

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Satelitní navigační systémy a jejich využití v dopravě  
Bc. Jitka Havelková

Diplomová práce  
2009

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jitka HAVELKOVÁ**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
  
Název tématu: **Satelitní navigační systémy a jejich využití v dopravě**

### Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Satelitní navigační systémy
2. Použití v osobní dopravě
3. Použití v nákladní dopravě
4. Možnosti využití - Galileo
5. Návrh řešení nedostatků

Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí**  
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury: **dle pokynů vedoucí práce**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Nina Kudláčková, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **28. listopadu 2008**  
Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2009**

  
prof. Ing. Bohumil Oulek, CSc.  
děkan

L.S.

  
prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. listopadu 2008


**Prohlašuji:**

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 18. 5. 2009



Bc. Jitka Havelková

### **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Nině Kudláčkové, Ph.D. za odborné vedení této práce, konzultace a cenné rady.

## **ANOTACE**

*Práce se zaměřuje na otázku využití satelitních navigačních systémů v dopravě. Zabývá se také v současné době budovaným evropským navigačním systémem Galileo a možností budoucího využití satelitních navigačních systémů v dopravě. Je v ní řešena otázka nevýhod satelitních navigačních systémů a navrženo řešení těchto problémů.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*satelitní navigační systémy; GPS; Galileo; inteligentní dopravní systémy*

## **TITLE**

*Satellite navigation systems and their use in transport*

## **ANNOTATION**

*The thesis focuses on the question of the use of satellite navigation systems in transport. It deals with the currently built European navigation system Galileo and the possibility of future use of satellite navigation systems in transport. It addresses disadvantages of satellite navigation systems and proposed solutions to these problems.*

## **KEYWORDS**

*satellite navigation systems; GPS; Galileo; intelligent transport systems*

# Obsah

	strana
<b>Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Navigace</b> .....	<b>10</b>
1.1 Satelitní navigační systémy .....	10
1.2 Metody družicové navigace.....	13
1.3 Druhy navigačních systémů .....	14
1.4 Segmenty navigačních systémů.....	15
1.4.1 Kosmický segment .....	15
1.4.2 Řídící a kontrolní segment.....	17
1.4.3 Uživatelský segment.....	18
1.5 Družicový signál a jeho zpracování.....	19
1.5.1 Navigační zpráva .....	21
1.5.2 Přijímač signálu .....	21
<b>2 Použití navigačních systémů v dopravě</b> .....	<b>23</b>
2.1 Inteligentní dopravní systémy .....	24
2.1.1 Iniciativa eSafety .....	25
2.1.2 Projekt eCall .....	25
2.1.3 Jednotný systém dopravních informací .....	26
2.2 Použití v osobní dopravě .....	27
2.2.1 Navigování řidiče během jízdy.....	27
2.2.2 Inteligentní systémy pro asistenci při řízení.....	29
2.2.3 Městská hromadná doprava .....	31
2.3 Použití v nákladní dopravě .....	32
2.3.1 Silniční doprava.....	32
2.3.2 Železniční doprava .....	34
2.3.3 Lodní doprava.....	36
2.3.4 Letecká doprava.....	37
2.4 Služby mobilního telefonu .....	38
<b>3 Možnosti budoucího využití satelitních navigačních systémů</b> .....	<b>40</b>
3.1 Galileo .....	40
3.1.1 Fáze a financování systému Galileo .....	42
3.1.2 Současný stav systému Glonass .....	43

3.2 Navigace v silniční dopravě automobilové .....	44
3.2.1 Rádiový datový systém - kanál dopravních zpráv .....	46
3.2.2 Video navigace .....	47
3.2.3 On - line plánovač tras .....	49
3.2.4 Taxislužba a půjčovny aut .....	49
3.3 Navigace v silniční dopravě autobusové .....	50
3.4 Navigace v železniční dopravě .....	51
3.5 Navigace v lodní dopravě .....	52
3.6 Navigace v letecké dopravě .....	53
<b>4 Řešení nedostatků satelitních navigačních systémů .....</b>	<b>54</b>
4.1 Nedostatky v silniční nákladní dopravě .....	54
4.2 Nedostatky v integrované autobusové dopravě .....	57
4.3 Nedostatky v individuální automobilové dopravě .....	58
<b>Závěr .....</b>	<b>61</b>
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>63</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>65</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>66</b>
<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>67</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>70</b>



# Úvod

Během několika posledních desetiletí došlo mimo jiné i k nástupu nové kategorie informačních technologií, které se zabývají daty a informacemi vztahujícími se k Zemi a jejímu okolí. Jedná se o technologie družicových navigačních systémů, které dokáží určit polohu a provádět navigaci v jakémkoliv počasí, kdykoliv a kdekoliv na zemském povrchu.

Satelitní navigační systémy stojí na vrcholu dlouhodobého vývoje rádiových navigací, je to nejmodernější metoda radionavigace, která pro svou činnost využívá soustavu navigačních družic, obíhajících Zemi. Tyto systémy jsou nástrojem pro navigaci po celém světě, jsou také důležitým nástrojem pro tvorbu map a velkým pomocníkem v oblasti zeměměřičství, navíc jsou velmi přesným nástrojem při určování času, toho se využívá například při zkoumání zemětřesení.

Vývoj těchto systémů začal v 50. letech minulého století a neustále se rozšiřuje. První satelitní navigační systém byl prvotně určen pro potřeby americké armády, je tvořen sestavou 24 družic - tato sestava byla plně funkční 17. ledna 1994. Stal se nejpoužívanějším navigačním systémem, využívaným např. ve válce v Perském zálivu a neustále se vyvíjí. V současné době jsou družice odolné proti elektromagnetickému impulsu při jaderném kosmickém výbuchu a díky vysoké spolehlivosti se systém satelitní navigace začal používat i v civilní oblasti. Koordinaci systému mezi vojenskou a civilní oblastí zajišťuje americké ministerstvo obrany a dopravy.

Běžnými uživateli nejpoužívanější je pozemní navigace. Využívá se pro určení polohy v reálném čase jak v osobní přepravě, tak i v nákladní a hromadné dopravě, kdy ve spolupráci s elektronickými mapami uživatel dostává plnohodnotný navigační a informační servis. Pro osobní a komerční automobilovou navigaci mají dnes téměř všechny automobily vyšší třídy možnost rozšíření vybavení automobilu o navigační zařízení. Masová produkce přijímačů družicového signálu snížila jejich cenu natolik, že si je dnes pořizuje spousta řidičů a zároveň se zvyšuje počet aplikačního software a geobází.

Cílem této práce je identifikovat jednotlivé satelitní navigační systémy, které se v současné době používají a způsob jejich fungování. Pozornost bude zaměřena nejen na komerční využití těchto systémů v osobní a nákladní dopravě, ale i na připravovaný evropský navigační systém Galileo. V práci budou navržena možná řešení nedostatků a jejich možnosti budoucího využití.

# 1 Navigace

Navigace v původním významu znamenala řízení pohybu lodí. Slovo navigace totiž vzniklo spojením dvou latinských slov „navis“ = „lod“ a „agere“ = „řídít, hýbat se“. Později vznikla letecká navigace a v současné době je nejrozšířenější navigace vozidel. Nejpoužívanějším souřadnicovým systémem pro většinu přijímačů Global Positioning System (dále GPS) je systém World Geodetic System 1984 (zkráceně WGS-84). Je to základní systém pro GPS, který poskytuje údaje ve tvaru zeměpisné délky a šířky.

Tento matematický geodetický model zemského elipsoidu je světově uznávaným geodetickým standardem, který vydalo Ministerstvem obrany Spojených států amerických (dále USA) roku 1984. Je to tedy geodetický systém armády USA, ve kterém pracuje globální systém určování polohy GPS a který je zároveň standardizovaným geodetickým systémem armád Severoatlantické aliance (dále NATO). WGS-84 byl vytvořen na základě měření pozemních stanic družicového polohového systému TRANSIT a nahrazuje dřívější systémy WGS 60, WGS 66 a WGS 72.

Světově nejpoužívanějším a nejznámějším satelitním navigačním systémem je GPS - NAVSTAR (Global Positioning System - Navigation Satellite Timing and Ranging - oficiální název). Druhým existujícím navigačním systémem je GLONASS (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma), který se používá jen na území Ruska. Třetím satelitním navigačním systémem je čínský systém Beidou, který je funkční na území Číny a čtvrtým systémem je zatím vyvíjený evropský systém Galileo.

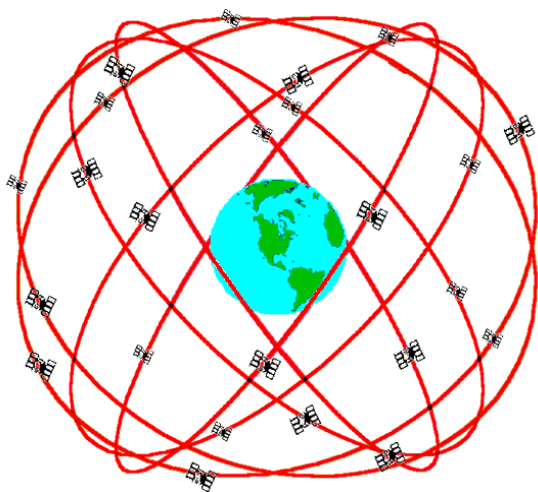
## 1.1 Satelitní navigační systémy

Patří do skupiny globálních systémů, které umožňují určení polohy libovolného místa na zemi v jednotném společném souřadnicovém systému. Počátky družicové navigace jsou datovány do 60. let minulého století, kdy byly prováděny první pokusy navigace za využití satelitu - nejprve pro účely americké armády. Systém byl vyvinut Ministerstvem obrany Spojených Států Amerických a jeho oficiální název je **GPS NAVSTAR** (většinou označovaný zkráceně jako GPS), původně ho využívaly americké vzdušné síly a námořnictvo, dnes je to nejznámější a nejpoužívanější systém satelitní navigace. Systém GPS je tedy systém pro určení 3D souřadnic i pohybujících se objektů v reálném čase. Druhým známým družicovým polohovým systémem je **GLONASS**, byl vyvinutý v bývalém SSSR (Svaz sovětských socialistických republik) a nyní ho provozuje ruská armáda. Jeho nevýhodou je nedostatečné rozmístění družic, které leží právě jen na území Ruska.

O budoucnosti globálních družicových navigačních systémů GNSS (Global Navigation Satellite System) se v posledních letech mluví také v Evropě, kde se připravuje nový navigační systém **Galileo**. Galileo se v kombinaci s GPS a GLONASS stane vysoce spolehlivým a přesným systémem navigace. Čtvrtým typem satelitních navigačních systémů je čínský systém **Beidou**. Je to autonomní regionální družicový polohový systém Čínské lidové republiky, který je omezen jen na území Číny (stejně jako Glonass na území Ruska) a dalším jeho omezením je počet uživatelů, kteří ho mohou využívat.

Pro činnost satelitních navigačních systémů je vytvořena soustava družic, které obíhají Zemí. U systému Glonass je to 24 družic, které obíhají ve výšce 19 100 km nad povrchem Země na 3 oběžných drahách. Galileo má být tvořen 30 družicemi (z nich budou opět 3 záložní) a tyto družice budou obíhat Zemí ve výšce přibližně 23 tisíc km na 3 oběžných drahách. Systém Beidou využívá pouze 4 družice, z nichž je 1 záložní a GPS využívá 24 družic (z nich jsou 3 záložní) obíhajících ve výšce přibližně 20 200 km na šesti oběžných drahách nad povrchem Země, jejich rozmístění je na obrázku č. 1.

**Obrázek č. 1: Rozmístění družic systému GPS na oběžných drahách**



Zdroj: GPS [online]. *Rozmístění družic* [cit. 2008-12-06]. Dostupné na WWW: <<http://images.google.cz/images?gbv=2&hl=cs&q=druzice+gps>>.

Tyto družice vysílají ve stejných časových intervalech identifikační, časové a polohové signály do přijímače, který určí zeměpisné souřadnice, kde se v danou chvíli uživatel nachází<sup>1</sup>. Dráhy družic jsou rozmístěny tak, aby na jakémkoliv místě na Zemi bylo nad horizontem alespoň 8 družic. K určení polohy je nutné přijímat signál minimálně ze tří družic, ale takový signál je poměrně nepřesný (odchylka může dosahovat několika desítek

---

<sup>1</sup> GPS přijímač nic nevysílá, neexistuje tedy způsob, jak zjistit, kde se GPS přijímač nachází, pouze samotné toto zařízení zná svou vlastní polohu, kterou uživateli zobrazuje.

metrů). Čili čím větší je počet družic, vysílajících signál do GPS přijímače, tím je přesnost určení polohy větší (při příjmu ze sedmi družic může být odchylka 5-7 m).

Existují i navigační systémy založené na principu Groupe Special Mobile (dále GSM), které se používají pro navigaci pomocí mobilního telefonu. Tyto telefony mají nainstalovaný navigační program a pracují s GPS modulem, který je buď přípojný, nebo je součástí mobilního telefonu.

Navigace funguje tak, že navigační program po svém spuštění vyhledá ve svém okolí GPS modul (ten slouží jako přijímač družicového signálu). Potom navigační program počká, až přijímač vyhledá GPS satelity a zjistí aktuální polohu, program ji potom zobrazí na mapě na displeji mobilního telefonu. Potom už celý proces probíhá podobným způsobem jako u klasických navigací: řidič zadá cíl své cesty → program mu vypočítá optimální trasu → průběžně zobrazuje aktuální polohu vozidla na displeji → navádí řidiče vizuálně i zvukově k jednotlivým manévřům (např. odbočení).

Z toho tedy vyplývá, že pro navigace prostřednictvím GSM sítě je přijímač signálu GPS nezbytný - software v mobilním telefonu jinak nezjistí svou aktuální polohu. Navigační programy na principu GSM lze používat i bez GPS přijímače, např. jako digitální mapy. Nevýhodou navigace pomocí mobilního telefonu je menší displej než u jednoúčelových navigačních zařízení, na kterých je zobrazená mapa dobře vidět. Dále nemají kvalitní reproduktory pro hlasový výstup a v neposlední řadě ani jejich ovládání přes malá tlačítka není ideální. Na obrázku č. 2 je příklad mobilní telefonu s navigátorem, konkrétně se jedná o telefon Nokia 6210.

**Obrázek č. 2: Mobilní telefon se satelitní GPS navigací**



Zdroj: Alza.cz [online]. *Mobilní telefon GSM Nokia 6210 Navigátor červený (red)* [cit. 2009-03-06]. Dostupné na WWW: <<http://www.alza.cz/mobilni-telefon-nokia-6210-d96336.htm>>.

## 1.2 Metody družicové navigace

Pro družicovou navigaci existuje několik metod<sup>2</sup>:

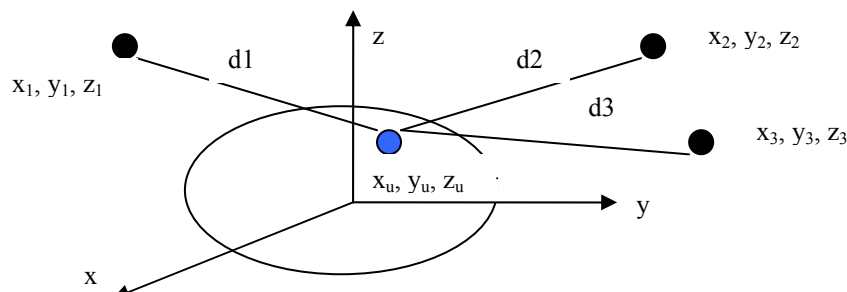
- metoda úhломěrná,
- metoda dopplerovská,
- metoda interferometrická,
- metoda založená na měření fáze nosné,
- metoda dálkoměrná.

Nejčastějším způsobem měření polohy pomocí družic je **dálkoměrná metoda**, je základem systému GPS, GLONASS, i budoucího systému GALILEO. Vzdálenost mezi uživatelem a družicí se vypočítá z rozdílu mezi časem vyslání a příjmem signálu. Pokud jsou známy souřadnice družic  $(x_i, y_i, z_i)$  a vzdálenost uživatele od jednotlivých družic  $d_i$ , lze určit polohu uživatele  $(x_u, y_u, z_u)$  pomocí soustavy tří rovnic o třech neznámých<sup>2</sup>:

$$\sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 + (z_i - z_u)^2} = d_i$$

Pro stanovení polohy v satelitním navigačním systému jsou tedy potřebné minimálně tři měření od různých družic nad obzorem a v jejich průsečíku se musí nacházet přijímač. Každá družice vysílá rádiové vlny, které se šíří rychlostí světla (299 729 458 m/s) a obsahují informace o poloze jednotlivých družic a času, kdy družice signál vyslaly. Informace od těchto družic jsou potřebné pro stanovení zeměpisné šířky, délky a času. Princip dálkoměrné metody je zobrazen na obrázku č. 3.

Obrázek č. 3: Princip dálkoměrné metody



Zdroj: ŠEBESTA, Jiří. *Radiolokace a radionavigace*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. ISBN 80-214-2482-6. strana 113, autorka

<sup>2</sup> ŠEBESTA, Jiří. *Radiolokace a radionavigace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. ISBN 80-214-2482-6.

### 1.3 Druhy navigačních systémů

V současné době se používají 3 satelitní navigační systémy - GPS, Glonass, Beidou a Evropa vyvíjí systém Galileo, ale existovalo i několik dalších<sup>3</sup>:

- Transit - dopplerovský navigační systém používaný vojenským námořnictvem USA od roku 1964, od roku 1967 byl určen i pro civilní použití (především v námořnictví). Kosmický segment tvořilo 6 družic ve vzdálenosti 1000 km, ale problémem byla časová nedostupnost (způsobená malým počtem družic).
- Tsikada - podobný systém jako Transit (také dopplerovská metoda), oficiálně se používal pro civilní účely v tehdejší SSSR, ale na stejném principu pracoval Parus, který používala v 70. letech sovětská armáda. Taurus ovšem nebyl nikdy oficiálně přiznán.
- Mostar - chtěla ho využívat soukromá americká společnost, ale ta v roce 1991 zkrachovala. Měl pracovat podle dálkoměrné metody, nakonec byly vypuštěny jen 3 družice.
- Locstar - budoval se pro západoevropské země, které nechtěly být závislé na původně ryze vojenském GPS, ale vše skončilo ve fázi přípravy.
- Granas - představuje také projekt (německý), který nebyl nikdy realizován. Německý systém byl podobný systému GPS, rozdíl spočíval v tom, že Granas chtěl využívat pozemských majáků pro určení polohy družice.
- Navsat - projekt Evropské kosmické agentury ESA, měl pracovat na principu dálkoměrné a dopplerovské metody.
- Starfix - fungoval v letech 1986 - 1994 pro pobřežní oblasti Severní Ameriky.
- Omnitrac - funguje od roku 1988 pro mobilní komunikaci a radiové určování polohy v Americe. Využívají ho především dopravci pro sledování polohy a komunikaci s řidiči.
- Euteltracs - funguje od roku 1991 pro Evropu, je podobný Omnitracu, ale začal se oproti němu používat déle a jeho významným konkurentem se stal (po zpřístupnění pro civilní použití) systém GPS.

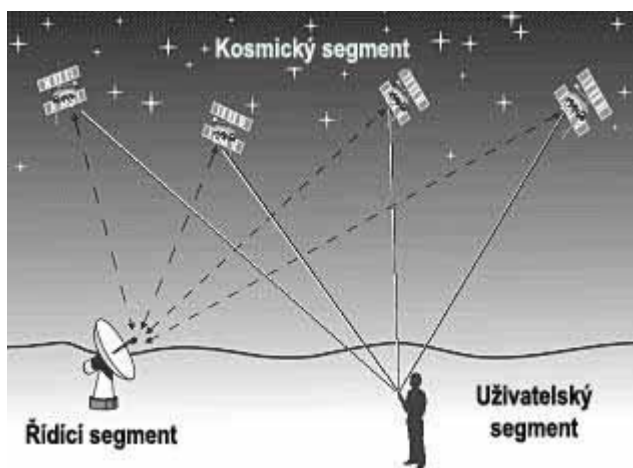
---

<sup>3</sup> ŠEBESTA, Jiří. *Radiolokace a radionavigace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. ISBN 80-214-2482-6.

## 1.4 Segmenty navigačních systémů

Každý satelitní navigační systém má tři segmenty - kosmický, který je tvořen soustavou družic, řídicí a kontrolní, který je tvořen soustavou řídicích stanic, stanic komunikujících se satelity, měřících stanic a obslužného personálu a uživatelský segment, který je tvořen cílovými uživateli. Tyto segmenty jsou zobrazeny na obrázku č. 4.

Obrázek č. 4: Segmenty navigačních systémů



Zdroj: Extranavigace.cz [online]. *Segmenty GPS systémů* [cit. 2008-11-01]. Dostupné na WWW: <<http://www.extranavigace.cz/files/images/clanky/2008/segmenty.jpg>>.

### 1.4.1 Kosmický segment

Jednotlivé druhy navigačních systémů se liší počtem družic na oběžné dráze a jejich vzdáleností od zemského povrchu. Kosmický segment systému **GPS** byl původně projektován na 24 družic (21 aktivních a 3 záložní), ale nyní ho využívá až 32 družic. Družice obíhají ve výšce 20 200 km nad povrchem Země na šesti kruhových drahách. Jejich váha je 1,8 tuny a pohybují se rychlostí 3,8 km/s, kolem Země družice oběhnou za 11 hodin a 58 minut. Rozmístění družic na jednotlivých drahách je takové, aby byl zemský povrch optimálně pokryt a aby byly družice minimálně ovlivněny meteorologickými vlivy. Několikrát do roka probíhá jejich pravidelná údržba, která trvá přibližně 1 den, průměrná životnost družice je 10 let<sup>4</sup>.

Kosmický segment systému **Glonass** tvoří 24 družic, které obíhají ve výšce 19 100 km nad povrchem Země na třech kruhových drahách. Družice váží 1,4 tuny a pohybují se rychlostí 3,9 km/s a kolem Země oběhnou za 11 hodin a 15 minut. Družice jsou označeny

<sup>4</sup> *Kosmický segment GPS* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS>](http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS).

jako Uragan-M, jejich hlavním problémem je poruchovost krátká životnost - musí se neustále obnovovat a jejich odstávky trvají i několik měsíců. V plánu je vypuštění zcela nových družic Uragan.K, které by měly poloviční hmotnost<sup>5</sup>.

System **Galileo** má tvořit 30 družic (z nich budou opět 3 záložní) obíhající ve výšce 23 000 km nad povrchem Země po třech kruhových drahách. Na každé dráze bude rozmístěno 9 družic + 1 záložní o hmotnosti 700 kg tak, aby systém mohl být při selhání družice rychle doplněn na plný počet. První družice byla do vesmíru vyslána 28. prosince 2005.

Čínský navigační systém **Beidou** je tvořen čtyřmi družicemi, z nichž je jedna záložní. Družice jsou na jedné oběžné dráze ve vzdálenosti 21 500 km od zemského povrchu, váží přibližně 1 tunu, první družice byla spuštěna v říjnu roku 2000 a poslední v dubnu roku 2007. Tato poslední družice se je výzkumná, slouží pro vývoj druhého navigačního systému Číny, který ponese označení Compass a bude sloužit jako nástupce systému Beidou.

Na tabulce č. 1 je uveden přehled jednotlivých druhů satelitních navigačních systémů, počet jejich družic, hmotnost těchto družic, počet oběžných drah, na kterých jsou družice umístěny a jejich vzdálenost od zemského povrchu.

**Tabulka č. 1: Kosmický segment jednotlivých satelitních navigačních systémů**

Název	Počet družic	Hmotnost družic/t	Počet oběžných drah	Vzdálenost od zemského povrchu/km
GPS	21+3	1,8	6	20 200
Glonass	24	1,4	3	19 100
Galileo	27+3	0,7	3	23 000
Beidou	3+1	1	1	21 500

Zdroj: autorka

U kosmického segmentu jsou definovány jeho dva **stavy operační schopnosti**. Prvním je plná operační schopnost (FOC, Full Operational Capability) - je to stav, kdy je nejméně 24 družic plně funkčních. Tento stav byl u GPS poprvé vyhlášen 17. července 1995, u GLONASS nebyl vyhlášen nikdy, ale koncem roku 1996 bylo na oběžné dráze krátce 24 družic a od té doby jejich počet klesal (FOC se plánuje na rok 2012). Druhým typem

<sup>5</sup> *Kosmický segment Glonass* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 23. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Glonass>>.



je částečná operační schopnost (IOC, Initial Operational Capability) - u GPS je to označení stavu, kdy je nejméně 18 družic plně funkčních, tento stav byl poprvé vyhlášen 8. prosince 1993. GLONASS definuje IOC jako stav, kdy je funkčních nejméně 12 družic, poprvé nastal 29. září 1993<sup>6</sup>.

### 1.4.2 Řídící a kontrolní segment

Řídící a kontrolní segment monitoruje kosmický segment, tedy funkci družic. Výsledky jsou zveřejněny v navigační zprávě každé družice, jejíž platnost je několik hodin. Tento segment také komunikuje s uživateli o plánovaných odstávkách družic, jejich stažení a uvedení do provozu.

Pokud by došlo k zničení pozemních stanic řídicího a kontrolního segmentu, družice mohou 6 měsíců pracovat v autonomním režimu, ve kterém spolu navzájem komunikují a výsledky poskytují uživatelskému segmentu v navigační zprávě (tento režim ale nikdy nenastal).

Řídící segment systému **GPS** je složen z hlavní řídicí stanice, třech pozemních řídicích stanic a pěti monitorovacích stanic. Monitorovací stanice sledují polohu jednotlivých družic a přijímají jejich data, pomocí kterých se vypočítají parametry drah (kepleriány), tato data jsou potom součástí navigační zprávy pro uživatelský segment.

Pod řídicí a kontrolní segment systému GPS lze zahrnout<sup>7</sup>:

- velitelství - na letecké základně Los Angeles v Kalifornii,
- řídicí středisko - na letecké základně v Colorado Springs, je to hlavní řídicí stanice a současně jedna z pěti stanic monitorovacích, shromažďuje měření z monitorovacích stanic, výsledky pak předává do pozemních řídicích stanic a ty je předávají družicím, záložní řídicí středisko se nachází v Merylandu (v nouzi je připraveno do 24hodin),
- ostatní povelové stanice - na základnách USAF (Letectvo Spojených Států).

Na obrázku č. 5 je rozmístění monitorovacích stanic řídicího a kontrolního segmentu systému GPS. Hlavní stanice je umístěna na letecké základně v Colorado Springs

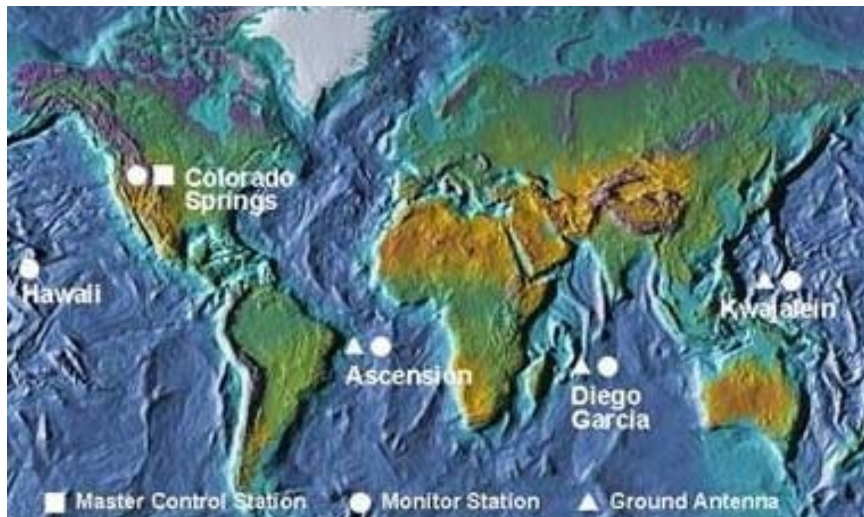
---

<sup>6</sup> *Operační schopnost* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 1. 2009 [cit. 2009-02-20]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS>](http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS).

<sup>7</sup> *Řídící a kontrolní segment* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System>](http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System).

a monitorovací stanice se nachází ve Falconu, na Havaji, v Pacifiku, Atlantiku a v Indickém oceánu.

**Obrázek č. 5: Rozmístění monitorovacích stanic systému GPS**



Zdroj: Vše o GPS [online]. *Co vlastně družice vysílá?* [cit. 2008-11-21]. Dostupné na WWW: <<http://images.google.cz/images?gbv=2&ndsp=20&hl=cs&q=druzice+gps&start=40&sa=N>>.

Řídící a kontrolní segment systému **Glonass** tvoří řídicí středisko, tři rozšířené stanice, pět povelových stanic a deset monitorovacích stanic. Tento segment se téměř celý nachází na území Ruska, kvůli tomu může být vesmírný segment monitorován jen omezeně.

### 1.4.3 Uživatelský segment

Uživatelský segment tvoří uživatelé satelitních navigačních systémů, kteří přijímají pomocí přijímače signály z jednotlivých družic, které jsou v danou chvíli nad obzorem. Tento přijímač potom na základě přijatých dat přijímač vypočítá polohu a zobrazí přesný datum a čas. Komunikace probíhá pouze od družic k uživateli, přijímač signálu je pasivní.

Uživatelé systému GPS mohou být *autorizovaní* nebo *neautorizovaní*. Autorizovaní uživatelé mají k dispozici přesnější údaje (využívají službu PPS - Precise Positioning Service), jsou především z řad vojenského sektoru různých států - systém GPS využívají pro navádění zbraní, vojenské mapování, stanovení přesného času atd. Ostatní uživatelé mají k dispozici standardní údaje (jedná se o službu SPS - Standard Positioning Service) a tvoří je civilní sektor. Nejčastějšími obory využívajícími GPS je doprava, geologie, lesnictví a zemědělství nebo turistika<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> *Uživatelský segment GPS* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System>](http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System).

Stejně tak existují i dvě skupiny uživatelů systému Glonass. Autorizovaní uživatelé (především z vojenského a politického sektoru Ruské federace) mají k dispozici přesnější údaje. Ostatní uživatelé mohou využívat standardní data s menší přesností od 18. května 2007, kdy ruský prezident Vladimír Putin podepsal listinu o bezplatném používání systému Glonass i pro nevojenské účely.

## 1.5 Družicový signál a jeho zpracování

Srdcem každé družice jsou velmi přesné atomové hodiny, které se starají o dlouhodobou frekvenční stabilitu vysílaného signálu. Všechny družice satelitních navigačních systémů vysílají signál, který využívá dva druhy kódů: *C/A* a *P* (Coarse/Acquisition a Precision). Pomocí těchto kódů dokáže přijímač jednoznačně identifikovat družici, která daný kód vysílá.

Každá družice vysílá signály na dvou základních frekvencích označovaných jako L1 a L2. Existují dvě skupiny dálkoměrných signálů jednotlivých družic a v rozdílném přístupu k těmto signálům je hlavní rozdíl mezi systémy GPS a GLONASS, GPS používá dálkoměrné signály CDMA, GLONASS používá FDMA:

- FDMA (Frequency Division Multiple Access, kmitočtový multiplex): každá družice vysílá jiný kmitočet,
- CDMA (Code Division Multiple Access, kódovaný multiplex): všechny družice vysílají stejný kmitočet.

Družice vysílá na 5 kmitočtech označovaných jako *L1 až L5*. Pásmo L1 slouží k civilním účelům a je nejpoužívanější. Na frekvenci 1575,42 MHz (MegaHertz) vysílá *C/A* kód, který není nijak šifrovaný a je dostupný pro civilní uživatele, ale vysílá i vojenský *0P(Y)* kód, který je šifrovaný a dostupný pouze pro autorizované uživatele. Pásmo L2 používá armáda pro zpřesnění výsledků, které byly naměřeny v pásmu L1, vysílací frekvence je zde 1227,62 MHz a vysílá se jen *P (Y)* kód. Pásmo L3 slouží na detekci startu balistických raket a jaderných výbuchů. Zbývající pásma L4 a L5 se zatím vyvíjí, slouží k zpřesnění polohy a navádění letadel (běžný civilní GPS přijímač pracuje pouze s *C/A* kódem)<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> *Frekvence signálu GPS* [online]. Brno: GPSnavigace.cz [cit. 2009-03-02]. Dostupné na www: <[http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co\\_je\\_gps.htm](http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co_je_gps.htm)>.

Na tabulce č. 2. je uveden přehled jednotlivých frekvencí, na kterých vysílají pásma L1 a L2, P kód a C/A kód a navigační zpráva.

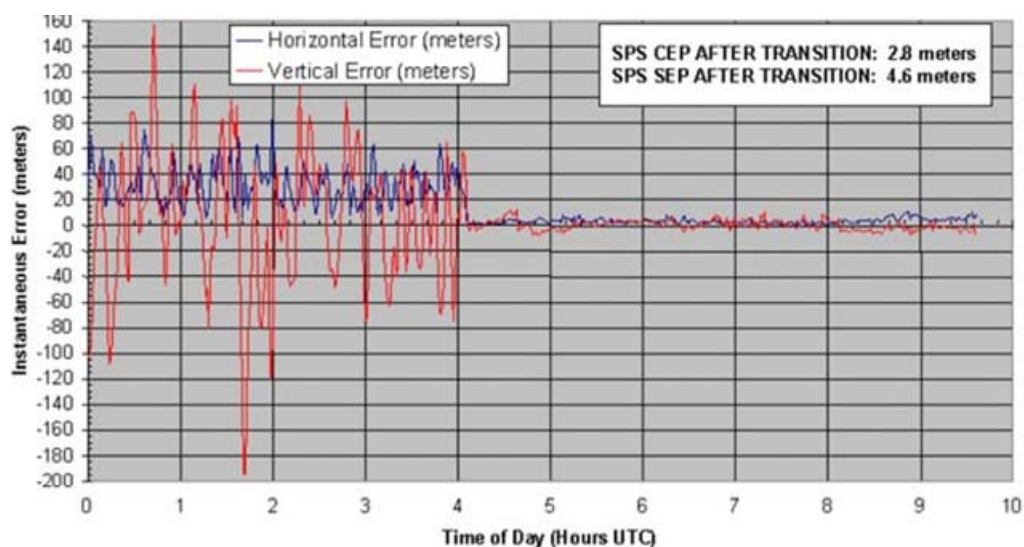
**Tabulka č. 2: Přehled frekvencí**

Druh	Frekvence /MHz
Nosná frekvence L1	1575,42
Nosná frekvence L2	1227,62
P kód	10,23
C/A kód	1,023
Navigační zpráva	$50 * 10^{-6}$

Zdroj: autorka

Přesnost signálu GPS se od 1. 5. 2000 radikálně zlepšila. Prezident Clinton tehdy oznámil ukončení úmyslného snižování přesnosti signálu. To znamená, že civilní uživatelé GPS mohou od toho data určovat polohu až desetkrát přesněji. V České Republice se do té doby přesnost signálu pohybovala okolo 50 m, dnes je to 5 - 10 m. Čili lze říci, že od května roku 2000 je příjem signálu GPS přesnější a kvalitnější. Do té doby byla do C/A kódu vnášena chyba, která způsobovala odchylku přibližně 45 metrů. Toto opatření neslo název Selective Availability a mělo zabránit využití systému GPS k navádění balistických raket. Změnu přesnosti signálu GPS po 1. 5. 2000 popisuje obrázek č. 6. Levá část křivek popisuje odchylky při záměrně snižované přesnosti, v pravé části je dnešní stav.

**Obrázek č. 6: Zpřesnění signálu GPS po 1. 5. 2000**



Zdroj: Navigační systémy GPS [online]. Přesnost GPS [cit. 2009-02-21]. Dostupné na WWW: <[http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co\\_je\\_gps.htm](http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co_je_gps.htm)>.

## 1.5.1 Navigační zpráva

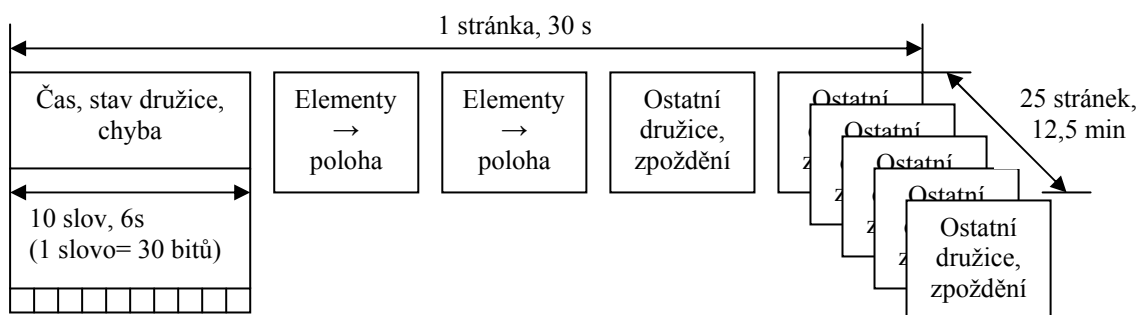
Dalším typem kódu vysílaného družicemi je navigační zpráva. Družice vysílá binární data, která se dělí na slova po 30 bitech, z toho je prvních 24 informačních a zbylých 6 slouží k zabezpečení systému. Deset slov tvoří podrámeček a pět podrámečků tvoří rámeček. Protože jeden bit trvá 20 ms (milisekund), je slovo dlouhé 0,6 s (sekund), podrámeček 6 s a rámeček 30 s. První tři podrámečky obsahují aktuální informace o poloze a čtvrtý a pátý podrámeček obsahují informace o celém navigačním systému.

Protože do přijímače putují data z více družic najednou, je signál z každé družice ještě zašifrován jejím vlastním kódem (Pseudonáhodný kód). Zkráceně lze tedy říci, že aktuální informace o družicích jsou vysílány každých 30 sekund (po půlminutách je vysílána jednotlivá zpráva), kompletní informace o celém systému (25 zpráv) přichází za 12,5 minut. Navigační zpráva má pětistupňovou strukturu<sup>10</sup>:

- na první úrovni jsou časové údaje, informace o stavu družice a případné chybě,
- druhá a třetí úroveň je určena pro jednotlivé elementy družice, pomocí kterých se vypočítává poloha družice,
- čtvrtá a pátá úroveň obsahuje informace o ostatních družicích, o zpoždění atd.

Strukturu navigační zprávy popisuje obrázek č. 7.

Obrázek č. 7: Model navigační zprávy



Zdroj: autorka

## 1.5.2 Přijímač signálu

Běžně dostupné přijímače družicového signálu se skládají z antény, jednotky, která transformuje vstupní signál na výstupní, časové základny, měřících přijímačů a navigačního počítače. Anténa přijímače přijímá signál z družic, které jsou v dosahu. Tento signál je potom

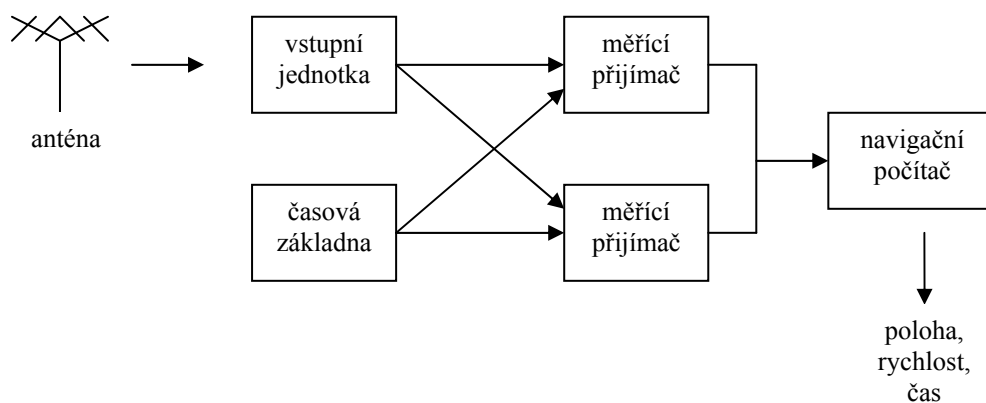
<sup>10</sup> Navigační zpráva [online]. Praha: Encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 19. 2. 2009 [cit. 2009-03-02]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1diov%C3%A9\\_sign%C3%A1ly\\_GPS>](http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1diov%C3%A9_sign%C3%A1ly_GPS).

zpracováván navigačním počítačem, jednotlivé družice jsou identifikovány a vypočítají se vzdálenosti přijímače k družicím. Z těchto vzdáleností a ze souřadnic každé družice je následně je vypočítána aktuální pozice uživatele.

Antény přijímače se dělí do dvou skupin: FRPA (Fixed Radiation Pattern Antenna) anténa má pevnou směrovou charakteristiku<sup>11</sup> a CRPA (Controlled Fixed Radiation Pattern Antenna) anténa má řízenou směrovou charakteristiku (využívají je především vojenské obranné systémy v rušivém prostředí).

Pomocí přijímačů nelze ale zjistit zcela přesnou polohu. Důvodem je neustálý pohyb družic a také nepravidelný tvar zemského povrchu (na Zemi může dojít ke stínění signálu). Popis přijímače družicového signálu je na obrázku č. 8.

**Obrázek č. 8: Popis navigačního přijímače pro GPS**



Zdroj: ŠEBESTA, Jiří. Radiolokace a radionavigace. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004.

ISBN 80-214-2482-6. strana 122, autorka

Existuje několik typů přijímačů signálu<sup>12</sup>:

- jedno a dvoukanálový: jeden přijímá signál z určité družice a druhý přijímá signály z družic ostatních, v určitém časovém úseku přijme signál od jedné družice, v následujícím časovém úseku přijme signál od druhé družice atd.,
- multikanálový: přijímá signály od několika družic najednou, je přesnější a rychlejší,
- multiplexní: během jednoho bitu navigační zprávy měří posloupnosti více družic současně.

<sup>11</sup> Pomocí směrové charakteristiky se jednotlivé prvky antény fázují tak, aby se minimalizoval vliv rušivých zdrojů.

<sup>12</sup> ŠEBESTA, Jiří. *Radiolokace a radionavigace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. ISBN 80-214-2482-6.

## 2 Použití navigačních systémů v dopravě

V současné době se satelitní navigační systémy využívají v mnoha činnostech, jako např. doprava, geodézie a mapování, turistika, archeologie, ekologie, záchranný systém, vojenské účely, atd. Tyto systémy umožňují využívat dva druhy služeb: *aktivní sledování a pasivní sledování*. Aktivní sledování probíhá např. při řízení a kontrole pohybu vozidel integrovaného záchranného systému, pasivní sledování vozidel provádí majitelé firmy, když kontrolují firemní vozový park, nebo náklad (pohyb zásilky mohou sledovat i zákazníci). Oba tyto způsoby je také možné kombinovat se systémy elektronických map.

Satelitní navigační systémy tedy poskytují užitek v nejrůznějších oblastech, od obchodních aktivit přes využití ve volném čase až po nasazení v kritických aplikacích. Dnes už existuje celá řada přijímačů signálu s různými funkcemi. A právě podle toho, za jakým účelem je navigační zařízení využito, se rozlišuje několik jeho typů. Existují jednodušší přijímače, ale i zařízení s velkým grafickým displejem a hlasovými výstupy.

Nejširší uplatnění mají satelitní navigační systémy v dopravě:

- silniční: jedním z nejčastějších způsobů použití satelitní navigace je navrzení optimální trasy (řidič zadá cílový bod a přijímač družicového signálu mu navrhne trasu, kterou by měl projet, aby se dostal do cíle), dále sledování vozového parku nebo asistenční systémy.
- železniční: zde navigační systémy napomáhají ke sledování aktuálních pozic vlaků, v této oblasti mají velký význam pro předcházení železničním nehodám a pro minimalizaci zpoždění vlaků,
- lodní: v tomto druhu dopravy se satelitní navigace začala komerčně používat již v roce 1964, kdy našla uplatnění v navigaci a lokalizaci lodí a ponorek (signálem byla pokryta celá planeta a bylo dosahováno přesnosti s odchylkou stovek metrů),
- letecké: satelitní navigace v letecké dopravě má také dlouholetou tradici (od roku 1960), prvotně bylo hlavním důvodem pro její použití monitorování rozmístování jaderných zbraní, hrozba jaderného konfliktu a navádění balistických raket.

Pro všechny dopravní odvětví je řízení a sledování vozového parku důležitým nástrojem pro zlepšování logistiky a celkové výkonnosti jak osobní, tak i nákladní dopravy.

Možnost informování se o aktuální poloze zboží při jeho přepravě je důležitou informací pro zákazníky - především z hlediska jejich důvěry v dodržení termínu dodání tohoto zboží.

## **2.1 Inteligentní dopravní systémy**

Nejvyvinutějšími systémy satelitní navigace jsou inteligentní dopravní systémy, využívají vlastní komunikační síť a patří do skupiny navigačních systémů s možností aktivního sledování vozidel. Jedná se o komplex různých komunikačních, informačních a navigačních systémů, jehož cílem je maximální bezpečnost a plynulost provozu.

Uživatelé inteligentních dopravních systémů lze rozdělit do několika skupin: bezpečnostní, záchranný a krizový systém (integrováný záchranný systém - dále IZS) a dále provozovatelé dopravy, správci infrastruktury, cestující a řidiči.

Největší uplatnění mají tyto systémy při sledování pohybu vozidel integrovaného záchranného systému. Dispečeri mají přesné informace o polohách jednotlivých vozidel a mohou tak operativněji organizovat jejich zásahy. Jejich další výhodou je možnost průběžně sledovat aktuální stav na dopravních sítích (především vytížení dálnic) a díky tomu mohou ve velmi krátkém čase informovat jednak složky integrovaného záchranného systému (v případě vzniku dopravní nehody), ale i jednotlivé správy a údržby silnic (v případě náhlé změny počasí). Příkladem jejich využití může být situace, kdy řídicí centrum zaznamená výrazné snížení průměrné rychlosti vozidel, což vyhodnotí jako známku toho, že v daném úseku vzniká kongesce. Dispečer pak může navrhnout ostatním vozidlům, která mají naplánovanou trasu tímto úsekem, jinou alternativní cestu.

Tyto systémy se nevyužívají jen pro sledování a řízení pohotovostních a záchranných vozidel, ale mohou je využívat například i majitelé firem, kteří chtějí informovat řidiče svých vozidel o aktuálním stavu silnice, kterou bude řidič projíždět. Ve chvíli, kdy nastane na dané silnici dopravní problém (kongesce, dopravní nehoda, uzavírka, atd.), může řidiče nasměrovat jinou trasou do cílového bodu tak, aby se tomuto místu zcela vyhnul. Výhodou inteligentních dopravních systémů je i to, že mohou fungovat také v místech, kde je to pro GPS nemožné (například v tunelech nebo kovových mostních konstrukcích). Tyto systémy totiž kromě satelitní navigace využívají i jiné prostředky zjišťování polohy, které jsou nezávislé na družicovém signálu (např. Internet nebo mobilní telefon).



### 2.1.1 Iniciativa eSafety

Na urychlení vývoje, implementace a používání inteligentních dopravních systémů se zaměřila iniciativa eSafety, kterou založila Evropská komise. Tato iniciativa se snaží o to, aby se inteligentní dopravní systémy používaly ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu a to takovým způsobem, aby byl maximálně zohledněn vztah mezi řidičem, vozidlem a silničním prostředím.

Iniciativa eSafety se snaží dosáhnout zvýšení bezpečnosti na silnicích pomocí využití nových informačních a komunikačních technologií. Jejím cílem je podpora a urychlení evropského výzkumu a vývoje, rozšiřování a využívání inteligentních systémů pro bezpečnost silničního provozu. eSafety vypracovala plán na podporu těchto systémů především v oblasti identifikace fází před nehodou, při nehodě a po nehodě<sup>13</sup>.

### 2.1.2 Projekt eCall

Projekt eCall je projekt Evropské komise umožňující rychlou pomoc motoristům, kteří se stali účastníky dopravní nehody, a to kdekoliv na území Evropské unie (dále EU). Postup použití tísňového volání eCall je takový, že černá skříňka namontovaná ve vozidle (blíže bude popsána v kapitole 2.3.1) vyše složkám integrovaného záchranného systému informace o aktivaci airbagů, data ze senzorů nárazu a GPS souřadnice. Určitými překážkami implementace jsou záležitosti okolo standardizace komunikačních protokolů a komunikace lidskou řečí<sup>14</sup>.

Tento systém umožňuje automatické tísňové volání z vozidla, pomocí kterého složky integrovaného záchranného systému snadno identifikují a lokalizují dopravní nehodu. Technologie eCall bude využívat jednotné evropské číslo tísňového volání 112, je proto důležité, aby členské státy Evropské Unie přizpůsobily svá telefonní centra tísňového volání danému číslu 112.

Všechna nová osobní vozidla v Evropě by v budoucnu měla obsahovat výše zmíněnou černou skříňku. V současné době se těmito systémy zabývají automobilky BMW a Volvo, které do svých vozů již montují zařízení na podporu eCall, ale tato zařízení fungují zatím jen prostřednictvím služby SMS (Short message service). Systémem eCall se již zabývá i řada

---

<sup>13</sup> *eSafety* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2009-04-02]. Dostupné na [www: <http://www.mdcz.cz/cs/Strategie/ITS-a-Dopravni-telematika/eSafety/eSafety.htm>](http://www.mdcz.cz/cs/Strategie/ITS-a-Dopravni-telematika/eSafety/eSafety.htm).

<sup>14</sup> *eCall* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 30. 1. 2009 [cit. 2009-04-02]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/ECall>](http://cs.wikipedia.org/wiki/ECall).

firem, které nabízí technologie používané v různých součástech systému eCall, příkladem mohou být systémy montované do vozidel, systémy bezdrátového přenosu dat, atd.

### 2.1.3 Jednotný systém dopravních informací

Vláda České Republiky (dále ČR) schválila 18. května 2005 realizaci Jednotného systému dopravních informací (dále JSDI), který je zároveň součástí Dopravní politiky České Republiky na léta 2005 - 2013. Stát tímto garantuje, že sběr, zpracování, sdílení a poskytování dopravních informací o situaci na pozemních komunikacích všem jejich uživatelům je veřejnou službou. Systém získává dopravní informace především od<sup>15</sup>:

- Policie ČR
- Městské policie,
- Hasičského záchranného sboru ČR,
- Zdravotnické záchranné služby,
- Správců komunikací,
- Českého hydrometeorologického ústavu.

Tyto informace jsou zpracovávány v Národním dopravním informačním centru tak, aby byly autorizované (byl k nim získán přístup), ověřené a digitálně geograficky lokalizované. S nimi už mohou pracovat účastníci silničního provozu, média, provozovatelé dopravních informačních služeb, dopravci i přepravci. Národní dopravní informační centrum zahájilo svou činnost v Ostravě 1. listopadu 2005, jeho provozovatelem je Ředitelství silnic a dálnic ČR.

Pro činnost JSDI vznikl systém Zimní zpravodajské služby, Silniční a monitorovací systém a Systém informací o uzavírkách a omezeních na dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I. třídy. Kromě těchto systémů je zapotřebí zrealizovat i systémy, které budou zpracovávat informace o změnách počasí a o zvýšení hladiny řek. Také je třeba vzájemně propojit informace Policie ČR, Hasičského záchranného sboru ČR a Zdravotnické záchranné služby. Komplexní schéma JSDI je v příloze 1 této práce.

---

<sup>15</sup> *JSDI* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2009-04-02]. Dostupné na [www: <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/CEF8732F-19F1-43CB-9A37-D299EF10D21/0/>](http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/CEF8732F-19F1-43CB-9A37-D299EF10D21/0/).

K očekávaným cílům projektu JSDI patří zejména<sup>16</sup>:

- zvýšení plynulosti a bezpečnosti silničního provozu,
- snížení rizika vzniku kongescí,
- zvýšení účinnosti integrovaného záchranného systému (především snížení dojezdových časů k dopravním nehodám),
- distribuce ověřených, kvalitních a včasných informací pro řidiče garantovaným systémem.

## 2.2 Použití v osobní dopravě

Satelitní navigační systémy, které jsou používány pro osobní dopravu, lze označit jako „systémy automatické lokalizace vozidel“. Vzhledem k tomu, že družicové signály nejsou dostupné všude, využívají tyto systémy několik druhů informačních technologií najednou (GPS, mobilní telefony s GPS modulem, geografické informační systémy, digitální mapy, atd.) a umožňují tak průběžně sledovat polohu vozidla, zobrazovat ji na mapě a navigovat řidiče během jízdy. Kromě svých základních funkcí nabízí navigační systémy i řadu dalších funkcí (asistenční služba, tísňová volání, sledování kradeného vozidla, atd.). Příjímače družicového signálu jsou v kombinaci s příslušnou digitální mapou velmi populárním a efektivním způsobem navigace.

### 2.2.1 Navigování řidiče během jízdy

Navigace v automobilech, využívající satelitní navigační systémy, je již součástí běžné výbavy nabízené výrobcí aut. Pomocí těchto systémů a senzorů na palubní desce vozidla lze navrhnout optimální trasu, kterou by vozidlo mělo projet v reálném čase. Navigační zařízení se postupně stávají samozřejmostí i pro české řidiče.

Zjednodušeně lze říci, že řidiči stačí zadat místo, kam se chce dostat, čili zadá „cílový bod“ a přijímač družicového signálu ho na zvolené místo „dovede“. Ovšem nestačí mít pouze přijímač satelitního signálu, ale je potřeba mít v něm i nahranou digitální mapu. Navigační zařízení často v základním provedení obsahuje silniční a turistickou mapu země, ve které se prodává, ovšem to většině řidičů nestačí. Pokud cestují za hranice, je potřeba mít mapu i příslušného státu, zároveň je vhodné mapy neustále aktualizovat. Nevýhodou těchto systémů je, že pracují s uloženou mapou silniční sítě a nedokáží samy reagovat na její změny

---

<sup>16</sup> JSDI [online]. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2009-04-02]. Dostupné na [www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/CEF8732F-19F1-43CB-9A37-D299EF10D21/0/](http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/CEF8732F-19F1-43CB-9A37-D299EF10D21/0/).

- je tedy nutná neustálá aktualizace digitálních map, protože se neustále se mění silniční síť (z důvodu výstavby nových silnic) a staví se nové hotely, čerpací stanice, autoservisy, atd.

Nové mapy si řidič kupuje na paměťových kartách nebo CD, na kterých jsou tyto mapy nahrány. Pokud chce řidič mapu aktualizovat, může využít Internetové stránky společnosti, od které má navigační zařízení koupil. Na těchto stránkách jsou k dispozici různé aktualizace, které si řidič „stáhne“ do svého počítače pomocí registračního klíče (ten získá při koupi navigačního zařízení) a následně pomocí USB konektoru (USB = Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice) nahraje do svého GPS zařízení.

Po zadání cílového bodu (např. města, ulice) navrhne navigační zařízení podle řidičem zvolených kritérií optimální trasu. Taková jízda pak probíhá tak, že řidič po nasednutí do vozidla zapne své navigační zařízení a to na obrazovce zobrazí svou aktuální polohu. Potom řidič zadá adresu cílového bodu (nebo i posloupnost míst, kterými chce projet) a navigační zařízení vypočítá optimální trasu a přibližnou dobu dojezdu do cílové stanice.

Na obrázku č. 9 je uveden příklad použití GPS přijímače Garmin nüvi 200 EE. V horní části displeje je vizuální příkaz pro směr jízdy, střední část displeje zobrazuje aktuální polohu vozidla (zaujímá největší část displeje) a je na něm také zobrazena nadcházející trasa. Vzhledem k tomu, že se řidič blíží ke kruhovému objezdu, navigace mu dává pokyn, aby sjel na třetím možném výjezdu a pokračoval dále. V dolní části displeje je zobrazen předpokládaný čas dojezdu (4:04) a aktuální rychlost (20 km/h). V okamžiku, kdyby řidič zvolil jinou než nabízenou trasu (například by sjel už na druhém možném výjezdu z kruhového objezdu), v horní části displeje by se zobrazilo „Přepočítávám“ a po chvíli by přijímač nabídl řidiči jinou možnou trasu.

**Obrázek č. 9: Navigace Garmin nüvi 200 EE**



Zdroj: GPS do auta - Barevné [online]. nüvi 200 EE [cit. 2009-03-19]. Dostupné na WWW: <[http://www.garmin.cz/index.php?section=2002&category=auto&sub\\_category=auto\\_barevne&view=detail&product=666](http://www.garmin.cz/index.php?section=2002&category=auto&sub_category=auto_barevne&view=detail&product=666)>.

Na displeji je vždy zobrazena aktuální poloha vozidla a jakoukoliv změnu směru jízdy zařízení oznámí včas řidiči vizuálně a hlasově. Hlasovou navigaci je možné vypnout, její klady a zápory jsou uvedeny v tabulce č. 3.

**Tabulka č. 3: Výhody a nevýhody hlasové navigace**

<b>Hlasové navigace</b>	
<b>Klady pro řidiče</b>	<b>Zápory pro řidiče</b>
nemusí neustále sladovat displej	navigační instrukce mohou být nepřesné (existují případy, kdy na displeji je zobrazeno odbočení vlevo, ale hlasově navigace navádí pro odbočení vpravo)
nemusí se tolik věnovat trase, kudy má jet (sledovat ukazatele na dopravních značkách)	špatná propojenost a aktualizací mapového podkladu a hlasového výstupu (ve chvíli kdy na kruhovém objezdu přibude další výjezd k obchodnímu domu, hlasová navigace navádí řidiče, aby použil první výjezd vlevo, ale ve skutečnosti musí použít až výjezd druhý)
v hustém provozu není tolik času na sledování displeje	opožděné hlasové instrukce (řidič již nestihne odbočit)
nehlásí každou křižovatku, kterou řidič projíždí, pokud má jet rovně	na displej se může řidič podívat kdykoliv, hlasová navigace probíhá v závislosti na jízdě, někdy je pro řidiče zbytečná, jindy by ji naopak potřeboval zopakovat

Zdroj: autorka

Kromě výše zmiňovaných přijímačů družicového signálu existují také GPS moduly nainstalované do mobilních telefonů. Jejich výhodou je především komplexnost telefonu a navigace v jednom přístroji a nižší pořizovací cena, mezi jejich nevýhody naopak patří menší displej, který je navíc nedotýkový a tím je tedy ztíženo i ovládání.

### **2.2.2 Inteligentní systémy pro asistenci při řízení**

Inteligentní systémy pro asistenci při řízení (Advanced Driving Assistance Systems - dále ADAS) se používají pro zvýšení pohyblivosti a bezpečnosti vozidel. Poskytují informace o stavu okolního prostředí vozidla a na základě vyhodnocení těchto informací mohou systémy ADAS varovat řidiče o hrozcím nebezpečí. Asistenční systémy mohou převzít kontrolu nad vozidlem bezprostředně před kolizí (pokud řidič nestačí rychle zareagovat, aktivuje se brzdový systém) nebo při vybočení vozidla z jízdního pruhu

(nejčastější příčinou je mikrospánek, pokud řidič okamžitě nezareaguje, systém je schopen nasměrovat vozidlo zpět).

Asistenčních systémů je v současné době celá řada, existují systémy pro:

- sledování a řízení stavu vozidla: jedná se o běžné řízení vozidla, do této skupiny patří elektronický stabilizační program (dále ESP), který pomáhá stabilizovat automobil pomocí přibrzdění některého z kol nebo omezením výkonu jeho motoru (např. auto nepustí do smyku, protože přibrzdí některé z kol),
- sledování stavu řidiče: používají se pro varování řidiče v situacích, kdy je u něho snižená schopnost ovládnutí vozidla (mikrospánek, pokles pozornosti), v tu chvíli zprostředkují nouzové volání (eCall) a přizpůsobí jízdu vozidla dané situaci (např. omezením rychlosti), ale jejich nevýhodou jsou zatím nedostatečné znalosti biologických projevů únavy řidiče,
- sledování a řízení dopravní situace: používají se v situacích, kdy je třeba vyhnout se překážkám, čili varují řidiče, nejčastěji používaným je adaptivní tempomat ACC (Adaptive Cruise Control), jeho součástí jsou snímače sledující situaci před vozidlem, na jeho bocích a za ním<sup>17</sup>. Klasický tempomat se používá pro ovládnutí rychlosti vozidla (systém uloží řidičem zvolené tempo do paměti a následně ho dodržuje, deaktivuje se tlačítkem „vypnout“ nebo po sešlápnutí pedálu brzdy či spojky). Adaptivní tempomat umožňuje oproti klasickému automaticky dodržovat bezpečnou vzdálenost od vozidla (v případě, že se před vozidlem objeví jiné vozidlo, které jede pomaleji, systém adaptivního tempomatu automaticky upraví rychlost tak, aby zajistil bezpečnou vzdálenost),
- parkování: parkovací asistent dokáže vozidlo navést do vhodného parkovacího místa, určí, jestli je parkovací místo dostatečně velké a jakými manévry řidič rychle a bezpečně do tohoto místa zaparkuje.

Na obrázku č. 10 je příklad sledování dopravní situace před vozidlem, kdy snímače tempomatu hlídají bezpečnou vzdálenost od ostatních vozidel. Obecně se používá „pravidlo 2 sekund“, které říká, že by vozidlo mělo jet za vozidlem jdoucím před ním v takové vzdálenosti, aby k němu přijelo minimálně za 2 sekundy. K určení správné vzdálenosti se používají pevné body (dopravní značka, strom, apod.) a od doby, kdy tento pevný bod mine první automobil do doby, kdy tento bod mine druhý automobil, by měly uběhnout

---

<sup>17</sup> Jedním z prvních automobilů vybavených ACC byl Mercedes Benz (system Distronic) v roce 1999.

minimálně 2 sekundy. Ovšem na toto pravidlo se nelze spoléhat pokaždé, vždy je totiž zapotřebí přizpůsobit jízdu aktuálnímu stavu silnice, počasí i stavu vozidla. Snímače jsou jednak přesnější (než odhad řidiče) a varují vždy při hrozícím nebezpečí (řidič může například ladit autorádio a nevěnovat se plně řízení).

**Obrázek č. 10: Asistenční systémy**



Zdroj: Asistenční systémy pro řidiče [online]. *Radar hlídá vzdálenost...* [cit. 2009-03-19]. Dostupné na WWW: <[http://www.tipcar.cz/tema\\_asistencni\\_systemy\\_ridice\\_budoucnost\\_automobilismu-2736.html](http://www.tipcar.cz/tema_asistencni_systemy_ridice_budoucnost_automobilismu-2736.html)>.

### **2.2.3 Městská hromadná doprava**

Satelitní navigace používaná v městské autobusové dopravě je velmi závislá na počtu družic nad obzorem - čím více družic vysílá signál do přijímače, tím je určení polohy přesnější a problémem v tomto smyslu by mohla být městská zástavba.

Satelitní navigace používaná v autobusové dopravě slouží centrálnímu dispečinku pro sledování a řízení autobusů (trolejbusů, tramvají), kdy polohu všech těchto vozidel může dispečink vidět v reálném čase. Řada autobusů je v současné době vybavena různými panely nebo obrazovkami, na kterých jsou zobrazeny:

- informace o jejich aktuální poloze a čase,
- informace o době dojezdu do následující zastávky a její název,
- turistické informace (např. památky, které mohou právě vidět, nejbližší obchody, restaurace),
- aktuální informace ze zpravodajství apod.

Příklad informační obrazovky v autobuse Karosa společnosti Probo Trans Beroun je uveden na obrázku č. 11.

Obrázek č. 11: Informační obrazovka v autobuse



Zdroj: Karosa [online]. *Obrazovka v autobuse* [cit. 2009-04-03]. Dostupné na WWW: <<http://prahamhd.vhd.cz/Busfoto/Axer.htm>>.

## 2.3 Použití v nákladní dopravě

Satelitní navigační systémy v nákladní dopravě umožňují především pasivní sledování vozidel. Toto sledování provádí majitel firmy, aby mohl získat skutečné informace o pohybu svých vozidel a o jejich aktuální poloze. Díky tomu, že jsou trasy vozidel zaznamenány do paměti navigačního zařízení, mají majitelé možnost kontrolovat, jaké trasy jednotlivá vozidla ujela, mohou z těchto záznamů získat i další výstupy pro knihy jízd, atd. V nákladní dopravě se ovšem používá i aktivní sledování vozidel, které umožňuje aktivní okamžitou komunikaci řidiče vozidla s dispečinkem.

Nejširší uplatnění v nákladní dopravě mají navigační systémy v oblasti dopravy silniční, ale poprvé byly použity pro navigaci lodní a následně letecké dopravy a v současné době se jejich použití rozšiřuje i v dopravě železniční.

### 2.3.1 Silniční doprava

V nákladní dopravě se satelitní navigační systémy používají především pro pasivní sledování pohybu vozidel. To funguje na bázi *černé skříňky (black box)*, která je umístěna (zpravidla ukryta) ve vozidle a je odolná proti otřesům vyvolaným pohybem nebo nárazem vozidla, proti změně teploty, vlhkosti, atd. Černá skříňka je většinou propojena s datovou sběrnici CAN (Controller Area Network)<sup>18</sup>, ze které jsou periodicky získávány údaje o identifikaci vozidla, rychlosti, trase jízdy, přestávkách, atd. Tyto údaje jsou společně s údaji

<sup>18</sup> CAN je sériová datová sběrnice, kterou vyvinula firma Robert Bosch GmbH. Elektrické parametry přenosu jsou specifikované normou ISO 11898 a maximální rychlost přenosu je 1 Mbit/s.



z GPS (zeměpisná šířka a délka) přenášeny do centrálního počítače například majitele firmy, který tímto pasivním sledováním kontroluje řidiče. Výstupem je provozní záznam obsahující:

- základní údaje: datum, místo a čas spuštění motoru vozidla a následná trasa,
- doplňkové údaje: identifikace řidiče, otevření nákladového prostoru, spotřeba paliva.

Z těchto údajů lze snadno zjistit přesnou trasu sledovaného vozidla, dobu jízdy, rychlost, přestávky řidiče, atd. Jelikož je využit satelitní navigační systém, přesnost identifikace pohybu sledovaného vozidla se pohybuje v rozmezí 5 - 10 m. Dalším důvodem pro instalaci tohoto zařízení na sledování vozidla je možnost automatické tvorby knihy jízd. Největší uplatnění mají tyto systémy při sledování pohybu obchodních dealerů, vozidel přepravních služeb nebo autobusů.

Příklad Black boxu Garmin GVN 53 je uveden na obrázku č. 12.

**Obrázek č. 12: Black box Garmin GVN 53**



Zdroj: Svět GPS [online]. *Black box Garmin GVN 53* [cit. 2009-04-03]. Dostupné na WWW: <<http://www.svet-gps.cz/gvn-53/>>.

Jak již bylo zmíněno na začátku kapitoly 2, kromě pasivního sledování vozidel existuje i sledování aktivní. Tento druh sledování má stejné funkce jako pasivní sledování, ale navíc umožňuje aktivní okamžitou komunikaci s dispečinkem. Tato komunikace probíhá prostřednictvím oboustranného přenosu informací přes mobilní datové sítě, čili zde není využita komunikace přes družice, ale používají se mobilní telefony s navigátorem nebo vysílací zařízení konkrétní firmy, která používá vlastní komunikační síť. Každé z těchto zařízení ale musí splňovat požadavky na minimální objem přenášených dat.

Pokud je tento způsob využíván například pro sledování pohybu kamionů mezi několika zeměmi, většinou postačí přijímat údaje o poloze kamionu po několika hodinách pomocí mobilního telefonu. Ovšem ve chvíli, kdy se kamion dostane do oblasti nepokryté

mobilním operátorem, je třeba využít družicové navigační systémy. Pomocí navigačních systémů lze důvěryhodněji sledovat pohyb vozidel, kontrolovat, zda dodržují naplánovanou trasu nebo zda byl náklad doručen adresátovi ve splněném termínu apod.

System aktivního sledování vozidel funguje dvěma způsoby:

- řidič vozidla vyšle pomocí sms zprávy dotaz ohledně své aktuální pozici, resp. o aktuální pozici mobilního telefonu, ze kterého dotaz posílá a odpověď je doručena na této mobilní telefon,
- dispečink vyšle tento dotaz, ale musí identifikovat konkrétní mobilní telefon, jehož aktuální pozici si přeje zjistit a odpověď je doručena na dispečink, aniž by o tom samotný řidič věděl.

Další možností systému aktivního sledování vozidel je možnost informování dispečinku o pohybu vozidla mimo určenou oblast. Tuto službu často využívají stavební firmy, které půjčují své stavební stroje a mohou takto snadno monitorovat pohyb svých strojů mimo staveniště nebo oblast či město. Využití aktivního sledování vozidel je také běžně používané pro zabezpečení a vyhledávání vozidel nebo u půjčoven aut, o kterých bude zmíněno v kapitole 3.2.4.

### **2.3.2 Železniční doprava**

Používání satelitních navigačních systémů v železniční dopravě není tolik rozsáhlé jako u dopravy silniční, tyto systémy jsou zaměřeny především na průběžné sledování vlakových souprav. Požadavky na jejich přesnost zde nejsou tak vysoké. V některých případech je poloha vlakové soupravy zjištěna s přesností na desítky metrů (tyto systémy nejsou tolik finančně náročné), ale někdy je třeba mít údaje o poloze vlaku co nejpřesnější (například ve chvíli, kdy je potřeba vědět, po které koleji vícekolejně trati se vlak pohybuje).

Informace o času příjezdů a odjezdů vlaků, obzvláště pokud se častěji vyskytují zpoždění, jsou nezbytné pro zajišťování služeb na vysoké úrovni. I ve chvíli, kdy už vlak má zpoždění, mohou být o tomto cestující informováni. Prostřednictvím Internetové adresy: [www.idos.cz](http://www.idos.cz) je umožněno sledování konkrétní vlakové soupravy on - line. Po zadání výchozí, cílové stanice a času odjezdu je cestujícímu nabídnut nejbližší možný spoj. Na obrázku č. 14 je zobrazena nabídka takového spoje s poznámkou, má-li vlak zpoždění (označeno červenou šipkou). Po „rozkliknutí“ obrázku hodin se cestujícímu zobrazí informace z poslední

železniční stanice, kterou vlak projížděl, čas pravidelného a skutečného příjezdu a pokud se tyto časy liší, tak i délku zpoždění.

Obrázek č. 13: Sledování polohy vlaku on - line

2:40	Datum	Odkud/Přestup/Kam	Přij.	Odj.	Pozn.	Spoje
<input type="checkbox"/>	22.4.	Pardubice hl.n.	2:38	2:40		R. 440 Excelsior
		Praha hl.n.	3:54	4:58		
Celkový čas <b>1 hod 14 min</b> , vzdálenost <b>104 km</b> , cena <b>135 Kč / 102 Kč (zákaznické jízdné)</b> <a href="#">České dráhy, a.s.</a> ; nábreží L.Svobody 1222/12, 110 15 Praha 1; +420 972 211 111 Na trase spojení jsou tyto výluky: <a href="#">Praha-Libeň - Praha-Běchovice</a> Před trasou spojení jsou tyto výluky: <a href="#">Jablunkov-Návší - Mosty u Jablunkova</a>						
Informace ze stanice:			Č.Těšín			
Pravidelný příjezd			23:04			
Skutečný příjezd			21. 4. 2009 23:04			
Zpoždění:			0 min.			

Zdroj: Idos Jízdní řády [online]. *Spoj Pardubice - Praha* [cit. 2009-04-21]. Dostupné na WWW: <<http://jizdnirady.idnes.cz/vlaky/spojeni/>>, autorka

V podmínkách Českých Drah s. p. se začalo s realizací programu aplikace GPS v druhé polovině 90. let, kdy byla v Pardubicích založena Laboratoř inteligentních systémů. První navigační zařízení bylo na lokomotivu 130.023-5 DKV namontováno v roce 1999, její foto je na obrázku č. 13<sup>19</sup>.

Obrázek č. 14: Lokomotiva 130.023-5 DKV



Zdroj: Provozování navigačního systému GPS u ČD [online]. *Lokomotiva 130.023 v Pardubicích* [cit. 2009-04-06]. Dostupné na WWW: <<http://spz.logout.cz/zabezpec/gps.html>>.

<sup>19</sup> *Aplikace GPS u ČD* [online]. Brno: Stránky přátel železnic [cit. 2009-04-02]. Dostupné na www: <<http://spz.logout.cz/zabezpec/gps.html>>.

### 2.3.3 Lodní doprava

Po světě pluje mnoho nejrůznějších druhů plavidel každý den. Satelitní navigační systémy používané v lodní dopravě mají dlouholetou tradici. V původním významu znamená navigace řízení pohybu lodí.

Jednotlivé požadavky na zařízení pro družicovou námořní navigaci definovala Mezinárodní námořní organizace (International Maritime Organisation - IMO), mezi ty nejdůležitější patří: přesnost, integrita, kontinuita, dostupnost a pokrytí<sup>20</sup>.

Námořní navigační přístroje<sup>21</sup> se vyznačují vysokou odolností vůči vnějším podmínkám na moři (velké teplotní rozdíly, vlhkost, sůl, apod.), jsou proto pomocníkem i v oblastech arktického moře, kde mohou navrhnout alternativní lodní trasu v místě s menší tloušťkou ledu. Příklad námořní navigace Garmin GPSMAP 420s je zobrazen na obrázku č. 15.

**Obrázek č. 15: Námořní GPS navigace Garmin GPSMAP 420s**



Zdroj: Námořní GPS [online]. *GPSMAP 420s* [cit. 2009-03-20]. Dostupné na WWW: <[http://www.garmin.cz/index.php?section=2003&sub\\_category=more\\_se\\_son](http://www.garmin.cz/index.php?section=2003&sub_category=more_se_son)>.

Nepostradatelnou výhodou satelitní navigace v lodní dopravě je znalost přesné polohy lodě v případně nehody, což může výrazně zjednodušit záchranné práce (i když současná přesnost námořních navigačních systémů není příliš vysoká).

---

<sup>20</sup> IMO [online]. Praha: Informační centrum OSN v Praze [cit. 2009-04-02]. Dostupné na [www: <http://www.osn.cz/system-osn/specializovane-agentury/?i=123>](http://www.osn.cz/system-osn/specializovane-agentury/?i=123).

<sup>21</sup> Zažitější název pro námořní navigační přístroje je „plotter“.

Tyto systémy ale nemají své uplatnění jak v námořní dopravě, tak i v dopravě říční. Na vnitrozemských vodních cestách jsou lodím užitečné především pro navigování lodí při různých manévrech zejména za zhoršeného počasí.

### 2.3.4 Letecká doprava

Stejně jako v lodní dopravě, mají satelitní navigační systémy svou dlouhodobou tradici i v dopravě letecké. Kromě toho mají letecké navigace mnoho společného s navigacemi námořními i z hlediska rozsáhlosti prostoru, který musí pojmout (vzdušný i námořní prostor je mnohonásobně větší než je například silniční síť). Tyto systémy se nejdříve využívaly v letecké dopravě, až potom začaly být využívány i v dopravě silniční. V silniční dopravě mají dnes sice nejširší uplatnění, ale v letecké dopravě jsou nejnáročněji propracované, jsou nejnákladnější a nejpřesnější.

Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization, dále ICAO) je mezivládní organizace přidružená k Organizaci spojených národů (OSN), jejímž cílem je rozvoj, bezpečnost a plynulost mezinárodního civilního letectví. Mezi nejdůležitější standardy definované touto organizací patří především jednoznačné kódy letišť, leteckých dopravců a typů letadel, které se používají v oficiálních dokumentech a komunikaci. Tyto standardy jsou pro jednotlivé státy pouze doporučením, ovšem státy toto doporučení transformují do zákonné normy. ICAO definovala požadavky nutné k tomu, aby bylo možné letadlo navigovat v určitých letových fázích<sup>22</sup>.

Příklad letecké navigace je uveden na obrázku č. 16, konkrétně se jedná o letecký GPS přijímač Garmin G1000.

**Obrázek č. 16: Letecká GPS navigace Garmin G1000**



Zdroj: Extranavigace.cz [online]. *Profesionální letecký GPS přijímač Garmin G1000* [cit. 2009-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.extranavigace.cz/vyznejte-se-v-navigacich-ii?page=0,3>>.

<sup>22</sup> ICAO [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 13. 3. 2009 [cit. 2009-04-03]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/ICAO>>.

Letecká doprava vyžaduje speciální navigační systémy, pomocí kterých je možné navádět letadla po celou dobu jejich letu: od pohybu po letištní ploše, přes startování, běžnou letovou fázi až po přistávání. Pilot má k dispozici informace o své aktuální poloze, o poloze okolních letišť nebo o letových trasách.

Požadavky na náročnost navigačního zařízení nejsou tak vysoké v oblasti rekreačního letectví (např. létání na větroních, lehkých sportovních letadlech nebo v balónech). Ale i v tomto druhu létání má satelitní navigace výhodu oproti navigaci pozemní - družicový signál není rušen žádnými překážkami na zemském povrchu (koruny stromů, výškové budovy, tunely, atd.). U rekreačního letectví se někdy pro základní orientaci používají jen turistické přijímače vybavené leteckou mapou.

## 2.4 Služby mobilního telefonu

V současné době jsou již běžně k dispozici mobilní telefony, pomocí kterých lze lokalizovat polohu. Tyto mobilní telefony nemusí mít GPS modul, pokud jsou ve spojení s internetovou sítí a mají nainstalovanou speciální aplikaci. Jejich výhodou je možnost stanovení polohy i v místech, kde je příjem navigačního signálu nemožný (v budovách, v tunelech, v metru, apod.), podmínkou je ovšem dostupnost mobilního signálu. Jejich nevýhodou je menší přesnost (v řádu desítek metrů).

Oproti tomu mobilní telefony s GPS modulem nepotřebují pro stanovení polohy připojení k Internetu, jsou přesnější a jejich provoz je zdarma. Ovšem obě skupiny mají řadu nevýhod oproti klasickým navigacím:

- mají menší displej, na kterém je mapa zobrazena v horší kvalitě,
- nemají kvalitní reproduktory pro hlasový výstup,
- jejich ovládání přes drobná tlačítka je náročnější.

Všichni mobilní operátoři na našem trhu dnes nabízejí možnost zaslání aktuálních informací z dopravy nebo informace s určením polohy formou krátkých textových zpráv SMS nebo formou multimediálních zpráv MMS (Multimedia Messaging Service). Prostřednictvím služby SMS Info si může uživatel nechat zaslat informace o: jízdních řádech, poloze vlaku, taxislužbách v Praze, hraničních přechodech (se sousedními státy) a dopravní situaci (v Praze, Čechách, na Moravě nebo na dálnicích) a poslední nabízenou službou je Kilometrovník, který dokáže vypočítat vzdálenost z města A do města B. Operátor nabízí

možnost zaslání jenom jedné SMS zprávy (obsahuje jen jednu informaci) nebo pravidelné posílání zpráv, MMS zpráva je navíc doplněna o mapu vyhledaného místa.

Jinou zajímavou službou, určenou ale převážně pro firmy s vozovým parkem, je služba Locator, která umožňuje vyhledat aktuální polohu vybrané SIM karty (ale je zde třeba znát LPIN daného mobilního telefonu).

V práci budou popsány služby nabízené operátorem T-Mobile. V rámci služby Navigátor si řidič může zvolit několik variant, ty jsou popsány v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 4: Služby T-Mobile Navigator**

Kde jsem	po odeslání požadavku je na mobilní telefon zaslána sms zpráva o jeho aktuální poloze (např. Kraj: Pardubický, Okres: Pardubice, cca 1,7 km na S od: Dašice (plus GPS souřadnice a aktuální datum a čas), tato služba může být užitečná např. při přesné identifikaci místa dopravní nehody
Zábava a cest.	zde je možnost dalšího výběru, např. Zajímavá místa, Kino, Divadlo, Muzeum
Služby	uživatel si také volí, jakou službu si přeje vyhledat, např. Restaurace, Ubytování, Banka
Auto	v nabídce je nalezení nejbližšího Autoservisu, Pneuservisu, Čerpací stanice, LPG nebo Myčky
Pomoc	v nabídce je Policie, Nemocnice nebo Lékárna

Zdroj: autorka

## **3 Možnosti budoucího využití satelitních navigačních systémů**

První přijímače družicového signálu se používaly pro vojenské účely v námořní dopravě, brzy je následovaly přijímače využívané v letecké dopravě (původně byly také pouze vojenské, později i civilní). Následně se navigace začala používat v oblasti zeměměřičské a dopravní, ovšem skutečně masové rozšíření do všech oblastí lidské činnosti (včetně sportovních aktivit a použití v osobních automobilech) nastalo až po roce 2000, kdy došlo k ukončení záměrného snižování přesnosti signálu GPS, což je popsáno v kapitole 1.5 této práce.

V následujících kapitolách budou popsány možnosti budoucího využití satelitní navigace v oblasti automobilové, železniční, lodní a letecké dopravy především ve vztahu k budovanému systému Galileo.

### **3.1 Galileo**

Galileo je globální družicový navigační systém, který bude provozován na území Evropské Unie. Počátkem devadesátých let přijala EU rozhodnutí vybudovat vlastní navigační systém, který bude garantovat trvalou provozuschopnost a ponese jméno podle italského vědce Galilea GalileihoGalileo. Oficiálně byl tento projekt vyhlášen 19. 7. 1999 jako společná iniciativa Evropské komise a Evropské kosmické agentury (dále ESA). Jeho uvedení do provozu (plná operační schopnost - FOC) je stále oddalováno, původně měl být Galileo provozuschopný od roku 2010, podle nových plánů je nejbližší rok spuštění 2014. Galileo bude fungovat na stejném principu jako systémy GPS a GLONASS (současný stav systému Glonass je popsán na konci kapitoly 3.1), se kterými se bude vzájemně doplňovat. Hlavním důvodem pro budování tohoto systému je fakt, že systémy GPS i Glonass jsou vojenské a existuje tedy možnost, že dojde k vypnutí navigačních signálů. Galileo je politickým vyjádřením autonomie, suverenity a politické a ekonomické nezávislosti států EU.

Kompletní systém Galileo bude obsahovat 30 družic, z nich budou 3 záložní, jejich životnost je odhadována na 15 let. Velký počet družic zvýší spolehlivost systému i když některá družice přestane správně pracovat. Družice budou obíhat ve výšce 23 222 km, tato výška byla zvolena s cílem maximálně eliminovat vlivy gravitačního pole a zajistit maximální viditelnost družic. Galileo ve spolupráci se systémem GPS zkvalitní služby v oblasti satelitní navigace (přesnost, dostupnost), jeho hlavní využití by mělo být v oblasti



dopravy - řízení jízdy vlaků, navádění řidiče automobilů, navádění pilotů letadel na přistávací dráhu, apod.

System GALILEO bude poskytovat celkem 5 druhů služeb, které jsou popsány v tabulce č. 5.

**Tabulka č. 5: Služby systému Galileo**

základní služba: OS - Open Service	bude volně dostupná, signály budou využívat 2 pásma, při použití obou bude mít přijímač horizontální přesnost 4 m a vertikální 8 m (při použití jednoho pásma bude horizontální přesnost 15 m a vertikální 35 m), přijímače budou zároveň schopny využívat i systém GPS
„kritická“ služba z hlediska bezpečnosti: SoL - Safety of Life service	klade důraz na bezpečnost, bude vhodná především pro společnost, které působí na globální bázi (letecké a transoceánské námoří)
komerční služba: CS - Commercial Service	bude poskytovat přesnost lepší než OS, po zaplacení poplatku bude poskytovat další služby (např. ručení za službu, přesná časová služba, lokální korekce pro přesné určení polohy)
veřejně regulovaná služba: PRS - Public Regulated Service	bude určena pro armády, policii, celníky, pobřežní hlídky, apod., měla by být provozuschopná za jakékoli situace, její hlavní výhodou je pevnost signálu, který je odolný proti rušení
vyhledávací a záchranná služba: SAR - Search And Rescue service	služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové záchranné služby (vyhledávání a následná záchrana lidí), umožní např. zpětné spojení (od operátora k vysílači, který vyslal nouzový signál), které usnadní záchranné operace a pomůže snížit výskyt planých poplachů, přijetí nouzové zprávy odkudkoli na Zemi nebo přesná poloha místa varovných signálů (v řádech metrů)

Zdroj: Galileo [online]. *Služby systému Galileo* [cit. 2009-04-30]. Dostupné na WWW: <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/technologie/sluzby>, autorka

Základní služba bude přístupná všem uživatelům bez omezení, ostatní služby budou šifrované a přístupné jen po zaplacení a budou určeny pouze pro autorizované uživatele.

### 3.1.1 Fáze a financování systému Galileo

Program Galileo byl rozdělen do čtyř navazujících fází<sup>23</sup>:

- definiční: probíhala v letech 1999 až 2006, během této fáze byla navržena architektura systému Galileo a byly stanoveny služby, které bude systém poskytovat,
- vývoje a ověřování: probíhá od roku 2006 a měla by skončit letos, zahrnuje vývoj 3 experimentálních a prvních 4 provozních družic a jejich ověřování na oběžné dráze (předposlední družice byla vypuštěna 24. 3. 2009, vypuštění poslední je plánováno na 21. 8. 2009), patří sem také vývoj základních pozemních komponentů systému,
- rozmístění: v této fázi budou postaveny a vypuštěny všechny zbývající družice a bude vybudovaná zbylá část pozemní infrastruktury,
- provozní: zahrnuje správu systému, jeho údržbu i trvalé vylepšování.

V březnu 2002 se Evropská Unie dohodla s ESA na plánu financování, podle něj měla Evropa ze svých veřejných zdrojů poskytnout částku 1,1 miliardy Euro na financování systému Galileo. Ministři dopravy členských zemí EU se na podzim roku 2002 dohodli, že uvolní z rozpočtu EU dalších 450 milionů Euro. Patnáct členských zemí EU plus Norsko a Švýcarsko (které tehdy dohromady tvořily členskou základnu ESA) v květnu 2003 přispělo na program Galileo částkou 550 milionů Euro. První a druhá fáze programu byla financována z rozpočtu EU pro Transevropské dopravní síť (TEN-T) a z rozpočtu ESA (jednalo se o cca 1 mld. Euro). Na zbývající dvě fáze měl finančně přispívat také soukromý sektor - pomocí tzv. PPP (Public Private Partnership) financování, neboli společné financování veřejnými a soukromými zdroji. Návrh byl takový, že Koncesionář (Konsorciem firem) by financoval 2/3 peněz potřebných pro dokončení systému. Ale Koncesionář z tohoto záměru ustoupil (resp. se jednotlivé společnosti nedohodly na výši svých podílů). Proto se v červnu 2007 Evropská Rada rozhodla pro financování výstavby systému výhradně z veřejných financí. Ale ani tento způsob financování se neobešel bez problémů: zprávy z března roku 2009 uvádí, že se Evropská Komise a ESA neshodují na konečné výši nákladů druhé fáze. Podle agentury ESA byl rozpočet této fáze překročen o 375 mil. Euro a pokud by došlo k vyplacení celé této částky, nezbyly by už téměř žádné rezervy pro zbývající fáze. Poslední čtvrtá fáze bude financovaná z několika zdrojů. Tím hlavním bude prodej komerčních služeb

---

<sup>23</sup> *Fáze systému Galileo* [online]. Praha: Česká kosmická kancelář, o.p.s., aktualizováno 6. 12. 2007 [cit. 2009-05-02]. Dostupné na [www: <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/celkovy-prehled-vyvoje>](http://www.czechspace.cz/cs/galileo/celkovy-prehled-vyvoje).

systemu Galileo, další příjmy budou plynout z licencí a autorských práv (v souvislosti s různými komponenty systému) a zdrojem financování by měla být také Evropská investiční banka. Podle původních předpokladů měl Galileo stát přibližně 3 miliardy Euro (v současnosti je odhad už 3,4 miliardy Euro). Provozní náklady systému po dokončení se odhadují na 220 milionů Euro ročně, tyto náklady mají zaplatit uživatelé služeb. S tím by neměl být problém, neboť odhady udávají, že v roce 2015 by mělo být na světě více než 400 miliónů uživatelů satelitních navigačních služeb<sup>24</sup>.

### 3.1.2 Současný stav systému Glonass

V současné době má systém Glonass funkčních 20 družic a zajišťuje navigační signál na území Ruska. Tehdejší prezident Ruské federace Vladimír Putin podepsal 18. května 2007 dohodu o bezplatném uvolnění systému GLONASS pro nevojenské použití. Jeho uvedení do provozu má ale neustálé komplikace. Ruská vláda slibovala, že systém bude mít plnou operační schopnost už začátkem letošního roku, ale termín byl znovu odložen kvůli technickým problémům. Počty družic systému Glonass vypuštěných do kosmu od roku 1982 jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Družice systému Glonass

Blok	Období	Počet vypuštěných družic	Počet funkčních družic
Uragan	1982 - 1985	10	0
UraganA	1985 - 1986	6	0
UraganB	1987 - 1988	12 (z toho 6 bylo ztraceno při startu)	0
UraganV	1988 - 2005	59	1
Uragan - M	2001 - 2009	26 (z toho 3 jsou v přípravě)	19
Uragan - K	2009 →	?	0
Celkem		113 (z toho bylo 6 ztraceno a 3 jsou v přípravě)	20

Zdroj: Glonass - Kosmický segment [online]. *Počet družic* [cit. 2009-03-29]. Dostupné na WWW: <<http://wapedia.mobi/cs/Glonass>>, autorka

<sup>24</sup> *Financování systému Galileo* [online]. Praha: Česká kosmická kancelář, o.p.s., aktualizováno 6. 12. 2007 [cit. 2009-05-02]. Dostupné na www: <<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/celkovy-prehled-vyvoje>>.

V letech 1996 - 2001 byla kosmická část systému GLONASS v úpadku. Od roku 2001 je prováděno jeho znovuoobnovení do plného operačního stavu, který je podle posledních zpráv (duben 2009) plánován na rok 2012.

### 3.2 Navigace v silniční dopravě automobilové

Původně se navigační zařízení používalo pro vedení po zvolené trase, dnes již obsahuje také řadu databází (tzv. bodů zájmu = POI = Points of Interest). Jsou to např. informace o ulicích, zastávkách, železničních stanicích, nemocnicích, parkovištích, autoservisech, čerpacích stanicích, hotelech, kinech, školách, obchodech, atd.

Dnes jsou k dispozici v dva základní druhy navigací do automobilu. Je to jednak navigace zabudovaná do palubní desky automobilu přímo jeho výrobcem a jednak je to navigace přenosná. V tabulce č. 7 je uveden přehled výhod a nevýhod zabudovaných a přenosných navigací.

**Tabulka č. 7: Výhody a nevýhody přenosných a zabudovaných autonavigací**

<b>Zabudované navigace</b>	
<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Dobrá ochrana (většinou kódem jako autorádia)	Nemožnost vlastního výběru
Využívá externí anténu, která je umístěna na nejvhodnějším místě pro příjem signálu	Aktualizace map i použitý software závisí na výrobcí automobilu
Umístění na vhodném místě (pro řidiče dobře viditelné, ale nepřekáží mu ve výhledu na silnici)	Promítne se do kupní ceny automobilu
Přímé napojení do automobilu (bez kabeláže)	
<b>Přenosné navigace</b>	
<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Dostupné pro většinu řidičů (nejlevnější lze pořídit od 2 500,-)	Umístění je v rozporu se zákonem
Možnost použití ve více automobilech	Nutnost napájení přes kabel
Velký výběr (design, funkce, značka)	Časté krádeže

Zdroj: autorka

Automobilové navigační systémy využívá čím dál více řidičů. Tento trend snížil jejich cenu na úroveň dostupnou většině řidičů a naopak zvýšil počet druhů navigací tak, aby si mohl každý vybrat pro sebe tu nejvhodnější. Řidič většinou požaduje dostat se do cíle co nejrychleji, v nabídce navigačního zařízení je i navržení nejkratší trasy nebo ekonomické trasy, která bere ohled na spotřebované palivo. Další funkcí je navržení trasy tak, aby se řidič vyhnul dálnicím, placeným silnicím, atd.

Kromě velkého množství přenosných navigací se stále více setkáváme s navigacemi zabudovanými v palubní desce automobilu (dříve byly zabudované navigace jen u nejvyšších tříd automobilů). Zároveň se zvýšila kvalita navigačních zařízení, která dnes mají velký barevný dotykový displej s dobrou viditelností ve dne i v noci, zobrazující mapu okolí vozidla. Samozřejmostí je dnes také kvalitní hlasová navigace, díky které se řidič může více věnovat řízení vozidla.

Navigační zařízení původně sloužilo jeho uživateli - řidiči pouze pro určení polohy (slouží ovšem jenom jako přijímač GPS signálu, samotné nic nevysílá), dnes už má ale i řadu dalších funkcí. Do jeho paměti může řidič před jízdou vložit souřadnice míst v určité posloupnosti, kterými chce projet a během jízdy ho pak navigace požadovanou trasou navádí. Další funkcí je i možnost postupného vkládání „bodů zájmu“ a možnost výběru z několika cestovních kritérií: nejrychlejší cesta, nejkratší cesta, upřednostnit hlavní silnici, vyhnout se hlavní silnici, vyhnout se tunelům, atd. Některá zařízení umožňují i nahrání vlastních povelů, samozřejmostí je také dotykový barevný displej.

Lze předpokládat, že v nejbližší budoucnosti budou běžně dostupné i navigace:

- s rozšířenými funkcemi: například MP3 přehrávač (zkratka MP3 byla převzata z: MPEG-1 Layer III - Motion Picture Experts Group), Bluetooth, prohlížeč obrázků, zabudovaný fotoaparát,
- s řadou dalších informací o projížděné trase: například tvar následující křižovatky, tvar silnice nebo povolená maximální rychlost (s tímto souvisí video navigace, která bude popsána v kapitole 3.2.2),
- přenosné s gyroskopem,
- s přijímačem Radio Data System - Traffic Message Channel (dále RDS - TMC).

Gyroskop je zařízení určené k navigaci a určování směru, zachycuje totiž otáčivé pohyby vozu kolem jeho osy a pomocí těchto signálů lze určit délku ujeté dráhy.

Tato hodnota se srovná s údaji paměti plánu silnic a s hodnotami signálu z družic, tak je přesně určena aktuální poloha vozu na trase a směr jeho pohybu. Lze tedy říci, že se gyroskop používá pro zpřesnění polohy vozidla, jeho další předností je možnost krátkodobého určení poloha vozy bez signálu z družic (např. v tunelech).

V současné době se již na trhu začínají objevovat přenosné navigace s gyroskopem, např. TomTom GO 930 Traffic. Tato navigace má integrovaný gyroskop, pomocí kterého je schopna určit rychlost a směr pohybu automobilu i v tunelu. Cena této navigace se v dubnu 2009 pohybovala od 9000 Kč a obsahuje také přijímač dopravních zpráv RDS - TMC, o kterém bude následující kapitola.

### **3.2.1 Rádiový datový systém - kanál dopravních zpráv**

Navigaci lze rozdělit do dvou skupin a to na navigace klasické a dynamické. Základním principem klasických navigací je přesné určení polohy automobilu pomocí přijímače družicového signálu. Dynamická navigace umožňuje přizpůsobit trasu dopravním podmínkám podle dopravních informací, které přijímá. Tyto informace jsou zakódovány v rádiovém signálu Radio Data System - Traffic Message Channel (dále RDS - TMC).

Přijímač RDS - TMC umožňuje získávat informace o dopravní situaci pomocí rádiového vysílání v FM pásmu (v pásmu frekvenční modulace). Dopravní informace TMC (Traffic Message Channel) jsou k uživatelům šířeny rozhlasovou sítí prostřednictvím technologie RDS (Radio Data System). Tato služba je zdarma, investice spočívá jen v koupi navigace a samotného přijímače RDS - TMC, jejichž ceny se v současné době pohybují do 2000 Kč.

Poskytované dopravní informace se týkají<sup>25</sup>:

- místa: lokalita, úsek nebo oblast, kde se událost stala,
- události: popis toho, co se stalo,
- doby trvání: předpokládaná doba, po kterou bude událost negativně ovlivňovat provoz na komunikaci,
- směru: ve kterém směru na dané komunikace je problém,
- doporučení objížděky: informace, zda se doporučuje řidiči daný problém objet.

---

<sup>25</sup> RDS- TMC [online]. Praha: Central European Data Agency, a.s. [cit. 2009-04-14]. Dostupné na [www: <http://www.rds-tmc.cz/cz/otazky.html>](http://www.rds-tmc.cz/cz/otazky.html).

Mapové podklady dané oblasti (popis místa) a databáze pozic možných dopravních událostí jsou uloženy v lokalizační tabulce, což je zjednodušená silniční síť, která se používá pro vysílání dopravních informací pomocí technologie RDS - TMC. Pomocí této tabulky se označí objekty na silniční síti, jako např. křižovatka, silnice nebo velký (známý) objekt.

Pomocí lokalizační tabulky může řidič využít tzv. „dynamickou navigaci“. Dynamická navigace probíhá tak, že po zadání startu a cíle cesty, vypočítá navigační zařízení optimální trasu s ohledem na různé parametry, které řidič zadá (rychlost jízdy, preferovaná třída komunikace, místa, kterými chce projet, apod.). Následně je řidič navigován vypočítanou trasou k cíli, ovšem pokud se na této trase objeví dopravní problém (kongesce, dopravní nehoda, apod.) a lze předpokládat, že bude výhodnější toto místo objet, přepočítá navigační zařízení během jízdy doporučenou trasu tak, aby se řidič tomuto dopravnímu problému vyhnul.

Dopravní informace jsou řidiči většinou prezentovány hlasově, lze je ovšem prezentovat i textově (na displeji rádia) nebo graficky (na displeji navigačního zařízení). Výhodou hlasové prezentace je její oddělení od vysílané zvukové stopy a tudíž nijak neovlivňuje poslech - tedy ve chvíli, kdy se vysílá dopravní zpravodajství, dojde k automatickému přepnutí rádia.

Pro poskytování dopravních informací všem řidičům pomocí RDS - TMC je třeba:

- rychlé reakce dopravně informačního centra, které shromažďuje a poskytuje dopravní informace,
- pokrytí celého území sítí vysílačů FM, která by vysílala dopravní informace prostřednictvím RDS-TMC,
- dostupnost přijímače RDS-TMC s lokalizační tabulkou všem řidičům.

Dopravní informace jsou zpracovávány v Národním dopravním informačním a řídicím centru (NDIC), které dokáže během několika vteřin informovat řidiče o vzniklých dopravních komplikacích, neboť sbírá informace od policie, hasičského záchranného sboru i záchranné služby.

### **3.2.2 Video navigace**

Video navigace se liší od klasické navigace tím, že má integrovanou kameru, pomocí které zobrazuje reálnou situaci před vozidlem (údaje zobrazené na displeji navigace odpovídají skutečnosti). Díky této kameře umí navigace rozpoznat také dopravní značky

pro omezení rychlosti a může varovat řidiče (graficky i akusticky) v případě, že jede příliš rychle.

Tuto službu poskytují zatím dva výrobky značky Blaupunkt, jedná se o typ TravelPilot 500 a TravelPilot 700. Kromě video navigace mají tyto výrobky několik dalších funkcí, např. hlasové ovládání, přehrávač hudby a videa, fotoaparát, rozhraní Bluetooth, přístup k Internetu přes WiFi (standard pro lokální bezdrátové sítě) nebo mobilní telefon a také rozumí textovému procesoru Word, tabulkovému procesoru Excel nebo nástroji na tvorbu prezentací Powerpoint. Cena typu 500 se v současné době pohybuje od 11 500 Kč výše, u typu 700 je to od 14 000 Kč výše. Na obrázku č. 17 je typ dražší - Blaupunkt TravelPilot 700.

**Obrázek č. 17: Blaupunkt TravelPilot 700**



Zdroj: Blaupunkt - autohifi a navigace [online]. *TravelPilot 700* [cit. 2009-03-12]. Dostupné na WWW: <<http://images.google.cz/images?hl=cs&q=TravelPilot+700>>

Typ TravelPilot 700 je kromě těchto funkcí také vybaven přijímacím modulem DVB-T (Digital Video Broadcasting- Terrestrial), který může přijímat řadu televizních kanálů v digitální kvalitě a nabízí společným v automobilu digitální televizní vysílání během jízdy. Elektronický přehled programů EPG (Electronic Program Guide) zase poskytuje digitální přehled o televizních programech všech registrovaných vysílačů, čímž se TravelPilot mění v přenosnou televizi, která se na sledování programů může použít i mimo vozidlo<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> BOLLINGER, Petr. Video navigace. *Aurosport&Tuning*, 2009, roč. 11, č. 1, s. 131.



### 3.2.3 On - line plánovač tras

TomTom, přední světový poskytovatel navigačního řešení, představil nový plánovač tras TomTom Reuter Planner, který je přístupný na adrese <<http://reuters.tomtom.com>>. Bezplatný webový plánovač tras umožňuje uživatelům snadno si naplánovat trasu a dozvědět se přesné cestovní a příjezdové časy ještě předtím, než se vydají na cestu.

Online Reuter Planner poskytuje uživatelům možnost plánování „od dveří ke dveřím“ pro jakoukoliv adresu, přičemž zohledňuje reálné i historické informace o dopravní situaci v průběhu dne. Využívá dynamické dopravní informace a množství naměřených rychlostí na silnicích po celém světě (od 30ti milionů uživatelů). To umožňuje dopředu si naplánovat trasu na základě skutečných faktů namísto pouhých odhadů, což se projevuje ve velmi přesných cestovních a příjezdových časech. Do plánovače jsou navíc pravidelně nahrávány mapové korekce vytvořené uživateli TomTom, takže lidé mají přístup k nejpřesnějším trasám. Možnou nevýhodou online plánovače může být skutečnost, že je v anglickém jazyce, ovšem od poloviny května má být služba zpřístupněna také v českém jazyce<sup>27</sup>.

### 3.2.4 Taxislužba a půjčovny aut

Satelitní navigační systémy využívá také taxislužba, pro kterou jsou tyto systémy důležité především při hledání optimální trasy. Pomocí satelitní navigace se řidiči taxi mohou vyhnout kongescím a dispečeri taxislužby mohou vysílat vozidla co nejefektivněji. Rozmístění vozidel taxislužby závisí na:

- hustotě zabydlení v různých městských částech: v centru města je třeba mít k dispozici více vozů taxislužby než v městských okrajových částech,
- denní době: např. večer taxislužbu využívají nejvíce lidé při cestě z kulturních akcí,
- na výjimečných společenských událostech: příkladem mohou být hudební koncerty, sportovní zápasy, apod.

Dispečink taxislužby má pomocí navigačních systémů přehled o rozmístění jednotlivých vozidel a toto rozmístění může upravovat podle aktuální situace. Jejich optimální rozmístění jednak zvyšuje možnost využití každého vozidla a zároveň se zkracují čekací doby zákazníků na příjezd taxislužby a tím se zvyšuje jejich spokojenost, tedy i jejich počet.

---

<sup>27</sup> KOKEŠ, Martin. On - line plánovač tras. *Aurosport&Tuning*, 2008, roč. 10, č. 12, s. 131.

Používání satelitních navigačních systémů také může zvýšit bezpečnost řidičů taxislužby. V případě napadení jim stačí stisknout „tísňové“ tlačítko, které upozorní nejbližší policejní stanici na ohrožení řidiče. S tímto upozorněním je spojena informace o aktuální poloze konkrétního vozidla, ze kterého byl signál vyslaný a policejní složky tak mohou zasáhnout v co nejkratší době a nemusí se zdržovat zjišťování polohy tohoto vozidla.

Satelitní navigační systémy stále častěji využívají také půjčovny aut, ty prostřednictvím navigačních přístrojů mohou sledovat pohyb svých vozů, v případě jejich krádeže slouží pro vyhledání těchto vozů, mají ale uplatnění i pro řidiče půjčených vozů. Tito řidiči často neznají region, ve kterém si auto zapůjčili, a navigace jim v tomto směru dokáže pomoci. Kromě samotného navigování řidiče neznámou oblastí může tento řidič využít i přídavné funkce navigací, jako je například databáze s turisticky zajímavými oblastmi (kterou hojně využívají např. zahraniční turisté).

### **3.3 Navigace v silniční dopravě autobusové**

Používání satelitní navigace v autobusech s sebou přináší:

- možnost snadnějšího řízení, sledování a koordinování vozového parku: příkladem mohou být dva autobusy, které jedou po stejné trase jen s minimálním časovým rozestupem - dispečink může nařídít řidiči druhého autobusu, aby zpomalil, časový rozestup by se tak zvětšil a i druhý autobus by byl více vytížený, protože po delší době by na jednotlivé zastávky přišlo více cestujících,
- přehled o zpožděních jednotlivých autobusů, díky kterému může dispečink informovat cestující o skutečném čase příjezdu autobusu, může jim navrhnout alternativní trasu a podat informace o dalších navazujících spojích,
- možnost lokalizace porouchaného autobusu: pokud autobus bude například nepojízdný, dispečink se dozví jeho přesnou polohu a může následně vyslat asistenční vozidlo na dané místo,
- zvýšení bezpečnosti řidičů autobusů: v případě napadení mohou řidiči zmáčknout „tísňové“ tlačítko, kterým přivolají policii (společně s tímto signálem jsou vyslány i údaje o aktuální poloze autobusu).

V současné době nabízí někteří autobusoví dopravci pro své cestující možnost sledovat trasu jízdy na obrazovkách, které mají autobusy zabudované v sedadlech a na kterých je zobrazována aktuální poloha autobusu. Také Dopravní podniky využívají

ve svých autobusech satelitní navigaci - sledují polohy autobusů, pracují se systémem odbavování cestujících prostřednictvím čipových karet, zpracovávají údaje o intervalu mezi otevřením a zavřením dveří, který je následně porovnáván s plánovaným jízdním řádem. Dalšími údaji může být interval mezi spoji, předpokládaný příjezd do jednotlivých zastávek, doba strávená v jednotlivých zastávkách, odchylky od jízdního řádu, apod.

Satelitní navigace je závislá na počtu družic nad obzorem - čím více družic vysílá signál do přijímače, tím je určení polohy přesnější a problémem v tomto smyslu by mohla být městská zástavba (tunely, mostní konstrukce, úzké ulice). Systém Galileo ve městech poskytne zvýšené pokrytí i přesnost navigačních systémů díky množství družic, které budou signál vysílat.

Řízení a sledování vozového parku autobusů je umožněno prostřednictvím navigačních přístrojů, kterými jsou autobusy vybaveny a které informují dispečink o své aktuální poloze. Systém Galileo bude funkční 24 hodin denně, což umožní:

- sledovat autobusy nepřetržitě,
- kdykoliv informovat cestující o očekávaném času příjezdu autobusu: dispečink bude znát aktuální polohu autobusu v reálném čase,
- z dlouhodobějšího hlediska může nonstop znalost polohy autobusů vést k úpravě jízdních řádů tak, aby nedocházelo ke zpoždění, což následně ocení i cestující.

### **3.4 Navigace v železniční dopravě**

Navigační systémy u železniční dopravy fungují na stejném principu jako u dopravy silniční. Informace o aktuální poloze vlakové soupravy jsou zasílány na dispečink, který tak může sledovat pohyb této soupravy a operativně ho řídit. Použití satelitní navigace společně s telekomunikačními službami tedy zvyšuje železničním operátorům možnost monitorovat a kontrolovat provoz na železnici.

Satelitní navigační systémy používané v železniční dopravě se používají pro:

- zvýšení bezpečnosti na železnicích,
- zvýšení efektivnosti na vytížených spojích,
- snížení nákladů na regionálních železnicích,
- monitorování průjezdu vlakových souprav,
- vyhodnocení aktuálního stavu konkrétní železniční tratě.

Aby tyto služby fungovaly spolehlivě, je zapotřebí, aby poloha vlakové soupravy byla určena s vysokou přesností. Možným řešením by mohlo být vybavení všech úseků železniční sítě signálním zařízením, ale to je finančně nákladné a často i nerentabilní. Systém Galileo (kombinovaný spolu s telekomunikačními službami) nabídne možnost kontroly a monitorování provozu, které je nejdůležitější pro strojvedoucího a řídicí stanici. Dále zlepší organizaci a řízení železničního vozového parku, usnadní sledování zboží a pomůže s efektivním využíváním jednotlivých železničních tratí.

Při jízdě vlaku krajinou, kde jsou hluboká údolí nebo tunely, se zhoršuje možnost příjmu družicového signálu. Po uvedení systému Galileo do provozu přibude ve vesmíru dalších 30 navigačních družic, čímž je zvýší pokrytí navigačním signálem na většině traťových úseků a tím se i zvýší přesnost určení aktuální polohy vlakové soupravy.

### **3.5 Navigace v lodní dopravě**

Satelitní navigační systémy mohou používat všechna plavidla (soukromé jachty, obchodní a vojenské lodě, tankery apod.) za jakéhokoli počasí na širém moři, při pobřeží nebo i pro přibližování se k přístavům. Družicová navigace nejen zvyšuje efektivitu a bezpečnost lodní dopravy, ale také umožňuje sledování aktuální polohy lodí a volbu optimální trasy plavby. Sledování trasy plavby je výhodné především pro detekci námořních oblastí se zvláštním režimem (mohou to být výsostné vody států nebo např. oblasti se zakázaným rybolovem).

Kromě navigace lodí se navigační systémy používají i v mnoha dalších námořních aktivitách jako např. rybolov (pomáhají při vyhledávání hejna ryb nebo při hledání sítí a nástrah), oceánografie, těžba ropy, sledování zboží (jejich nakládání, trasu i vykládání), apod. Mezi dodatečné funkce námořních navigačních přístrojů patří například varování při přiblížení se k mělkým vodám, signalizace „Utržení kotvy“ pokud loď opustí definovanou oblast, nebo „Muž přes palubu“, kdy je dané místo označeno a navigace automaticky vypočítá trasu pro návrat zpět na označené místo.

Vysoká přesnost, spolehlivost a dostupnost signálu Galileo přispěje k zvýšení bezpečnosti lodní dopravy a monitorování pohybu plavidel. Pomocí této služby systému Galileo (Search And Rescue service, SAR) se zkvalitní mezinárodní vyhledávací a záchranná služba. Polohová přesnost je v současné době poměrně malá (v řádech kilometrů), Galileo služba SAR umožní určit polohu lodí s přesností několika metrů. Družice Galileo díky této službě budou schopny přijímat nouzové signály a okamžitě je přeposlat

(spolu s informací o poloze) do záchranných center. Další výhodou systému Galileo je zvýšení bezpečnosti tím, že podá ucelený přehled o všech lodích v okolí a uplatní se také při manévrech velkých plavidel v přístavech, které musí být provedeny s vysokou přesností.

### **3.6 Navigace v letecké dopravě**

Výhodou satelitní navigace používané v letecké dopravě je možnost lepšího využití dopravních koridorů a tím i možná nižší spotřeba paliva. Letecký dispečink má pomocí satelitních navigačních systémů informace o pohybu letadel a může tak operativně řídit letový provoz a optimalizovat vytiženost jednotlivých letových tras. Dispečink získává potřebné informace (poloha, směr, rychlost letadla, apod.) nejen ze satelitních navigačních systémů, ale i z pozemních radarů a právě v místech, kde je rozmístění těchto radarů nedostatečné (např. na Kanárských ostrovech) využívá data především ze satelitní navigace.

Navigační systémy se v letecké dopravě používají nejen pro řízení pohybu letadla ve vzduchu, ale i při jejich pohybu po letištní ploše. Nejčastěji se v tomto případě na letištích používají pozemní radarové systémy, někdy je poloha při rolování letadla hlášena přímo pilotem a samotné letadlo je řízeno jen za pomoci vizuální kontroly, ovšem použitím satelitní navigace by údaje o poloze konkrétního letadla byly přesnější a celkově by se bezpečnost těchto operací zvýšila.

Galileo bude pilotům výrazně pomáhat ve všech fázích letu - od pohybu po letištní ploše, přes startování a běžnou letovou fázi, až po přistávání. Díky dostupnosti signálů GPS i Galileo (tedy velkého počtu navigačních signálů vysílaných z družic) bude zajištěna vysoká přesnost navigační služby, což sníží minimální horizontální i vertikální vzdálenosti mezi letadly a to umožní pohyb více letadel najednou (zejména v přetížených oblastech). Lze tedy říci, že Galileo zvýší celkovou bezpečnost letecké dopravy a napomůže lepšímu plánování letů a volbě leteckých koridorů. Pomůže rovněž zvýšit kapacitu přistávacích drah tím, že se zkrátí čas mezi přistáváním jednotlivých letadel (tím se zkrátí se doba letu a zároveň se také ušetří palivo).

Služba systému Galileo označovaná jako „kritická“ z hlediska bezpečnosti (Safety - of - life service, SoL) může být využita pro navigaci a přistávání pátracích a záchranných helikoptér za zhoršených povětrnostních podmínek. V současné době není možno s helikoptérou létat za snížené viditelnosti (např. v mlze), SoL tak zvýší využití leteckých záchranných jednotek při nehodách, a to hlavně za již zmíněného zhoršeného počasí.

## 4 Řešení nedostatků satelitních navigačních systémů

Základními požadavky na navigační systém je poskytnutí uživateli, který je v klidu nebo se pohybuje, přesné informace o jeho poloze, rychlosti a čase v jakémkoliv místě na Zemi nebo v její blízkosti. Tyto informace musí být k dispozici nepřetržitě, nezávisle na denní nebo roční době, povětrnostních nebo klimatických podmínkách.

Po oslovení několika firem s dotazem na to, co by upřednostnily u navigací, co jim na těch současných chybí a jaké dodatečné funkce by jim vyhovovaly, odpověděly 2 firmy vlastníci nákladní vozidla: AASO, s. r. o. a Autodoprava Tumpach, s. r. o. a Dopravní podniky měst Olomouce a Hradce Králové.

### 4.1 Nedostatky v silniční nákladní dopravě

AASO, s. r. o. je dopravní firma, která vlastní nákladní vozy a používá navigační zařízení od firmy Garmin a jedno od firmy TomTom. Uvítala by možnost navržení optimální trasy právě s ohledem na tyto velké vozy, čili návrh trasy mimo:

- zakazy jízd pro nákladní vozidla nad 3,5 tuny,
- nízké podjezdy,
- úzké uličky, apod.

Autodoprava Tumpach, s. r. o. používá pro sledování vozidel systém Orbcomm a s navigacemi mají řidiči stejné problémy jako ve firmě AASO, s. r. o. - navrhne jim trasu, která není určená pro nákladní vozidla. Nedostatky vidí také v nedostatečném podchycení aktuálních změn - řidiči mají problémy se zadáváním cílových míst, jako jsou např. čerpací stanice nebo parkoviště.

Pro obě výše zmiňované firmy by bylo výhodné pořídit si navigaci Garmin Nüvi 660FM, která umožňuje navigaci pro nákladní vozy TIR. S pomocí mapy Atlas Czech 8 NT je toto navigační zařízení schopno vést řidiče mimo nízké mosty, úzké ulice nebo mimo silnice s omezenou nosností.

Digitální mapa Atlas Czech 8 NT vychází z navigační databáze společnosti CEDA, a. s., která je dodavatelem navigačních dat pro většinu výrobců map, např. firmě TeleAtlas<sup>28</sup>. Atlas Czech 8 NT je novou verzí navigační mapy České Republiky od firmy Garmin, mohla by být také řešením pro firmu Autodoprava Tumpach, s. r. o. z hlediska

---

<sup>28</sup> TeleAtlas a NAVTEQ jsou největšími firmami se zaměřením na zpracování digitálních map Evropy.

aktuálnosti - přináší jednak plnou aktualizaci silniční sítě ČR, jednak řadu zlepšení, např. možnost vyhledávání adres včetně čísel popisných. Data jsou aktuální k říjnu 2008 a obsahují nové dálniční a rychlostní komunikace otevřené do konce roku 2008. Pokud by firmy měly registraci uživatele digitální mapy Atlas, mohly by pouze provést aktualizaci mapy, což Garmin nabízí za cenu 690 Kč. Ostatní uživatelé mohou mapu zakoupit na CD za 2 490 Kč. Mapa se dodává s jednou licenci, čili zakoupené CD lze registrovat jenom na jedno navigační zařízení.

Navigace Garmin Nüvi 660FM je zobrazena na obrázku č. 18.

**Obrázek č. 18: Garmin Nüvi 660FM**



Zdroj: E-prodavac.cz [online]. *Garmin Nüvi 660FM* [cit. 2009-05-11]. Dostupné na WWW: <<http://e-prodavac.cz/mobilni-telefony/garmin-nuvi-660fm-gps-navigace-33-statu-eu-4-3-lcd-bt-rds-mp3-fm-vysilac-topo-cr.html>>

Garmin Nüvi 660FM také umožňuje dynamickou navigaci, má totiž integrovaný přijímač aktuálních dopravních informací TMC prostřednictvím technologie RDS. Cena tohoto modelu se v současné době pohybuje od 8 000 Kč výše.

Další navigační zařízení určené pro řidiče nákladních vozů nabízí německý výrobce navigací VDO DAYTON, jedná se o navigační systém VDO Dayton - Edice TRUCK, modely PN4000 a PN6000. Tyto modely jsou již na našem trhu nabízeny řadou prodejců v základní verzi nebo v edici Truck.

Základní verze tohoto navigačního zařízení obsahuje:

- RDS-TMC přijímač pro příjem dopravních informací,
- různá kritéria pro plánování trasy (nejkratší, nejrychlejší, bez dálnic, apod.),
- informace o radarech a úsecích s měřenou rychlostí,

- zobrazení počtu jízdních pruhů na silnicích se zvýrazněním doporučeného jízdního pruhu,
- informace o maximální povolené rychlosti na komunikacích,
- plánování trasy nezávisle od aktuální pozice.

Edice TRUCK obsahuje navíc digitální mapy optimalizované pro:

- zvolený typ vozidla (kamion, kamion + přívěs, autobus atd.),
- zvolené parametry vozidla (výška, šířka, délka a váha),
- zvolený typ převáženého nákladu (nebezpečný náklad, hořlavina, apod.).

Ceny obou modelů PN4000 i PN6000 se v současné době pohybují od 8 000 Kč výše a nabízené jsou i v českém jazyce. Model PN4000 je zobrazen na obrázku č. 19.

**Obrázek č. 19: VDO Dayton PN4000**



Zdroj: Gigashops.cz [online]. *Dayton PN4000* [cit. 2009-05-11]. Dostupné na WWW: <http://www.gigashops.cz/vdo-dayton-pn4000/>

Autodoprava Tumpach, s. r. o. pracuje s komunikačním systémem Orbcomm, který slouží k obousměrnému přenosu krátkých datových zpráv, je v provozu od února 1999. Využívá soustavy nízkoletečích satelitů (ve výšce 825 km nad povrchem Země) a pozemních stanic, které poskytují globální pokrytí celé planety Země. Zprávy jsou koncovým adresátům distribuovány prostřednictvím sítě Internet<sup>29</sup>.

Pro většinu firem vlastníků nákladní vozidla by byl vhodný produkt systému Orbcomm - ORBTrack, který umožňuje sledování vozidel a je vhodný především

<sup>29</sup> *Systém Orbcomm* [online]. Zlín: ORBCOMM CZECH REPUBLIC, s. r. o., [cit. 2009-05-17]. Dostupné na www: <http://www.orbcomm.cz/>.



pro nákladní dopravu. Pro zpracování dat obdržených z vozidel se používá program ORBMap, který umožňuje dispečinku monitorovat vozový park, komunikovat s řidičem vozidla a získávat informace o jednotlivých vozidlech nezávisle na řidičích (odkud kam vozidlo jede, pro kterého zákazníka, v jakých termínech).

Základní složkou tohoto programu je přesná mapa Evropy, kterou lze „přiblížit“ až na měřítko 1 : 150 000 (mapa potom obsahuje názvy obcí i identifikaci jednotlivých komunikací). Vozidla lze sledovat prostřednictvím Internetu po zadání svého přístupového jména a hesla na stránkách <<http://orbcomm.sdsrver.cz>>. Poplatky za využívání systému ORBCOMM jsou závislé na objemu přenesených dat za měsíc, v současné době se pohybují od 500 Kč výše (např. za 760 Kč lze poslat 363 zpráv za měsíc, což odpovídá intervalu každé 2 hodiny jedna zpráva).

## 4.2 Nedostatky v integrované autobusové dopravě

Dopravní podnik města Hradce Králové, a. s. využívá GPS souřadnice pro lokalizaci zastávek v síti MHD (Městská hromadná doprava). Dopravní podnik města Olomouce, a. s. používá přijímač GPS pro určení polohy vozidla, resp. pro zjištění okamžiku průjezdu „virtuálního bodu“, což jsou souřadnice uložené v paměti navigačního zařízení. Pokud vůz projede tímto bodem, software to vyhodnotí a následně provede nutné operace. Příkladem může být porovnání času průjezdu virtuálním bodem s jízdním řádem a v případě zpoždění dojde k požádání SSZ (světelné signalizační zařízení) na nejbližší křižovatce o preferenci. Autobusy totiž komunikují radiovým přenosem se semaforem a ve chvíli, kdy se blíží ke křižovatce, porovná systém reálný čas s jízdním řádem a pokud autobus jede se zpožděním, rozsvítí se na semaforu zelená a naopak. Poté, co autobus projede křižovatkou, se na semaforu rozsvítí červená.

Dopravní podnik města Olomouce, a. s. vidí problémy navigačních systémů v přesnosti určení souřadnic - v městské zástavbě to bývá problém. Chyba v poloze pak může dosáhnout i několika desítek metrů, případně poloha nemusí být změřena vůbec. Důvodem takových problémů je nutnost přímé viditelnosti mezi navigačním zařízením a družicemi.

Problémy s přesností navigačního signálu lze řešit několika způsoby:

- zpracováním signálů z více družicových systémů: GPS (původně to byl vojenský navigační systém a jeho nepřesnost byla záměrná), GALILEO (snaží se nepřesnost řešit větším počtem družic), GLONASS (jeho nepřesnost je způsobena malým počtem družic),

- využitím pseudolitů: to jsou pozemní prostředky, které simulují a vysílají signál GPS s cílem zhustit síť navigačních signálů v místech, kde je potřeba vysoká dostupnost navigačního signálu (např. na autobusových nádražích),
- využitím akcelerometru: jedná se o přístroj, který se používá pro určení polohy v místech bez navigačního signálu, měří vibrace nebo zrychlení při pohybu a pamatuje si několik po sobě jdoucích souřadnic - při výpadku signálu pak určí předpokládanou trasu.

Pro zvýšení přesnosti navigačního signálu lze použít také diferenciální GPS (označovaný jako DGPS). Postup je takový, že se do bodu s již naměřenými souřadnicemi umístí speciální přijímač GPS, tzv. referenční stanice, která porovnává skutečnou a naměřenou hodnotu a následně vyhodnocuje jejich vzájemné odchylky. Nevýhodou DGPS je nutnost existence referenční stanice a dalšího přijímače, které mezi sebou musí komunikovat a také potřeba velkého počtu referenčních stanic - čím více budou od sebe přijímače vzdáleny, tím bude přesnost menší.

Existují dva druhy diferenciálních navigačních systémů<sup>30</sup>:

- GBAS (Ground Based Augmentation System): jeho evropskou aplikací je EGNOS, který doplňuje a vylepšuje vlastnosti GPS na území Evropy,
- SBAS (Satellite Based Augmentation System): na území České Republiky je označován jako CZEPOS.

Hlavní rozdíl mezi těmito systémy je ve způsobu předání chyby. U systému GBAS je chyba odeslána přímo ostatním přijímačům, u systému SBAS jsou data z družic odeslány do výpočetního centra, které stanoví chybu, tu odešle zpět družicím a tyto družice následně vyšlou signál satelitním přijímačům.

### 4.3 Nedostatky v individuální automobilové dopravě

Řidiči osobních automobilů mají také problémy s přesností určení polohy prostřednictvím satelitní navigace - v městské zástavbě, krytých parkovištích nebo tunelech. Řešení tohoto problému je popsáno v předchozí kapitole.

---

<sup>30</sup> DGPS [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 4. 4. 2009 [cit. 2009-05-02]. Dostupné na [www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/DGPS>](http://cs.wikipedia.org/wiki/DGPS).

Řada řidičů využívá dopravní zpravodajství prostřednictvím RDS - TMC, to má ovšem nevýhodu v poměrně vysokém zpoždění při předávání dopravních zpráv řidičům. Příkladem může být situace, kdy je řidič prostřednictvím této služby informován o dopravní kongesci na úseku dálnice, kterým chtěl řidič projíždět. Proto se rozhodnete sjet z dálnice na objízdnou trasu, ovšem kvůli časové prodlevě mezi vznikem kongesce a informováním řidiče dojde k tomu, že se výše zmiňovaný úsek již uvolňuje a naopak se začíná tvořit kongesce na objízdné trase.

Řešením by mohl být navrhovaný systém SOTIS (Self organizing traffic information system), který by nabídl mnohem rychlejší a podrobnější informace o místní dopravní situaci. Vozidlo by totiž vysílalo údaje o dopravní situaci ve svém okolí na další vozidla v jeho blízkosti. Tento systém tedy nepotřebuje senzory podél dálnice (např. on - line kamery) ani centrální jednotku, která by data dále distribuovala. Při prováděných zkouškách systému SOTIS byla dopravní informace poskytnuta i vozidlu ve vzdálenosti 50 km a systém byl také plně funkční i v situaci, kdy ho využívaly jen 2 % všech vozidel.

Problémem navigací je také skutečnost, že mohou řidiče odpoutávat od řízení a následkem toho může dojít k dopravní nehodě. Možným řešením by mohla být navigace od firmy Asus - model R710, která promítá směr jízdy na čelní sklo automobilu - promítání na čelní sklo je prováděno pouze při změně směru jízdy. Další užitečnou vlastností tohoto modelu, který je zobrazen na obrázku č. 20, je automatická intenzita podsvícení.

**Obrázek č. 20: Asus R710**



Zdroj: Bezpečí za volantem [online]. R710 [cit. 2009-05-03]. Dostupné na WWW: <<http://www.asus.cz/products.aspx?i1=21&i2=0&i3=0&i4=0&model=2291&modelmenu=1>>

Dalším problémem řidičů je rychlá jízda a následné pokuty. Řidiči by mohli využít služeb navigace od firmy TomTom - GO 920 Traffic, která obsahuje databázi silničních kamer a radarů. Tato databáze je pravidelně aktualizována, novější data lze získat

prostřednictvím sítě Internet přes software TomTom Home. Samotnou databázi lze v současnosti získat za roční paušál 799 Kč, navigaci GO 920 Traffic za cenu 11 990 Kč.

Lepší orientaci by řidičům mohla nabízet navigace s reálnou mapou území v trojrozměrném zobrazení od firmy NDrive - produkt G800S. Ten zobrazuje okolí pomocí skutečných fotografií daného místa. Podle výrobce je navigace schopna navést řidiče do míst mimo silniční síť (např. na soukromé pozemky, zahrady nebo parkoviště). Model G800S, který lze v současnosti pořídit od 4000 Kč a výše, je zobrazen na obrázku č. 21.

**Obrázek č. 21: NDrive G800S**



Zdroj: Drive - produkty [online]. *Drive G800S* [cit. 2009-50-10]. Dostupné na WWW: [http://www.ndrive.cz/products/ndrive\\_G800S.html#](http://www.ndrive.cz/products/ndrive_G800S.html#)

Trojrozměrné zobrazení začala po firmě NDrive nabízet i firma Garmin - zatím jen na území širšího centra Prahy.

## Závěr

V práci byly identifikovány jednotlivé satelitní navigační systémy, které se v současné době využívají. Nejpoužívanějším je systém GPS, na území Ruska je funkční systém Glonass, dalším používaným je čínský systém Beidou, jehož nástupcem bude Compass a navigačním systémem, který bude provozován na území Evropské Unie, je Galileo.

Nejčastějšími způsoby využití satelitní navigace v silniční dopravě je navržení optimální trasy, sledování vozového parku nebo asistenční systémy. V železniční dopravě navigační systémy napomáhají ke sledování aktuálních pozic vlaků, v lodní dopravě se používají především pro navigaci a lokalizaci lodí a ponorek, v letecké dopravě se používají pro monitorování letadel a jejich navádění po celou dobu letu.

Budování evropského navigačního systému Galileo bylo zahájeno 19. 7. 1999 jako společná iniciativa Evropské komise a Evropské kosmické agentury. Podle posledních odhadů bude program Galileo stát 3,4 miliardy Euro a jeho uvedení do provozu je plánováno na rok 2014.

Budoucnost využívání satelitních navigačních systémů v silniční dopravě automobilové je zaměřena na používání přenosu dopravních informací pomocí RDS - TMC, v práci je zmíněna také video navigace a on - line plánovač tras. Pro navigaci autobusů a vlaků bude Galileo výhodný díky většímu počtu družic, což zvýší přesnost navigačního signálu. Pomocí služby SAR se zkvalitní mezinárodní vyhledávací a záchranná služba v dopravě lodní a služba SoL bude výhodná pro navigaci a přistávání pátracích a záchranných helikoptér.

Po oslovení několika firem pro získání praktických zkušeností s používáním navigací odpověděly dvě firmy vlastníci nákladní vozidla shodně tak, že největší problémy mají s trasou, kterou jim navigace určí. Tato trasa totiž vede přes místa, která nejsou určena pro nákladní vozidla (zákaz jízdy pro nákladní vozidla nad 3,5 tuny, nízké podjezdy, úzké uličky, apod.). Řešením by mohla být navigace Garmin Nüvi 660FM s digitální mapou Atlas Czech 8 NT, která je schopna navrhnout trasu pro nákladní vozidla, její data jsou aktuální k říjnu 2008. Registrovaní uživatelé digitální mapy Atlas mohou pouze provést aktualizaci mapy za cenu 690 Kč, ostatní si mohou mapu zakoupit za 2 490 Kč. Cena navigace Garmin Nüvi 660FM se v současné době pohybuje od 8 000 Kč výše. Další navigaci určenou pro řidiče nákladních vozidel nabízí německý výrobce VDO DAYTON v edici TRUCK (modely PN4000 a PN6000), které mají digitální mapu optimalizovanou pro zvolení

typu a parametrů vozidla. Ceny obou modelů se v současné době pohybují od 8 000 Kč výše a nabízené jsou i v českém jazyce.

Pro většinu firem vlastnicích nákladní vozidla by byl vhodný produkt systému Orbcomm - ORBMap, který umožňuje monitorovat vozový park, komunikovat s řidičem vozidla a získávat informace o vozidle nezávisle na řidiči. Vozidla lze sledovat prostřednictvím Internetu po zadání svého přístupového jména a hesla na stránkách <<http://orbcomm.sdservers.cz>>. Poplatky za využívání systému ORBCOMM jsou závislé na objemu přenesených dat za měsíc, v současné době se pohybují od 500 Kč výše.

Dopravní podnik města Olomouce, a. s. vidí problémy navigačních systémů v přesnosti určení souřadnic především v městské zástavbě, které lze řešit několika způsoby: zpracováním signálů z více družicových systémů, využitím pseudolitů, akcelerometru nebo diferenciálního GPS.

Někteří řidiči osobních automobilů využívají dopravní zpravodajství prostřednictvím RDS - TMC, to má ovšem nevýhodu v poměrně vysokém zpoždění při předávání dopravních informací - řešením by mohl být navrhovaný systém SOTIS. Problémem navigací je také skutečnost, že mohou řidiče odpoutávat od řízení - zde je navržena navigace od firmy Asus - model R710, která promítá směr jízdy na čelní sklo automobilu. Problémy řidičů s rychlou jízdou a následnými pokutami by mohla částečně vyřešit navigace od firmy TomTom - GO 920 Traffic, která obsahuje databázi silničních kamer a radarů. Samotnou databázi lze v současnosti získat za roční paušál 799 Kč, navigaci GO 920 Traffic za cenu 11 990 Kč. Lepší orientaci by řidičům mohla nabízet navigace s reálnou mapou území v trojrozměrném zobrazení od firmy NDrive - produkt G800S, který lze v současnosti pořídit od 4000 Kč a výše.

Cíle této práce jsem se snažila naplnit, ovšem během zpracovávání se objevily problémy s nedostatkem údajů o praktických zkušenostech firem s navigacemi. Většina firem na dotazy nezareagovala, některé firmy odpověděly, že s navigacemi zkušenosti nemají. Práce může být využita pro firmy vlastníci nákladní vozidla, které mají problémy s tím, že jim navigace navrhne trasu nevhodnou pro nákladní vozidla. Dále zde byla navržena řešení pro zpřesnění navigačního signálu a pro bezpečnější jízdu a lepší orientaci řidičů pomocí navigace.

## Použitá literatura

- [1] BOLLINGER, Petr. Video navigace. *Aurosport&Tuning*, 2009, roč. 11, č. 1, s. 131.
- [2] KOKEŠ, Martin. On - line plánovač tras. *Aurosport&Tuning*, 2008, roč. 10, č. 12, s. 131.
- [3] RAPANT, Petr. *Družicové polohové systémy*. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2002. ISBN 80-248-0124-8.
- [4] ŠEBESTA, Jiří. *Radiolokace a radionavigace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2004. ISBN 80-214-2482-6.
- [5] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel 2*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2002. ISBN 80-238-7282-6.
- [6] *Aplikace GPS u ČD* [online]. Brno: Stránky přátel železnic [cit. 2009-04-02]. Dostupné na www: <<http://spz.logout.cz/zabezpec/gps.html>>.
- [7] *DGPS* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 4. 4. 2009 [cit. 2009-05-02]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/DGPS>>.
- [8] *Druhy GPS přijímačů* [online]. Praha: MC Com, s.r.o, aktualizováno 19. 11. 2005 [cit. 2009-03-02]. Dostupné na www: <<http://www.e-firma.cz/view.php?cisloclanku=2005111901>>.
- [9] *eCall* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 30. 1. 2009 [cit. 2009-04-02]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/ECall>>.
- [10] *eSafety* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2009-04-02]. Dostupné na www: <<http://www.mdcr.cz/cs/Strategie/ITS-a-Dopravni-telematika/eSafety/eSafety.htm>>.
- [11] *Fáze systému Galileo* [online]. Praha: Česká kosmická kancelář, o.p.s., aktualizováno 6. 12. 2007 [cit. 2009-05-02]. Dostupné na www: <<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/celkovy-prehled-vyvoje>>.
- [12] *Financování systému Galileo* [online]. Praha: Česká kosmická kancelář, o.p.s., aktualizováno 6. 12. 2007 [cit. 2009-05-02]. Dostupné na www: <<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/celkovy-prehled-vyvoje>>.
- [13] *Frekvence signálu GPS* [online]. Brno: GPSnavigace.cz [cit. 2009-03-02]. Dostupné na www: <[http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co\\_je\\_gps.htm](http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co_je_gps.htm)>.
- [14] *ICAO* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 13. 3. 2009 [cit. 2009-04-03]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/ICAO>>.
- [15] *IMO* [online]. Praha: Informační centrum OSN v Praze [cit. 2009-04-02]. Dostupné na www: <<http://www.osn.cz/system-osn/specializovane-agentury/?i=123>>.

- [16] *JSDI* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2009-04-02]. Dostupné na www: <<http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/CEF8732F-19F1-43CB-9A37-1D299EF10D21/0/PublikaceITSMDcesky.pdf>>.
- [17] *Kosmický segment Glonass* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 23. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Glonass>>.
- [18] *Kosmický segment GPS* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS>>.
- [19] *Navigační zpráva* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 19. 2. 2009 [cit. 2009-03-02]. Dostupné na www: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1diov%C3%A9\\_sign%C3%A1ly\\_GPS](http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1diov%C3%A9_sign%C3%A1ly_GPS)>.
- [20] *Nepřesnosti při měření času* [online]. Nizozemí: TomTom International BV, [cit. 2009-05-09]. Dostupné na www: <<http://www.tomtom.com/howdoesitwork/page.php?ID=21&CID=6&Language=10>>.
- [21] *Operační schopnost* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 1. 2009 [cit. 2009-02-20]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/GPS>>.
- [22] *RDS- TMC* [online]. Praha: Central European Data Agency, a.s. [cit. 2009-04-14]. Dostupné na www: <<http://www.rds-tmc.cz/cz/otazky.html>>.
- [23] *Řídící a kontrolní segment* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na www: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)>.
- [24] *Systém Orbcomm* [online]. Zlín: ORBCOMM CZECH REPUBLIC, s. r. o., [cit. 2009-05-17]. Dostupné na www: <<http://www.orbcomm.cz/>>.
- [25] *Uživatelský segment GPS* [online]. Praha: Otevřená encyklopedie Wikipedie, aktualizováno 21. 10. 2008 [cit. 2008-11-01]. Dostupné na www: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)>.



## Seznam tabulek

	strana
Tabulka č. 1: Kosmický segment jednotlivých satelitních navigačních systémů.....	16
Tabulka č. 2: Přehled frekvencí.....	20
Tabulka č. 3: Výhody a nevýhody hlasové navigace .....	29
Tabulka č. 4: Služby T-Mobile Navigator.....	39
Tabulka č. 5: Služby systému Galileo .....	41
Tabulka č. 6: Družice systému Glonass.....	43
Tabulka č. 7: Výhody a nevýhody přenosných a zabudovaných autonavigací.....	44

## Seznam obrázků

	strana
Obrázek č. 1: Rozmístění družic systému GPS na oběžných drahách .....	11
Obrázek č. 2: Mobilní telefon se satelitní GPS navigací.....	12
Obrázek č. 3: Princip dálkoměrné metody .....	13
Obrázek č. 4: Segmenty navigačních systémů .....	15
Obrázek č. 5: Rozmístění monitorovacích stanic systému GPS.....	18
Obrázek č. 6: Zpřesnění signálu GPS po 1. 5. 2000.....	20
Obrázek č. 7: Model navigační zprávy .....	21
Obrázek č. 8: Popis navigačního přijímače pro GPS.....	22
Obrázek č. 9: Navigace Garmin nüvi 200 EE .....	28
Obrázek č. 10: Asistenční systémy.....	31
Obrázek č. 11: Informační obrazovka v autobuse .....	32
Obrázek č. 12: Black box Garmin GVN 53.....	33
Obrázek č. 13: Sledování polohy vlaku on - line .....	35
Obrázek č. 14: Lokomotiva 130.023-5 DKV .....	35
Obrázek č. 15: Námořní GPS navigace Garmin GPSMAP 420s .....	36
Obrázek č. 16: Letecká GPS navigace Garmin G1000 .....	37
Obrázek č. 17: Blaupunkt TravelPilot 700 .....	48
Obrázek č. 18: Garmin Nüvi 660FM.....	55
Obrázek č. 19: VDO Dayton PN4000 .....	56
Obrázek č. 20: Asus R710 .....	59
Obrázek č. 21: NDrive G800S.....	60

## Seznam zkratek

ABS - Antiblockiersystem - protiblokovací brzdový systém

ACC - Adaptive Cruise Control - adaptivní tempomat

ADAS - Advanced Driving Assistance Systems - Inteligentní systémy pro asistenci při řízení

ADS - Automatic Dependent Surveillance - automatická závislá kontrola

C/A přístup - Coarse Acquisition - hrubý přístup

CAN - Controller Area Network - datová sběrnice místní sítě

CDMA - Code Division Multiple Access - Sekce frekvence vícenásobného přístupu

CIS - Cooperative Independent System - Spolupracující nezávislý systém

CRPA - Controlled Radiation Pattern Antenna - řízená radiační modelová anténa

CS - Commercial Service - komerční služba

ČD - České dráhy

ČR - Česká Republika

ČVUT - České vysoké učení technické

DGPS - Diferenciální GPS

DVB-T - Digital Video Broadcasting - Terrestrial - Digitální video vysílání - pozemské

EGNOS - European Geostationary Navigation Overlay Service - Evropský geostacionární navigační systém

EPG - Electronic Program Guide - Elektronický programový průvodce

ESA - European Space Agency - Evropská kosmická agentura

ESP - Electronic Stability Program - Elektronický stabilizační program

EU - Evropská Unie

FDMA - Frequency Division Multiple Access - Sekce frekvence vícenásobného přístupu

FM - frekvenční modulace

FOC - Full Operational Capability - plná operační schopnost

FRPA - Fixed Radiation Pattern Antenna - pevná radiační modelová anténa

GBAS - Ground Based Augmentation System - Pozemní rozšiřující systém

GLONASS - Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma - Globální družicový polohový systém

GNSS - Global Navigation Satellite System - Globální navigační satelitní systém

GPS - Global Positioning System - Systém globální navigace

GPS-NAVSTAR - Global Positioning System - Navigation System Using Time and Range - Systém globální navigace - Navigační systém používání času a vzdálenosti

GSM - Groupe Special Mobile - Globální systém pro mobilní komunikaci

ICAO - International Civil Aviation Organization - Mezinárodní organizace pro civilní letectví

IDS - Integrovaný dopravní systém

IMO - International Maritime Organisation - Mezinárodní námořní organizace

IOC - Initial Operational Capability - počáteční operační schopnost

IQ - Inteligenční kvocient

IZS - Integrovaný záchranný systém

JSDI - Jednotný systém dopravních informací

MHD - Městská hromadná doprava

MHz - MegaHertz - jednotka frekvence

MMS - Multimedia Messaging Service - Multimediální zprávy

MP3 - převzato z MPEG-1 Layer III - Motion Picture Experts Group - Skupina expertů pro pohyblivý obraz

NATO - North Atlantic Treaty Organisation - Severoatlantická aliance

NDIC - Národní dopravní informační a řídicím centrum

OS - Open Service - základní služba

OSN - Organizace spojených národů

PPS - Precise Positioning Service - přesná polohovací služba

POI - Points of Interest - body zájmu

PPP - Public Private Partnership - veřejné soukromé partnerství

PRS - Public Regulated Service - veřejně regulovaná služba

P (Y) kód - precision code - přesný kód (zašifrovaný)

RDS -TMC - Radio Data System - Traffic Message Channel - rádiový datový systém - kanál dopravních zpráv

SAR - Search And Rescue service - vyhledávací a záchranná služba

SBAS - Satellite Based Augmentation System - Satelitní rozšiřující systém

SMS - Short message service- služba krátkých textových zpráv

SoL - Safety of Life service - kritická služba z hlediska bezpečnosti

SOTIS - Self organizing traffic information system - Samoorganizovaný dopravní informační systém

SPS - Standard Positioning Service - standardní polohovací služba

SSZ - světelné signalizační zařízení

SSSR - Svaz sovětských socialistických republik

TEN-T - Transevropská dopravní síť

USA - United States of America - Spojené státy Americké

USB - Universal Serial Bus - univerzální sériová sběrnice

USAF - United States Air Force - Letectvo Spojených států

WGS 84 - World Geodetic System 1984 - Světový geodetický systém 1984

WLAN - Wireless Local Area Network - Bezdrátová místní počítačová síť

# **Seznam příloh**

Příloha č. 1 - Komplexní schéma JSDI



# Příloha č. 1: Komplexní schéma JSDI

