní vlastnosti:

- zjištění aktuální polohy vozidel kdekoli na zemi pomocí technologie GPS a GSM
- automatická tvorba knihy jízd, záznam o provozu vozidla, příkaz k jízdě, stravné
- kompletní dispečerské pracoviště
- komunikaci s řidiči, navigace
- kontrola spotřeby paliva
- měření otáček motoru, teploty motoru
- plánování tras

6.4.1 Dispečink na Windows/Linux platformě

Jedná se o v dnešní době méně používanou formu. Funkčně je v podstatě shodný s internetovým dispečinkem. Většina řešení přechází právě na dispečink, který je kompletně dostupný přes internet, proto dále budu popisovat jen tuto formu.

6.4.2 Internetový dispečink

Internetový dispečink je kompletním překlopením dispečerského pracoviště na webovou platformu s velmi jednoduchým intuitivním ovládáním. Uživatel k samotné práci potřebuje pouze připojení k internetu a prohlížeč www stránek.

Do internetového dispečinku mohou být implementovány všechny relevantní funkce včetně telemetrických údajů vozidel jako je spotřeba, otáčky motoru, stav tachometru, teplota přepravního prostoru atd.

Uživatel má tedy možnost pracovat s vozidly skutečně on-line kdekoliv včetně zahraničí. Třídít vozidla po skupinách, střediscích apod. včetně vyhodnocení libovolných statistik. Zadává tzv. body dosažení (nakládka, vykládka, ...), o čemž může být informován kdokoliv další prostřednictvím zprávy na mobilní telefon, nebo využívá funkci optimální vozidlo do místa určení. Systém importuje data z elektronických výpisů všech karet na PHM a umožňuje export dat do dalších ekonomických programů nebo jen jako výtisk pro potřeby vlastního účetnictví.

6.4.3 Jak to funguje

Již se stalo všeobecným standardem využívat poměrně nové technologie GPS a GSM k navigaci a komunikaci s řidičem. Ale GPS navigace jsou zatím spíše pasivními přijímači družicového signálu a GSM síť využíváme spíše k volání či zasílání SMS. Jako revoluční pak vnímáme kombinaci obou technologií, které nám přitom umožňují tolik zajímavého, například generování elektronické knihy jízd. Vždyť díky GPS signálu již není problém určit místo, kde se vozidlo nachází, a pomocí mobilních operátorů pak tuto polohu přenést do ústředí firmy či uložit tuto informaci na server.

V případě GSM se využívají sítě stávajících operátorů 900/1800 MHz, které již dnes pokrývají svým signálem 98-99% nejen území ČR, ale i většiny ostatních států Evropy.

Jenže to není všechno, co nám spojení těchto technologií může nabídnout. Kromě pasivního ukládání knihy jízd můžeme být i aktivně informováni o tom, že vozidlo přijelo do místa vyzvednutí zákazníka nebo jestli vozidlo řídí řidič, který k tomu nemá právo, případně že vozidlo je pravděpodobně kradeno. Systém také může zaslat zprávu o tom, že vozidlo odjelo z určité lokality. Samozřejmě je možné využít i další aktivní funkce, jako je automatické zaslání knihy jízd na určitý e-mail či zasílání dalších informací, jako jsou náklady na vozidlo či upozornění v případě pravděpodobné nefunkčnosti GPS jednotky ve vozidle.

A celý tento systém dnes můžete mít přímo dostupný na internetové stránce.



Obrázek 18: Jak funguje webdispecink.cz



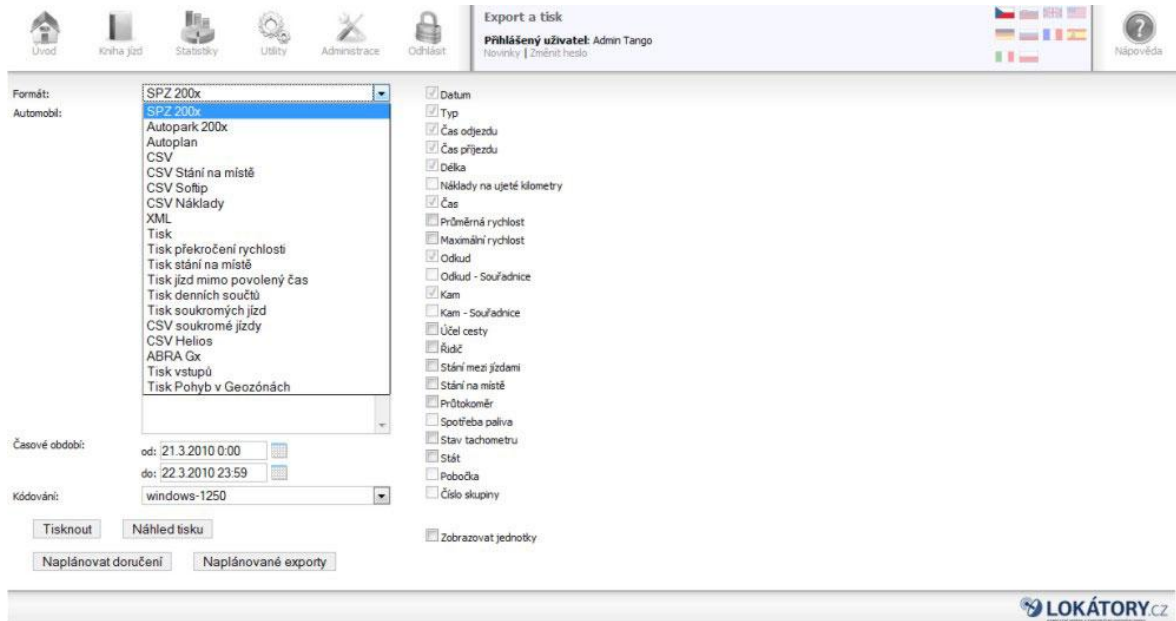
Obrázek 19: Jak fungují Lokatory.cz

Z obrázků výše lze jasně vidět, že jednotlivé služby různých firem fungují prakticky na stejném principu. Jediný rozdíl je v použitých lokátorech a koncové uživatelské aplikaci.

6.4.4 Export a tisk knihy jízd

Samozřejmě je důležité, aby se dala automatická kniha jízd, kterou aplikace generuje i exportovat do různých formátů – CSV nebo XML. Výsledné soubory lze následně upravovat a tisknout.

Popřípadě knihu jízd zasílat automaticky ve formátu PDF na uživatelem nastavený e-mail v nastavené časové období - denně, týdně nebo měsíčně.



Obrázek 20: Příklad exportu knihy jízd v aplikaci Lokatory.cz

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2		BMW										
3												
4		Datum	Typ	Odjezd	Příjezd	Délka	Čas	Odkud	Kam	Stav tachom	Stát	Číslo skupiny
5		21.3.2010	Jízda se spolujedzcem	10:50	10:57	4	0:07	Tango, spol. s r.o., K mejtu, Praha	Na Račanech, Dolní Břežany, Středočeský, c	77 026,50	Czech Republic	151335
6		21.3.2010	Soukromá	11:19	11:25	3,9	0:05	Na Račanech, Dolní Břežany, Středočeský, cz	Libušská, Praha-Libuš, Praha, Hlavní město	77 030,40	Czech Republic	151335
7		21.3.2010	Služební odsouhlasená	11:28	11:40	9,5	0:11	Libušská, Praha-Libuš, Praha, Hlavní město Praha, (Háje, Okres Hlavní město Praha, Hlavní měs		77 039,90	Czech Republic	151335
8		21.3.2010	Služební neodsouhlasená	11:47	11:52	2,5	0:04	Okres Hlavní město Praha, Hlavní město Praha, cz,	Bod Trnavská, Trnavská, Praha	77 042,40	Czech Republic	151335
9		21.3.2010	Služební neodsouhlasená	14:39	14:45	2,1	0:06	Bod Trnavská, Trnavská, Praha	Okres Hlavní město Praha, Hlavní město Pra	77 044,50	Czech Republic	151335
10		21.3.2010	Služební neodsouhlasená	15:13	15:18	2	0:04	Okres Hlavní město Praha, Hlavní město Praha, cz,	Rožtylská, Praha 11, Praha, Hlavní město Pra	77 046,50	Czech Republic	151335
11		21.3.2010	Služební neodsouhlasená	16:52	16:59	5,5	0:06	Rožtylská, Praha 11, Praha, Hlavní město Praha, cz	Tango, spol. s r.o., K mejtu, Praha	77 052,00	Czech Republic	151335
12												
13												
14												

Obrázek 21: Příklad exportu knihy jízd v aplikaci Lokatory.cz

6.4.5 Rozlišení typu jízd

Dalším důležitým prvkem je nutnost rozlišovat jízdy dle různých typů, nejenom rozdělovat na služební nebo soukromá jízda, ale mnohem sofistikovaněji. Uživatel může mít například možnost použít přednastavené (služební neodsouhlasená, služební odsouhlasená, soukromá) nebo si může definovat vlastní typy jízd. A dále si podle druhu jízd zvolí libovolnou barvu pro zvýraznění v knize jízd a pro zobrazení trasy na mapě.

Popis typu	Barva jízdy	Barva pozadí	Číselný kód	Textové zobrazení	Jízdy zobrazovat všem uživatelům	Lze přiřadit žádost o jízdu	Možnosti
Jízda se spolujezdcem			4	Ano	Ano	Ano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Maják zapnutý			3	Ano	Ano	Ano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Služební neodsouhlasená			0	Ano	Ano	Ano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Služební odsouhlasená			2	Ano	Ano	Ano	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Soukromá			1	Ano	Ano	Ne	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

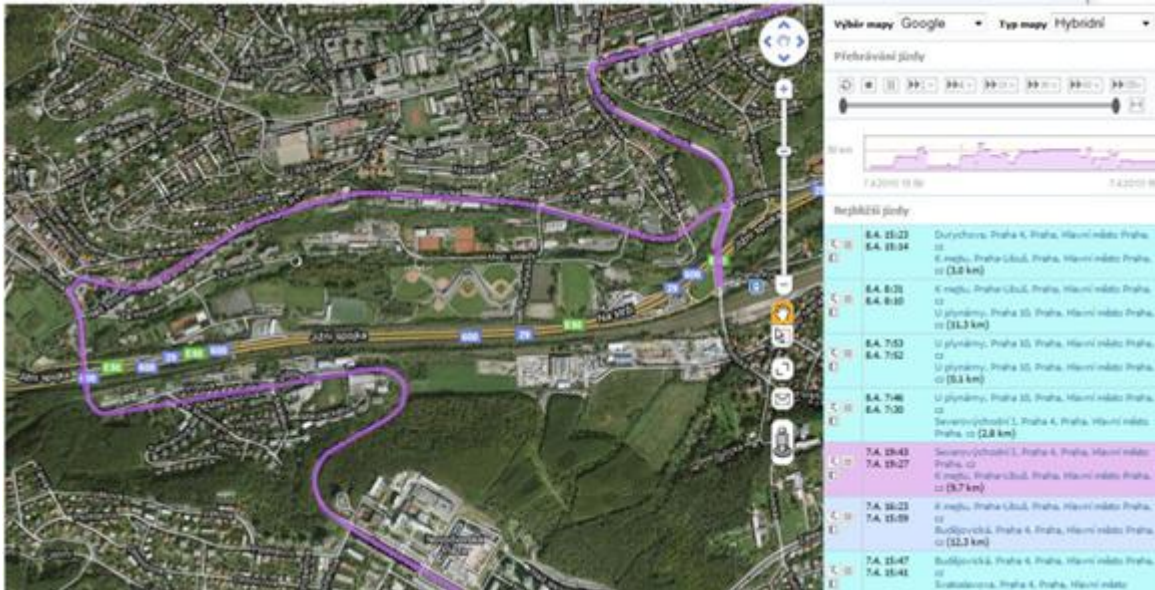
Obrázek 22: Barevné rozlišení typu jízd v aplikaci Lokatory.cz

6.4.6 Uživatelské účty

Důležitou vlastností je možnost vytvoření vlastních uživatelských účtů s různými pravomocemi, aby aplikaci mohli obsluhovat různí uživatelé. Například řidič má pouze omezené pravomoci, ale může třeba měnit typ záznamu na soukromou jízdu. Pracovníci dispečerského centra mohou mít práv více a zkontrolují pracovní neodsouhlasené jízdy podle cestovních plánů a odsouhlasí je. Díky této jednoduché administrativě nemusí řidiči psát ruční knihu jízd a je jim znemožněno udělat jízdu „na černo“, nebo převést soukromou jízdu na služební.

6.4.7 Zaznamenávání trasy jednotlivých jízd

Záznam trasy, kterou jelo auto taxislužby, nám slouží nejenom ke tvorbě knihy jízd, ale lze ho použít i v případě reklamace ze strany zákazníka. Pokud se například zákazníkovi nezdá cena jízdy, má možnost zatelefonovat na dispečink a zpětně si nechat spočítat cenu jízdy z dat, které dispečink obdržel z GPS lokátoru.



Obrázek 23: Zobrazení projeté trasy

6.5 Co nabízí on-line sledování pro taxislužby?

Zejména kontrolu nákladů spojených s provozem automobilů, možnost přesně určit kde se který nachází a automaticky přidělit nejbližší vůz taxislužby danému zákazníkovi, který čeká na odvoz. Dále je to samozřejmě automatická tvorba knihy jízd a okamžitý přehled nad všemi vozidly.

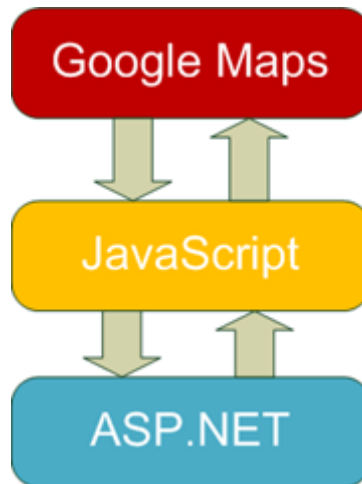
Pro samotného uživatele, který chce využít služeb taxislužby to má také pár výhod. Od levnější ceny za kilometr, až po zpětnou odezvu, za jak dlouho k němu auto taxislužby dorazí.

6.6 Mapové podklady a jejich propojení s aplikacemi

Aplikace může použít mapové podklady jako Google Maps (včetně fotografických snímků) a Microsoft Virtual Earth. Toto jsou v současné době nejpoužívanější mapové podklady. Kromě těchto se ještě využívají mapy od seznamu (mapy.cz) či atlasu. S těmito mapami je program propojen pomocí API jednotlivých společnosti, které jsou volně dostupné.

Google Maps API je rozhraní, které zdarma umožňuje jednoduché vložení mapy na web nebo do programů. Ve skutečnosti se jedná o soubor funkcí v JavaScriptu.

Takže například v případě použití ASP.NET pro naši aplikaci, nebudeme komunikovat přímo s Google Maps (na straně serveru), ale místo toho vložíme kód na klientskou část a budeme pracovat s JavaScriptem.



Obrázek 24: komunikace mezi Google Maps a ASP.NET

Zde uvedu příklad kódu, který slouží pro vložení mapy na vlastní webovou stránku:

```

<script type='text/javascript'>

    google.load("maps", "2");
    google.load("search", "1");

    var geo;
    var map;

    function loadMap() {
        if(GBrowserIsCompatible()) {
            // muze se stat, ze google nenajde misto z textove adresy,
            // proto pred zobrazenim hledaneho mista, zobraz nejake
            // defaultni
            var map = new GMap2(document.getElementById("map"), {mapTypes:
[G_NORMAL_MAP,G_SATELLITE_MAP,G_HYBRID_MAP]});

            // momentalne nastaveny souradnice irska
            map.setCenter(new GLatLng(53.41291, -8.24389), 7);

            // nastaveni ovladani
            map.addControl(new GLargeMapControl());
            var typeMap = map.getMapTypes();

            // prepinani mezi typem mapy NORMAL/SATELIT/HYBRID
            typeMap[0].getName= function() { return "NORMAL";}
            typeMap[1].getName = function() { return "SATELLITE";}
            typeMap[2].getName = function() { return "HYBRID";}
            map.addControl(new GMapTypeControl());
            map.addControl(new GOverviewMapControl());
            map.addControl(new GScaleControl());
        }
    }
  
```

```

        geo = new GClientGeocoder();

        // nastaveni textu, hledane adresy
        // adresa pro vyhledani mista na mape, google radeji GPS
souřadnice, použijeme textove vyhledavani
        // osetrena data nacitam primo z databaze, mozno i parsovat z
XML
        var address='<?php echo $db_business_address.", Republic of
Ireland"; ?>';

        // adresa pro zobrazeni v bubline
        var address2='<?php echo $db_business_name."<br
/>".$db_business_address."<br />Republic of Ireland"; ?>';
        geo.getLatLng(address,function(punkt) {
            if (punkt) {
                // nastaveni jak moc ma byt mapa priblizena
                map.setCenter(punkt, 15);

                var icon = new GIcon();
                // zobrazeni obrazku v miste, kde je hledane misto
                icon.image='http://bed-and-
breakfast.ekloe.com/images/accept.png';
                icon.shadow='';

                // nastaveni vlastnosti obrazku (sirka, vyska v px)
                icon.iconSize=new GSize(16,16);
                icon.iconAnchor=new GPoint(16,16);
                icon.infoWindowAnchor=new GPoint(16,16);

                // zobrazeni nalezene adresy
                var bubble = new GMarker(punkt,{icon: icon, title:
address});
                map.addOverlay(bubble);

                // vepsani textu do bubliny
                bubble.openInfoWindowHtml('<strong>' + address2 +
'</strong>');
            }
        });
    }
}
-->
</script>

```

Funkce loadMap() načte samotnou mapu. Můžete ji mít uloženou kdekoli (externě v souboru, v knihovně) a pak ji stačí pouze zavolat.

Na závěr umístěte následující DIV na místo, kde chcete, aby se mapa zobrazovala.

```

<div id="map" style="width: 280px; height: 450px"></div>
<div id="searchcontrol"></div>

```

Google Maps API – Mapy

- Domovská stránka Google Maps: maps.google.com
- Domovská stránka API: code.google.com/apis/maps
- Dokumentace API: code.google.com/apis/maps/documentation/index.html

6.7 Cenová náročnost realizace a provozní náklady

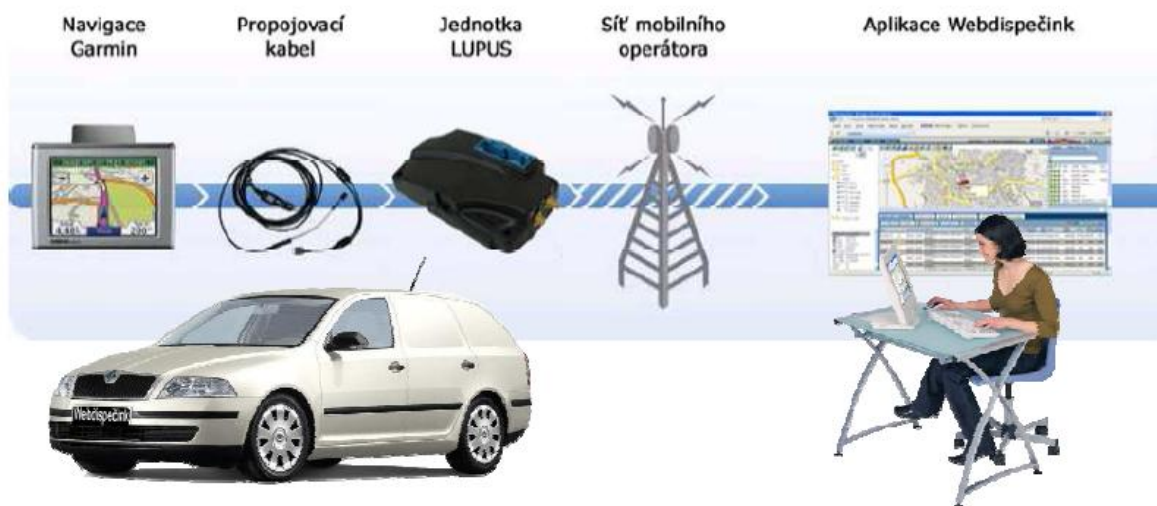
Ceny lokátorů se pohybují okolo 10000Kč plus cena za instalaci, která se pohybuje přibližně kolem 1500Kč.

Dále je zde aktivační poplatek, ve výši cca 200Kč/ vůz. A měsíční paušál. Ten se pohybuje od 150Kč/vůz měsíčně až po 500Kč v případě roamingu (tedy provoz vozů mimo ČR).

6.8 Komunikace s řidičem pomocí navigace Garmin

Navigace značky Garmin umožňují komunikovat přímo s aplikací Webdispečink.cz. Tato komunikace probíhá přes speciální fleet kabel (datový kabel), kterým je navigace připojena k mobilní jednotce Lupus (typu VEP). Přenos dat pak zajišťuje přímo mobilní jednotka, ve které je i SIM karta s tarifem pro GPRS přenos. Díky tomu je možné obousměrně komunikovat mezi dispečerem a řidičem.

V současné době je možné komunikovat s těmito modely navigací Garmin: Řada nüvi 2x5, nüvi 465T, nüvi 5xx, nüvi 7x0, nüvi 7x5, nüvi 800, nüvi 5000, nüvi 600.



Obrázek 25: Schéma propojení navigace Garmin s Webdispečink.cz

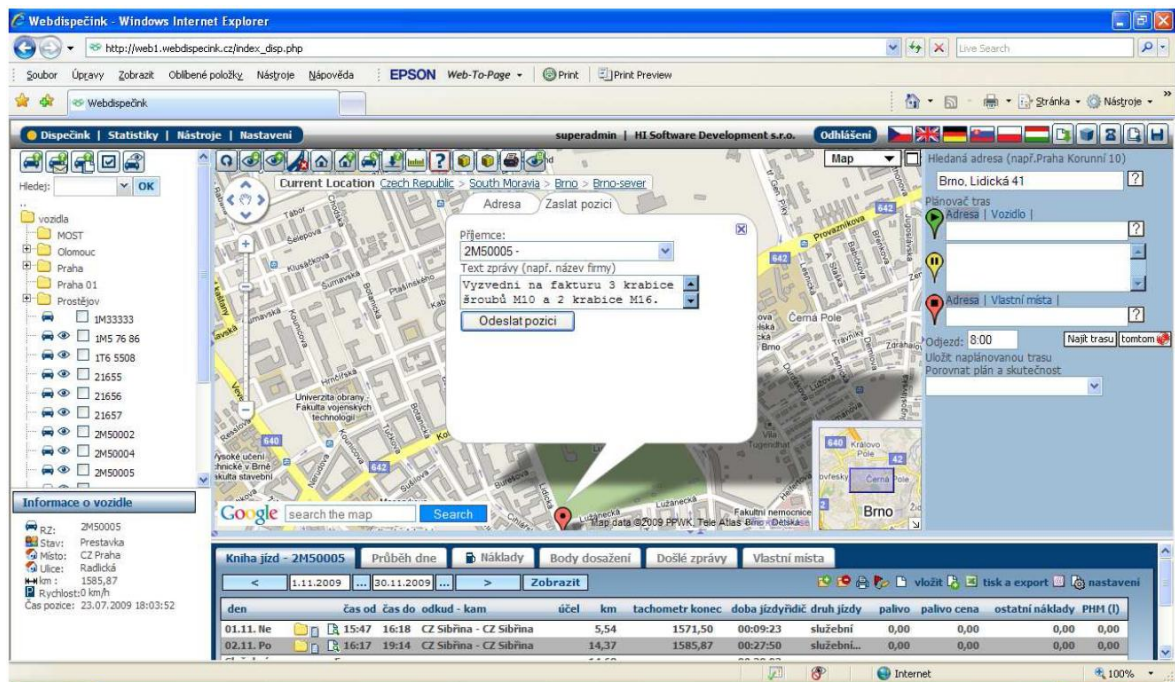
Možnosti našeho řešení pro dispečery a řidiče:

DISPEČER	ŘIDIČ
Nastavení předdefinovaných zpráv a činností	Přijetí zprávy
Nastavení doplňování účelu jízd, řidiče, poznámky	Přijetí polohové zprávy
Zaslání zprávy řidiči	Označení úkolu jako splněného
Zaslání polohové zprávy	Zaslání zprávy
Čtení došlých zpráv	Zaslání předdefinované zprávy
Záznam komunikace	Identifikace řidiče a jeho činnosti

Tabulka 5: možnosti řešení pro dispečery a řidiče

Poslání zprávy na obrazovku navigace Garmin

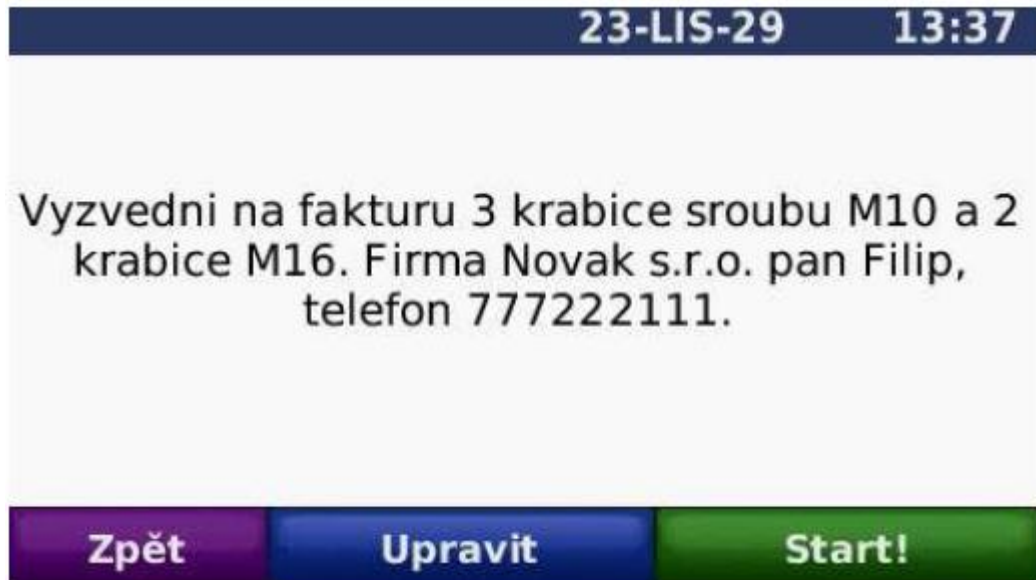
Dispečer může kliknout přímo na ikonku vozidla na mapě a v záložce „Zaslat zprávu“ napsat zprávu pro řidiče. Zpráva se pak zobrazí řidiči přímo v navigaci Garmin.



Obrázek 26: Ukázka zaslání zprávy do navigace Garmin

Řidič – přijetí zprávy, obrazovky navigace Garmin

Řidič vidí přehledně na obrazovce navigace, co má udělat a následně má možnost pomocí tlačítka „Start!“ zahájit výpočet trasy/navigování do zaslání cíle.



Obrázek 27: Příklad zobrazené zprávy na navigaci Garmin



Obrázek 28: Zaslání odpovědi na dispečink přímo z navigace Garmin

ZÁVĚR

Moderní družicové navigační a polohové systémy již dnes široce zasahují do života společnosti. Objevují se aplikace, které již jsou mířeny na masový spotřebitelský trh a umožňují pokrýt nejrůznější požadavky jak drobných podnikatelů, tak velkých firem. V současné době se začínají vyskytovat ve větší míře i specializované soupravy pro automatickou lokalizaci vozidel apod.

V rámci diplomové práce jsem prostudoval problematiku zjišťování polohy automobilů pomocí globálních navigačních systémů a také jaké druhy přístrojů lze použít. Seznámil jsem se s mobilními GPS jednotkami a jejich způsoby montáže do vozidla. V rámci praktické části jsem z dostupných technických prostředků sestavil návrh systému a následně popsal jeho jednotlivé části. Popsal jsem možnosti, které současné aplikace pro správu vozového parku nabízí a jejich využití v reálném nasazení. Součástí práce také bylo provedení analýzy funkčních a nefunkčních požadavků daného systému.

V této práci jsem nastínil čtenářům moderní trendy při propojení navigačních systémů a taxislužeb, objasnil, jaké možnosti jim toto spojení nabízí.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The modern satellite navigation systems and global positioning systems have nowadays influence on life of society. There are applications aimed straight to mass consumer market and they offer ways to satisfy different demands of small entrepreneurs and also big corporations. Nowadays the specialized set for automatic vehicle localization and more are starting to occur.

For this master thesis I have studied problems of finding location of vehicles with global positioning systems and in addition suitable device for this method of using. I have got acquainted with GPS locators, their types and methods of assembly into vehicle.

In practical part I had compiled design of the system and then I have described its individual parts. I have also described possibilities, which contemporary applications for Fleet Management offers and their usage in real application. Practising of analysis of functional and non-functional demands of this system was also part of my work.

In my work I have showed to readers modern trends of interconnecting of navigation systems with taxi services and in addition I have explained them advantages of this interconnection.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Rapant, Petr.** *Družicové polohové systémy*. 1. vydání. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002. str. 200. ISBN 80-248-0124-8.
2. *Navigační systémy GPS*. [Online] 2005. [Citace: 18. 03 2010.] http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co_je_gps.htm.
3. **Hánek, Pavel.** *Globální družicové navigační systémy*. 2004. home.zf.jcu.cz/public/departments/kpu/vyuka/geod_hanek/gps.doc.
4. **PŘISPĚVATELÉ, Wikipedie.** Global Positioning System. *Wikipedia, otevřená encyklopedie*. [Online] 2010. [Citace: 2010. 03 18.]
5. **PŘISPĚVATELÉ, Wikipedie.** Navigační systém Galileo. *Wikipedia, otevřená encyklopedie*. [Online] 2009. [Citace: 2010. 03 18.]
6. **Šárfy, Martin.** Inflow: information journal. *Google Maps*. [Online] 2009. [Citace: 01. 06 2010.] <http://www.inflow.cz/google-maps>. ISSN 1802-9736.
7. **WEILKIENS, Tim.** *Systems Engineering with SysML/UML: Modeling, Analysis, Design*. 2007. str. 307. Sv. 1. ISBN 978-0-12-374274-2.
8. **MACDONALD, Matthew a SZPUSZTA, Mario.** *ASP.NET 3.5 a C-Sharp 2008 : Tvorbá dynamických stránek profesionálně*. [editor] Jan Pokorný a Jan Gregor. 2008. str. 1584. Sv. 1. ISBN 978-80-7413-008-3.
9. **HOFMANN-WELLENHOF, B., LICHTENEGGER, H. a COLLINS, J.** *GPS - Theory and Practice*. místo neznámé : New-York : Spriger-Verlag, 1997. str. 300.
10. **FRIEDENTHAL, Sanford.** *Practical Guide to SysML*. 2008. str. 576. Sv. 1. ISBN 0123743796.
11. **EVJEN, Bill, HANSELMAN, Scott a RADER, Devon.** *ASP.NET 3.5 v jazycích C-Sharp a Visual Basic*. místo neznámé : Computer Press, 2009. str. 1609. Sv. 1. ISBN 978-80-251-2069-9.
12. **BILL, Evjen a al., et.** *ASP.NET 2.0 : Programujeme profesionálně*. [editor] Karel Voráček. místo neznámé : Brno : Computer Press, a.s., 2006. str. 1224. ISBN 978-80-251-1473-5.

13. *UML Resource Page*. [Online] 2010. [Citace: 18. 03 2010.] <http://www.uml.org/>.
14. *OMG SysML*. [Online] 2010. [Citace: 18. 03 2010.] <http://www.omg-sysml.org/>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AVL	Automatická lokalizace vozidel
DGPS	Diferenční GPS
EGNOS	Evropský globální navigační překryvný systém
GNSS	Globální družicový navigační systém
GLONASS	Globální navigační družicový systém
GPS	Globální polohový systém
LAAS	Lokální rozšiřující systém
MS	Monitorovací stanice
MSC	Hlavní řídicí stanice
NAVSTAR	Navigační systém s časovou a dálkoměrnou službou
PPS	Přesná polohová služba
PZ-90	Parametry Země – 1990
SA	Selektivní dostupnost
SEP	Pravděpodobná sférická chyba
SPS	Standardní polohová služba
UTC	Univerzální koordinovaný čas
WAAS	Rozsáhlý rozšiřující systém
WADS	Rozsáhlý diferenční systém
WGS-84	Světový geodetický systém - 1984

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Družice Bloku I a Bloku IIA.....	14
Obrázek 2: Kosmický segment systému GPS.....	15
Obrázek 3: Mapa rozmístění stanic řídicího segmentu systému GPS.....	16
Obrázek 4: Struktura navigační zprávy	20
Obrázek 5: Vztah mezi elipsoidickou výškou systému WGS-84 a nadmořskou výškou.....	22
Obrázek 6: Možné polohy přijímače vzhledem ke třem družicím – dva body.....	29
Obrázek 7: Vliv časového posunu hodin přijímače na přesnost měření	29
Obrázek 8: Celková architektura systému Galileo. Obrázek naznačuje celkovou koncepti, nikoliv detailní schéma.	32
Obrázek 9: Rozmístění stanic pozemního řídicího komplexu GLONASS	39
Obrázek 10: Zobrazení historie ujetých tras	58
Obrázek 11: Off-line lokátor a další zařízení používané v automobilu	62
Obrázek 13: Lokátor MJ2732 VEP.....	63
Obrázek 12: FM 2200.....	63
Obrázek 14: Lokátor GH1202	66
Obrázek 15: Konektor na lokátoru a jeho připojení.....	67
Obrázek 16: Schéma zapojení lokátoru s přepínačem střežení v automobilu	68
Obrázek 17: Čip Dallas	70
Obrázek 18: Jak funguje webdispecink.cz.....	73
Obrázek 19: Jak fungují Lokátory.cz	73
Obrázek 20: Příklad exportu knihy jízd v aplikaci Lokátory.cz	74
Obrázek 21: Příklad exportu knihy jízd v aplikaci Lokátory.cz	74
Obrázek 22: Barevné rozlišení typu jízd v aplikaci Lokátory.cz.....	75
Obrázek 23: Zobrazení projeté trasy	76
Obrázek 24: komunikace mezi Google Maps a ASP.NET.....	77
Obrázek 25: Schéma propojení navigace Garmin s Webdispečink.cz.....	79
Obrázek 26: Ukázka zaslání zprávy do navigace Garmin	80
Obrázek 27: Příklad zobrazené zprávy na navigaci Garmin	81
Obrázek 28: Zaslání odpovědi na dispečink přímo z navigace Garmin.....	81

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Předběžné požadavky na systém Galileo	32
Tabulka 2: Srovnání parametrů systémů GLONASS a GPS	37
Tabulka 3: Stav satelitů GLONASS k 10. únoru 2005	38
Tabulka 4: Technické parametry GH1202	66
Tabulka 5: možnosti řešení pro dispečery a řidiče	80

SEZNAM PŘÍLOH

P I: Srovnání technického řešení systémů (gps a glonass)

P II: Technická specifikace lokátoru Vetronics – MJ2732VEP

PŘÍLOHA P I: SROVNÁNÍ TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ (GPS A GLONASS)

Parametr konstelace	GPS	GLONASS
Standardní počet družic	24	24
Počet oběžných rovin	6	3
Sklon oběžných drah (°)	55	64,8
Poloměr oběžných drah (km)	26 560	25 510
Oběžná doba (hh:mm)	11:58	11:15
Opakování polohy družic nad stejným bodem terénu	siderický den	8 siderických dnů
Charakteristiky signálů		
Nosné vlny (MHz)	L1: 1 575,42	L1: (1 602 + 0,5625 .n)
	L2: 1 227,60	L2: (1 246 + 0,4375 .n)
		n = 1,2 ... 24
Identifikace družic	podle C/A kódu (kódové dělení)	podle knitočtu nosných vln (kmitočtové dělení)
Navigační signály	pro každou družici unikátní	pro všechny družice stejný
	C/A kód na L1	SP na L1
	P kód na L1 a L2	HP na L1 a L2
Frekvence navigačních signálů (MHz)	C/A kód: 1,023	SP kód: 0,511
	P kód: 10,23	HP kód: 5,11
Doba přenosu almanachu	12,5 min	2,5 min
Parametry oběžných drah družic; frekvence jejich aktualizace v navigační zprávě	modifikované Keplerovy parametry; co hodinu	poloha družice, vektory rychlosti a zrychlení; co půl hodiny
Referenční systémy		
Souřadnicový systém	WGS-84	PZ-90
Čas	UTC (USNO)	UTC (RF)
Specifikace přesnosti		
Horizontální (m)	100 (95 %)	57-70 (99,7 %)
Vertikální (m)	156 (95 %)	70 (99,7 %)
Složky vektoru rychlosti (cm.s-1)	?	15 (99,7 %)
Čas (μs)	?	1 (99,7 %)

**PŘÍLOHA P II: TECHNICKÁ SPECIFIKACE LOKÁTORU
VETRONICS - MJ2732VEP**

Hardware	
Typ jednotky	MJ2732VEP - Vetronics
atest MD ČR EHK-8SD	Ano
atest MD ČR (e8 03 0031) (celá jednotka)	Ano
monitoring vozidla v reálném čase (on-line)	Ano
monitoring vozidla po stažení dat (dávkově)	Ano
archivace dat v jednotce	Cca 20.000 km
počet záznamů uložitelných do paměti	Cca 150.000 záznamů
velikost paměti jednotky	4 MB
možnost propojení s řídicí jednotkou vozu pro sjednocenou evidenci ujetých kilometrů a případně dalších informací o vozidle	Možnost připojení na CAN ŠKODA Možnost připojení na CAN BUS/FMS
možnost vyhledávání vozidla bez ohledu na vůli řidiče	Ano
způsob identifikace řidiče Identifikační čip Dallas nebo	RFID
způsob aktivace jednotky po instalaci	Dálkovým přístupem.
Vstupy do jednotky	1 logický vstup a 4 univerzální vstupy
Výstupy z jednotky	4 univerzální výstupy
Sériové linky	2 x linka RS232C
CAN	1 x rozhraní CAN/FMS
Způsob komunikace	GPRS/DATA/SMS/
Rozsah pracovních teplot	-40°C až +75°C
umístění jednotky ve vozidle	Je určena pro skrytou montáž
rozměry jednotky	125 x 75 x 30 mm
hmotnost (g)	0,2 kg
Způsob řešení garančních prohlídek	Bezúdržbová jednotka.
Vzdálené nastavení jednotky	
Konfigurace uživatelských parametrů jednotky	Ano
Konfigurace speciálních parametrů jednotky	Ano
upgrade firmware jednotky	Ano
Diagnostika jednotky	Ano indikační LED, diagnostická SMS , vzdáleným přístupem