# Zabezpečení motorových vozidel prostřednictvím informačních systémů v kosmu

Bc. Tomáš Podola

Diplomová práce
2015

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2014/2015

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

| | |
|---|---|
| Jméno a příjmení: | **Bc. Tomáš Podola** |
| Osobní číslo: | **A13326** |
| Studijní program: | **N3902 Inženýrská informatika** |
| Studijní obor: | **Bezpečnostní technologie, systémy a management** |
| Forma studia: | **prezenční** |
| Téma práce: | **Zabezpečení motorových vozidel prostřednictvím informačních systémů v kosmu** |
| Téma anglicky: | **Securing Motor Vehicles by means of Information Systems in Space** |

Zásady pro vypracování:

1. **Informujte odbornou veřejnost o současných možnostech ochrany motorových vozidel kosmickými informačními systémy.**
2. **Popište problém vyhledávání a střežení motorových vozidel kosmickými informačními systémy.**
3. **Představte současné satelitní systémy využitelné v problematice střežení a vyhledávání motorových vozidel.**
4. **Vyhodnoťte silné a slabé stránky současných systémů.**
5. **Popište systém GALILEO a jeho současné problémy.**
6. **Popište další výstavbu systému GALILEO včetně jeho pražské řídící složky a uveďte výhled do budoucnosti.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:


1. **LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti I. Vyd. 3. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, s. 15, 81 s. ISBN 978-80-7318-889-4.**
2. **IVANKA, Ján. Mechanické zábranné systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, s. 9, 17, 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.**
3. **LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti II. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, s. 113, 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9.**
4. **WEIGEL, Ondřej. Jak zabránit krádeži vašeho automobilu: mechanické a elektronické zabezpečení. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000.ISBN 80-722-6349-8.**
5. **HRDINA Z., PÁNEK P., VEJRAŽKA F. Rádiové určování polohy (Družicový systém GPS). 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01386-3. 267 s.**
6. **REES, Martin J. Naše poslední hodina: přežije lidstvo svůj úspěch?. 1. vyd. v českém jazyce. Praha: Dokořán, 2005, 232 s. ISBN 80-7203-641-6.**
7. **REES, Martin. Náš neobyčejný vesmír. 1. vyd. Praha: Dokořán, 2002, 199 s. ISBN 80-865-6917-9.**
8. **LAUCKÝ, Vladimír. Bezpečnostní futurologie. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 93 s. ISBN 978-80-7318-560-2.**


Vedoucí diplomové práce: **JUDr. Vladimír Laucký**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **12. ledna 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2015**

Ve Zlíně dne 6. února 2015

L.S.

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
*děkan*

doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
*ředitel ústavu*

**Prohlašuji, že**

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

**Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně …….

podpis diplomanta

## ABSTRAKT

Teoretická část diplomové práce se věnuje obecnému přehledu, který popisuje zabezpečení motorových vozidel. Jsou zde popsány jednotlivé druhy zabezpečení, sledování vozidel a doplňkové prvky zabezpečení, které si může každý majitel vozu za příplatek do vozu nechat dodatečně doinstalovat. Praktická část je zaměřena na kosmické bezpečnostní systémy. Každý systém je jednotlivě popsán a vysvětlen. Jelikož je práce zaměřena na systém Galileo, který je velkým přínosem pro ČR, je tento navigační systém popsán podrobněji.



Klíčová slova: Zabezpečení automobilů, GPS, Glonass, Galileo, vesmírný odpad



## ABSTRACT

The theoretical part is devoted to a general summary which describes a motor vehicle security. Individual types of security, vehicle monitoring and supplementary security elements, which can be bought and installed later, are described there. The practical part is focused on the cosmic safety systems. Each system is individually described and explained. Because of the fact that this thesis' main focus is the Galileo system, which is a huge benefit to the Czech Republic, this system is dealt with in greater detail.



Keywords: Car security, GPS, Glonass, Galileo, space waste

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu práce panu JUDr. Vladimírovi Lauckému za cenné rady, ochotný a aktivní přístup k vedení mé práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za podporu nejen při psaní diplomové práce, ale i v průběhu celého studia.

# OBSAH


**ÚVOD** ..... **10**

**I TEORETICKÁ ČÁST** ..... **11**

**1 ZABEZPEČENÍ AUTOMOBILŮ** ..... **12**

1.1 URČENÍ POLOHY ..... 12

1.2 OCHRANA MOTOROVÝCH VOZIDEL ..... 12

1.3 CO TO JE VLASTNĚ SOUVISEJÍCÍ BEZPEČNOSTNÍ RIZIKO? ..... 12

1.4 PŘEDCHÁZENÍ KRÁDEŽÍ VOZIDEL ..... 12

1.5 SYSTÉM CEBIA ..... 13

1.5.1 Co se prověřuje ..... 13

1.5.2 Proč prověřovat ojetý automobil ..... 13

1.6 ROZDĚLENÍ RIZIKA ..... 15

1.7 PRŮLOMOVÁ ODOLNOST ..... 15

**2 SLEDOVÁNÍ VOZIDEL** ..... **17**

2.1 PASIVNÍ SLEDOVÁNÍ VOZIDEL ..... 17

2.2 AKTIVNÍ SLEDOVÁNÍ VOZIDEL ..... 18

2.3 ZABEZPEČENÍ VOZU NEBO MOBILNÍCH OBJEKTŮ ..... 18

**3 DALŠÍ PRVKY ZABEZPEČENÍ AUTOMOBILŮ** ..... **20**

3.1.1 Imobilizér ..... 20

3.1.2 Autoalarm ..... 20

3.1.3 Pískování skel ..... 21

3.1.4 Hlídání vnitřního prostoru a ochrana proti odtažení vozidla ..... 21

3.1.5 Tajný vypínač ..... 22

3.1.6 Uzamykání jednotlivých částí automobilu ..... 22

3.1.6.1 Zamykání řadicí páky (zpátečky) ..... 22

3.1.6.2 Zamykání volantu ..... 23

3.1.6.3 Zamykání pedálů ..... 24

3.1.6.4 Bezpečnostní botička na auto ..... 24

**II PRAKTICKÁ ČÁST** ..... **26**

**4 KOSMICKÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY STŘEŽENÍ AUTOMOBILŮ** ..... **27**

4.1 GLOBÁLNÍ POLOHOVÝ SYSTÉM ..... 28

4.1.1 Historie a vznik GPS ..... 29

4.1.1.1 První fáze (1973 – 1979) ..... 30

4.1.1.2 Druhá fáze (1979 – 1985) ..... 30

4.1.1.3 Třetí fáze (1985 – 1994) ..... 30

4.1.2 Systém GPS se skládá ze tří základních segmentů. ..... 31

4.1.3 Rádiové signály ..... 32

4.1.4 Sledovací systém ..... 33

4.2 SYSTÉM GLONASS ..... 33

4.2.1 Historie ..... 35

4.2.2 Popis systému ..... 36

4.2.3 Rádiové signály ..... 37

4.3 SYSTÉM GALILEO ..... 40

4.3.1 Historie ..... 41

4.3.2 Služby ... 42
4.3.3 Kosmický segment ... 42
4.4 BEIDOU ... 44
4.4.1 Historie ... 45
4.4.2 Současná technologie - Beidou 1 ... 46
4.4.2.1 Jak zjistí uživatel svoji polohu? ... 47
4.4.3 Budoucí plány - Beidou 2, Compass ... 47
4.4.4 Současnost Beidou ... 48
4.5 IRNSS ... 49
4.5.1 Historie ... 49
4.5.2 Popis systému ... 50
4.5.3 Signál IRNSS ... 51
4.6 QZSS ... 52
4.6.1 Historie QZSS ... 53
4.6.2 Popis systému ... 53
4.6.3 Signály GZSS ... 55
4.7 TRANSIT ... 55
4.7.1 Struktura systému ... 56
4.7.2 Přesnost měření ... 58
**5 VESMÍRNÉ ODPADY ... 59**
5.1 MNOŽSTVÍ ODPADU ... 60
5.2 JAKÁ JSOU HROZÍCÍ NEBEZPEČÍ ... 60
5.2.1 Nebezpečnost odpadu pro Zemi ... 60
5.2.2 Nebezpečnost odpadu pro vesmír ... 61
5.3 BUDOUCNOST VESMÍRNÉHO ODPADU ... 61
5.4 ASTEROIDY A KOMETY ... 61
**6 SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY SOUČASNÝCH SYSTÉMŮ ... 63**
6.1 GPS ... 63
6.2 GALILEO ... 63
6.3 GLONASS ... 64
6.4 POROVNÁNÍ NAVIGAČNÍCH SYSTÉMŮ ... 65
**7 GALILEO ... 66**
7.1 PROBLÉMY SYSTÉMU GALILEO ... 66
7.2 RAKETA SOJUZ ... 67
7.3 SÍDLO GALILEA V PRAZE ... 69
7.3.1 GSA ... 70
7.3.2 Národní bod Galileo ... 70
7.3.3 EGNOS ... 70
7.3.4 Investice do budoucnosti ... 72
7.3.5 Šance pro tuzemské firmy ... 72
7.3.6 Sídlo v Praze ... 73
7.4 APLIKACE SYSTÉMU GALILEO ... 76
7.4.1 Aplikace v silniční dopravě ... 77
7.4.2 Aplikace v železniční dopravě ... 78
7.4.3 Aplikace v bezpečnostním průmyslu ... 81

7.4.4 Řízení letecké dopravy ..... 82
7.4.5 Aplikace ve vnitrozemské a námořní dopravě ..... 83
7.4.6 Další aplikace ..... 84
**ZÁVĚR ..... 86**
**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY ..... 87**
**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK ..... 93**
**SEZNAM OBRÁZKŮ ..... 95**
**SEZNAM TABULEK ..... 97**

# ÚVOD

Zabezpečení motorového vozidla je nedílnou součástí ochrany majetku. Hlavním důvodem je vysoké číslo počtu krádeží vozu jak na území ČR, tak i v celé Evropské unii. V EU je každým rokem průměrně ukradeno přes 500 000 vozidel, na ČR pak připadá číslovka okolo 11 649 ukradených aut. Nejrizikovějším regionem v ČR je hlavní město Praha, poté následuje Ústecký a Liberecký kraj.

V oblasti střežení motorových vozidel pomocí kosmických systémů na území ČR je možnost mít automobil hlídaný pouze pomocí systému GPS. Tento stav by se měl v průběhu několika let změnit, z důvodu blížícího se uvedení do provozu systému Galileo.

Systém Galileo bude mít několik výhod oproti americkému systému GPS. Jednou z výhod je nezávislost a také vysoká přesnost. Tím že je GPS řízeno americkou vládou tak může být kdykoliv odstaveno a to vedlo k rozhodnutí evropské unie o vytvoření vlastního globálního družicového navigačního systému pod jménem Galileo.

Cílem diplomové práce je popsat problémy stávajících systémů zabezpečení motorových vozidel a hlavně představit současné satelitní systémy, které jsou používány na celé naší zeměkouli. Největší část práce budu věnovat systému Galileo, kdy budu popisovat jednotlivé části systému, aplikace systému a hlavně jeho pražskou řídící složku.

Satelitní systém Galileo bude mít budoucnost i v dalších odvětvích dopravy a to hlavně v letectví, námořnictví, železniční dopravě, ale také hlavně v oboru bezpečnosti. Dalšími důležitými odvětvími, na které nesmíme zapomenout je zemědělství, geodezie, stavebnictví a také životní prostředí. Všechny tyto obory jsou pro náš život velmi důležité, protože nám pomáhají a hlavně ochraňují naše životy před nebezpečnými situacemi.

# I. TEORETICKÁ ČÁST

# 1 ZABEZPEČENÍ AUTOMOBILŮ

## 1.1 Určení polohy

V dnešní moderní době plné techniky, moderních systémů a pomocníků se stále více používají satelitní systémy. Slouží nám k určení stávající polohy, navigaci nebo také k vyhledávání odcizených automobilů. Tyto systémy nám usnadňují práci s mapami, ale také čas, který by byl potřeba k plánování cesty za prací nebo cestováním.

## 1.2 Ochrana motorových vozidel

V současnosti z výrobní linky sjíždí automobily s namontovaným zabezpečovacím prvkem. Většinou to jsou prvky základní, jako je imobilizér, označení karosérie vozu nebo oken. Další prvky patří do skupiny, které jsou volitelné a tudíž za příplatek.

Zabezpečení motorových vozidel dělíme na mechanické, elektronické a v poslední řadě satelitní vyhledávání vozů. Satelitní vyhledávání je nejspolehlivější metodou zabezpečení vozu, bohužel není to prvek, který si může každý majitel dovolit. Cena je složena z montáže modulů a pak se skládá z měsíčního poplatku dle zvolené služby střežení.

## 1.3 Co to je vlastně související bezpečnostní riziko?

Riziko je možnost, že s určitou pravděpodobností vznikne událost, jež se liší od předpokládaného stavu či vývoje nebo-li události, která povede jinou cestou než je žádoucí, či předpokládané [1].

## 1.4 Předcházení krádeží vozidel

Jelikož je situace s krádežemi automobilů i v dnešní době pořád špatná, od roku 2010 se krádežemi vozů zabývá Útvar pro odhalování organizovaného zločinu služby kriminální policie. Velký problém je vysoký počet pachatelů nebo i organizovaných gangů v této oblasti. Velká část krádeží je na objednávku a jsou do ní zapleteny skupiny ze zahraničí [2].

Metody pro předcházení krádeží jsou různé. Nejlepší je mít v autě satelitní vyhledávání, parkovat na osvětlených místech, parkovištích, pod dohledem městských kamer a také kde je velká frekventovanost pohybu osob. Velmi důležité je také mít auto uzamčené a uzavřené všechny okna [3].

## 1.5 Systém Cebia

Autotracer je systém, který funguje na principu on-line systému a je provozován firmou Cebia. Tento systém slouží budoucím majitelům ojetých automobilů, kteří si chtějí ověřit historii daného vozu. Vše funguje na odeslání VIN kódu automobilu přes internetovou stánku - http://www.zkontrolujsiauto.cz/autotracer-o-historii-vozidla. Poté vyjede výpis informací, které jsou zjistitelné bez poplatku. Další doplňkové informace jsou za poplatek 498,- Kč [4].

### 1.5.1 Co se prověřuje

- Záznam stavu tachometru
- Rok výroby
- Kontrola v databázi odcizených vozidel Policie ČR a SR
- Kontrola leasingu / úvěru v ČR
- Záznamy servisních úkonů
- Záznamy o poškození
- Záznamy z prověřování a dokumentování Cebia
- Výpisy ze Systému OCIS
- Záznamy o prodeji
- Technický popis
- Návod na základní kontrolu identifikátorů vozidla
- Vytvoření OSVĚDČENÍ Cebia REPORT [4]

### 1.5.2 Proč prověřovat ojetý automobil

- 50 % odcizených vozidel je předěláno a vráceno zpět na trh!
- 42 % vozidel má nelegálně upravený stav tachometru (bohužel v ČR je tato úprava beztrestná)
- 18 % vozidel je závadových – mají negativní výsledek při fyzické nebo dokladové prověrce Cebia
- 20 % vozidel má zfalšovaný rok výroby [4]

OCIS
OPEN CAR INFORMATION SYSTEM

cebia®

# OSVĚDČENÍ Cebia REPORT

vydává Cebia, spol. s r.o., v souladu se Všeobecnými podmínkami pro systém Cebia REPORT

**Celkové hodnocení vozidla: 5 hvězdiček z 5 možných**

★★★★★

| | |
|---|---|
| Číslo OSVĚDČENÍ: | CR-001A-12-0024979 |
| Datum a čas vystavení: | 14.11.2012 16:15:19 |

**Údaje o vozidle (zadané objednatelem)**

| | |
|---|---|
| VIN (identifikační číslo vozidla): | KMHDC51CP8U001518 |
| Tovární značka: | HYUNDAI |
| Model vozidla: | I30 |
| Stav tachometru: | 42 000 |
| Rok první registrace dle TP: | 2007 |

**Výsledek kontroly vozidla**

**Kontrola stavu tachometru:** ★★★

☑ **Kontrola stavu tachometru:**

**Podle aktuálních záznamů v systému Cebia REPORT není podezření z neoprávněné změny stavu tachometru a vozidlu bylo přiděleno následující hodnocení vzhledem ke skutečnosti, že:**

- ☐ - záznamy nepokrývají kompletní historii vozidla.
- ☐ - záznamy pokrývají podstatnou část historie vozidla.
- ☑ **- záznamy průběžně pokrývají celou historii vozidla.**

Ze stáří vozidla (5 let) a zadaného stavu tachometru (42 000 km) vyplývá průměrný roční počet najetých kilometrů: **8 400 km/rok**

**Kontrola odcizení, financování, VIN:** ★

☑ **Kontrola odcizení:**

**Vozidlo není evidováno jako odcizené v registru odcizených vozidel Policie ČR.**

☑ **Kontrola financování (leasing):**

**Vozidlo není předmětem financování (formou leasingu nebo úvěru) u následujících leasingových společností:**

ALD Automotive s.r.o.; CETELEM ČR, a.s.; Credium, a.s.; ČSOB Leasing, a.s.; D.S. Leasing, a.s.; ESSOX s.r.o.; FCE Credit, s.r.o.; GE Money Auto, a.s.; GMAC, a.s.; Home Credit (CZ,SK); IMPULS-Leasing-AUSTRIA; Raiffeisen Leasing; sAutoleasing, a.s.; ŠkoFIN s.r.o.; Toyota Financial Services Czech s.r.o.; UniCredit Leasing CZ, a.s.; UNILEASING a.s.; VB Leasing CZ, spol. s r.o.; VLTAVÍN leas, a.s.

☑ **Kontrola VIN:**

**VIN odpovídá deklarované značce a modelu vozidla.**

**Kontrola roku výroby:** ★

☑ **Kontrola roku výroby:**

**Rok výroby vozidla dle Cebia je: 2007/05.**

cebia spol. s r.o.
TŘKOVA 1001, 149 00 PRAHA 4
☎ 267 914 737, 267 914 949

Cebia, spol. s r.o.

Výše uvedené výsledky kontrol jsou platné k datu vystavení tohoto OSVĚDČENÍ, které představuje jediný platný originál výsledků provedeného hodnocení vozidla. Hodnocení se vztahuje pouze k identifikačním údajům vozidla poskytnutým objednatelem. OSVĚDČENÍ Cebia REPORT nemůže být zárukou, že samotné vozidlo není předmětem trestního řízení nebo jiného právního nároku třetí osoby v rámci České republiky nebo mimo ni. Cebia REPORT neposkytuje garanci ve smyslu prověření původu vozidla službou PROVIN a garanci originality identifikačních znaků vozidla službou VINTEST. Více o těchto službách na www.cebia.cz.

**Autenticitu tohoto OSVĚDČENÍ si můžete ověřit na adrese: www.cebia.cz/overeni**

**Podrobnější údaje o kontrolovaných vozidlech včetně detailní fotodokumentace najdete na adrese: www.zkontrolujsiauto.cz**

Obrázek 1 Cebia protokol [4]

## 1.6 Rozdělení rizika

Tabulka 1 Stupně rizik [5]

| Stupeň rizika | Stupeň a popis rizika |
|---|---|
| 1. | **Nízké riziko**<br>(zloděj má malou znalost a omezený sortiment nářadí) |
| 2. | **Nízké až střední riziko**<br>(zloděj má určité znalosti a používá základní nástroje a přenosné přístroje) |
| 3. | **Střední až vysoké riziko**<br>(zloděj dobře zná zabezpečovací techniku a má k dispozici úplný sortiment nástrojů a přenosných elektronických zařízení) |
| 4. | **Vysoké riziko**<br>(zloděj je dobře informován, zná dobře bezpečnostní prvky, má i plány zařízení a je výborně vybaven zařízeními a nástroji) |

## 1.7 Průlomová odolnost

Je doba (čas), kterou musí pachatel vynaložit na překonání mechanické pevnosti MZS.

Každý mechanický zábranný systém je překonatelný, jde jen o to za jaké množství vydané energie, času a druhu nářadí, kterých je potřeba k překonání.

$$\Delta t = t_2 - t_1 \ [min]$$

$\Delta t$……časový interval potřebný k překonání překážky

$t_1$…….čas zahájený útoku na překážku

$t_2$…….čas konečného překonání překážky [5].

# 2 SLEDOVÁNÍ VOZIDEL

Sledování vozidel dělíme na dva typy. Prvním typem je sledování pasivní a druhým typem je sledování aktivní.

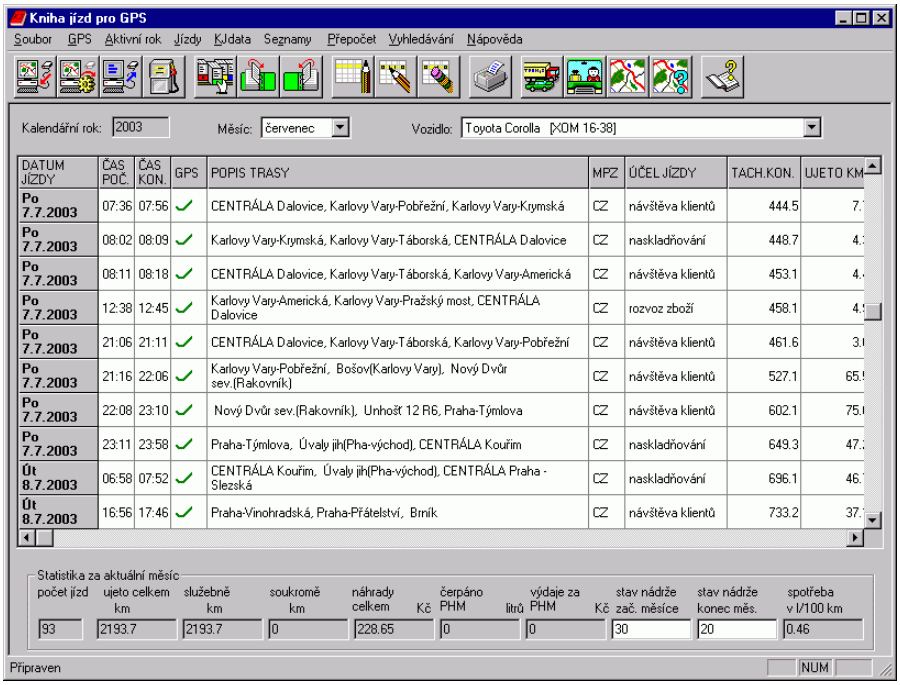
## 2.1 Pasivní sledování vozidel

Pasivní systémy fungují na stejném principu jako je tzv. „černá skřínka“ v letadle. Sledovací moduly jsou umístěny ve vozidle a zaznamenávají provozní informace o vozidle. Především jde o polohu a pohyb vozidla s využitím lokalizace pomocí GPS systému s přesností 5 až 10 metrů. Další funkce, které jsou schopny zaznamenávat například, čas, datum, spuštění motoru atd.

Montáž těchto prvků se většinou provádí skrytě. Při skryté montáži jde o kontrolu zaměstnance nebo případné dohledání vozu při krádeži. Pokud je, ale montáž dělaná běžným způsobem jde nám o tvorbu knihy jízd, evidenci jízd a řidičů. Každý řidič má svůj speciální čip, který ho identifikuje. Další výhodou je, že můžeme rozlišovat služební jízdy od soukromých. Ujetou trasu je pak možné zobrazovat buď aktuálně, nebo zpětně na PC se speciálním softwarem.

Pasivní sledovací moduly mají často velmi malou velikost, většinou jde o velikost cigaretové krabičky. Tudíž je možné je bez problému ukrýt pod přístrojovou desku atd.

Pasivní sledovací systému jsou zastoupeny na středoevropském trhu těmito výrobky: Lupus od firmy Princip, GPS Recorder od firmy Radium anebo také od firmy MapFactor [31].




Obrázek 2 Kniha jízd [32]

## 2.2 Aktivní sledování vozidel

Hlavní rozdíl mezi aktivními a pasivními systémy je ten, že aktivní dokáží komunikovat s obsluhou dispečinku. Pro přenos informací mezi dispečinkem a automobilem se využívá datových sítí nebo mobilních telefonů. Z důvodu snadnější dostupnosti se využívá mobilních telefonů a přenos informací probíhá pomocí SMS zpráv. Informace o poloze vozidla jsou odesílány v pravidelných intervalech nebo ve chvílích, kdy je informace o poloze potřeba (systém dotaz / odpověď). Všechny získané informace jsou zobrazovány na dispečinku on-line nad digitální mapou. Na přání zákazníka může být systém vybaven i pamětí, podobně jako u pasivního systému. Tím pádem se ukládají podrobnější informace o cestě a je možná i tvorba knihy jízd [31].

## 2.3 Zabezpečení vozu nebo mobilních objektů

Gps přijímače jsou vhodné i pro zabezpečení vozidel nebo mobilních objektů. Existují dva typy zabezpečovacích systémů.

První systém slouží pro účel dispečinku (DPPC) a bezpečnostní agenturu, která má na starosti nepřetržitou ostrahu vozidla na základě informací z bezpečnostního systému ve

vozidle. U tohoto typu majitel platí měsíční paušál za služby spojené se střežením svého vozidla. Další poplatky jsou například za zásah agentury.

Druhý typ umožňuje nepřetržitou kontrolu nad stavem automobilu, nastavení systému nebo hlášení poplachů na mobilní telefon majitele. Zařízení je schopno odeslat zprávu při neoprávněné manipulaci s vozidlem. Tyto systémy dokáží odesílat SMS i při pokusu o nastartování nebo odpojení baterie, vybití baterie a podobně. Dále jde pomocí mobilního telefonu i ovládat některé funkce, například skrytou sirénu, imobilizér nebo nezávislé topení.

Obrovskou výhodou těchto systému je to, že majitelé mohou dostat slevy na pojistné u řady pojišťoven [31].

Obrázek 3 Gps jednotka LUPUS [33]

# 3 DALŠÍ PRVKY ZABEZPEČENÍ AUTOMOBILŮ

### 3.1.1 Imobilizér

Imobilizér je elektronické zabezpečení a zároveň zařízení, které se v dnešní době montuje do většiny nových vozidel. Imobilizér je pevně spojen s řídicím počítačem, který ovládá celý systém. Když jednotka zjistí, že systém nebyl deaktivován pomocí originálního klíče nebo čipu, zamezí přívodu elektrického napětí do čerpadla či do startéru vozu [55].

Obrázek 4 Čip k imobilizéru [55]

### 3.1.2 Autoalarm

Autoalarm je určen pro elektronické zabezpečení vozu s možnosti jeho dálkového centrálního uzamykání. Většinou autoalarm reaguje na otevření dveří, kufru, kapoty, tříštění skla, změnu náklonu nebo manipulaci se zapalováním. Dále se dají přikoupit bezdrátové detektory, které střeží prostor vozu nebo garáž [57].

Obrázek 5 Autoalarm JAblotron ATHOS [58]

### 3.1.3 Pískování skel

Jde o vyznačení bezpečnostního kódu na všechny okna automobilu. Při odcizení vozu má pak zloděj více práce s výměnou oken [56].

Obrázek 6 Pískované sklo [56]

### 3.1.4 Hlídání vnitřního prostoru a ochrana proti odtažení vozidla

Jedná se systém, který kombinuje dvojí zabezpečení automobilu. Hlídá vnitřní prostor vozu a zároveň náklon vozu. Hlídání vnitřního prostoru spustí alarm, jakmile je zaznamenán pohyb uvnitř vozu a ochrana proti odtažení spouští alarm, jakmile zaznamená náklon vozu. Vnitřní prostor je tedy střežen prostorovými detektory a odtažení vozu hlídá náklonový detektor. K aktivaci tohoto systému stačí mít zmačknuté tlačítko a pak uzamknout automobil [59].

Obrázek 7 Aktivační tlačítko [59]

### 3.1.5 Tajný vypínač

Někdy se používá i název skrytý vypínač, ale pořád jde o jednu a tutéž věc. Je to velice levná a osvědčená varianta přerušení přívodu elektriky do zapalování bezpečnostních relátek. Jde také o možnost blokovat startér, zapalování anebo elektronické čerpadlo [55].

Obrázek 8 Skrytý vypínač [55]

### 3.1.6 Uzamykání jednotlivých částí automobilu

#### *3.1.6.1 Zamykání řadicí páky (zpátečky)*

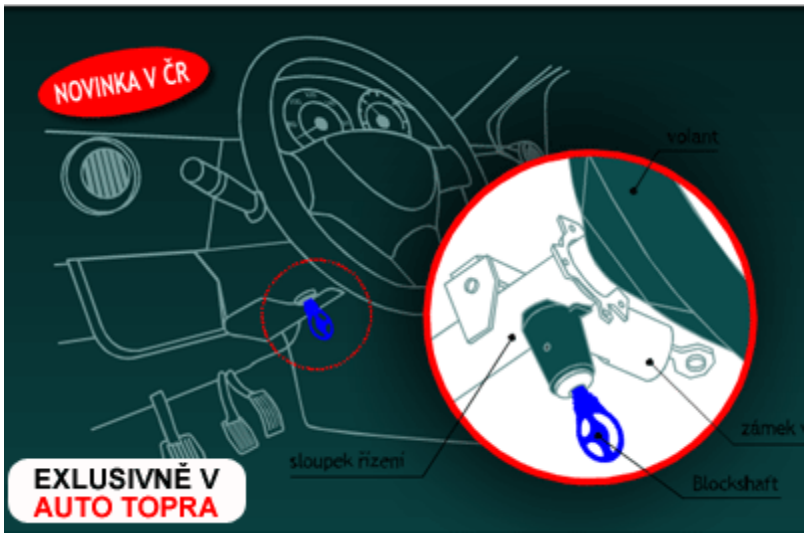
Nejznámějšími prvky jsou Construct nebo Defend Lock a jde tedy o uzamčení řadicí páky v poloze zpátečky, kdy není možné zařadit jiný rychlostní stupeň. Použité materiály mají velkou odolnost proti všem známým způsobům napadení, jako je řezání, vyhmatání planžetou, podchlazení atd. [55].

Obrázek 9 Zámek zpátečky [55]

### *3.1.6.2 Zamykání volantu*

Zamknout volant můžeme dvěma různými způsoby. První způsob je pomocí tyče na volant a druhý pomocí zámku, který slouží k blokování volantu. První varianta je spíše jen tak na oko a málokterého zloděje to odradí. Druhá varianta je zabudovaná ve sloupku řízení a je vyrobena z kvalitní ocelové kovové objímky, která je přivařená k sloupku řízení. Pokud je tedy zámek uzamčen nedá se volantem točit a druhou výhodou je i problém s odtažením vozidla, protože volat se uzamyká pouze, když jsou kola natočena na pravou nebo levou stranu [60,61].

Obrázek 10 Tyč na volant [60]




Obrázek 11 Blokování volantu [61]

### *3.1.6.3 Zamykání pedálů*

Tento druh zabezpečení uzamyká brzdový a spojkový pedál a tím znemožňuje pohyb pedálů. Zámek pedálů je vyroben z vysoce kvalitního materiálu, který odolává i při řezání okružní bruskou. Velmi dobrá je kombinace tohoto systému s uzamykáním řadicí páky [62].

Obrázek 12 Zámek pedálů Bullock [62]

### *3.1.6.4 Bezpečnostní botička na auto*

Jejich rozdělení je pouze ve velikosti, na jakou velikost kola patří. Podle toho si pak zákazník vybírá. Botička se položí s výsuvným hřebenem a sklopným horním hákem vedle kola a poté se zasune za kolo automobilu. Horní hák se sklopí pootočením za pneumatiku. Nasadí se universální imbusový klíč a jeho pootočením ve směru hodinových ručiček se spodní vodorovná část botičky posune směrem vzhůru a tím se vtiskne do pneumatiky. Poté se botička uzamkne otočením klíče v zajišťovacím zámku [63].

Obrázek 13 Bezpečnostní botička [63]

# II. PRAKTICKÁ ČÁST

# 4 KOSMICKÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY STŘEŽENÍ AUTOMOBILŮ

Při stálém rozvíjení technických služeb v PKB přišel na řadu i satelitní přenos ze zabezpečení motorových vozidel, při případné krádeži ale i pak jejich vyhledání. Do automobilů se nyní montují speciální čipy, které umožňují za pomocí specializovaných agentur automobil sledovat a popřípadě i vyhledat. Nevýhodou těchto systémů je ale cena. Vysoká cena tak značně snížila jejich masové rozšíření. Dalším problémem je stálý dohled a sledování majitelů vozů po celou dobu jejich jízdy.

Satelitní vyhledávací systémy se většinou montují do automobilů kvůli hlídání majetku, kontroly zaměstnanců ale i pro případy ohrožení života osob.

Vyhledávací systémy jsou dnes nejvyšším stupněm zabezpečení automobilů, které doposud bylo zavedeno.

V dnešní moderní době se využívá kombinace GPS a GSM systémů. GPS systém dokáže určit současnou polohu i aktuální rychlost vozidla takřka na celém světě. Všechny informace jsou pak doručovány v reálném čase na dispečerské pracoviště. Na tomto pracovišti mají pak pracovníci za úkol nepřetržitě se starat o bezpečnost Vašeho vozidla [6].

**Generace GNSS (Globální družicový polohový systém)**

- GNSS-1

  Do první generace patří GPS a GLONASS s podpůrnými systémy SBAS, GBAS a LAAS. Tyto systémy byly prioritně vyvinuty pro vojenskou sféru a sekundárně zajišťují stálé globální pokrytí službou pro civilní sektor.

- GNSS-2

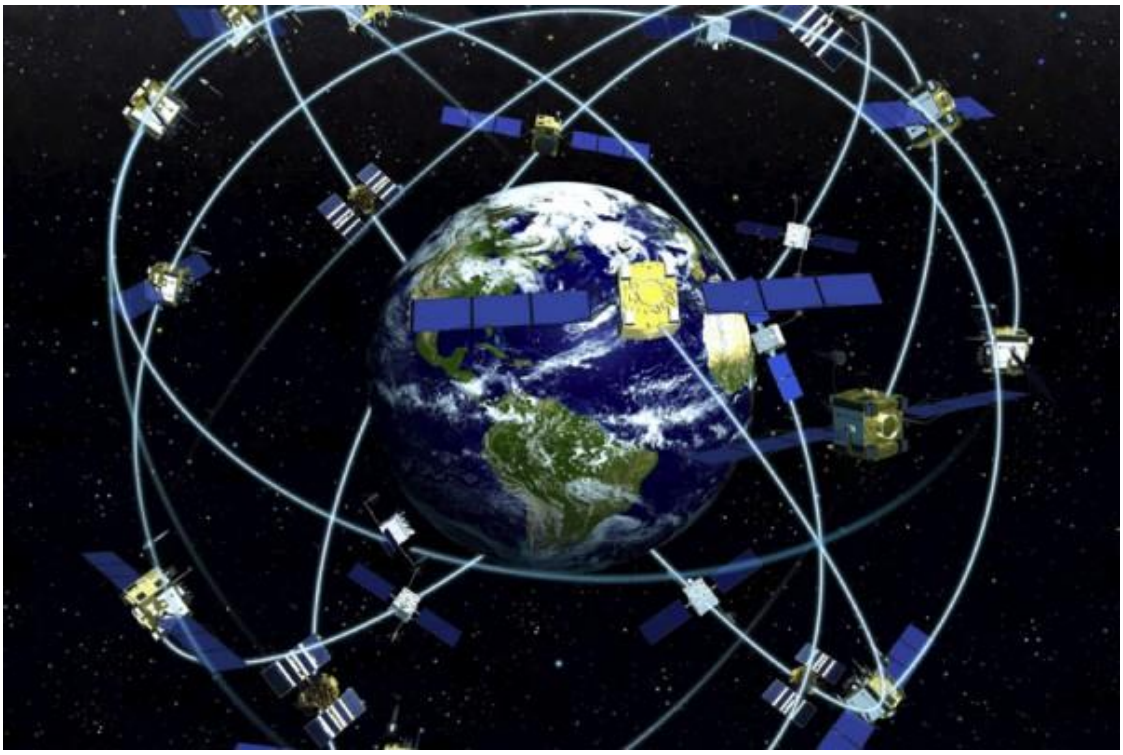
  V druhé generaci se řadí vyvíjené GNSS jako GPS-III, Galileo, Compass. Zajišťující vysokou přesnost a spolehlivost pro aplikace Safety of Life plnohodnotné pro všechny uživatele [11].

## 4.1 Globální polohový systém

Systém GPS (Global Positioning System) je pasivní dálkoměrný systém pro stanovení polohy a času na Zemi i v přilehlém prostoru. Někdy se také nazývá svým druhým názvem NAVSTAR.

GPS systém je schopen poskytovat 24 hodin denně a kdekoliv na zemském povrchu a přilehlém prostoru signály, které jsou poté zpracovány přijímačem GPS a ten pak určí polohu v prostoru a přesný čas.

Dne 1. 5. 2000 došlo k významnému zlepšení přesnosti GPS. Dříve se reálná přesnost v ČR se pohybovala okolo 50 m, dnes se dá už hovořit o přesnosti 5 - 10 m.



Obrázek 14 Schéma systému GPS tvořeného družicemi Navstar [50]

GPS je radionavigační systém pro civilní, letecké, vojenské a námořnické použití. Je provozován vzdušnými silami USA a řízen vládou USA pomocí IGEB (http://www.igeb.gov) (Interagency GPS Executive Board). Obdobný systém vybudovalo i Rusko pod názvem Glonass. Na trhu jsou už i GPS přijímače, které jsou schopné zpracovat signály z obou systémů [7].

Obrázek 15 Logo GPS [7]

### 4.1.1 Historie a vznik GPS

V prosinci roku 1973 obdržela společná programová skupina JPO (Joint Program Office) souhlas se zahájením prací na programu GPS-NAVSTAR. Práce na projektu byly rozděleny do tří fází.

JPO je sestavena ze zástupců:

- letectva
- armády
- námořnictva
- pobřežní stráže
- námořní pěchoty (US Marine Corps)

- obranné kartografické agentury (Defense Mapping Agency) států NATO a Austrálie [8].

#### *4.1.1.1 První fáze (1973 – 1979)*

V první fázi šlo o ověření GPS systému. Mnoho společností se v průběhu těchto let ucházelo o zakázky na výstavbu řídicího střediska, testovacího polygonu také a při konstrukci družic. V únoru roku 1978 byla vypuštěna první družice od firmy Rockwell a v prosinci téhož roku byly k dispozici již 4 družice, které umožnily třírozměrnou navigaci po omezenou dobu. Družice vypuštěné v tomto období byly nazývány jako družice bloku I a bylo jich vysláno celkem 11 [8].

#### *4.1.1.2 Druhá fáze (1979 – 1985)*

V těchto letech se především vybudovala řídicí střediska a firma Rockwell byla v prosinci roku 1980 vybrána pro vývoj 28 družic, tzv. bloku II. V tomto období se už začalo s vývojem uživatelského zařízení pro armádu, pro jejichž vývoj byly vybrány firmy Magnavox, Rockwell-Colins, Texas Instruments a Teledyne. Prototypy přijímačů byly testovány při námořním použití [8].

#### *4.1.1.3 Třetí fáze (1985 – 1994)*

V poslední třetí fázi byl uzavřen kontrakt s firmou Rockwell, která měla za úkol výrobu výše zmiňovaných 28 družic. První z těchto 28 družic byla vypuštěna do vesmíru v únoru roku 1989. První až devátá měly označení blok II, zbývající nesly označení blok IIA. Družice bloku II měly zrekonstruovanou paměť a umožňovaly činnost po 180 dnů bez kontaktu s řídicím střediskem.

V červnu 1989 byl uzavřen kontrakt s firmou General Electric na konstrukci a výrobu 20 zdokonalených družic, tzv. bloku IIR. Tyto družice umožňovaly navíc vzájemnou komunikaci mezi sebou a dokázaly zjistit svoji vlastní polohu. Podmínka plného operačního stavu (obsazení oběžných drah kolem Země 24 funkčními družicemi) byla splněna 3. března 1994 [8].

### 4.1.2 Systém GPS se skládá ze tří základních segmentů.

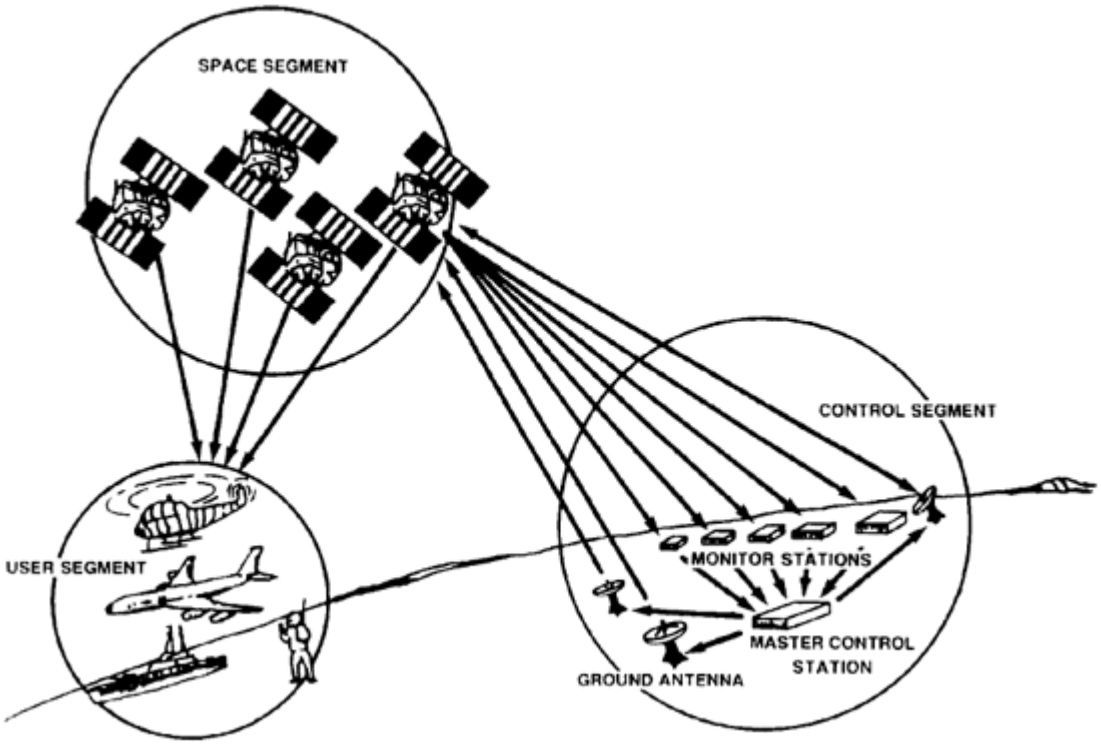
- kosmický
- řídící
- uživatelský segment

**Kosmický segment** tvoří v současné době 28 tzv. zdravých satelitů na šesti oběžných drahách. Družice obíhají ve výšce cca 20 200 km s inklinací 55 stupňů a doba oběhu je přibližně 12 hodin. To zajišťuje, že je prakticky všude v jakýkoliv okamžik nad obzorem vidět minimálně 4 družice. V praxi, ale můžeme těchto viditelných družic vidět až 12. Pro Českou republiku je běžně k dispozici okolo 7 - 8 družic v daný okamžik.

Pro určení aktuální polohy v prostoru je nutné přijímat signály ze čtyř družic. Je to proto, že kromě tří neznámých souřadnic x, y, z je také další neznámou i čas t (respektive posun času přijímače GPS oproti času UTC GPS satelitů). Pokud jsme schopni přijmout signál z jakékoliv další viditelné družice, zlepšuje se konfigurace a tím i výsledky měření [7].

**Řídící segment** tvoří monitorovací stanice po celém světě (Kwajalein, Diego Garcia, Ascensinon, Cape Canaveral, Hawai) a hlavní řídící stanicí (MCS) je v Colorado Springs. Tyto monitorovací stanice provádí neustálý sběr dat z družic, ten pak předávají do MCS, zde jsou data zpracována a vypočteny přesné údaje o oběžných drahách a korekce času, které jsou zpětně přeneseny pozemními anténami do satelitů. Satelity je pak v rámci navigační zprávy vysílají a jsou přijímány GPS přijímači [7].

**Uživatelský systém** je pak tvořen širokou paletou GPS přístrojů. Tyto přístroje poskytují údaje o poloze, rychlosti a čase uživatelům v nejrůznějších aplikacích [7].




Obrázek 16 GPS segments [7]

### 4.1.3 Rádiové signály

Družice vysílají v pásmech, která jsou zvoleny záměrně. Jde o to, aby byly minimálně ovlivněny meteorologickými vlivy. Systém GPS má přiděleno 5 frekvencí a každé frekvenci tak odpovídá jeden vysílací kanál:

- **L1 (1575,42 MHz)** - je vysílán C/A kód je dostupná pro civilní uživatele, dále je šířen vojenský P(Y) kód, který je šifrovaný a přístupný pouze pro autorizované uživatele. Družice bloku IIR-M a novější jsou připraveny vysílat vojenský M kód.
- **L2 (1227,62 MHz)** - je vysílán vojenský P(Y) kód. Družice bloku IIR-M a novější jsou připraveny vysílat vojenský M kód a civilní C kód.
- **L3 (1381,05 MHz)** - od bloku družic IIR vysílá signály, které obsahují data monitorování startů balistických raket, detekci jaderných výbuchů a dalších vysokoenergetických zdrojů. Program náleží k The United States Nuclear Detonation (NUDET) a United States Nuclear Detonation Detection System (USNDS).

- **L4 (1841,40 MHz)** – je využíván pro měření ionosferické refrakce. Průchod signálu ionosférou způsobuje zpoždění rádiového signálu, který je promítán do chyb při určení polohy. Toto ionosférické zpoždění lze eliminovat, jestliže měříme zpoždění na dvou kmitočtech, nebo získáním korekcí.
- **L5 (1176,45 MHz)** – je jako civilní Safety-of-life (SoL) signál. Tato frekvence spadá do mezinárodně chráněné oblasti letecké navigace, ve které je malé nebo žádné rušení za všech podmínek [7].

### 4.1.4 Sledovací systém

Dnešní využití GPS ve sledování vozidel v reálném čase (on-line) je velmi rozmanité. Využívá se například pro řízení a kontrolu pohybu např. policejních či záchranářských týmů případně firemních a výjezdových vozidel. Druhou možností je tzv. pasivní sledování vozidel (firemního vozového parku). Zde se klade důraz na záznam trasy do paměti zařízení a dostatečné kontrolní možnostmi, s výstupy pro knihy jízd, atd [7].

Oba způsoby se dají kombinovat se systémy elektronických map (např. GeoBáze), které podporují použití a spolupráci s GPS.

Systém GPS se tedy stal důležitým zařízením, které poskytuje užitek při nejrůznějších aplikacích, od obchodních přes využití ve volném čase až po nasazení v kritických aplikacích [7].

## 4.2 Systém GLONASS

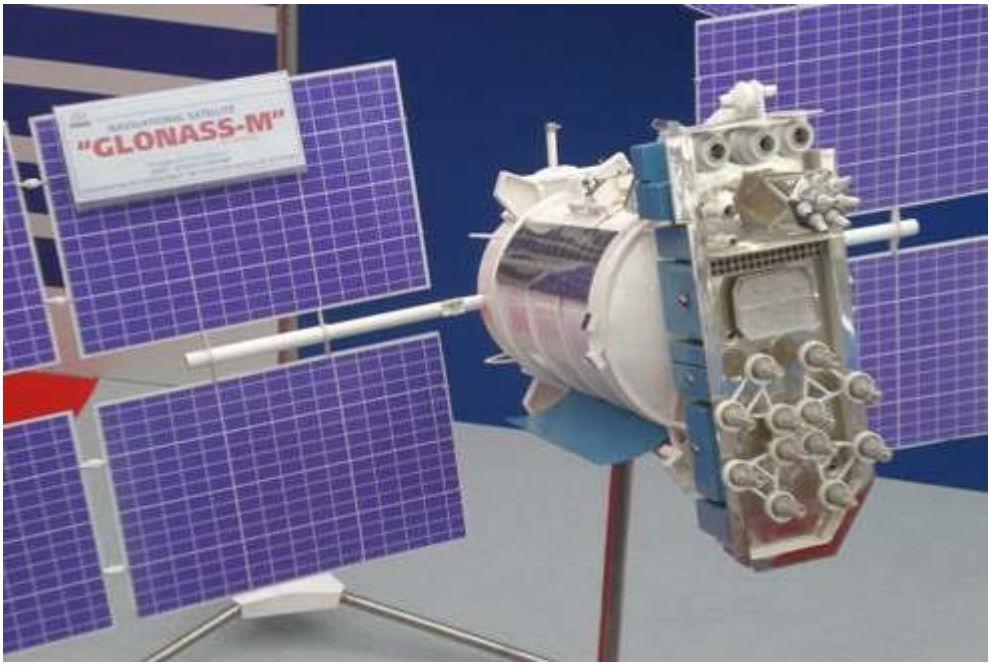
ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система, tr.: Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma je radiový družicový navigační systém provozovaný dříve Sovětským svazem, nyní Ruskem. Byl spuštěn v roce 1993 a jeho hlavní funkcí bylo fungovat hlavně pro potřeby armády. Tento projekt byl podfinancovaný a nebyl životaschopný. Vzkřísit se ho podařilo až v prezidentské éře Vladimira Putina po roce 2000, kdy na jeho dokončení vláda uvolnila miliardy rublů [9].

Obrázek 17 Navigační systém Glonass [49].

Glonass je založený na podobném principu jako GPS a je provozován ruskou vládou skrze Úřad ruských vojenských vesmírných sil. Rusko ho začalo vyvíjet z důvodu nezávislosti na americkém GPS.

Hlavní výhodou Glonass je modernější systém, který umožňuje menší odchylku (snad max. do 1m) a také disponuje novějšími satelity, než první vyvinutý systém GPS.

Tento ruský systém je stejně jako GPS primárně vybudováno pro vojenské použití, nicméně se využívá i komerčně, např. do navigačních přístrojů nejen v automobilech, ale i v mobilní technologii [9].




Obrázek 18 Družice Glonass [10]

### 4.2.1 Historie

*Období Sovětského svazu*

První plán vývoje systému GLONASS byl schválen v prosinci roku 1976 rozhodnutím centrální komise komunistické strany Sovětského svazu a radou ministrů SSSR. Pro všechny družice bylo zvoleno jméno Uragan. Toto jméno bylo pak následované číslem pro provozní družice anebo zkratkou GVM (rusky: абаритно-весовой макет, Gabaritno-Vesovoj Maket) pro testovací družice. Všechny tyto Uragan družice mají GRAU označení 11F654 a také řadové "Cosmos-NNNN" označení. Taktéž všechny byly vypuštěny ze stejného místa a to z Kosmodromu Bajkonur. První dvě testovací a jedna provozní družice byly umístěny na oběžnou dráhu 12. října 1982. Do roku 1991 Sovětský svaz vypustil 44 provozních a 8 testovacích družic systému GLONASS. V roce 1991 bylo na oběžné dráze ve dvou rovinách dvanáct družic, což bohatě stačilo pro omezený provoz celého systému [10].

*Období Ruska*

Plná provozuschopnost systému byla plánována na rok 1991. Dne 24. září 1993 bylo oznámeno, že je systém kompletní, nicméně konstelace byla doopravdy dokončena až

v prosinci roku 1995. Díky špatné ekonomické situaci v Rusku však bylo v dubnu 2002 v provozu pouze osm družic a tím byl celý systém jako globální navigační nástroj nepoužitelný. Změna přišla 20. srpna 2001, kdy byl ruskou vládou schválen federální program "Globální navigační systém". V tomto programu bylo uvedeno, že systém má být plně funkční (tzn. plný počet 24 družic na oběžné dráze) do roku 2011 (a to díky intenzivnímu tlaku ze strany ruského prezidenta Vladimira Putina). Dne 31. prosince 2006 bylo na oběžné dráze 16 družic, z toho 6 "dočasně vypnuto". Další tři družice byly vyneseny na oběžnou dráhu o šest dní dříve, tj. 25. prosince 2006 (nejsou nezapočítány do celkového počtu).

Od roku 1992 Rusko celkem vypustilo 44 družic typu Uragan. Pro rok 2007 se počítalo s vypuštěním šesti družic, v roce 2008 pak s dalšími pěti. Federální rozpočet počítal s vyčleněním částky na systém Glonass odpovídající 181 milionů dolarů v roce 2006 a 380 milionů dolarů v roce 2007.

Ruské území bylo plně pokryto v roce 2010 a celosvětově v roce 2011. V roce 2012 bylo po GPS druhým nejpoužívanějším polohovým systémem v mobilních telefonech [10].

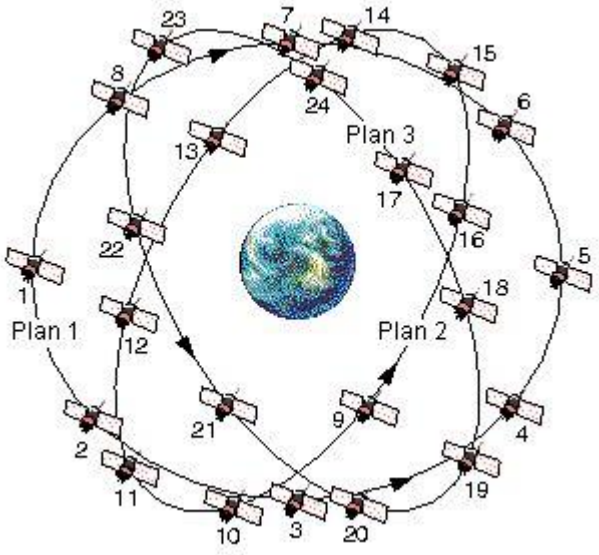
### 4.2.2 Popis systému

Hlavním znakem systému GLONASS je konstelace a její identické opakování rozmístění družic kolem Země každých osm dní. Každá "orbitální" rovina obsahuje 8 družic. Po jednom hvězdném dni v ní vždy dochází k neidentickému opakování (non-identical repeat, to znamená, že jiná družice zaujme stejné místo jako předchozí) rozmístění družic. Toto opakování je rozdílné od GPS, kde dochází k identickému opakování (identical repeat) během periody rovnající se jednomu hvězdnému dni (během hvězdného dne oběhnou celou orbitální rovinu a vrátí se na své předchozí místo) [10].

Stejně jako u GPS je kompletní GLONASS konstelace složena z 24 družic. 21družic je v provozu a 3 jsou záložní (každá v jedné ze tří oběžných rovin). V každé oběžné rovině je osm družic, které se dají identifikovat pomocí pozičního čísla. Toto číslo určuje odpovídající rovinu oběžné dráhy a pozici v rámci této roviny: 1-8, 9-16, 17-24. Roviny oběžných drah jsou vzájemně posunuty o 120° (podél roviny rovníku), družice v

jedné rovině jsou vzájemně posunuty o 45°. Oběžné dráhy jsou přibližně kruhové se sklonem k rovině rovníku o velikosti 64.8° a hlavní poloosou o délce 25,440 km.

Družice systému GLONASS obíhají Zemi ve výšce 19,100 km, tudíž níže než je to u družic GPS, které obíhají ve výšce cca 20 000 km. Každá družice oběhne Zemi každých 11 hodin a 15 minut. Uragan družice jsou rozmístěné na oběžných drahách tak, aby minimálně 5 bylo kdykoli viditelných z jakéhokoli místa na Zemi [10].




Obrázek 19 Konstelace družic na oběžné dráze [11]

### 4.2.3 Rádiové signály

K přenosu dat z více družic k jednotlivým uživatelům je potřeba použít frekvenční modulací (FDMA), která je pro GNSS netypická. Zde se objevují problémy s interferencemi mezi kanály, vyžaduje rezervované širší vysílací pásmo a jinou konstrukci přijímače. Družice vysílají na několika kmitočtech, které jsou zvoleny v pásmech s minimálním vlivem meteorologických vlivů:

- L1PT (1598–1605 MHz), kde je vysílán HP kód a SP kód, vysílací výkon 64 W.
- L2PT (1242–1248 MHz), kde je vysílán HP kód a od Uragan-M také SP kód, vysílací výkon 40 W.

Pro družice Uragan-K a Uragan-MK dále navíc:

- L3PT (1197–1217 MHz) je plánovaná třetí frekvence s HP a SP kódem
- L5R (1176,45 MHz) je plánovaný signál typu Safety of Life modulací založený na CDMA pro interoperabilitu s jinými GNSS (GPS, Galileo)
- L1CR (1575,42 MHz) je další civilní signál modulací založený na CDMA pro interoperabilitu s jinými GNSS (GPS, Galileo)

Tabulka 2 Počet družic [12]

| Blok (životnost) | Období | Vypuštěno | Ve službě |
|---|---|---|---|
| **Uragan(1)** | 1982–1985 | 10 | 0 |
| **UraganA(1)** | 1985–1986 | 6 | 0 |
| **UraganB(2)** | 1987–1988 | 6+6[1] | 0 |
| **UraganV(3)** | 1988–2005 | 59 | 0[13] |
| **Uragan-M(7)** | 2001–2013 | 35+6[1] | 24+3[3] |
| **Uragan-K1(10)** | 2011–2013 | 1+1[2] | 0+1[3] |
| **Uragan-K2(10)** | 2014–2015 | 2[2]+? | 0 |
| **Uragan-KM(?)** | 2015+ | ? | 0 |
| **Celkem** | | 120+12[1]+5[2] | 24+4[3] |

[1]Ztracen při startu nebo selhalo oživení
[2]V přípravě.
[3]Zavádění do provozu, testy nebo v záloze, údržbě
(Poslední změna: 29. říjen 2014)

Dvacet kanálů pro každou frekvenci modulovanou pomocí FDMA jsou definovány:

1. L1(n) = 1 602,0 MHz + n×0,56250 MHz
2. L2(n) = 1 246,0 MHz + n×0,43750 MHz (platí L2 = L1 × 7/9)
3. L3(n) = 1 201,5 MHz + n×0,42195 MHz (platí L3 = L1 × 3/4)

Do roku 1998 se užíval rozsah kanálů „n“ = 1 až 12 a 22 až 24, od 1998 do 2005 n = 1 až 12 a od roku 2005 n= -7 až 6.

Základní vysílací rychlost je 5,11 MHz, na něž jsou modulovány signály:

- **SP** rychlostí 0,511 MHz s délkou kódu 511 bitů.
- **HP** rychlostí 5,11 MHz s délkou kódu 5,11×106 bitů.
- **navigační zpráva** modulovaná navíc rychlostí 50 bitů/s při délce 7500 bitů, jejíž odvysílání trvá 2,5 minuty [12]

Tabulka 3 Postup modernizace družic [12]

| Pásmo/signály | Blok družic |
|---|---|
| L1/HP+SP, L2/HP | Uragan |
| L1/HP+SP, L2/HP+SP | Uragan-M |
| L1/HP+SP, L2/HP+SP, L3/HP+SP, L1/CR, L5/R | Uragan-K |
| – | Uragan-KM |

## 4.3 Systém GALILEO

Navigační systém Galileo je plánovaný autonomní evropský Globální družicový polohový systém (GNSS). Podle prvního plánování měl být obdobou ruského systému GLONASS a amerického systému Navstar GPS.

Evropské unie a její instituce se zasloužily o jeho výstavbu. Spuštění GNSS Galileo bylo stále oddalováno a původně měl být tento systém provozuschopný už od roku 2010. Podle dalších nových plánů mělo spuštění proběhnout v roce 2014. Další termín byl plánován na přelom let 2014 a 2015, kdy by systém sloužil pro civilní účely. Plně funkčního systému, se všemi službami, bychom se měli dočkat kolem roku 2019 [13].

Obrázek 20 Družice systému Galileo [16]

Projekt byl pojmenován podle italského vědce Galilea Galileiho. Galileo se narodil 15. února 1564 a zemřel 8. ledna 1642. Zajímal se o problémy námořní navigace a mezi jeho největší úspěchy patří vylepšení dalekohledu [13, 14].

Obrázek 21 Galileo Galilei [14]

### 4.3.1 Historie

První zmínky a první plánování GNSS Galileo sahají do roku 1999. Galileo byl plánován jako veřejný projekt financovaný soukromými investory PPP (Public-Private Partnership) a jeho rozpočet byl odhadován na 1,8 miliardy EUR. Spuštění se plánovalo na rok 2008. Bohužel ale investoři od tohoto prvopočátečního modelu odstoupili z důvodu velkých rizik. A proto Evropská komise přišla s novým plánem, který by projekt hradil z rozpočtu EU v odhadované výši 3,4 miliardy EUR, a spuštění bylo naplánováno na rok 2012.

Roku 2004 bylo založeno administrativní centrum Galileo Supervising Authority (GSA) v Bruselu a technologické centrum Galileo Control Centre (GCC) v Oberpfaffenhofenu blízko Mnichova. Vývoj většiny technologií probíhal v centrech European Space Research and Technology Centre (ESTEC) ESA v holandském Noordwijk.

První technologická družice pro testování tohoto systému byla vyslána do vesmíru 28. prosince 2005 a byla pojmenována Giove-A. Byla vynesena z kazašského kosmodromu Bajkonur ruskou raketou Sojuz-FG/Fregat. Jako druhá byla na řadě Giove-B vynesená taktéž z Bajkonoru raketou Soyouz/Fregat 27. dubna 2008. Nově se roku 2012 přesunulo sídlo GSA z Bruselu do Prahy [13].

### 4.3.2 Služby

Galileo bude provozovat časové a polohové služby.

- Základní služba (Open Service - OS) má být volně dostupná. Její signály budou využívat 2 pásma: 1164–1214 MHz a 1563–1591 MHz. Přijímače budou mít horizontální přesnost lepší než 4 m a vertikální lepší než 8 m (nebo horizontálně pod 15 m a vertikálně pod 35 m, když bude použito pouze jedno pásmo). Jelikož se podařilo dosáhnout dohody o kompatibilitě s americkým systémem, budou přijímače navíc zároveň využívat i GPS.

- Komerční služba (Commercial Service - CS), bude šifrovaná, zpoplatněna a má poskytnout přesnost lepší než OS. Přístup je kontrolován na úrovni přijímače, kde se využívá přístupového klíče.

- Safety of Life Service (SOL), bude také šifrovaná s důrazem na integritu a bezpečnost, pro nasazení např. v řízení letového provozu.

- Vyhledávací a záchranná služba (Search and Rescue - SAR), je služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby COSPAS/SARSAT s možností oboustranné komunikace.

- Veřejně regulovaná služba (Public Regulated Service - PRS), bude také šifrovaná služba, ale s kontrolovaným přístupem a dlouhodobou podporou, určená pro armády a bezpečnostní složky států. Služba určená především pro bezpečnostní složky státu [15, 16].

### 4.3.3 Kosmický segment

Systém bude tvořen 30 operačními družicemi (27+3), které budou obíhat ve výšce přibližně 23 222 km nad povrchem Země po drahách se sklonem 56° k zemskému rovníku

ve třech rovinách. Tyto roviny budou vzájemně vůči sobě posunuty o 120°. Každá dráha bude mít 9 pozic pro družice a 1 pozici jako zálohu. Záložní pozice je z bezpečnostního důvodu, aby systém mohl být při selhání družice rychle doplněn na plný počet [15].

Tabulka 4 Seznam družic Galileo [15]

| Blok | Období | Vypuštěno | Aktivní |
|---|---|---|---|
| **EGNOS** | 1996-2001 | 4[5] | 3[5] |
| **GIOVE** | 2003-2005 | 2[4] | - |
| **IOV** | 2011-2012 | 4 | 0 |
| **IOC** | 2014-2015 | 14[3] | 0 |
| **FOC** | 2016-2017 | 12[3] | 0 |
| **Celkem** | | 2 +2[2] +26[3] | 0+3[5] |

[1]ztracena při startu nebo selhalo oživení
[2]v přípravě
[3]plán
[4]vývojové/testovací
[5]geostacionární

Systém Galileo umožní každému držiteli přijímače signálu určit jeho aktuální polohu s přesností lepší než jeden metr.

Galileo má největší potenciál především v dopravě (silniční, letecká, železniční, námořní a říční, městská, atd.), dále však nabízí široké využití i v dalších oblastech. Jsou to většinou oblasti, kde zvýší bezpečnost, přesnost a komfort jako jsou například oblasti

energetického průmyslu, bankovnictví, zemědělství, civilní ochrany, životního prostředí, stavebnictví atd.) [16].

## 4.4 BEIDOU

Beidou-1 je čínský experimentální regionální navigační systém, ke kterému dostala vláda roku 1994 oprávnění zahájit vývoj. Tento systém je založen na principu twin-satellite. To znamená, že je systém složen ze dvou GEO satelitů. Jedním je Beidou 1A a druhý je Beidou 1B, výroba těchto satelitů byla zahájena roku 2000. Systém byl funkční ke konci roku 2001, kdy bylo možné poskytovat služby určování polohy. V květnu 2003 začala výroba Beidou-1C, která znamenala začátek zrodu Beidou-1, které bylo k dispozici pro civilní uživatele od roku 2004 [17].

Obrázek 22 Logo Beidou [17]

Beidou je regionální aktivní polohový systém s 3+1 geostacionárními družicemi a je omezen na území Číny, tj. mezi 70. a 140. stupněm východní délky a 5. a 55. stupněm severní šířky a počtem aktivních uživatelů.

Družice systému jsou odvozeny z geostacionárních komunikačních satelitů typu BFH-3, přibližná hmotnost každého je 1 tuna a komunikace probíhá na frekvenci 2491,75 MHz [18].

Tabulka 5 Beidou satelity [18]

| Datum | Nosič | Satelit | Orbit | Používán |
|---|---|---|---|---|
| 31. říjen 2000 | LM-3A | Beidou-1A | GEO 140°E | Ne |
| 21. listopad 2000 | LM-3A | Beidou-1B | GEO 80°E | Ano |
| 25. květen 2003 | LM-3A | Beidou-1C | GEO 110.5°E | Ano |
| 3. únor 2007 | LM-3A | Beidou-1D | GEO 86°E | Ano |
| 14. duben 2007 | LM-3A | Beidou-2A | MEO 21 500 km | Výzkumný Compass |

### 4.4.1 Historie

Beidou je pojmenován podle souhvězdí, které v čínštině zní stejně, čili Beidou a znamená to doslova "Severní Dou" a značí to tvar. Dou je totiž tradiční čínská nádoba, kterou se odměřuje množství zrní. Beidou je ekvivalentem souhvězdí v ČR známé jako Velký vůz anebo Velká medvědice (Ursa major). Dříve se této konstelace využívalo v navigaci k vyhledávání "Severní hvězdy" Polárky (Polaris). Tím pádem je název Beidou pro družicový navigační systém v tomto případě více než výstižný [19].

Beidou 1A byla vynesena 30. října 2000 na oběžnou dráhu, poté ji následovala družice Beidou 1B 20. prosince 2000 a následně Beidou 2A, která se dostala na oběžnou dráhu 24. května 2003. V září roku 2003 se Čína stala členem spolupracujícím na projektu Galileo a přislíbila do tohoto projektu investici něco přes 200 miliónů euro.

Čína 2. listopadu 2006 vzkázala, že od roku 2008 bude Beidou poskytovat určení polohy zdarma. Určování polohy by mělo být přesné na 10 metrů v rámci základní služby (Open service) [19].

Obrázek 23 Čínský navigační systém Beidou [19]

### 4.4.2 Současná technologie - Beidou 1

Hlavním rozdílem všech systému je použití družic. Systémy jako GPS, Glonass a Galileo používají družice, které se pohybují vzhledem k zemskému povrchu na střední oběžné dráze (tzv. MEO-Medium Earth Orbit), zatímco Beidou 1 používá družice geostacionární. Tím pádem tento systém nepotřebuje tolik družic jako například GPS, ale je tu také jedna velká nevýhoda. Touto nevýhodou je, že signálem je pokryto pouze území, nad kterým je družice umístěna. Jak už bylo řečeno, tak Beidou pokrývá území vymezené těmito souřadnicemi: 70° až 140° východní délky a 5° až 55° severní šířky [19].

#### *4.4.2.1 Jak zjistí uživatel svoji polohu?*

Ke zjištění polohy je nutné splňovat 7 základních bodů.

1) Uživatelovo zařízení vyšle signál směrem ke družicím.
2) Družice přijmou signál.
3) Poté družice vyšle informaci na pozemní stanici. Tato informace má podobu přesného času, kdy družice přijaly signál od uživatele.
4) Pozemní stanice pak vypočítá uživatelovu zeměpisnou šířku a délku.
5) Podle digitálního modelu terénu je vypočítána nadmořská výška.
6) Pozemní stanice pošle 3D pozici družici.
7) A na závěr odešle družice informaci uživateli.

Uživatelská zařízení jsou schopna posílat i přijímat krátké zprávy od pozemních stanic [19].

### 4.4.3 Budoucí plány - Beidou 2, Compass

Předešlé družice Beidou 1A a 1B byly navrhnuty pouze pro experimentální družice. Čína se ale rozhodla postavit zbývající družice tak, aby se Beidou stal globálním navigačním systémem.

Tento nový systém bude postaven 35 družicemi, které budou rozšířeny o dalších 5 geostacionárních, které budou schopny pokrýt celou zeměkouli.

Systém bude zajišťovat dva druhy služeb:

I. Bezplatná služba pro běžné uživatele.
II. Koncesovaná služba pro vojenské účely.

I. Bezplatná služba by měla určovat polohu s přesností na 10 metrů. Družicové hodiny budou synchronizovat s přesností 50 ns a rychlost bude měřena s přesností na 0.2 m/s.

II. Koncesovaná služba by měla být daleko přesnější a bude moci být využita také pro komunikaci uživatelům poskytujícím informaci o stavu (statutu) systému.

Signály jsou digitálně multiplexovány pomocí metody CDMA. Tato metoda využívá 4 frekvenční pásma (E1, E2, E5B a E6), z nichž některá se překrývají s pásmy, které jsou využívaný konkurenčním systémem Galileo.

Další dvě družice byly vypuštěny v první polovině roku 2007. První byla vyslána roku 2007, celkově čtvrtá, byla vypuštěna 3.2.2007 z kosmodromu Xinchang.

Čína v následujících letech plánuje pokračování v experimentálních a hlavně v přípravných pracích na systému Beidou 2 [19].

### 4.4.4 Současnost Beidou

Navigační systém Beidou se chystá rozšířit své služby i pro další země kromě Asie. Beidou začal spolupracovat s Mexikem, Švédskem a dokonce i s Izraelem. Hlavním důvodem, proč se toto stalo je fakt, že se Beidou během blízkých let transformuje z regionálního systému na globální a tudíž bude potřeba vybudovat více řídicích a monitorovacích stanic po celém světě. Tím se zajistí plná funkčnost a přesnost měření.

V současné době pracuje Čína na propagaci systému Beidou v jižní a jihovýchodní Asii. Miao Qianjun je viceprezident Globálního satelitního navigačního systému, řekl: „Příští rok bude klíčový pro expanzi našeho navigačního systému do Asijsko-Pacifického regionu.“

V červenci 2014 podepsala Čína s Ruskem dohodu o spolupráci na systémech Glonass a Beidou. Hlavní výhodou této smlouvy je povolení stavění monitorovacích stanic na území státu toho druhého [20].

Systém Beidou prodal do více než 30 zemí zařízení, které umožňuje příjem satelitního signálu z družic. Dlouho trvalo, než se systém stal přístupný pro veřejnost z důvodu testování a uvedení do provozu. Nyní byly přijímače umístěny do více než 200 modelů vozů a 40 milionů chytrých telefonů.

Globální pokrytí by mělo být dosaženo do roku 2020 [20].

## 4.5 IRNSS

Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) je satelitní navigační systém, který je vyvíjen v Indii. Je konstruován tak, aby poskytoval přesné informace o poloze uživatelům v Indii, stejně jako v oblasti sahající až do 1500 km od její hranice [21].

### 4.5.1 Historie

V květnu 2006 schválila indická vláda projekt, který se nazýval Indický regionální navigační satelitní systém. Všechny prvky tohoto systému, jako například segmenty vesmírné, pozemní ale i přijímače byly sestrojeny v Indii, díky zkušenostem nabytým Indií při spouštění systému GAGAN (družicový geolokační systém).

O 3 roky později Indie oznámila svůj plán. V prosinci tohoto roku došlo k vypuštění satelitů a dále bylo sděleno, že celý systém bude na oběžné dráze roku 2012.

IRNSS je složeno ze 7 satelitů, pozemního segmentu a uživatelských přijímačů. Tyto satelity budou schopny trvale pokrývat celé území Indie. Indický IRNSS je vybudován pro plně civilní systém pro civilní kontrolu [22].

Obrázek 24 IRNSS satelit [22]

### 4.5.2 Popis systému

Hlavním účelem IRNSS je pracovat jako hlavní navigační prostředek pro indické loďstvo. Satelity fungují na podobném principu jako třeba americký GPS. Jde o to, že musí být k dispozici alespoň tři satelity, aby bylo možné pomocí triangulace určit správnou a přesnou polohu. Indický systém je navíc kompatibilní s americkým GPS, nebo evropským Galileem. Později se počítá i s tím, že IRNSS bude k dispozici i civilní letecké dopravě a v Indii by měl být schopen i navigovat skrze mobilní zařízení [23].

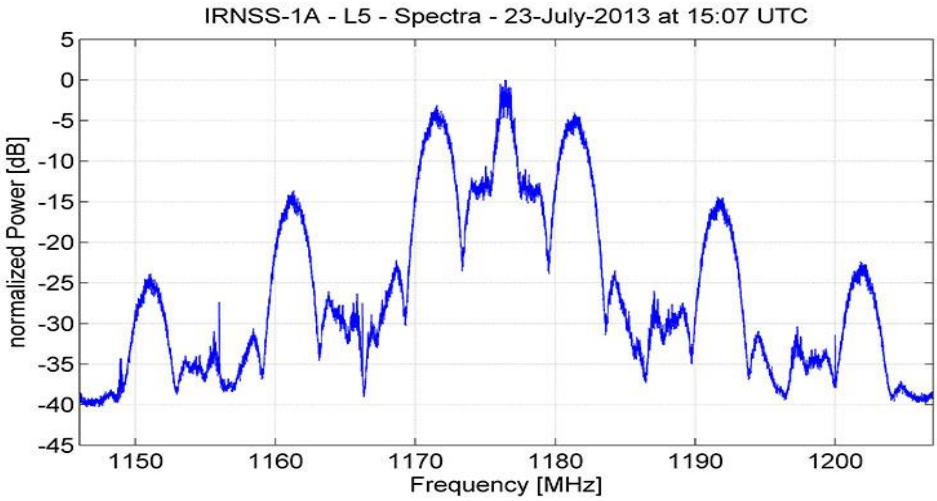
Obrázek 25 Pokrytí systému IRSNN [23]

### 4.5.3 Signál IRNSS

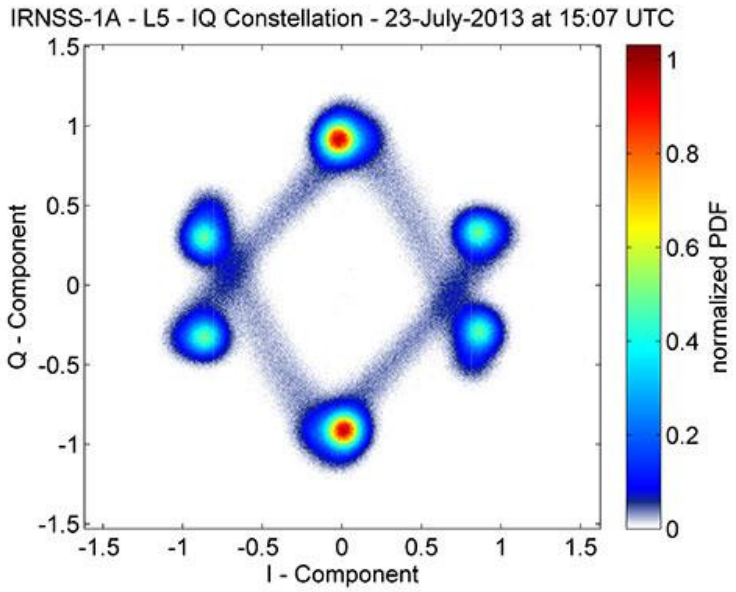
U prvního satelitu systému IRNSS se používala kombinace BPSK (1) a BOC (5,2) modulace.

Obrázek 26 nám ukazuje střed signálu na frekvenci 1176,45 MHz. Signál má jediný symetrický hlavní lalok a také obrázek ukazuje počet postranních laloků charakteristiky struktury signálu.

Na obrázku 27 můžeme vidět IQ konstelační diagram [24].




Obrázek 26 Spektrum signálů z IRNSS [24]




Obrázek 27 IQ konstelační diagram [24]

## 4.6 QZSS

QZSS neboli Quasi-Zenith Satellite System je systém, který umožňuje přenos časových dat a zpřesňování GPS ve stavu realizace na území Japonska.

Hlavními a typickými geografickými znaky Japonska jsou hornaté regiony a rozsáhlé městské části s úzkými ulicemi lemovanými výškovými budovami. Tyto dva znaky ztěžují

mobilním telefonům a pohybujícím se vozidlům přijímat satelitní signály a především signály ze satelitů na oběžné dráze.

QZSS slouží jako doplňkový a zpřesňující systém pro GPS a je založen spolupráci mezi USA a Japonskem [25].

Obrázek 28 Satelit QZSS [25]

### 4.6.1 Historie QZSS

Tento systém byl schválen japonskou vládou v roce 2002. Na úplném začátku spolupracovali lidé z několika firem, například Advanced Space Business Corporation (ASBC) team, včetně Mitsubishi Electric Corp., Hitachi Ltd., a GNSS Technologies Inc.

Roku 2007 se zhroutil ASBC a práci na projektu převzala JAXA spolu se Satellite Positioning Research and Application Center (SPAC) [26].

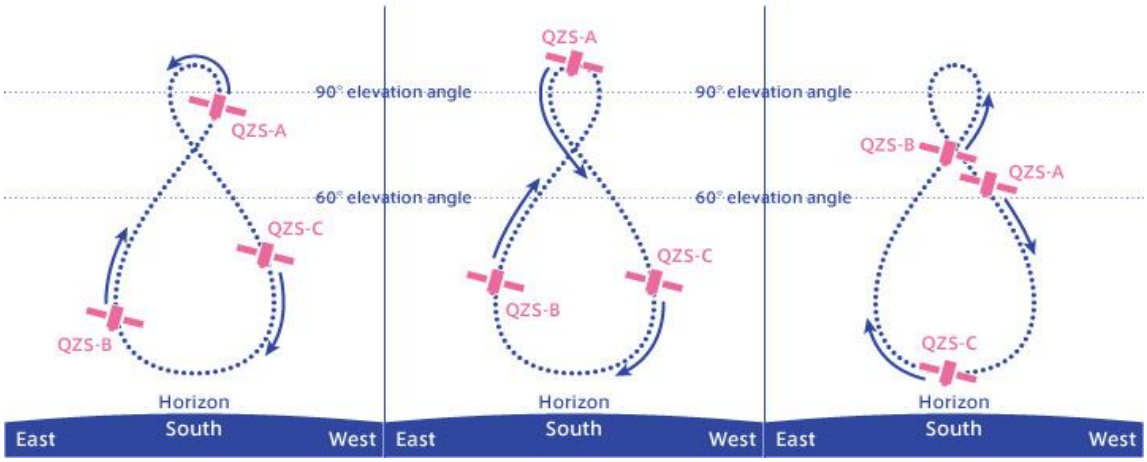
### 4.6.2 Popis systému

Prostorový segment je složen z 3 družic, které jsou umístěny v pravidelné eliptické dráze. Nadmořská výška perigeum je asi 32 000 km.

Perigeum - bod na dráze tělesa obíhajícího kolem Země, v němž je těleso k Zemi nejblíže

QZSS je navržen tak, aby alespoň jeden ze tří satelitů byl v blízkosti vrcholu nad Japonskem [26].

Obrázek 29 Oběžná dráha satelitů GZSS [26]




Obrázek 30 Pohyb satelitů GZSS [27]

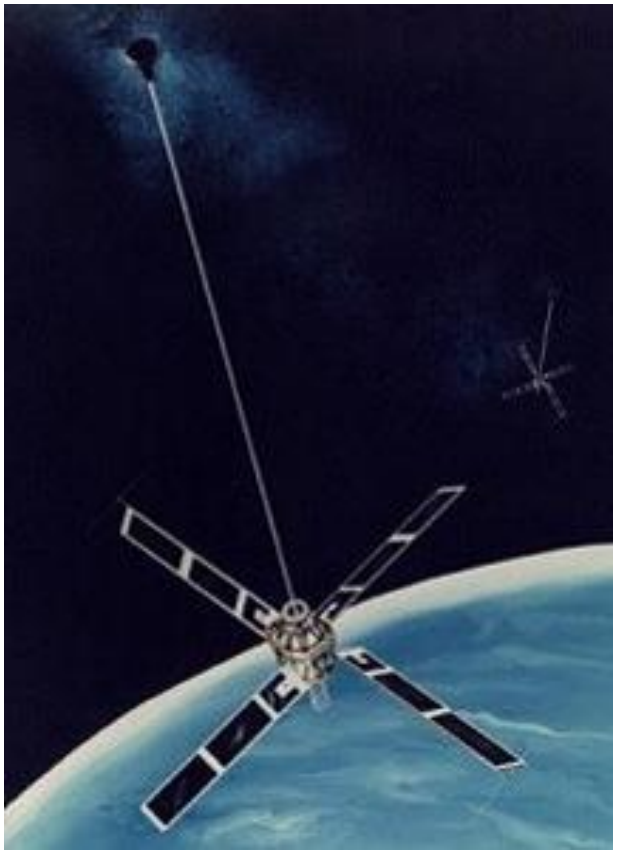
### 4.6.3 Signály GZSS

GZSS má k dispozici 6 signálů.

- L1-C / A (1575,42 MHz): Používá se v kombinaci s GNSS; zvýšení dostupnosti Positioning Navigation and Timing služeb.
- L1C (1575,42 MHz): Používá se v kombinaci s GNSS; zvýšení dostupnosti PNT služeb.
- L2C (1227,6 MHz): Používá se v kombinaci s GNSS; zvýšení dostupnosti PNT služeb.
- L5 (1176,45 MHz): Používá se v kombinaci s GNSS; zvýšení dostupnosti PNT služeb.
- L1-SZIF (1575,42 MHz)
- LEX (1278,75 MHz): QZSS signál pro vysokou přesnost (3 cm) úroveň služeb; kompatibilní se signálem Galileo E6 [26].

## 4.7 Transit

Transit je historicky první družicový polohový systém, který se provozoval mezi lety 1964-1996 vojenským námořnictvem USA. Někdy je také nazýván NAVSAT, to je odvozeno od Navy Navigation Satellite System. Tento družicový systém byl schopen určit polohu s přesností prvních stovek metrů a také určit přesný čas na Zemi. Přesnost systému se později zvýšila až na desítky metrů a postupem času se Transit stal použitelným i pro civilní uživatele [54].



Obrázek 31 Družice systému Transit [54]

### 4.7.1 Struktura systému

Systém je rozdělen do 3 segmentů:

- kosmický
- řídicí
- uživatelský

**Kosmický segment**

Tento segment byl projektován na 3+3 družice. To znamená 3 aktivní ve vysílání a další 3 jako záloha na oběžné dráze. Tyto družice obíhají dodnes ve výšce 1100 km nad zemským povrchem na 3 kruhových polárních drahách se sklonem 120°, ale žádná z nich zřejmě už nemá funkční palubní výbavu.

Klíčové části družic Transit jsou:

- řídící jednotka
- oscilátorem jako základnu pro vysílání signálu
- automatický systém kontroly teploty a prostorové stabilizace
- antény pro vysílání signálu
- antény pro komunikaci s pozemními kontrolními stanicemi a pro telemetrická data
- solární panely a baterie

Vysílání bylo na dvou frekvencích:

- 150 MHz (~149,99 MHz)
- 400 MHz (~399,97 MHz)

Tabulka 6 Počet družic systému Transit [54]

| Blok | Období | Vypuštěno | Aktivní |
|---|---|---|---|
| **experimenty** | 1959–1961 | 5+2[1] | 0 |
| **prototypy Oscar** | 1962–1964 | 3+4[1] | 0 |
| **Oscar** | 1964–1988 | 22+3[1] | 0 |
| **Triad (prototypy Nova)** | 1972–1976 | 3 | 0 |
| **Nova** | 1981–1988 | 3 | 0 |
| **Celkem** | | 36+9[1] | 0 |

[1]ztracena při startu nebo selhalo oživení

**Řídící a kontrolní segment**

Původně Transit řídil NAVSOC (The Naval Satellite Operations Center), kde pracovalo z počátku 250 a na konci 150 zaměstnanců.

Klíčovým úkolem NAVSOC byla predikce orbitu družic a korekce palubních hodin na 12 hodin dopředu, protože vysílací stanice byla pouze na území USA.

**Uživatelský segment**

Původně ho využívalo armádní námořnictvo ze tří důvodů.

- Lokalizace plavidel na moři
- Hydrografický a geodetický výzkum
- Přesný čas

Civilní uživatelé se mohli k užívání tohoto systému připojit v roce 1957 a jednalo se především o uživatele jako je civilní námořní a letecká doprava a uživatelé z oboru geologie, geofyziky a geodézie [54].

### 4.7.2 Přesnost měření

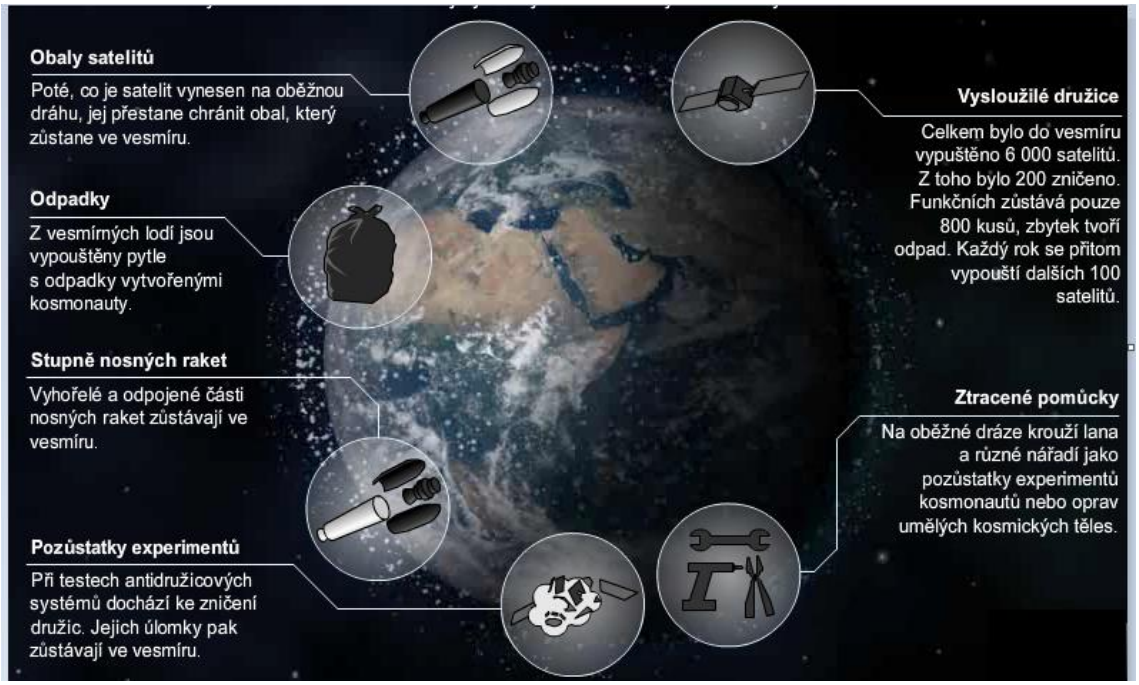
Roku 1963 byla dosažitelná přesnost 100m a po roce 1967 se přesnost pohybovala od 25 do 100 metrů [54].

# 5 VESMÍRNÉ ODPADY

Lidstvo hromadí odpad jak na Zemi, tak i nad ní. Uvádí se, že až 95% objektů, obíhajících okolo Země jsou považovány za odpad. Jsou to všechny uměle vytvořené objekty a jejich úlomky, které se pohybují na oběžné dráze Země, které již nevykonávají svou funkci. Někdy je také vesmírný odpad označován jako kosmické smetí, které stále více svým množstvím ohrožuje nově vypuštěné družice a lodě s kosmonauty. Dalším nebezpečím, které představuje kosmické smetí, jsou vzájemně srážející se tělesa, ale také nás mohou ohrožovat tyto objekty při dopadu na Zemi.

Nejstarším vesmírným odpadem, který krouží kolem Země, jsou části nosné rakety Vanguard 1. Tato raketa byla vypuštěná v březnu 1958 [28].

Obrázek 32 Vesmírný odpad obíhající Zemi [28]




Obrázek 33 Objekty vesmírného odpadu [28]

## 5.1 Množství odpadu

- V dnešní době krouží okolo Země až 500 000 nepotřebných objektů.
- Až 18 000 objektů má velikost větší než 10 cm.
- Celková hmotnost smetí je odhadována na 3 000 tun [28].

## 5.2 Jaká jsou hrozící nebezpečí

### 5.2.1 Nebezpečnost odpadu pro Zemi

Smetí dopadající na Zemi muže mít někdy tragické následky. Už několikrát se stalo, že na Zemi dopadl úlomek části rakety, kusy kovu a poškodil budovy nebo i usmrtil obyvatele naší Země [28].

### 5.2.2 Nebezpečnost odpadu pro vesmír

Odpad se většinou pohybuje rychlosti okolo 28 000 km/h a tudíž dokáže při střetu poškodit druhý objekt. Pří této srážce pak vznikají stovky až tisíce dalších kusů odpadu. Takto se pohybující odpad pak ohrožuje raketoplány, družice ale i Mezinárodní vesmírnou stanici s její posádkou [28].

## 5.3 Budoucnost vesmírného odpadu

Pokud vesmírné tělesa klesnou do atmosféry, někdy trvá až sta či tisíce let než v ní dokáží shořet. Tím vzniká veliké riziko, že můžou napáchat mnoho škod. To vedlo k rozhodnutí a vytvoření několika plánů jak vesmírné smetí odklidit.

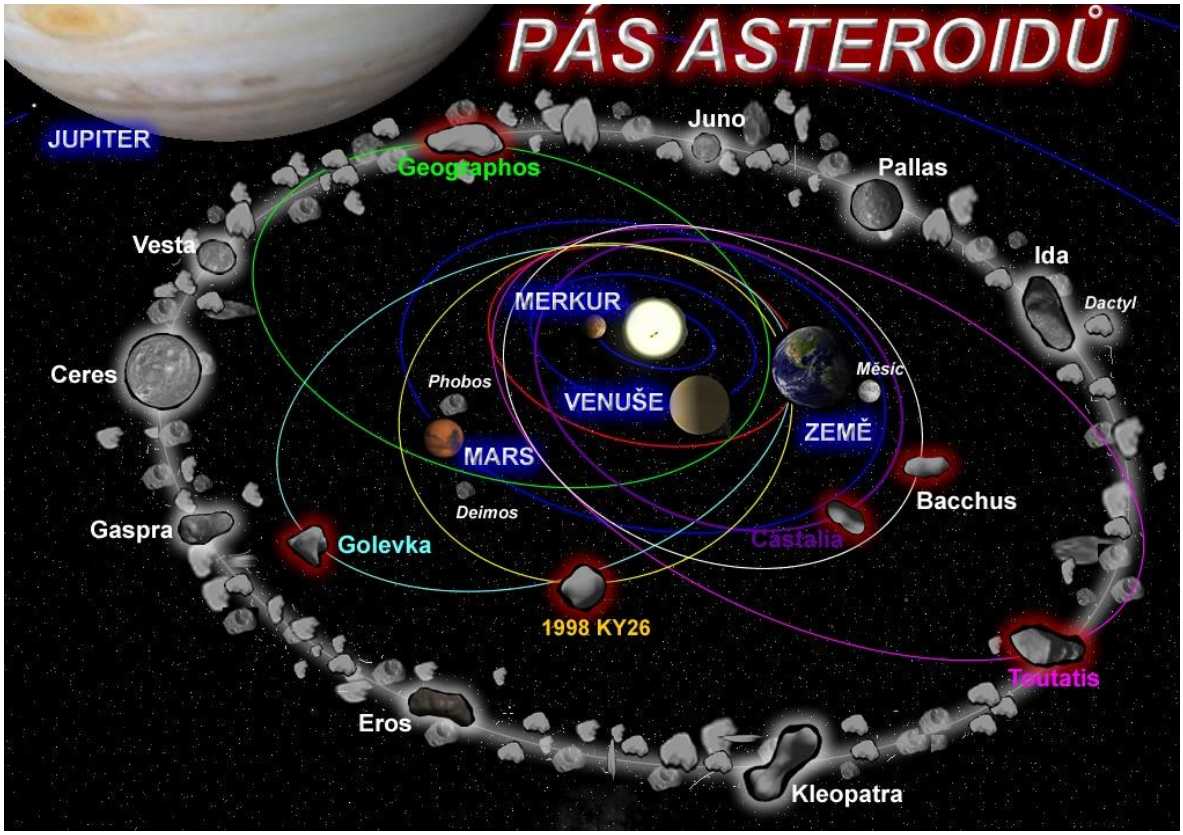
- **Druhotné využití odpadu** – robotické údržbové plavidlo, které by se pohybovalo mezi vyřazenými družicemi a odmontovávalo funkční antény. Ty by pak připojovalo na menší satelity a nanodružice.
- **Aerogel (modrý dým)** – použití velké masy aerogelu, která by zachytávala i drobné úlomky a později by shořela v atmosféře.
- **Navádění družic do atmosféry –** navedení vysloužilých družic do atmosféry za účelem shoření.
- **Lasery –** použití k likvidaci větších úlomků, tak že by je pálily.
- **Využití raketoplánů –** lepší využití raketoplánů, při kterém by nebylo nutné odpojovat raketové stupně (zamezení tvorby nového odpadu).
- **Lapač odpadu –** chytal by objekty a odnášel je do atmosféry. Vypuštění prototypu Cleanspace One se plánuje na roky 2015 -2016 [28].

## 5.4 Asteroidy a komety

Srážka Země s nějakým jiným vesmírným tělesem může mít být pro nás velkou hrozbou. Obzvlášť významný je pás asteroidů, který se nachází mezi Jupiterem a Marsem. Pravděpodobně jde o pozůstatky z období formování planety naší soustavy. Další pás

asteroidu se nachází za planetou Neptonův Kuiperův oblak. Jsou to převážně drobné tělesa tvořené z prachu a ledu [29].

Všechna tato tělesa pro nás představují veliké nebezpečí. Vlivem gravitace ostatních planet se mohou kdykoliv odtrhnout z pásu a vydat se přímo k Zemi. Vážná nebezpečí ale představují až asteroidy o průměru desítek metrů. Tyto objekty se ale strašně spatně pozorují. Svití odraženým světlem a jsou malé, tudíž je nemusíme objevit včas. Komety se k nám pohybují z vnější sluneční soustavy a jejich rychlost dosahuje až troj násobku pohybu asteroidů. Jako svého ochrance můžeme považovat planetu Jupiter, která nás chrání před tímto nebezpečím a chová se jako planetární štít, který tak svou gravitaci cizí tělesa dokáže pohltit nebo odklonit [30,76].




Obrázek 34 Pás Asteroidů [34]

# 6 SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY SOUČASNÝCH SYSTÉMŮ

## 6.1 GPS

Výhody

- Celosvětová působnost a dostupnost.
- Trojrozměrné souřadnice v jednotném světovém souřadném systému.
- Neustálá činnost bez ohledu na denní či noční dobu a počasí.
- Stále se zvyšující přesnost a rychlost určení polohy.

Nevýhody

- Nefunguje v budovách.
- Horší přesnost.
- Závislost na přímé viditelnosti satelitů.
- GPS má v licenčních podmínkách možnost vypnutí celé sítě GPS pro civilní obyvatelstvo a to v případě vojenských potřeb.
- Horší výsledky při měření v hustém porostu (v lese), v úzkých hlubokých údolích a v hustě zastavěných oblastech [35].

## 6.2 Galileo

Výhody

- Galileo dává uživateli možnost kontroly a ověření kvality signálu, tedy záruku spolehlivosti, a tím se otvírá možnost pro nové aplikace.
- Vyšší přesnost v porovnání se stávajícími navigačními systémy.
- Družice systému se pohybují na oběžných drahách s vysokým sklonem k rovníku, takže pokrývají i severnější část Země.

- Bude druhým nezávislým systémem globální družicové navigace (to znamená, že člověk, který využívá navigace například při kritických okamžicích, má v případě výpadku signálu, sabotáže apod. k dispozici druhý systém, který může využít).
- Družice osazeny velmi přesnými rubidiovými atomovými hodinami a vodíkovými hodinami.

Nevýhody

- Vysoký rozpočet
- Nefunguje v budovách [36].

## 6.3 Glonass

Výhody

- je modernější systém, který umožňuje menší odchylku (snad max. do 1m) a disponuje novějšími satelity, než starší GPS.
- Je primárně vybudováno pro vojenské použití (jako GPS), nicméně bude využíváno i komerčně, např. do navigačních přístrojů nejen v automobilech.
- Využití po celé zeměkouli.
- GLONASS je civilním navigačním systémem, který nemůže být vypnut za žádných okolností.

Nevýhody

- Je řízen armádou.
- Výrazně kratší životnost satelitů (okolo 3 let).
- Nefunguje v budovách [9].

## 6.4 Porovnání navigačních systémů

**Galileo vs. GPS**

- větší přesnost
- bezpečnější provoz
- kvalitnější příjem signálu i mezi budovami
- dostupnost ve vyšších zeměpisných šířkách
- schopnost rychlého rozpoznání problémů systému
- okamžité upozornění uživatelů na případné poruchy
- civilní provozovatel [37]

| | GPS | Galileo | Glonass |
|---|---|---|---|
| **země:** | USA | Evropa (ESA) | Rusko |
| **veřejně dostupná přesnost** | | | |
| ● **horizontální:** | 5 až 10 m | méně než 4 m | 57 až 70 m |
| ● **vertikální:** | přibližně 20 m | méně než 8 m | přibližně 70 m |
| **počet satelitů v plném stavu:** | 24 | 30 | 24 |

Obrázek 35 Srovnání satelitních navigačních systémů [37]

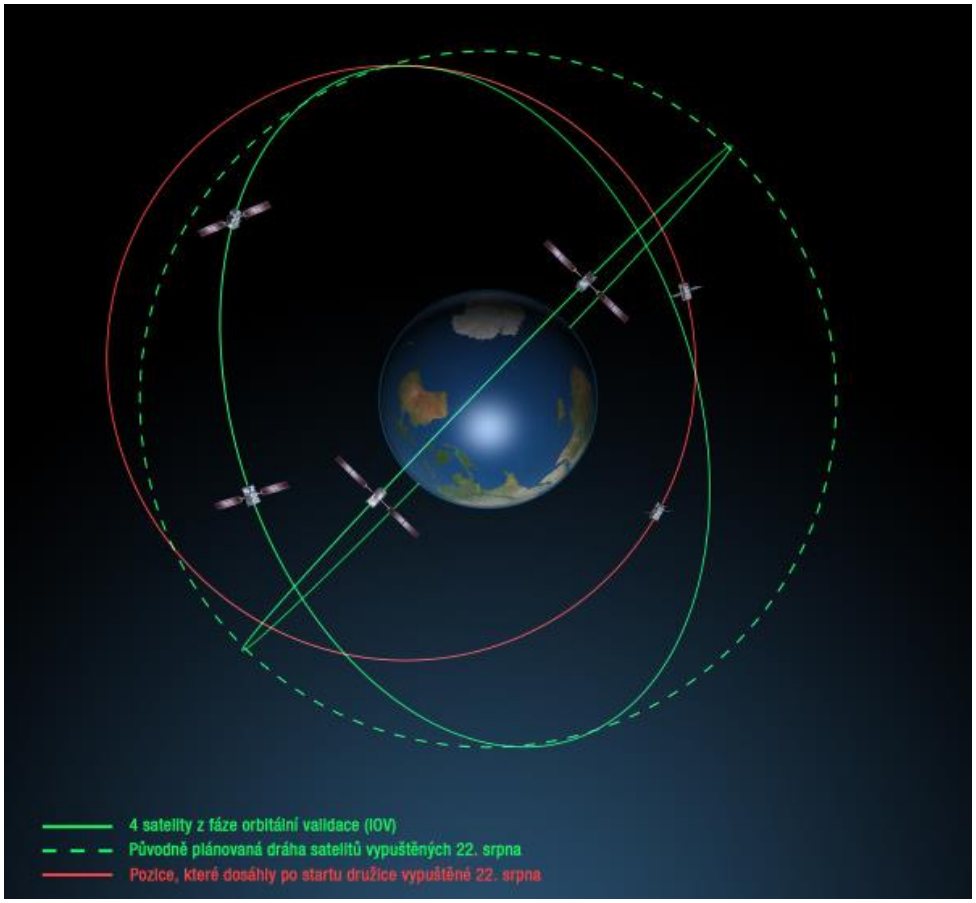
# 7 GALILEO

## 7.1 Problémy systému Galileo

Navigační systém Galileo, který by měla letos nebo v roce 2016 spustit Evropská kosmická agentura (ESA – European Space Agency), má zpoždění a také problémy s vysláním satelitů. Z 18 satelitů je na oběžné dráze pouze 6 a z toho jsou dva na špatné oběžné dráze. Tyto dvě družice, které byly vyslány v srpnu 2014, se nepodařilo vyslat na správnou oběžnou dráhu, vynášela je do kosmického prostoru ruská nosná raketa Sojuz.

Obrázek 36 Dva zbloudilé satelity systému Galileo [40]

Hlavním problémem je jejich výška, družice se nedostaly na předpokládanou dráhu s výškou více než 23 000 kilometrů, ale na eliptickou, s výškou od 13 000 do 25 000 kilometrů se sklonem 49,8° vzhledem k rovníku. Pro navedení na původně naplánovanou dráhu, tedy cirkulární orbit ve výšce 23 222 km se sklonem 56°, neměly bohužel satelity dostatek paliva.




Obrázek 37 Oběžné dráhy satelitů [47]

Co s nimi bude dál? Pracovní tymy Galileo ve středisku ESOC v Darmstadtu mají družice pod kontrolou a není tedy důvod misi ukončit. Úkolem týmu je tedy provézt testy a pak se rozhodnout jaké budou následovat další postupy. Hlavním problémem je že satelity prolítávají v oblasti van Allenových pásů s poměrně intenzivní radiací a proto se snaží operátoři je dostat z této oblasti a vyvézt je na bezpečnou dráhu [38,39].

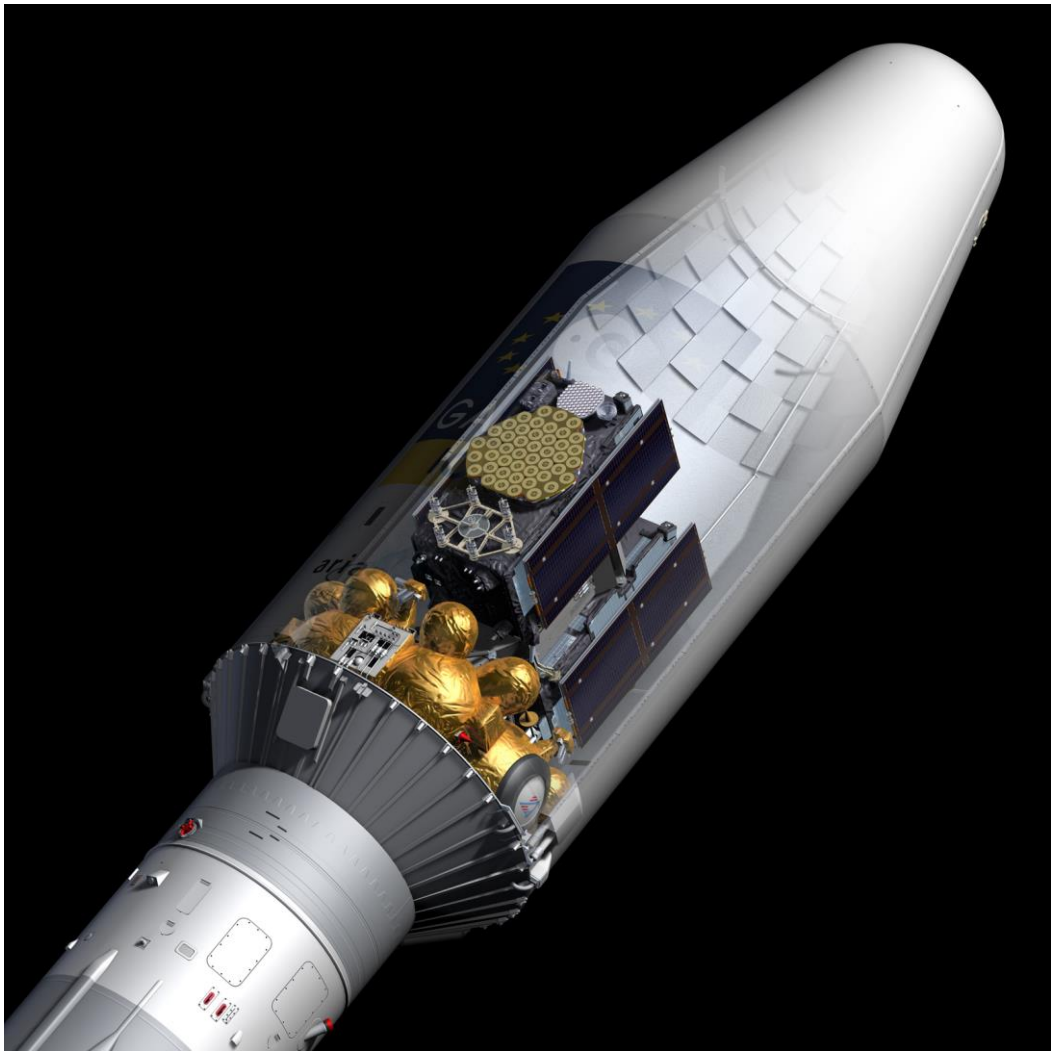
## 7.2 Raketa Sojuz

Raketa Sojuz (rus. Союз; "svaz") je rodina nosných raket, vyvinutých OKB-1 (Vědecko-výzkumný ústav) a vyráběných firmou CSKB-Progress v Samaře. Evropská kosmická agentura uvádí, že nosné rakety Sojuz jsou nejspolehlivější a nejčastěji používané nosné rakety na světě [41].

Parametry rakety Sojuz:

| | |
|---|---|
| **Výška** | 44,4 m |
| **Průměr** | 8,3 m |
| **Hmotnost** | 303 000 kg |
| **Pomocné motory** | 4 |
| **Tah** | 813 kN |
| **Doba zážehu** | 120 s |
| **Palivo** | kerosin (je bezbarvá hořlavá uhlovodíková kapalina podobná naftě) [41] |

Obrázek 38 Raketa Sojuz-FG [41]



Obrázek 39 Horní část rakety Sojuz, která ukrývá dvě družice [48]

## 7.3 Sídlo Galilea v Praze

Stěhování z Bruselu do Prahy proběhlo během jara a léta roku 2012 a hned i tohoto roku dne 6. září byl slavnostně zahájen provoz agentury v budově, která sídlí v pražských Holešovicích.

Začátek ale nebyl vůbec pro hlavní město České republiky jednoduchý, protože o sídlo GSA mělo zájem i Nizozemsko. Až závěrečné hlasování v Bruselu rozhodlo, zda to bude Praha nebo konkurenční projekt Noordwijk. Pro Nizozemsko hlasovaly pouze čtyři země, ČR získalo podporu 22 států a jedna země se zdržela hlasování. Praha měla zájem získat sídlo už od roku 2006.

Ihned po slavnostním otevření pracovalo v sídle 45 zaměstnanců, z nichž deset pocházelo z České republiky. Některé významné pozice se dlouho nedokázalo obsadit, bylo to například místo šéfa bezpečnosti. Celkový počet zaměstnanců pro agenturu není stanoven, ale hned na začátku projektu se předpokládalo, že agentura bude mít okolo 180 zaměstnanců [42,43].

### 7.3.1 GSA

GSA neboli European GNSS Agency je regulační orgán, který se stará o evropské programy družicové navigace (GNSS). Jako hlavní úkol má centrála koordinovat vznik evropského vesmírného programu Galileo, který by měl nabídnout kromě navigace i služby pro zdravotnictví, dopravu, rybolov, zemědělství, civilní obranu a další obory. Dalším úkolem je zajišťování bezpečné akreditace, provoz bezpečnostního monitorovacího střediska systému Galileo a také je GSA zodpovědná za marketing a komercionalizaci. Marketing a komercionalizace je zaměřená hlavně na analýzu trhu, uvedení na trh, propagování služeb a aplikací. A nesmíme zapomenout ani na úkol, který je spojen s certifikací komponentů a celého systému [42,43].

### 7.3.2 Národní bod Galileo

Je veřejná služba, která byla zřízena Ministerstvem dopravy ČR na základě Usnesení vlády č. 218 z roku 2005. V tomto usnesení je rozepsána účast ČR v evropském projektu Galileo, dále stanovuje způsob organizačního zajištění a potvrzuje statut Koordinační rady ministra dopravy pro globální navigační družicové systémy.

Tento kontaktní bod je plně funkční od 1. října 2005 [51].

### 7.3.3 EGNOS

Systém EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) je evropský projekt, který se stará o korekce k signálu GPS pomocí diferenciálního signálu. Korekce slouží k eliminaci chyb a jsou poskytovány na území Evropy. Při zpravování diferenciálního signálu dochází v GNSS přijímači k zpřesnění při určování polohy.

Systém EGNOS se řadí mezi jeden ze systému SBAS (Satellite Based Augmentation System), ten je vyvíjen několika agenturami. Patří tam Evropská kosmická agentura (ESA), Evropská komise (EC) a Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu (EUROCONTROL).

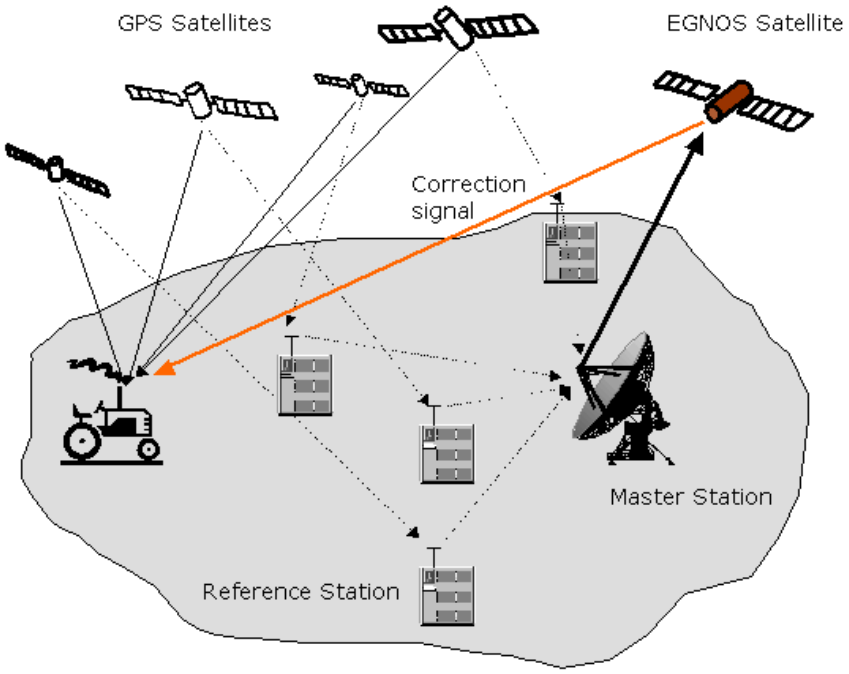
EGNOS je první systém, který byl dokončen projektem EU v oblasti satelitní navigace a tím je tedy předchůdcem Galileo. Oficiálně byl spuštěn v říjnu 2009 [52].

Poskytované služby:

- základní služba (Open Service - OS) – základní služba a je zdarma

- služba "kritická" z hlediska bezpečnosti (Safety of Life service - SoL) – letecká doprava. Je certifikována z hlediska mezinárodních standardů Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) a pravidel Otevřeného nebe (Open Sky Regulations) a byl k ní vydán Servis Definition Document (SDD)

- komerční služba "EGNOS Data Access Server" (EDAS) - šíří data EGNOS v reálném čase prostřednictvím internetu a rozšiřuje tak možnosti pro šíření signálu EGNOS [52]




Obrázek 40 EGNOS - Korekce signálu [53]

### 7.3.4 Investice do budoucnosti

Oba evropské programy, Galileo a EGNOS, představují důležitý krok pro budoucí vývoj vesmírné politiky. Program EGNOS má za cíl vylepšit funkce stávajícího a nejpoužívanějšího amerického systému GPS, ale Galileo by mělo představovat jeho přesnější alternativu.

Antonio Tajani (komisař pro průmysl a podnikání) řekl: „*Galileo a EGNOS jsou investicí do budoucnosti. Příležitosti a výhody, které tyto systémy přinesou evropské ekonomice a občanům, jsou obrovské, a dále dodal, že ekonomický přínos během následujících dvaceti let se odhaduje na 90 miliard eur.*“ [44]

### 7.3.5 Šance pro tuzemské firmy

Otevření sídla agentury mělo za následek přilákání do Česka několika světových firem, které se zabývají vesmírným byznysem. Jedná se například o společnosti Thales Alenia Space a Astrium EADS. Bylo to ale i ku prospěchu českých firem, protože některé

tuzemské firmy získaly také významné zakázky se podílet na projektu. Například ČVUT spolupracuje s GSA z důvodu testovacích zařízení a laboratoří, které vlastní a jsou tak využívány k certifikacím. Dalším spolupracovníkem je Asociace leteckých výrobců, Czech Space Aliance, Sdružení pro dopravní telematiku, Asociace malých a středních podniků a živnostníků ČR a další [45].

### 7.3.6 Sídlo v Praze

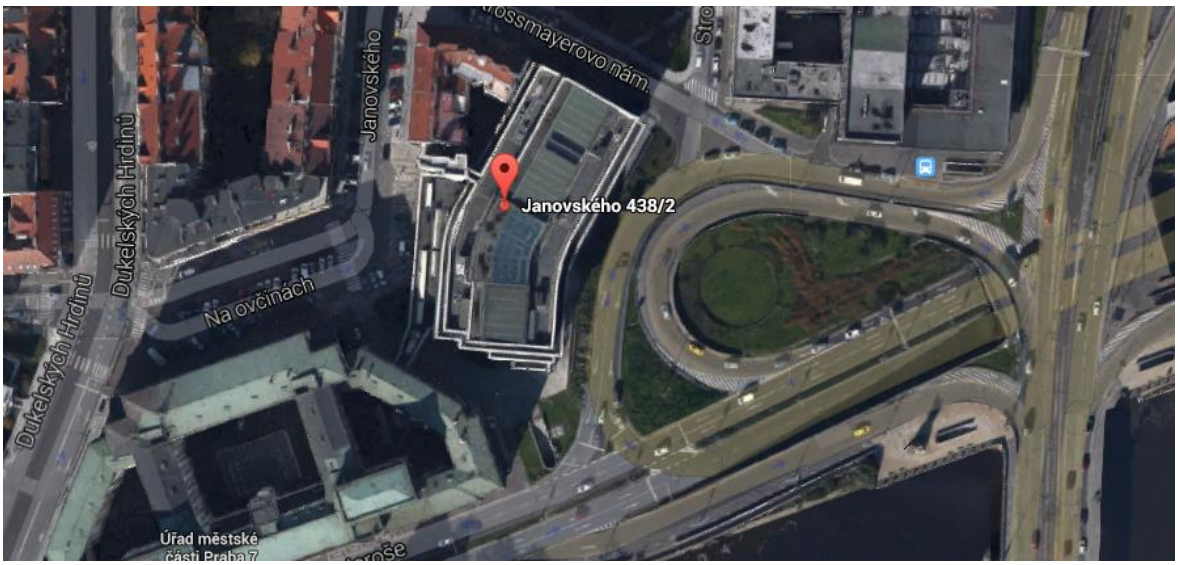
**Adresa:**

European GNSS Agency
Janovského 438/2
170 00 Prague 7 – Holešovice
Czech Republic

Tel: +420 234 766 000

**Umístění sídla v Praze:**

Obrázek 41 Umístění sídla GSA v Praze [46]




Obrázek 42 Budova GSA [46]

**Fotografie budovy:**

**Venkovní pohledy**

Obrázek 43 Letecký snímek budovy GSA [42]

Obrázek 44 Pohled na budovu od Hlávkova mostu [46]

**Interiér budovy**

Obrázek 45 Interiér budovy [43]

Obrázek 46 Jednací sál v budově GSA [42]

## 7.4 Aplikace systému Galileo

Systém Galileo poskytne veřejnosti řadu výhod a díky svojí vyspělé čipové technologii bude moci každý uživatel sledovat svou trasu a polohu na dálnicích, na výletech a na moři. Dále systém Galileo přinese velkou revoluční změnu v řízení letecké dopravy a povede k zlepšení kvality a bezpečnosti tohoto druhu dopravy do míst světa, kde jsou podobné systémy neodpovídající. Zvýší se přesnost řízení a tím se umožní optimalizace vzdušného prostoru a to by mělo omezit zpoždění letů. V úseku osobní a nákladní dopravy budou automobily vybaveny zařízením, které dokáže kombinovat určování polohy a dopravní data. Toto zařízení umožní řidiči se vyhnout dopravním zácpám a tak zkrátit svou jízdní dobu o 15 – 25 %. Tím se i v značné míře ušetří na palivu a emisích škodlivin. Rovněž složky IZS se budou moci dostavit na určitá místa daleko rychleji a tím bude možné provézt zásah daleko dříve. Očekává se i zvýšení efektivity v boji se zločinem, protože ukradené auta budou nalezena rychleji a přesněji.

Galileo bude tvořen třemi úrovněmi služeb.

1. Základní služba, která bude bezplatná a určená pro aplikace pro veřejnost a činnosti určené ve volném čase (cyklistika, turistika, pohyb po moři).

2. Účastnická služba s omezeným přístupem určená pro komerční a profesionální aplikace, kde je vyžadována záruka na provoz a vyšší výkonové úrovně.

3. Velmi omezená účastnická služba na vysoké úrovní pro aplikace, kdy nesmí nastat žádný výpadek nebo narušení z důvodu bezpečnosti [64].

### 7.4.1 Aplikace v silniční dopravě

Hlavním úkolem je dostat automobil do určeného cíle za co nejkratší dobu. Dalším úkolem, který GNSS systémy plní je funkce telematická a elektronický výběr mýtného. Dalším krokem v automobilovém světě bude řízení automobilů pomocí navigace, kdy senzory jim umožní pohyb po silnici bez řidiče a také by měl autopilot z velké části zabraňovat kolizím.

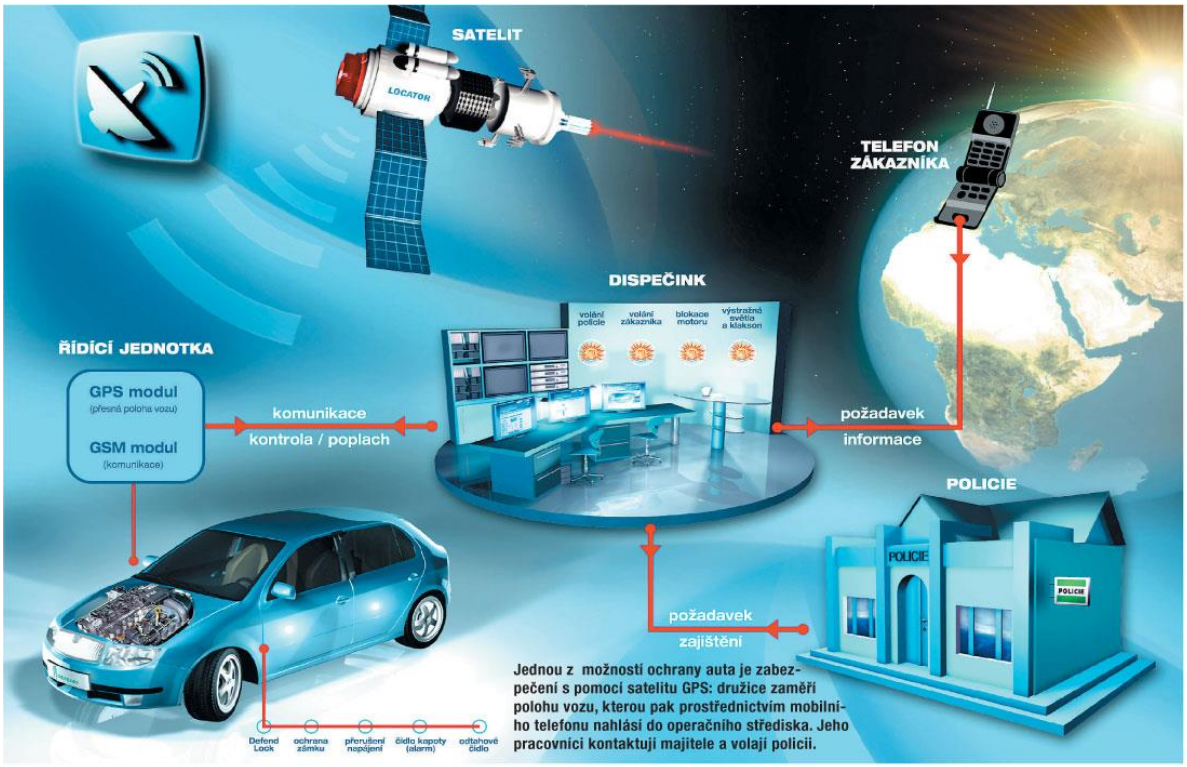
Evropská unie podporovala rozvoj řídících systému ve čtyřech liniích:

- Instalování telematických systémů pro sběr a zpracování dat ze silniční dopravy.
- Rozvoj řídících a informačních center silniční dopravy.
- Informační služby (získání informací o dopravě pro řidiče).
- Vzájemná spolupráce národních systémů.

V dnešní době mnoho automobilových výrobců považuje navigaci za nedílnou součást při cestování, a proto je instalují do svých vozů automaticky nebo jako volitelnou příplatkovou výbavu. Primárními úkoly navigace u automobilu jsou:

- Navigace.
- Dopravní informace v reálném čase.

- Střežení a vyhledávání odcizených vozidel.
- Elektronické účtování.
- Tísňová volání.
- Řízeni a sledování vozového parku.
- Inteligentní systémy pro asistenci při řízení [64, 75].




Obrázek 47 Princip střežení vozu [65]

### 7.4.2 Aplikace v železniční dopravě

Evropská komise (EC), Evropská kosmická agentura (ESA) a Mezinárodní železniční unie (UIC) mají obrovský zájem využít navigační družicový systém i v železniční dopravě. Na území ČR se družicová navigace k lokalizaci vlaků využívá již od roku 1995. Systémy se stále zdokonalují a vyvíjejí a tak se snižuje vznik poruch a nehod, které vznikají omylem obsluhy. Mezi zabezpečovací systémy na železnici patří i ERTMS (European Railway Tradic Management System), který je představitelem

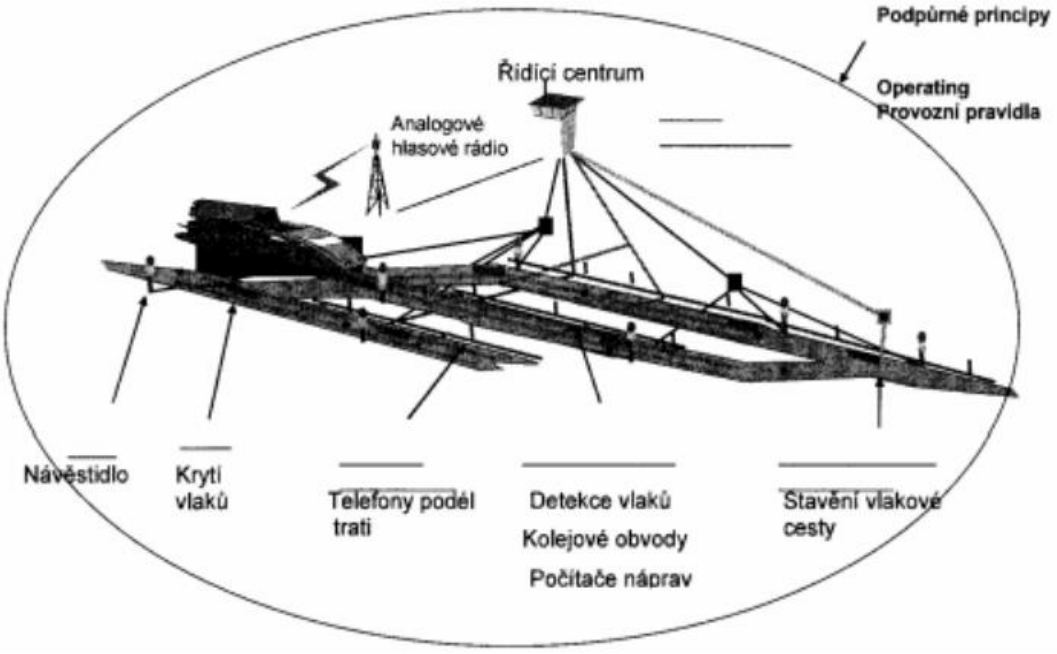
budoucího zabezpečení a zabezpečuje interoperabilitu v oblasti řízení, sdělování a zabezpečování [66].

Přínosy na železnici:

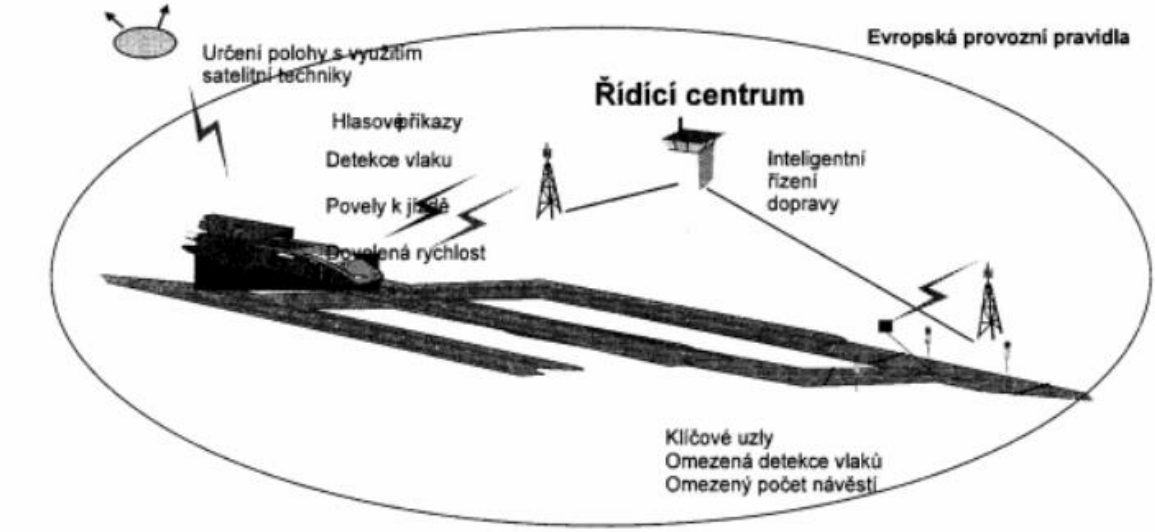
- Zlepšení řízení provozu na železnici.
- Zkrácení jízdních dob vlaků.
- Zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti železniční dopravy.
- Zvýšení efektivity využitím hnacích vozidel.
- Zlepšení služeb pro zákazníky.
- Stabilizace cen za přepravu.

**ETCS**

Je Evropský vlakový zabezpečovací systém (European Train Control System), který se stará o systém řízení a kontroly vlaků. ETCS umožňuje předávání informací o poloze vozidla a také je možné předávat rozkazy na hnací vozidlo. Výměna informací mezi palubním a infrastrukturní částí probíhá pomoci GSM-R, což je také **GSM-Railway** a je to mezinárodní standard bezdrátové komunikace určený pro železniční aplikace [66].




Obrázek 48 Stávající zabezpečovací systém [66]




Obrázek 49 Budoucí systém řízení a zabezpečení – ETCS [66]

### 7.4.3 Aplikace v bezpečnostním průmyslu

Jelikož bude mít systém Galileo vysokou přesnost, bude mít možnost, oproti americkému GPS, proniknout i do dalších odvětví služeb a to například do bezpečnostního průmyslu. Většinou se bude jednat o zabezpečení provozu na veřejných komunikacích, železnici, v letecké dopravě anebo i v záchranných operacích nebo při vzniku mimořádných událostí. Pokud by došlo ke spojení systému Galileo s dalšími fungujícími systémy (GPS, Glonass), došlo by k vytvoření systému, který by byl daleko přesnější, a tím by se ztráty na lidských životech minimalizovaly [67].

Přeprava peněz se dělí na dvě části:

I. Přenos

II. Převoz

Přenos

-Přenos lze realizovat pěšky nebo pomocí dopravních prostředků (kolo, automobil, motocykl, MHD). Díky systému Galileo lze přenos peněz nebo cennosti daleko lépe chránit i sledovat. Bude zajištěno monitorování po celou dobu přenosu a vychýlení z předem dané trasy je automaticky okamžitě zaznamenáno [68].

Převoz

-Při převozu je postup úplně stejný a dá se říci i mnohem důležitější, protože se jedná ve většině případů o mnohem vyšší peněžní obnosy nebo dražší ceniny. Zde je předpoklad, že vozy bezpečnostní agentury jsou vybaveny přijímači Galileo a tím pádem jsou po celou dobu své jízdy monitorovány a hlídány [68].

Obrázek 50 Přeprava hotovosti a cenin [69]

### 7.4.4 Řízení letecké dopravy

V budoucnosti se také uvažuje o propojení systému EGNOS a Galilea z důvodu zvýšení přesnosti použití při letecké dopravě. V roce 2013 byl uskutečněn test helikoptéry, která létala nad alpským údolím, kde je Galileo běžně dostupné. EGNOS zvyšuje přesnost, spolehlivost a také kvalitu signálu, který by mohl být použitelný pro kritické aplikace v leteckém provozu.

Při testování musela helikoptéra ukázat řadu manévrů: od rychlých zatáček a otoček až po visení ve vzduchu, aby se zjistilo, jak je na tom satelitní navigační signál přijímaný v různých režimech letu. Hlavní výhodou systému je poskytnutí čtyřdimenzionální navigace. To znamená poskytnutí informací ve formě tří polohových souřadnic a přesného času [70].

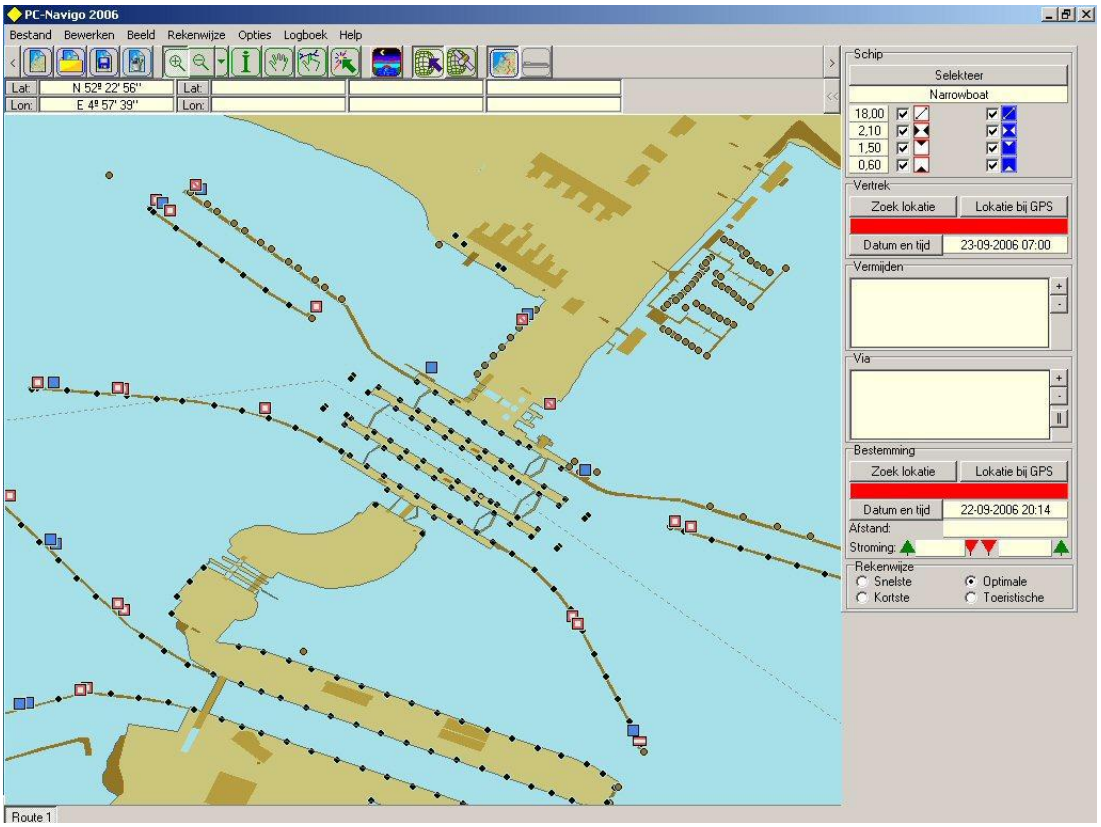
Obrázek 51 Testovací helikoptéra [70]

Díky systému Galileo budou moci letadla přistát kdekoliv a nebudou potřebovat další pozemní systémy kontroly. I díky pomoci systému CFIT (Controlled flight into terrain), což je kontrola před nárazem letadla do zemského povrchu se výrazně snížilo riziko havárie letadel. V případě, kdy se ocitne letadlo v prostoru, kde není žádný pozemní radar, je letadlo odkázáno pouze na systém Galileo [70].

### 7.4.5 Aplikace ve vnitrozemské a námořní dopravě

Systém Galileo může být také využit jako nástroj při zavádění inovací do navigačních a mnoha dalších námořních aktivit. Může jít třeba o oceánografii, rybolov, těžbu ropy anebo plynu. Dále bude možné zlepšit mnoho aktivit v oblasti vodního stavitelství, například hloubení, opravy a údržba přístavů, vodních cest a hlavně k manipulaci a koordinaci lodí o velkých rozměrech, kdy musí být proveden manévr s vysokou přesností. Jde o bezpečnost lodí tak i lidí pohybujících se poblíž. GNSS přispěje i do vědeckého sektoru, kdy bude možné pozorovat příliv a odliv, mořské proudy. Další uplatnění bude mít při rozmísťování pohyblivých bójí, které budou hlásit své polohy a tak budou moci vědečtí specialisté sledovat oceán a moře [71].

Obrázek 52 Nákladní loď ve zdymadlu [72]




Obrázek 53 Program na kontrolu lodí při průjezdu zdymadlem [73]

### 7.4.6 Další aplikace

Využití navigačních systému je různorodé a dá se uplatňovat i mimo dopravu. Dalšími aplikacemi je například:

- zemědělství,
- stavebnictví,
- vyměřování pozemků, geodézie, katastrální měření,
- životní prostředí.

Využit navigační systémy lze i v energetickém průmyslu, při průzkumu a těžbě ropy, plynu, kde je také za potřebí vysoká přesnost při určení polohy a také přesné časové funkce systému. Své uplatnění naleznou navigační systémy také při zdokonalování logistických procesů. V tomto odvětví jde o přesné a průběžné sledování a dohledávání balíků, nákladních kontejnerů nebo palet [71].

Obrázek 54 Konzole TOPCON pro ovládání pracovních strojů [74]

# ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo seznámit čtenáře s problematikou zabezpečení motorových vozidel pomocí informačních systémů v kosmu. Dané téma je v dnešní době velmi důležité, zároveň může přispět k řešení různých situací a také k optimalizování řízení jednotlivých druhů dopravy. Jedná se především o systémy satelitní, jako je systém GPS, Galileo, Glonass, Beidou a další méně známé, které jsou pouze jen regionálními systémy. Jednotlivé systémy jsou v práci detailněji definovány, jsou popsány klady a zápory a je vysvětlena historie a vývoj.

Největší část diplomové práce jsem věnoval systému Galileo, který měl být již v provozu, ale uvedení do plně funkčního procesu se oddálilo. Systém Galileo má velice široký rozsah možností a aplikací. Tento rozsah různorodosti je pro lidstvo velmi důležitý a bude tak mít velký přínos pro další život na Zemi. Dle mého názoru má Galileo velké přednosti hlavně ve vybavenosti a také v použití nejmodernějších technologii.

V oblasti střežení a vyhledávání automobilů bude systém Galileo hrát klíčovou roli z důvodu jeho vysoké přesnosti. Čím dříve bude systém spuštěn tím lépe, protože se tím zkvalitní nejen ochrana vozů ale i samostatná navigace a ochrana osob či majetku. V oblasti silniční dopravy jde především o přesné navádění automobilů do cíle, v železniční dopravě je zase kladen důraz na bezpečnost a kontrolu vlaků. Dalšími odvětvími dopravy, kde bude systém Galileo využíván, jsou námořní doprava a letectví. U námořní dopravy bude především důležité sledovat polohu a přesně navádět velké lodě do přístavů. V letectví se uvažuje o propojení systému EGNOS a Galilea, to by mělo výrazně přispět ke zvýšení přesnosti v letecké dopravě, kdy budou letadla moci přistát kdekoliv a nebudou potřebovat další pozemní systémy kontroly.

Součástí každé oblasti dopravy je také důležité napojení na integrovaný záchranný systém, který je ihned informován o krizových situacích, které mohou vzniknout při dopravní nehodě nebo za mimořádné situace. Uvedení systému Galileo do provozu by mělo velmi přispět k bezpečnosti a výraznému urychlení a zefektivnění při záchranných pracích, kdy jde především o záchranu lidských životů.

# SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti I. Vyd. 3. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, s. 15, 81 s. ISBN 978-80-7318-889-4.

[2] WEIGEL, Ondřej. Jak zabránit krádeži vašeho automobilu: mechanické a elektronické zabezpečení. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000.ISBN 80-722-6349-8.

[3] Zabezpečeno.cz: Jak předcházet krádežím aut? [online]. 27.05.2010, 2013 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: http://www.zabezpeceno.cz/clanek/73-jak-predchazet-kradezim-aut?

[4] CEBIA, spol. s r.o. Cebia.cz: AUTOTRACER ON-LINE [online]. 2012 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: http://www.cebia.cz/nase-sluzby/pred-nakupem-vozidla/autotracer/popis-sluzby.html

[5] IVANKA, Ján. Mechanické zábranné systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, s. 9, 17, 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.

[6] LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti II. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, s. 113, 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9.

[7] GPS navigace: Co je to GPS? [online]. [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.gpsnavigace.cz/Prispevky/co_je_gps.htm

[8] HRDINA Z., PÁNEK P., VEJRAŽKA F. Rádiové určování polohy (Družicový systém GPS). 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01386-3. 267 s.

[9] Glonass.cz: Glonass - ruský navigační systém [online]. 2010 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.glonass.cz/

[10] Český kosmický portal: Ruský globální družicový navigační systém GLONASS [online]. Odbor kosmických aktivit a ITS. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/rusky-glonass/

[11] *Globální družicový polohový systém* [online]. Odbor kosmických aktivit a ITS. [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_dru%C5%BEicov%C3%BD_polohov%C3%BD_syst%C3%A9m

[12] GLONASS: Rádiové signály [online]. 3. 12. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/GLONASS

[13] *Galileo navigace: Informace o Galileo navigace* [online]. Galileo navigace, 2010-2011 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://www.galileonavigace.cz/

[14] *Galileo Galilei* [online]. 25. 1. 2015 v 14:26 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei

[15] *Navigační systém Galileo* [online]. 3. 12. 2014 v 21:27 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://cs.wikipedia.org/wiki/Naviga%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m_Galileo

[16] ODBOR KOSMICKÝCH AKTIVIT A ITS. *GALILEO: Evropský globální navigační družicový systém* [online]. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/

[17] NAVIPEDIA. *Other Regional Systems: Beidou* [online]. 2014, 18.9.2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://www.navipedia.net/index.php/Other_Regional_Systems

[18] *Beidou* [online]. 15. 4. 2013 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Beidou

[19] ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL. *GNSS systémy: Čínský navigační systém Beidou* [online]. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/cinsky-beidou---compass/

[20] WEI, Cang. CHINA DAILY. *Beidou system poised to spread wings* [online]. 2014, 24. 10. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.kosmonautix.cz/2014/10/beidou-roztahuje-kridla/

[21] *ISRO Navigation Programme: Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)* [online]. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://irnss.isro.gov.in/

[22] ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL. *Indický IRNSS: Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS)* [online]. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/indicky-irnss/

[23] KOSMONAUTIX.CZ. *Indie úspěšně buduje svůj navigační systém* [online]. 2014, 18. Říjen 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.kosmonautix.cz/2014/10/indie-uspesne-buduje-svuj-navigacni-system/

[24] GPS WORLD. *The System: IRNSS Signal Close up* [online]. © 2015 North Coast Media LLC, 1. září 2013 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://gpsworld.com/the-system-irnss-signal-close-up/

[25] ČESKÝ KOSMICKÝ PORTÁL. *Japonský Quasi-Zenith: Japonský navigační družicový systém Quasi-Zenith (QZSS)*[online]. 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/japonsky-quasi-zenith/

[26] *Navipedia: QZSS* [online]. 2014, 18.září 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.navipedia.net/index.php/QZSS

[27] QUASI-ZENITH SATELLITE SYSTEM (QZSS) SERVICE. *Quasi-zenith satellite orbit (QZO): Technology* [online]. 2013 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.qzs.jp/en/services/technology/index.html

[28] *NewsLab s. r. o.: Vesmírný odpad* [online]. 2013 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.newslab.cz/space-debris/

[29] MOORE, Patrick. Hvězdy a planety: encyklopedický průvodce. 2., upr. české vyd. Překlad Jakub Rozehnal. Praha: Slovart, c2008, 255 s. ISBN 978-80-7391-014-3.

[30] REES, Martin J. Naše poslední hodina: přežije lidstvo svůj úspěch?. 1. vyd. Překlad Aleš Drobek. Praha: Dokořán, 2005, 232 s. Aliter (Argo: Dokořán). ISBN 80-7363-004-4.

[31] STEINER, Ivo a Jiří ČERNÝ. GPS od A do Z. 4., aktualiz. vyd. Praha: eNav, 2006, 264 s. ISBN 80-239-7516-1.

[32] NAVISAT S.R.O. Navigacegps.cz: Sledování aut Lupus Kontrolor [online]. 2010 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.navigacegps.cz/sledovaci-systemy/lupus-kontrolor/

[33] *Tranis: Lupus* [online]. 2011 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.tranis.cz/lupus.html

[34] *Zakázaná pravda: Pás Asteroidů* [online]. 2011 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://zakazanapravda.blogspot.cz/

[35] *Geologie: Geoinformatika* [online]. 2010 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/geoinformatika/kap09.htm

[36] *Zapni mozek: Konec GPS se neodvratně blíží, předčí ho Galileo Zdroj: http://www.zapnimozek.cz/konec-gps-se-neodvratne-blizi-predci-ho-galileo/#ixzz3WAOwG0YJ* [online]. 24. Únor 2012 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://www.zapnimozek.cz/konec-gps-se-neodvratne-blizi-predci-ho-galileo/

[37] *Hospodářské noviny: Navigace Galileo: s přesností jednoho decimetru* [online]. 26. 9. 2006 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://archiv.ihned.cz/c1-19387890-navigace-galileo-s-presnosti-jednoho-decimetru

[38] *Kosmonautix: Galileo – a co dál?* [online]. 13. Říjen 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://www.kosmonautix.cz/2014/10/galileo-a-co-dal/

[39] *Český rozhlas: Evropský navigační systém Galileo má problém* [online]. 25. srpna 2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z:http://www.rozhlas.cz/mozaika/veda/_zprava/1388316

[40] *DLS.sk: Navigačný systém Galileo má ďalší problém, satelity sú na zlej orbite* [online]. 23.8.2014 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: http://www.dsl.sk/article.php?article=15989

[41] *Sojuz (nosná raketa): (nosná raketa)* [online]. 7. 4. 2015 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z:http://cs.wikipedia.org/wiki/Sojuz_(nosn%C3%A1_raketa)

[42] *Český kosmický portál: Sídlo GSA v Praze* [online]. 7. 4. 2015 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z:http://www.czechspaceportal.cz/2-sekce/agentura-gsa/sidlo-gsa-v-praze/

[43] *Evropský GPS: V Praze se otevřelo sídlo navigačního systému Galileo* [online]. 06.09.2012 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z:http://www.tyden.cz/rubriky/veda/vesmir/v-praze-se-otevrelo-sidlo-navigacniho-systemu-galileo_245180.html#.VST2aPmsVqU

[44] *Věda, výzkum a vzdělávání: Projekt Galileo získá 7 miliard, Praha více pravomocí* [online]. 22.11.2013 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: http://www.euractiv.cz/vzdelavani0/clanek/ep-posvetil-projekt-galileo-praha-ziska-vice-pravomoci-011319

[45] *Hospodářské noviny: Galileo otevřelo své sídlo v Praze. Zatím mu však chybí satelity ve vesmíru* [online]. 6. 9. 2012 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: http://m.ihned.cz/c1-57363210-galileo-otevrelo-sve-sidlo-v-praze-zatim-mu-vsak-chybi-satelity-ve-vesmiru

[46] http://www.google.cz/maps/

[47] *Kosmonautix.cz: Dvě družice Galileo dostanou druhou šanci* [online]. 28. Listopad 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:http://www.kosmonautix.cz/2014/11/dve-druzice-galileo-dostanou-druhou-sanci/

[48] TODD, David. *Seradata Space Intelligence: Soyuz Fregat launch failure dooms two Galileo satellites to useless orbit in embarrassing case of premature congratulation* [online]. 23.srpna 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:http://seradata.com/SSI/2014/08/soyuz-fregat-launch-failure-dooms-two-galileo-satellites-to-useless-orbit/

[49] *Mobil.idnes.cz: Ruská konkurence pro GPS bude kompletní. Další satelit je ve vesmíru Zdroj: http://mobil.idnes.cz/ruska-konkurence-pro-gps-bude-kompletni-dalsi-satelit-je-ve-vesmiru* [online]. 4. října 2011 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:http://mobil.idnes.cz/ruska-konkurence-pro-gps-bude-kompletni-dalsi-satelit-je-ve-vesmiru-11z-/navigace.aspx?c=A111003_155650_navigace_kor

[50] *Tajemství vesmíru: Družice, co změnily historii (7): Navstar, základ systému GPS (1978)* [online]. 15.8.2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://www.tajemstvi-vesmiru.cz/druzice-co-zmenily-historii-7-navstar-zaklad-systemu-gps-1979

[51] *Český kosmický portál: Co je Národní kontaktní bod Galileo* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/narodni-kontaktni-bod-galileo/co-je-narodni-kontaktni-bod-galileo/

[52] *Český kosmický portál: EGNOS - Evropská „podpůrná“ geostacionární navigační služba* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/egnos/

[53] *EGNOS and WAAS = modern DGPS Satellite Systems: EGNOS* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:http://www.environmental-studies.de/Precision_Farming/EGNOS_WAAS__E/3E.html

[54] *Transit* [online]. 28. 3. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Transit

[55] *Elektronické zabezpečení: Imobilizéry* [online]. 2009 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.topra.cz/elektronicke-zabezpeceni/imobilisery

[56] *Petr Mrázek: Jak zabezpečit auto?* [online]. 5. 3. 2014 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://blog.mrazek.biz/2014/03/jak-zabezpecit-auto.html

[57] KANACO SPOL. S R.O. Kanaco.cz: AUTOALARMY [online]. 2009 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: http://www.kanaco.cz/2639-autoalarmy

[58] KANACO SPOL. S R.O. Elektronické zabezpečení: AUTOALARM Jablotron ATHOS s GSM komunikátorem [online]. 2012 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.kanaco.cz/elektronicke-zabezpeceni/276-autoalarm-jablotron-athos-s-gsm-komunikatorem-s-dalkovymi-ovladaci.html

[59] *ŠKODA AUTO: Hlídání vnitřního prostoru a ochrana proti odtažení vozidla* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z:http://cs.skoda-auto.com/mini-apps/owners-manuals/pages/rapid.aspx?requestOwnersManualOnlineVersion=cz/Rapid_NH/05-2014/Manual/Rapid/online&requestOwnersManualLanguage=cz&requestOwnersManualEditionDate=05-2014&requestOwnersManualPage=1&printPage=1&pageId=00133

[60] AUTOALARMHK. Autoalarmhk.cz: Autoalarmservis [online]. 2010 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.autoalarmhk.cz/poradna.html

[61] ZABEZPEČENÍ VOZIDEL AUTO TOPRA. Topra.cz: Blokování volantu Block Shaft [online]. 2013 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.topra.cz/mechanicke-zabezpeceni/blockshaft

[62] TOPRA. Topra.cz: Zamykání pedálů [online]. 2013 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.topra.cz/mechanicke-zabezpeceni/zamykani-pedalu

[63] TOPRA. Topra.cz: Bezpečnostní botička [online]. 2013 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.topra.cz/mechanicke-zabezpeceni/boticky-na-auto

[64] *GALILEO: EVROPSKÝ PROJEKT SATELITNÍHO POZIČNÍHO SYSTÉMU* [online]. 9.11.2000 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://edice.cd.cz/edice/IZD/izd5_01/Galileo.pdf

[65] *Ihned.cz: Střežení automobilů* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://img.ihned.cz/attachment.php/950/13484950/DHzbq9SlFfQhMg6uWjP5mnLryV7NvtKT/

[66] BŘEZINA, Edvard, ČECH, Radek. Interoperabilita. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. 44 s. ISBN 978-80-7194-984-8.

[67] *Národní kontaktní bod Galileo* [online]. 2006, 2010 [cit. 2010-02-09]. Dostupné z WWW:http://www.czechspace.cz/cs/galileo

[68] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti II*. Vyd. 2. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2007. 123 s. : ISBN 8073182319 (broţ.).

[69] Bezpečnostní zpravodaj: Přeprava hotovosti a cenin. [online]. 29. 11. 2012 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://www.bezpecnostni-zpravodaj.cz/preprava-hotovosti-a-cenin/

[70] ESA: EGNOS plus Galileo rovná se bezpečnější letecká doprava. [online]. 13 únor 2013 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://www.esa.int/cze/ESA_in_your_country/Czech_Republic/EGNOS_plus_Galileo_rovna_se_bezpecnejsi_letecka_doprava

[71] PÍCHL, Martin. Nové technologie v dopravě. Doprava. 2007, č. 1, s. 11-15.

[72] *Aktuálně.cz: Fakta o Panamském průplavu* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://zpravy.aktualne.cz/zahranici/fakta-o-panamskem-pruplavu/r~i:article:498604/

[73] *Versandecke: Shop* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://www.versandecke.de/shop/USER_ARTIKEL_HANDLING_AUFRUF.php?darstellen=1&

[74] *Topcon: Konzole X25* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://topconpolabi.cz/?s=produkty&id_produkt=11

[75] LAUCKÝ, Vladimír. Bezpečnostní futurologie. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 93 s. ISBN 978-80-7318-560-2.

[76] REES, Martin J. Náš neobyčejný vesmír. 1. vyd. v českém jazyce. Praha: Dokořán, 2002, 199 s., [8] s. barev. obr. příl. Aliter (Dokořán). ISBN 80-86569-17-9.

# SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|---|---|
| CFIT | Controlled flight into terrain |
| ČR | Česká republika |
| ČVUT | České vysoké učení technické v Praze |
| DPPC | Dohledové a poplachové přijímací Centrum |
| EC | Evropská komise |
| EGNOS | European Geostationary Navigation Overlay Service |
| ERTMS | European Railway Tradic Management System |
| ESA | European Space Agency |
| ESTEC | European Space Research and Technology Centre |
| ETCS | European Train Control System |
| EU | Evropská unie |
| EUR | Měna Evropské unie |
| GBAS | Ground-Based Augmentation System |
| GCC | Galileo Control Centre |
| GNSS | globální družicový polohový systém |
| GPS | Global Positionnig System |
| GSM | Global System for Mobile Communications |
| IGEB | Interagency GPS Executive Board |
| IRNSS | Indian Regional Navigation Satellite System |
| JPO | Joint Program Office |
| LAAS | Local Area Augmentation Systém |
| NAVSOC | The Naval Satellite Operations Center |
| PKB | Průmysl komerční bezpečnosti |
| PPP | Public-Private Partnership |

| | |
|---|---|
| QZSS | Quasi-Zenith Satellite System |
| SBAS | Satellite Based Augmentation System |
| SMS | Short message service |
| SR | Slovenská republika |
| UIC | Mezinárodní železniční unie |
| VIN | Vehicle Identification Number |

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Cebia protokol [4] ..... 14
Obrázek 2 Kniha jízd [32] ..... 18
Obrázek 3 Gps jednotka LUPUS [33] ..... 19
Obrázek 4 Čip k imobilizéru [55] ..... 20
Obrázek 5 Autoalarm JAblotron ATHOS [58] ..... 20
Obrázek 6 Pískované sklo [56] ..... 21
Obrázek 7 Aktivační tlačítko [59] ..... 21
Obrázek 8 Skrytý vypínač [55] ..... 22
Obrázek 9 Zámek zpátečky [55] ..... 22
Obrázek 10 Tyč na volant [60] ..... 23
Obrázek 11 Blokování volantu [61] ..... 23
Obrázek 12 Zámek pedálů Bullock [62] ..... 24
Obrázek 13 Bezpečnostní botička [63] ..... 25
Obrázek 14 Schéma systému GPS tvořeného družicemi Navstar [50] ..... 28
Obrázek 15 Logo GPS [7] ..... 29
Obrázek 16 GPS segments [7] ..... 32
Obrázek 17 Navigační systém Glonass [49]. ..... 34
Obrázek 18 Družice Glonass [10] ..... 35
Obrázek 19 Konstelace družic na oběžné dráze [11] ..... 37
Obrázek 20 Družice systému Galileo [16] ..... 40
Obrázek 21 Galileo Galilei [14] ..... 41
Obrázek 22 Logo Beidou [17] ..... 44
Obrázek 23 Čínský navigační systém Beidou [19] ..... 46
Obrázek 24 IRNSS satelit [22] ..... 50
Obrázek 25 Pokrytí systému IRSNN [23] ..... 51
Obrázek 26 Spektrum signálů z IRNSS [24] ..... 52
Obrázek 27 IQ konstelační diagram [24] ..... 52
Obrázek 28 Satelit QZSS [25] ..... 53
Obrázek 29 Oběžná dráha satelitů GZSS [26] ..... 54
Obrázek 30 Pohyb satelitů GZSS [27] ..... 54
Obrázek 31 Družice systému Transit [54] ..... 56
Obrázek 32 Vesmírný odpad obíhající Zemi [28] ..... 59

Obrázek 33 Objekty vesmírného odpadu [28] ..... 60
Obrázek 34 Pás Asteroidů [34] ..... 62
Obrázek 35 Srovnání satelitních navigačních systémů [37] ..... 65
Obrázek 36 Dva zbloudilé satelity systému Galileo [40] ..... 66
Obrázek 37 Oběžné dráhy satelitů [47] ..... 67
Obrázek 38 Raketa Sojuz-FG [41] ..... 68
Obrázek 39 Horní část rakety Sojuz, která ukrývá dvě družice [48] ..... 69
Obrázek 40 EGNOS - Korekce signálu [53] ..... 72
Obrázek 41 Umístění sídla GSA v Praze [46] ..... 73
Obrázek 42 Budova GSA [46] ..... 74
Obrázek 43 Letecký snímek budovy GSA [42] ..... 74
Obrázek 44 Pohled na budovu od Hlávkova mostu [46] ..... 75
Obrázek 45 Interiér budovy [43] ..... 75
Obrázek 46 Jednací sál v budově GSA [42] ..... 76
Obrázek 47 Princip střežení vozu [65] ..... 78
Obrázek 48 Stávající zabezpečovací systém [66] ..... 80
Obrázek 49 Budoucí systém řízení a zabezpečení – ETCS [66] ..... 80
Obrázek 50 Přeprava hotovosti a cenin [69] ..... 82
Obrázek 51 Testovací helikoptéra [70] ..... 82
Obrázek 52 Nákladní loď ve zdymadlu [72] ..... 83
Obrázek 53 Program na kontrolu lodí při průjezdu zdymadlem [73] ..... 84
Obrázek 54 Konzole TOPCON pro ovládání pracovních strojů [74] ..... 85

# SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Stupně rizik [5] ..... 15
Tabulka 2 Počet družic [12] ..... 38
Tabulka 3 Postup modernizace družic [12] ..... 39
Tabulka 4 Seznam družic Galileo [15] ..... 43
Tabulka 5 Beidou satelity [18] ..... 45
Tabulka 6 Počet družic systému Transit [54] ..... 57