



**Vysoká škola ekonomická v Praze**

**Fakulta managementu v Jindřichově Hradci**

# **Bakalářská práce**

**Martin Kus**

*červenec 2007*



# **Vysoká škola ekonomická v Praze**

**Fakulta managementu v Jindřichově Hradci**

## **GPS**

**Vypracoval:**

Martin Kus

**Vedoucí bakalářské práce:**

Ing. Pavel Pokorný

*J. Hradec, červenec 2007*

Vysoká škola ekonomická v Praze  
Jarošovská 1117/II, 377 01 Jindřichův Hradec

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

pro akademický rok 2006/2007

**Název práce:** GPS.

**Zadání práce:** Historie, současnost využívání a budoucí vývoj systému GPS, technické a uživatelské charakteristiky. Porovnání s jinými systémy ( Galileo, Glonass). Studie prodejnosti navigačních systémů, popis stávajících i potencionálních uživatelů, prezentace GPS na trhu, informovanost zákazníků i prodejců.

**Jméno studenta:** Martin Kus

**Ročník:** 2.

**Obor:** MANAGEMENT

**Vedoucí práce:** Ing. Pavel Pokorný

**Katedra:** Katedra managementu informací

**Termín zadání:** 23.6.2006

**Termín odevzdání:** Dle vyhlášky o průběhu státních závěrečných zkoušek v ak. roce 2006/2007

V Jindřichově Hradci 23.6.2006



Ing. Vladimír Příbyl

proděkan pro pedagogickou činnost

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „GPS“ jsem vypracoval samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Českých Budějovicích dne 2007

Podpis

## **Anotace**

Tato práce je věnována popisu současných satelitních navigačních systémů. Srovnává jejich základní charakteristiky a poskytuje přehled o jejich civilním využití. Dále se zabývá prodejností GPS přijímačů a v závěru se pokouší nastítnit budoucí vývoj v oblasti satelitní navigace.

## **Poděkování**

Děkuji tímto Ing. Pavlovi Pokornému za odborné vedení při vypracování této práce, cenné rady, podnětné připomínky a pečlivé posouzení. Dále děkuji firmě Sport Kamzík s.r.o. za zapůjčení přístroje Garmin Vista.

# Obsah

<b>OBSAH</b>	<b>7</b>
<b>ÚVOD</b>	<b>1</b>
<b>1. CO JE GPS, PRINCIP FUNGOVÁNÍ, MOŽNOSTI VYUŽITÍ V CIVILNÍ SFÉŘE</b>	<b>2</b>
1.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O GPS	2
1.2 JAK SYSTÉM FUNGUJE	2
1.3 MOŽNOSTI UŽITÍ GPS	5
<b>2. HISTORIE VZNIKU GPS, SOUČASNOST A BUDOUCÍ VÝVOJ</b>	<b>8</b>
2.1 HISTORIE	8
2.2 SOUČASNOST	10
<b>3. TECHNICKÉ A UŽIVATELSKÉ CHARAKTERISTIKY</b>	<b>12</b>
3.1 TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY	12
3.2 UŽIVATELSKÉ CHARAKTERISTIKY	13
3.2.1 PĚŠÍ TURISTIKA	18
3.2.2 GPS NAVIGACE DO AUTA	18
3.2.3 LETECKÉ GPS	19
3.2.4 NÁMOŘNÍ GPS PŘIJÍMAČE	19
<b>4. POROVNÁNÍ S JINÝMI SYSTÉMY</b>	<b>21</b>
4.1 GALILEO	21
4.1.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SYSTÉMU	21
4.1.2 KOMPONENTY SYSTÉMU GALILEO	22
4.1.3 DRUŽICE SYSTÉMU GALILEO	23
4.1.4 SLUŽBY SYSTÉMU GALILEO	24
4.2 GLONASS	25
4.3 POROVNÁNÍ SYSTÉMU GPS, GALILEO A GLONASS	28
<b>5. STUDIE PRODEJNOSTI NAVIGAČNÍCH SYSTÉMŮ</b>	<b>29</b>
5.1 POPIS STÁVAJÍCÍCH I POTENCIONÁLNÍCH UŽIVATELŮ	29
5.2 PREZENTACE GPS NA TRHU	29
5.3 INFORMOVANOST ZÁKAZNÍKŮ A PRODEJCŮ	30
5.4 RŮST PRODEJE GPS PŘIJÍMAČŮ	30
<b>ZÁVĚR</b>	<b>35</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>36</b>

<b><u>WEBOVÉ ODKAZY</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b><u>SEZNAM OBRÁZKŮ</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>SEZNAM GRAFŮ</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>SEZNAM TABULEK</u></b>	<b><u>37</u></b>



## **Úvod**

Tato bakalářská práce je věnována globálnímu navigačnímu systému GPS.

První kapitola má poskytnout čtenáři základní informace o principu fungování satelitního navigačního systému a o možnostech jeho využití v praxi. Zabývá se výhradně civilním využíváním.

Druhá kapitola obsahuje popis historie vzniku GPS od samého počátku až po současnost. Nastiňuje také možný budoucí vývoj celého systému a možnosti spolupráce s jinými systémy.

Třetí kapitola popisuje uživatelské a technické charakteristiky GPS přijímačů, které jsou dnes na trhu dostupné. Cílem je sumarizovat požadavky zákazníků při nákupu.

Ve čtvrté kapitole je čtenář obeznámen se dvěma konkurenčními navigačními systémy, a sice s evropským systémem Galileo a ruským systémem Glonass. Text je zaměřen zejména na odlišnosti a rozdíly jednotlivých systémů.

Pátá kapitola se věnuje studii prodejnosti GPS přijímačů, jejich prezentaci na českém trhu a popisu uživatelů.

# **1. Co je GPS, princip fungování, možnosti využití v civilní sféře**

## **1.1 Základní informace o GPS**

GPS ( Global positioning system) je globální polohový systém, kterým lze určit polohu objektu kdekoliv na zemi bez ohledu na denní dobu či nepřízeň počasí. Polohou se rozumí určení souřadnic severní či jižní šířky a východní či západní délky, ale zároveň i určení nadmořské výšky. Systém je tedy schopen určení polohy v třírozměrném prostoru, a to s velkou přesností. Ta byla donedávna záměrně zhoršována jako jedno z mnoha opatření k zabránění zneužití např. pro teroristické útoky. Dnes je už toto záměrné zkreslování vypnuto, a tak se pro uživatele stalo GPS ještě přesnějším.

Určení polohy osoby či předmětu kdekoliv na Zemi je tak jedinečná a užitečná služba, že našla v posledních letech uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti. Samozřejmostí je určení polohy plavidel, letadel či pozemních dopravních prostředků, orientace v neznámých odlehlých oblastech v případě turistiky a expedic do vysokých hor, ale také například sledování zásilek, vyhledávání kradených automobilů či zaměřování pozemků zemědělství a zeměměřičství.

## **1.2 Jak systém funguje**

Pro lepší pochopení funkce celého systému je účelné jeho rozdělení na tři podsystémy:

- kosmický
- řídicí
- uživatelský

Kosmický podsystém je tvořen 29 družicemi (26 základních a tři záložní), které obíhají naši planetu po třech oběžných drahách v přibližné výšce 20 000 km. Každá družice oběhne svou dráhu dvakrát za hvězdný den, takže přeletí nad stejným místem na Zemi jednou za den. Oběžná doba je rovna 11 hodinám a 58 minutám, což znamená, že pozorovatel na Zemi uvidí družici vycházet vždy o 4 minuty dříve. Oběžné dráhy jsou navrženy tak, aby bylo z jakéhokoli místa na Zemi v jakýkoli čas vždy 6 družic viditelných. K určení přesné 3D

polohy stačí signál ze čtyř družic, takže je zde dostatečná rezerva pro místa, kde výhled zakrývají budovy či terénní nerovnosti.

Každá družice je vybavena přesnými atomovými hodinami, přijímačem, vysílačem a dalšími technickými zařízeními. Družice přijímá, uchovává a zpracovává údaje vysílané z řídicího střediska a díky nim může neustále korigovat svou polohu malými raketovými motorky. Dále sleduje i stav vlastních systémů a podává o nich nepřetržitě informace zpět řídicímu středisku.

Řídicí podsystem je tvořen ústředím Navstar Headquarters na letecké základně v Los Angeles, pěti monitorovacími stanicemi v lokalitách Havajské ostrovy, Kwajalein, Ascension, Diego Garcia a Colorado Springs a třemi pozemními řídicími stanicemi v lokalitách Kwajalein, Diego Garcia a Ascension. Ty monitorují funkci všech 26 družic a získané informace vysílají do hlavního řídicího střediska na letecké základně Schriever Air Force Base v Colorado Springs. Ta pak vysílá v pravidelných intervalech každé GPS družici aktualizaci navigačních dat, podle nichž družice korigují svou letovou dráhu.



**Obrázek 1 - Schriever Air Force Base[4]**



Obrázek 2 - Rozmístění stanic pozemní kontroly: 1) Schriever Air Force Base 2) Hawaii 3) Cape Canaveral 4) Ascension 5) Diego Garcia 6) Kwajalein[4]

Uživatelský podsystém je v podstatě tvořen souhrnem uživatelských přijímačů. Těch je dnes celá řada typů a druhů a liší se s ohledem na požadavky uživatele. GPS přijímače se obecně skládají z antény, procesoru přijímače a vysoce stabilních hodin. Dá se říci, že způsob výpočtu určení přesné polohy předpokládá stejně přesné hodiny jak v GPS družici, tak v GPS přijímači. Atomové hodiny jsou však velmi drahé a jejich cena se pohybuje v rozmezí 50–100 tisíc dolarů. GPS přijímače jsou proto vybaveny „obyčejnými“ QUARZ hodinami, které v pravidelných intervalech korigují svůj čas prostřednictvím signálu z družice. U GPS přijímačů je důležitým údajem počet kanálů neboli počet družic, od kterých je přijímač schopen přijímat signály najednou, v jeden časový okamžik. Dnes je standardní hodnotou 12–20 kanálů. Součástí GPS přijímačů je také často zařízení pro přenos dat do PC či zařízení pro příjem diferenciálních korekcí.

Jak tedy celý systém funguje? Uživatelský GPS přijímač získává signál od čtyř a více družic ve stejný okamžik. V signálu je zakódována informace o čase, ve kterém byl družicí odeslán, např.  $T_1$ . Čas, ve kterém byl signál přijat, tvoří druhý údaj  $T_2$  a jejich prostým odečtením získá přijímač informaci o čase, který byl potřebný pro dopravení signálu z družice do přijímače ( $\Delta T = T_2 - T_1$ ). Ten se vynásobí rychlostí světla, tedy rychlostí vysílaného signálu, a výsledkem je vzdálenost uživatele od družice. Abychom mohli vypočítat tři požadované hodnoty definující naši přesnou polohu, stačí sestavit soustavu tří rovnic o třech neznámých a standardním matematickým postupem neznámé vypočítat. Problém je však s odchylkou přesných atomových hodin družice a méně přesných hodin GPS přijímače. Proto musí

existovat signál ze čtvrté družice, který umožní doplnit soustavu rovnic o čtvrtou, kde bude neznámou právě tato odchylka.

Přesnost určení polohy je pro běžného civilního uživatele 5 až 10 metrů, při optimálních podmínkách (rovný, otevřený terén) až 3 metry. Pro většinu uživatelů je tato přesnost dostačující, ale v některých oborech (např. geodézie) je přece jen nutné dosahovat větší přesnosti. K tomu slouží tzv. diferenciální GPS neboli DGPS. Jedná se o porovnávání naměřených hodnot s hodnotami naměřenými referenčním pozemským přijímačem. Tato korekční doplňková data jsou přenášena na zem jinou cestou, např. prostřednictvím RDS (Radio Data Systém) nebo na dlouhých vlnách nebo prostřednictvím jiných družic. Přijímač korekčních dat může být součástí GPS přijímače nebo může být na tento přijímač připojen jako externí zařízení. DGPS umožňuje přesnost na centimetry, která je dostačující pro drtivou většinu uživatelů. Další možností korekce naměřených dat je prostřednictvím počítače až po měření. Tato metoda se obecně nazývá postprocesing.[2]

### **1.3 Možnosti užití GPS**

Za posledních několik let se skupina uživatelů satelitní navigace výrazně změnila a zároveň rozšířila. Zatímco ještě před pěti lety bylo využívání GPS pouze výsadou větších firem a společností, které tak prováděly lokace vrtů, výskytů rostlin či živočichů apod., dnes jsou největší skupinou uživatelů fyzické osoby, které využívají GPS zejména jako prostředek pro spolehlivé nalezení cesty při autoturistice, horské turistice, létání či paraglidingu. Minulý rok jsme dokonce mohli zaznamenat mohutnou marketingovou akci firmy Mountfield prodávající jízdní kola, která nabízela k určitým modelům satelitní navigaci zdarma.

Použití podle oborů:

- turistika – navigace v neznámém terénu v kombinaci s mapou či bez ní
- motorismus – navigace na neznámých trasách a cestách s mapou či bez ní
- létání a paragliding – navigace za letu, záznam absolvované trasy

- námořnictví – navigace na moři, záznam trasy, funkce alarmu pro případ utržené kotvy apod.
- rybaření – možnost záznamu míst na vodní ploše, kde je možné pravidelně vnadit a chytat ryby, ve spojení se sonarem možnost mapování rybích hejn a vytvoření map pohybu ryb
- potápění – možnost zaměření zajímavých lokalit
- zemědělství – možnost kontroly výměry pozemku při zavlažování, sklizni či orbě, tedy při výkonech placených za metr čtvereční
- geologie, geofyzika – zaměření objektů ve volném terénu
- geodézie – zaměření trigonometrických, polygonových a jiných bodů, zjednodušení a zrychlení práce při vytváření místopisu apod.
- logistika – zaměření odběratelů a dodavatelů při vytváření logistických modelů
- botanika, zoologie – možnost zaměření a zaznamenání nálezu živočišných a rostlinných druhů kdekoli na světě

S poklesem cen GPS přijímačů se v posledních dvou letech výrazně rozšířil okruh uživatelů, a tak se mnohdy setkáváme s využitím GPS v místech, kde bychom to vůbec nečekali. Typickým příkladem je postup Jihočeského kraje, který loni vybavil všech 175 posypových vozidel GPS navigací. Dispečer tak zná přesnou polohu každého automobilu v terénu a může tak lépe koordinovat sypací a údržbové práce. Na Šumavě, kde je zakázáno chemické udržování vozovek, často dochází k uvíznutí kamiónů. Dispečer má v těchto krizových situacích okamžitý přehled, který sypač se nachází nejbližší místa havárie, spojí se s ním a dá mu patřičné instrukce.

Dalším zajímavým a stále více rozšířeným využitím GPS je sledování vozidel např. službou MAPLOG. Ta umožňuje prostřednictvím GPS antény připojené sériovým portem k GPRS modemu on-line sledování pozice vozidla. Modem zajišťuje příjem aktuální pozice vozidla z GPS antény a její odeslání na centrální server. Polohy vozidel na serveru jsou ukládány do databází, kam mají přístup pouze autorizovaní uživatelé, a to tak, že každý uživatel mapové aplikace smí sledovat polohu pouze těch vozidel, které sám provozuje. Na mapě jsou zobrazeny aktuální polohy jednotlivých vozidel, ale i historie pohybu vozidla. Tato aplikace tedy umožňuje:

- efektivní řízení provozu služebních vozidel;

- sledovat, zda řidiči dodržují všechny platné zákony a nařízení, zda například nepřekračují maximální povolenou rychlost či zda dodržují stanovené přestávky v řízení vozidla;
- generovat okamžitě jednoduchou knihu jízd pro každé vozidlo;
- vyloučit nedovolené užívání vozidla k jiným než firemním účelům;
- chránit vozidlo před odcizením.

Jedna z technologií využívající družice GPS a Glonass současně je nivelační systém TOPCON 3D GPS. Je to systém pro automatické řízení výšky a sklonu radlice zemního stroje v jehož kabině je umístěna řídicí jednotka, do které se vkládá digitální model projektu. Na stroji je umístěn GPS přijímač nejčastěji v podobě průmyslové GPS antény a ten určuje 10krát za vteřinu přesnou polohu radlice. Tato poloha je pak konfrontována s digitálním modelem a zjištěné rozdíly jsou pak odesílány ve formě korekcí přímo na hydrauliku stroje. V praxi je pak složitý projekt s velkým množstvím změn podélných a příčných spádů stejně jednoduchý jako realizace jednoduché vodorovné plochy. Úspora materiálu, času a hlavně vynikající kvalita výsledné práce pak přináší úspory, které jistě vyváží investice do tohoto zařízení.

## **2. Historie vzniku GPS, současnost a budoucí vývoj**

### **2.1 Historie**

Vznik GPS se datuje do druhé poloviny dvacátého století. V té době vzniká ve Spojených státech systém určování polohy plavidel na volném oceánu pomocí družic TRANSIT. Tyto družice začaly být vypouštěny na oběžnou dráhu prostřednictvím US-NAVY v roce 1960. O čtyři roky později byl tento systém uvolněn i pro civilní použití. Následovala celá řada dalších systémů, z nichž si přední místo vydobyl systém NAVSTAR-GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System).

Počátky zavedení systému GPS můžeme spatřovat v roce 1973, kdy US-AIRFORCE obdržely memorandem Ministerstva obrany Spojených států pověření sloučit dva výzkumné programy zabývající se satelitní navigací (Timation a 621B) do společného programu NAVSTAR-GPS. Od 1. 7. téhož roku řídí rozvoj programu GPS společná programová skupina kosmické divize velitelství systémů vzdušných sil USA (Joint Program Office). V první fázi celého projektu, která probíhala v letech 1973–1978, šlo zejména o výběr všech strategických partnerů podílejících se na výrobě družic a ostatního technického zařízení. Výsledkem této snahy bylo vypuštění první družice firmy Rockwell Collins v únoru 1978. V prosinci 1978 už bylo možné využívat čtyři družice, a tím pádem trojrozměrné navigace (viz kapitola Technická specifikace). Do roku 1979 bylo vypuštěno celkem 11 družic označovaných jako družice I. bloku. Ověřování funkčnosti celého systému se provádělo měřeními na tzv. testovacím polygonu v Arizoně. Současně probíhaly i testovací pokusy s prvními uživatelskými přístroji. Období mezi roky 1979 a 1985 bylo zaměřeno zejména na stavbu řídicího střediska. Firma Rockwell obdržela zakázku na vývoj a výrobu dalších 28 družic II. bloku a zároveň byly vybrány firmy Rockwell-Collins a Magnavox, které měly zajistit výrobu prvních uživatelských přístrojů. První z družic II. bloku byla vypuštěna v únoru 1989 a ostatní postupně nahrazovaly již zastaralé typy.





**Obrázek 3 - Jedna z 24 GPS družic II. bloku[7]**

Desátá až dvacátá osmá družice bloku II jsou označovány jako blok IIA. Jejich shodným a podstatným rysem je schopnost funkce po dobu 180 dní bez kontaktu s řídicím střediskem, což výrazně zlepšilo stabilitu celého systému. Dalších 20 družic vyráběných od roku 1989 již zabezpečila firma General Electric a jsou nazývány blokem IIR. Jsou schopny autonomní činnosti po dobu 180 dní a mohou mezi sebou komunikovat či zjišťovat svou polohu. V roce 1993 bylo dosaženo významného úspěchu v podobě možnosti třírozměrné navigace kdekoli na Zemi po dobu 24 hodin. Dne 3. 3. 1994 už bylo všech 24 družic nacházejících se na oběžné dráze typu II, čímž nastal tzv. plný operační stav a etapa budování plně funkčního systému GPS mohla být považována za ukončenou.



Obrázek 4 - Rozmístění 24 družic na třech oběžných drahách[8]

## **2.2 Současnost**

V současné době je GPS jediný plně funkční systém satelitní navigace na světě. Tomu se nelze divit, neboť náklady na vybudování takového systému jsou obrovské. Jenom roční provoz celého zařízení stojí americké ministerstvo obrany 400 miliónů dolarů. I přesto jsou ale vyvíjeny dva další systémy, které by však neměly GPS konkurovat, ale spíše ho doplňovat, a zvýšit tak jeho spolehlivost. Jedná se o evropský systém Galileo, který má být uveden do provozu v roce 2010, a ruský Glonass, který má být uveden do provozu v roce 2008. U Galilea bude kompatibilita s GPS na takové úrovni, že bude možné jedním přijímacím zařízením využívat oba systémy. Podrobný popis obou systémů nalezne čtenář v kapitole 4.

Je zřejmé, že i přes vývoj dalších dvou systémů má Navstar-GPS dnes již těžko dostižitelný náskok. Zatímco Evropská kosmická agentura teprve začíná s pozemním testováním první družice a úporně shání peníze na další, Američané svůj GPS již modernizují vypuštěním satelitu nové generace IIR-M1. Ten by měl spolu s dalšími nabídnout uživatelům mimo jiné i druhou civilní vysílací frekvenci.

Zcela zásadní je ale pro celý systém GPS smlouva uzavřená 27. 12. 2006 mezi U.S. Air Force a firmou Lockheed Martin v hodnotě asi 50 miliónů dolarů. Účelem této smlouvy je

vyhotovení posudku na již vytvořený návrh systému v rámci programu nové generace vesmírného segmentu GPS známého také pod označením GPS BLOK III. Ten by měl zaručit celému systému větší odolnost proti rušení signálu, větší přesnost a spolehlivost. Smlouva na zhotovení BLOKU III mám být podepsána letos. Horkým favoritem je jistě firma Lockheed Martin a její dodavatel vybavení družic firma ITT, neboť obě již mají bohaté zkušenosti s vývojem a výrobou družic BLOKU II a IIR. Hodnota smlouvy bude v řádu stovek miliard dolarů.

Je jasné, že zájem vyspělých států o vlastní systém satelitní navigace je obrovský. Hlavní roli zde jistě hrají účely vojenské, ale nelze dnes již přehlédnout potenciál těchto zařízení ve sféře komerční. Nárůst uživatelů GPS ve vyspělých státech je značný, a tak se může v budoucnosti stát, že přijímače signálu globální navigace budou v mnoha rozličných podobách lukrativním odvětvím elektrotechnického průmyslu.

### 3. Technické a uživatelské charakteristiky

#### 3.1 Technické charakteristiky

Technické charakteristiky jsou souhrnem jasně definovaných a hlavně objektivně měřitelných vlastností. Může to být například váha, citlivost, rozlišení displaye apod. V tomto oddíle se však chci zaměřit na tu podle mého názoru nejdůležitější vlastnost a tou je citlivost přístroje. Přístroj může mít mnoho příjemných funkcí, skvělý design, vysokou odolnost, ale pokud s ním uživatel „nevidí“ na potřebný počet družic, je k ničemu. Nízká citlivost také výrazně prodlužuje dobu hledání signálu, která s může v horších podmínkách pohybovat v řádu desítek minut a to je nepříjemné. Dalším problémem zejména u autonavigací je, že pokud málo citlivý přístroj zaměří polohu s příliš velkou odchylkou, bude naše poloha přiřazena jiné ulici, než ve které se nacházíme a od té doby budeme přijímat nesmyslné navigační instrukce. Citlivost je u přijímačů ovlivněna zejména anténou a citlivostí chipsetu. Zatímco antény jsou u jednotlivých přístrojů téměř totožné, chipsety vykazují obrovské rozdíly v citlivosti. Pro představu uvádím tabulku citlivosti u těch nejpoužívanějších chipsetů. Jsou seřazeny od nejcitlivějšího k nejméně citlivému. Násobek ve třetím sloupečku je vztažen k velmi používanému chipsetu SiRFstar IIe/LP.

Chipset	Provozní citlivost (Tracking sensitivity)*			Přijímače GPS ve verzi BlueTooth	
	Poměrová logaritmická***	Absolutní**	Poměrová - násobek citlivosti SiRFstar IIe	Typ přijímače. V závorce některé další (zpravidla jen obchodní) značky téhož výrobku.	Akumulátor - mAh při 3,7V
	dBm	mW	kolikrát citlivější		
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	GlobalSat BT-338 (= NaviLock BT-338)	1700 mAh výměnný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	Semsons iTrek M3	1650 mAh nevýmenný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	Haicom BT-405 III	1600 mAh výměnný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	Fortuna SlimGPS	1200 mAh výměnný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	SysOnChip Smart Blue mini	1100 mAh výměnný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	Holux GPSlim 236	850 mAh výměnný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	Royaltek BT GPS x-mini (RBT-2001)	680 mAh výměnný Li-Ion
SiRFstar III	-159	1,2589E-16	50,12	Leadtek GPS 9553	300 mAh výměnný Li-Pol
				<i>Pokračování tabulky bez údajů o akumulátoru</i>	
SiRFXTTrac	-158	1,5849E-16	39,81	Fortuna Clip-On v XT módu, Rikaline 6031-X7,.... Po uvedení	

				SiRFstar III ztratil význam.
uBlox TIM-LH SuperSense GPS Tracking Sensitivity	-158	1,5849E-16	39,81	Novinka
Maxim MAX2741	-155	3,1623E-16	19,95	
Sony CXD2951GA-2	-152	6,3096E-16	10,00	Deluo Bluetooth GPS Lite
u-Nav uN8031B/2100	-150	1,0000E-15	6,31	Emtac BT III
Analog ADSST-NAV2400	-148	1,5849E-15	3,98	
Nemerix NJ-1030 v2	-147	1,9953E-15	3,16	Hostnet HT-3008BG (=Semsons i.Trek M1, Adapt, EverMore BT-R700)
Xemics SlimGPS™ RGPSM202	-143	5,0119E-15	1,26	
SiRFstarIIe/LP	-142	6,3096E-15	1,00	Deluo Bluetooth GPS PRO, GlobalSat BT-308 (= Navilock BT308, HP iPAQ Bluetooth, TripNav TN-206, Dell Bluetooth GPS), DConnex DC-0103, GlobalSat BT-318 (= Navilock BT318), RoyalTek BlueGPS Mini, Holux GR-230 (=Asus GR-230), Haicom HI-303MMF, Socket BT GPS (= Emtac BT GPS), Delorme Earthmate, Falcom BTGPS, Fortuna GPSPart, Leadtek 9537, Navman 4100, Navman 4400, Pharos BTGPS, Pretec Bluetooth 2003 (=RoyalTek RBT3000), Rikaline 6030HS, SysOnChip BT GPS, CoPilot BT GPS, TeleType BT GPS, TomTom BT GPS a další.
Furuno GH-80	-141	7,9433E-15	0,79	
Sanav	-138	1,5849E-14	0,40	SaNav BT-48
Garmin	-135	3,1623E-14	0,20	Garmin GPS10
EverMore BP1202	-135	3,1623E-14	0,20	

**Tabulka 1 – porovnání citlivosti chipsetů [5]**

### **3.2 Uživatelské charakteristiky**

Souhrn vlastností, které uživatel od GPS přijímače očekává, má těsnou souvislost s účelem, pro který bude přijímač využíván. V posledních letech došlo k výrazné specializaci v nabídce přijímačů a jen těžko se dnes najde produkt, který by uspokojil současně potřeby např. pěšího turistu, námořníka a řidiče kamionu. Z tohoto důvodu rozdělím v následujícím textu popis uživatelských specifikací podle druhu použití.

Nejdříve však několik slov o obecných vlastnostech GPS přijímačů a jejich základním rozdělení. GPS přijímač je zařízení, které je schopné přijímat signály z družic na oběžné dráze a podle nich určit svou polohu. Je to zařízení pasivní, tzn. že je sice schopno signály přijímat, ale samo žádné signály nevysílá. Není proto možné zjistit polohu běžného GPS používaného kdesi v terénu. Hlavní funkcí každého GPS přijímače je určení souřadnic jeho polohy na Zemi. Zaměření přijímače probíhá obvykle každou vteřinu, ale v případě tzv. úsporného

módu každých pět vteřin. Pokud je přijímač v pohybu, odvozují se od každého následného zaměření další užitečné údaje:

- souřadnice
- výška
- okamžitá rychlost
- vzdálenost od zadaného cíle
- směr pohybu
- směr na cíl
- odchylka mezi směrem pohybu a směrem na cíl
- přesný čas
- zbývající čas do cíle
- čas dojezdu do cíle
- rychlost přiblížení k cíli apod.

Podle možnosti práce s mapou lze přístroje rozdělit na **mapové** a **nemapové**. Nemapové přístroje nám sdělí naši polohu v souřadnicích, ale nedokáží ji zobrazit nad mapou. Chceme-li vědět, kde se na mapě nacházíme, nezbyvá než určit polohu podle souřadnic „ručně“. Určení přesné polohy na mapě ale není jedinou požadovanou funkcí, a tak i nemapový přístroj nás dokáže navést na určené místo či zaznamenat již prošlou či projetou trasu a dovést nás zpět na místo, odkud jsme vyšli či vyjeli. Pokud si chceme v nemapovém přístroji přesto vytvořit zjednodušenou mapu, lze to provést pomocí zadávání waypointů do přístroje. I poměrně levný přístroj jich dokáže pojmout i několik tisíc, ale vytváření takových „map“ je dosti pracné.

Mapové přístroje jsou uzpůsobené k možnosti nahrání mapy přímo do přístroje a projekce naší polohy přímo nad mapou. To je jistě mnohem pohodlnější, neboť jen tak může uživatel konfrontovat svou polohu přímo s orientačními body v terénu. Mapa v přístroji je tvořena body (města, domy apod.), liniemi (silnice, železnice, řeky) a plochami (lesy, rybníky). Do přístroje je také možné nahrát dokoupenou mapu, která může být mnohem podrobnější než ta, která byla v přístroji. Ceny takových elektronických map se však pohybují v řádu tisícikorun.

Mapové GPS přijímače lze rozdělit na **kompaktní přístroje** a **externí přístroje**. Externí GPS přijímač je nutné propojit s dalším přístrojem např. PDA či mobilním telefonem. Nejčastější a

také nejpohodlnější připojení je prostřednictvím technologie Blue Tooth. Kompaktní přístroje jsou obvykle více odolné proti mechanickému zatížení, mají ale horší rozlišení displaye, který je často černobílý, chybí klávesnice, což ztěžuje zadávání informací do přístroje.



Obrázek 5 - Kompaktní přístroj Garmin Vista[9]



Obrázek 6 - Externí GPS přijímač Nokia[10]

GPS přijímač má své uživatelské rozhraní obvykle rozdělené na stránky, ve kterých může uživatel celkem pohodlně listovat prostřednictvím jediného tlačítka. Základní stránky jsou:

- satelitní,
- mapová,
- kompasová,
- číselná,
- nastavení.

**Satelitní stránka** zobrazuje informace o počtu družic, na které přijímač „vidí“. Pro příjem signálu ze satelitu je nutný přímý výhled na oblohu, takže čím uzavřenější je prostor, ve kterém se přijímač nachází, tím horší je příjem. Příkladem takového nevhodného místa může být les, uzavřené horské údolí, panelové sídliště s vysokými a blízko stojícími domy apod. V těchto podmínkách může i kvalitnímu přístroji trvat zaměření až několik minut a i potom bude uživatel nucen pracovat s poměrně značnou odchylkou. Družice jsou na displayi označeny svými čísly a u každé z nich je v podobě sloupečku znázorněna síla signálu. Pokud je sloupeček znázorněn světlou barvou, znamená to, že signál je dostupný, ale prozatím probíhá zpracovávání dat. Současně je zobrazován údaj o předpokládané přesnosti určení polohy označovaný jako EPE (Estimated Position Error). Odchylka je udávána v metrech a poskytuje tak uživateli vhodné vodítko pro rozhodnutí, zda např. ještě čekat na zpřesnění, či raději změnit polohu přijímače apod. O přesnosti zaměření vypovídá i rozmístění družic na dvou zobrazených soustředných kružnicích. Jsou-li dostupné satelity v přímce, dá se předpokládat nižší přesnost, než pokud jsou pravidelně rozprostřeny kolem středu kružnic.

**Mapová stránka** ukazuje pozici GPS přijímače na digitální mapě, a tím poskytuje uživateli jasnou představu o tom, kde vlastně je. S pohybem přijímače se mapa na displayi posouvá tak, aby byl bod zaměření neustále uprostřed displaye. Z mapové stránky je na první pohled patrné, zda se jedná o mapový, či nemapový GPS přijímač. U nemapového jsou znázorněny pouze body waypointů (ty musíme do přístroje sami vložit), ale u mapového je vidět více či méně podrobná mapa tak, jak ji známe z její papírové podoby. Měřítko zobrazení digitální mapy je možné měnit podle momentálních potřeb uživatele. Zobrazení mapy je možné nastavit ve dvou režimech orientace – orientace na sever a orientace ve směru pohybu.



**Kompasová (navigační) stránka** vypadá jako digitální kompas, se kterým se může uživatel setkat například u vyšších modelů potápěčských a outdoorových hodinek Suunto. Tento GPS kompas určuje orientaci ke světovým stranám a směr pohybu. Pokud je tedy využíván pro navádění k zadanému cíli, vykreslí se přes kompas šipka, která určuje směr k cíli. U drtivé většiny přístrojů (i mapových) je to však směr, který vede k zadanému bodu vzdušnou čarou. Ttéž platí i o vzdálenosti k cíli. Kdybychom šli čistě teoreticky pouze podle šipky a narazili na překážku, potom by nás šipka stále informovala o směru k cíli vzdušnou čarou a nikoliv o směru, jakým lze nejkratší cestou překážku obejít. Navigační šipka může mít podle zvoleného režimu dvě podoby, a sice:

- navigace na cíl (bearing),
- navigace na kurz (course).

Navigace na cíl je ta již výše popsaná. Navigace na kurz informuje uživatele o odklonu od přímky, která spojuje výchozí a cílový bod. Využívá se zejména v letecké a námořní dopravě. U GPS kompasu je důležité si uvědomit, že nereaguje na změnu polohy tak rychle, jako kompas klasický. Na druhé straně však má nespornou výhodou v tom, že není citlivý na změnu magnetického pole vzhledem k vzdálenosti od rovníku, takže se uživatel nemusí vůbec zabývat deklinací. U dražších přístrojů se občas objevuje i klasický kompas jako doplněk GPS kompasu.

**Číselná stránka** zobrazuje různé údaje odvozené z hodnot, které jsou už nadefinovány nebo byly získány z dosavadního používání. Může to být např. okamžitá rychlost, průměrná rychlost, celkový čas, čas zbývající do cíle, ujetá vzdálenost atd.

**Stránka nastavení** umožňuje různé změny v konfiguraci GPS přijímače či zadávání orientačních bodů při plánování trasy apod.

### **3.2.1 Pěší turistika**

Pro účely turistiky a horolezectví jsou GPS přijímače využívány čím dál více. Důvodem je velké nebezpečí vyplývající ze ztráty orientace zejména ve vysokých horách a odlehlých oblastech. Každoročně si tato lidská chyba vybere daň v podobě mnoha lidských životů. Na jaké vlastnosti tedy klade uživatel největší důraz? Určitě je to váha, výdrž baterií a odolnost vůči vodě a mechanickému poškození. Dále je to dostatečný počet kanálů (v dnešní době nejčastěji dvanáct), rozlišení displaye a dostupnost přesných digitálních map za rozumné ceny. Pro pobyt ve vysokých horách je velkým přínosem, pokud je přístroj vybaven barometrickým výškoměrem, který je přesnější než výpočet nadmořské výšky pomocí GPS. Výhodou proti hojně využívanému barometru v hodinkách je to, že uživatel nemusí výškoměr neustále kalibrovat. GPS přijímač má svůj vlastní zdroj nadmořské výšky, který pro kalibraci úplně stačí. Další výhodou je, pokud má přístroj vestavěný elektronický kompas. Ten funguje i v případě, že přijímač není v pohybu, ale je stejně jako klasický kompas citlivý na změny magnetického pole. Poslední a možná v mnohých případech i nejdůležitější vlastností dobrého outdoorového přijímače je citlivost. Jak už bylo uvedeno výše, GPS přijímač by měl mít co největší „výhled“ na oblohu. Všechny překážky, které stíní, jsou na závadu a mohou znemožnit užití přístroje. Signál z 20 000 km vzdálených satelitů je velmi slabý, a proto se musí na citlivost přijímače klást přiměřený důraz. Citlivost je definována zejména kvalitou antény a chipsetu. Zatímco používané antény jsou u různých přijímačů velmi podobné, chipové sady vykazují velké rozdíly. Proto je při nákupu outdoorového přístroje užitečná informace o citlivosti chipsetu a při koupi by měl tento parametr hrát zásadní roli.

### **3.2.2 GPS navigace do auta**

Z hlediska uživatelských charakteristik jsou navigace do auta opakem outdoorových přijímačů. Na váze přijímače nezáleží, neboť auto uveze cokoli, zdroj energie je dostupný, a tak není potřeba řešit baterie, odolnost proti povětrnostním vlivům je rovněž to, co nás asi zajímat nebude. Důležitým prvkem však je možnost hlasové navigace, neboť řidič, který nepřetržitě sleduje display přístroje a nesleduje cestu, je nebezpečný sobě i okolí. Dále je to funkce, která je dostupná obvykle u vestavěných GPS navigací, a sice možnost přebrání údajů o rychlosti a směru jízdy přímo z auta (gyroskop, otáčky kol) v zastíněné oblasti, kde je signál příliš slabý.

GPS navigaci do auta lze v současnosti pořídit ve dvou základních provedeních, a sice vestavěném a přenosném. Oba typy mají své výhody a nevýhody. Vestavěná navigace má obvykle CD-ROM slot, přes který je možné pohodlné dohrávání podrobných map. Tato možnost je velmi užitečná, neboť při navigaci v autě je nutné používat podrobné mapy s rozlišením ulic. Systém vestavěných navigací také sleduje aktuální dopravní situaci a je podle ní schopen měnit trasu k cíli. Přenosná navigace sice neposkytuje takový komfort a funkce jako vestavěná, ale její nespornou výhodou je možnost používání ve více automobilech a zpravidla nižší pořizovací cena.[1]

### **3.2.3 Letecké GPS**

Letecké GPS přijímače se od běžných outdoorových liší zejména cenou, která je zhruba o polovinu vyšší. Z toho důvodu mnoho sportovních letců např. při paraglidingu, balonovém létání či létání na ultralightech volí raději cenově dostupnější turistický GPS přijímač v kombinaci s leteckou mapou. Speciální letecký přístroj však nabízí uživateli některé speciální funkce. Většina z nich dnes už obsahuje prvky Jeppesen databáze, což je databáze bodů významných z hlediska letového provozu. Může se jednat o letiště, zakázané zóny, zóny s omezeným leteckým provozem apod. Přístroj uživatele upozorní v případě přiblížení se k těmto bodům, a to vizuálně i akusticky. Je zřejmé, že se výskyt takových bodů s časem mění, a proto je důležité Jeppesen databázi pravidelně aktualizovat. Tato služba je bohužel zpoplatněna a ceny se pohybují řádově v tisícorunách. U outdoorových GPS přijímačů byla jedním z hlavních kritérií výběru citlivost přijímače. U létání je však „výhled“ na oblohu ideální a uživatel se prakticky nemá šanci dostat do zastíněné oblasti. Zaměření polohy je tedy velmi přesné a vyhledávání družic trvá podstatně kratší dobu než na zemi. Používání GPS v letectví se dnes stalo již samozřejmostí a nutno podotknout, že přispělo obrovskou měrou k zvýšení bezpečnosti. Pro sportovní letce je však i nadále naprostou nutností osvojení si všech dovedností s klasickým kompasem a mapou, neboť GPS není nic jiného než technické zařízení, které také může selhat, a ztráta orientace může být pro pilota osudnou.[1]

### **3.2.4 Námořní GPS přijímače**

Mořeplavba je v podstatě pohyb v prostředí, kde nejsou žádné orientační body. Proto zde našla GPS navigace široké uplatnění a dnes je GPS přijímač součástí každého většího námořního plavidla. Stejně jako v automobilech se používají vestavěná a externí zařízení.

Specialitou je kombinace přijímače se sonarem. Ten umožňuje zobrazení průběhu dna pod lodí a zároveň doplňuje běžné určení polohy o údaj o hloubce pod lodí. V kombinaci s kvalitním softwarem je pak možné mapování dna přehrad či nádrží nebo zaznamenání lokality nálezů velkých hejn ryb, podmořských vraků nebo třeba válečných pozůstatků ve formě nevybuchlé munice. Námořní GPS přijímače neboli tzv. plottery mají některé funkce, které jinde nenajdeme. Jsou to:

- MOB – man over board (muž přes palubu) – funkce umožňující okamžité zaznamenání polohy incidentu a možnosti se na místo kdykoliv vrátit či poskytnout informaci o přesné poloze záchranářům;
- Utržení kotvy – přístroj spustí poplach v případě, že se jeho poloha vychýlí nežádoucím směrem. U této funkce je možné přesně nadefinovat okruh, ze kterého se loď (GPS přijímač) nesmí dostat;
- Varovné body – nadefinované waypointy, do kterých se loď nesmí dostat (např. mělčiny). Pokud se tak stane, systém spustí poplach.

Stejně jako u jiných GPS přijímačů jsou i námořní plottery mapové a nemapové. Ty nemapové mají často podobné funkce jako mapové, avšak bez možnosti zobrazení a dohrání map. Mapové přístroje analogicky tuto možnost mají, jen se liší ve způsobu dohrávání map do přístroje. Starší typy podporují dohrávání map ve formě speciálních karet, na kterých jsou mapy zaznamenány. Ty novější pak podporují přehrání mapy z CD-ROMU či PC a množství map v přístroji je tak omezeno pouze kapacitou datové karty. Všechny plottery jsou pak konstruovány na vysokou odolnost proti povětrnostním vlivům a slané vodě.[1]

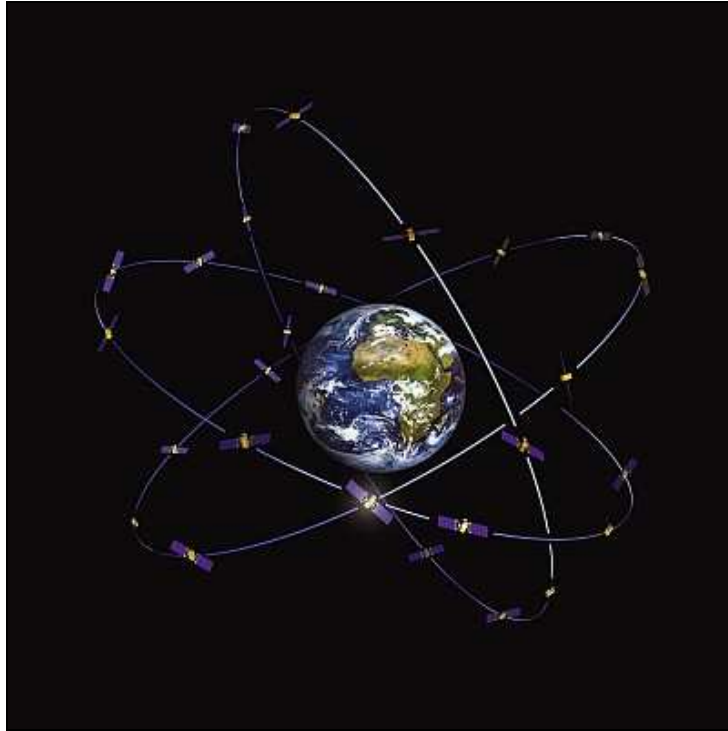
## **4. Porovnání s jinými systémy**

Stejně jako Spojené státy, tak i další světové velmoci pracují na vývoji svých vlastních navigačních systémů. Rusko už od začátku 60. let pracuje na systému Glonass a Evropa začala se zpožděním zhruba dvaceti let vyvíjet systém Galileo.

### **4.1 Galileo**

#### **4.1.1 Základní informace o systému**

Galileo je globální družicový navigační systém, který je vyvíjen státy Evropské unie jako společná iniciativa Evropské komise a Evropské kosmické agentury. Zahájení prací se datuje k 19. 7. 1999 a termín uvedení systému do plně funkčního provozu měl být původně rok 2010, pak 2012 a v současnosti je to rok 2014. Evropský navigační systém by neměl konkurovat ani americkému GPS, ani ruskému Glonassu, ale měl by oba systémy doplňovat. Od začátku byl Galileo deklarován jako systém pro výhradně civilní užití, narozdíl od zatím jediného funkčního systému GPS. Celkové náklady na dokončení systému jsou odhadovány na 3,4 miliardy EUR (doposud bylo proinvestováno 1,5 miliardy EUR). Kompletní systém bude obsahovat 30 družic obíhajících Zemi po třech kruhových drahách ve výšce cca 23 500 km. Rovina každé oběžné dráhy bude svírat s rovinou rovníku úhel  $56^\circ$ . Velký počet satelitů umožní zaměření polohy s přesností jednoho metru a zároveň zajistí velkou spolehlivost celého systému.



Obrázek 7 - Rozložení satelitů Galilea na oběžných drahách[11]

#### **4.1.2 Komponenty systému Galileo**

Systém Galileo budou tvořit tyto komponenty:

- Globální složka
  - Vesmírný segment
  - Pozemní segment
- Regionální složka
- Lokální složky

**Vesmírný segment** bude tvořen třiceti družicemi rozmístěnými ve třech oběžných drahách. Na každé dráze se tedy bude nacházet devět satelitů v rozmístění po  $40^\circ$  a jedna záložní družice, která bude moci nahradit jakoukoliv družici, která by selhala. Přesná výška oběžných drah bude 23 222 km. To zajistí přesně sedmnáct oběhů kolem Země v průběhu 10 dní. V tomto intervalu se také bude opakovat stejné rozmístění družic kolem Země. Družice budou tedy zhruba o 2 700 km výše, než je tomu u systému GPS. To by mělo zajistit

větší viditelnost družic. Předpokládá se, že v průběhu provozu nebude vůbec třeba korigovat letovou dráhu družic.

**Pozemní segment** budou tvořit dvě řídicí centra. Každé z nich se bude starat jak o údržbu kontrolní a řídicí funkce systému, tak i o kontrolu letové funkce. Podporu budou zajišťovat pozemní kontrolní systém (Ground Control System – GSC) a pozemní letový segment (Ground Mission Segment – GMS). GSC bude mít na starosti polohu družic, k čemuž bude využívat pěti TTC stanic. Tyto stanice budou disponovat pro komunikaci se satelity obrovskou třináctimetrovou anténou a budou rozmístěny v zatím ještě přesně neurčených lokalitách. Hlavní činností GMS bude kontrola navigační funkce systému. K tomu bude využíváno pěti globálně rozmístěných přenosových stanic Mission Up-Link Station (ULS), které budou sloužit ke komunikaci GMS a satelitů. GMS bude mít dva základní úkoly, a sice kontrola polohy jednotlivých družic, synchronizace času a přenášení dat o stavu integrity celého systému.

**Regionální složka** se bude skládat s mnoha center nezávislých na systému Galileo a provozovaných v různých členských státech Evropské unie, ať už vládními či nevládními organizacemi. Hlavní funkcí bude kontrola integrity systému nezávisle na kontrolních složkách Galilea.

**Lokální složky** budou tvořit zařízení na zlepšení signálu v problematických oblastech. Měli by být provozovány výhradně soukromými společnostmi.

### **4.1.3 Družice systému Galileo**

V současné době je na oběžné dráze zatím pouze jedna družice s označením GIOVE A (GSTB-V2A). Jejím vypuštěním Evropa obsadila a obhájila frekvence vymezené pro systém Galileo. GIOVE-A má rozměry 1,3 m × 1,8 m × 1,65 m a váží 600 kg. Její výkon je 700 Wattů a je zajišťován dvojicí solárních panelů. Životnost se odhaduje na dva roky. Družice v současnosti vysílá experimentální signál v pásmu L (L-band). Součástí každé družice navigačního systému musí být přesné atomové hodiny. GIOVE-A má na své palubě dvoje rubidiové hodiny (Rubidium atomic clocks) s denní odchylkou 10 nanosekund. U plnohodnotných družic se však počítá s přesnějšími vodíkovými hodinami (Hydrogen passive maser clocks), jejichž odchylka je 0,45 nanosekund za 12 hodin. Každý satelit ponese

dvoje vodíkové a dvoje rubidiové hodiny. V letošním roce by mělo dojít k vypuštění druhé experimentální družice s označením GIOVE-B, jejímž hlavním úkolem bude opět zabránit frekvencí, provádění experimentů s klíčovými technologiemi a zjištění přesných parametrů oběžné dráhy. Pro vynášení družic na oběžnou dráhu budou využívány rakety Ariane 5, které budou schopny dopravit za jeden let 8 družic, případně rakety Sojuz, které vynesou dvě družice za jeden let.



Obrázek 8 - Experimentální družice systému Galileo[12]

#### **4.1.4 Služby systému Galileo**

Galileo bude poskytovat služby v různých režimech od volně dostupných přes placené až k službám s přísně omezeným přístupem.

- OS – Open Service (základní služba)
- SoL – Safety of Life Service (bezpečnostní služba)
- CS – Commercial Service (komerční služba)
- PRS – Public Regulated Service (veřejně regulovaná služba)
- SAR – Search and Rescue Service (vyhledávací a záchranná služba)

OS bude volná základní služba poskytovaná prostřednictvím volných frekvencí. Bude poskytovat základní funkce jako zaměření polohy či určování přesného času. Služby v režimu OS jsou určeny pro nejširší veřejnost a nebudou nijak zpoplatněny.



SoF bude doplňovat základní služby vyšší přesností a spolehlivostí. Služby SoF jsou určeny pro oblasti s vyšším nárokem na spolehlivost systému, jako je například letecká či námořní doprava. Služba bude garantovat poskytnutí informace uživateli při selhání systému do 6 sekund kdekoliv na světě.

CS bude poskytovat jakousi nadstavbu k základním službám. To bude znamenat vyšší přesnost, ale i více využitelných informací. Uplatnění najde u soukromých firem a společností, které používají globální navigační systém ke své podnikatelské činnosti. Služba bude zpoplatněna.

PRS bude poskytovat informace s nejvyšší možnou přesností a bude využívána v otázkách národní bezpečnosti a v krizových situacích. Přístup k PRS službám bude autorizovaný, signál kódovaný a odolný proti rušení.

SAR bude sloužit pro záchranné účely a bude v něm možno vysílat nouzové signály.

## **4.2 Glonass**

Glonass neboli Globální navigační satelitní systém je vyvíjen od roku 1976 nejdříve Sovětským svazem a po jeho rozpadu Ruskou federací. První testovací družice byly na oběžnou dráhu vyneseny 12. října 1982. V následujících letech pak Sovětský svaz vynesl na oběžnou dráhu celkem 44 provozních družic a 8 testovacích družic typu Uragan. Ty však měly provozní životnost pouze 2–3 roky, a tak se až do konce roku 1991 nepodařilo docílit úplné provozní konstelace čítající stejně jako u systému GPS 24 satelitů. Rusko pokračovalo v budování systému a v roce 1993 byla oznámena plná provozuschopnost Glonassu. Díky finančním těžkostem se však nedařilo udržet plnou konfiguraci, a tak byl systém většinu času v omezeném módu. Od roku 2001 se Rusko snaží o dokončení a plnou funkci Glonassu, a tak se zdá, že dílo bude dokončeno v roce 2009, což je nepříjemná zpráva pro Evropu, která díky problémům s řízením a financováním spustí svůj projekt Galileo téměř jistě později.

Dráha	Slot	Kanál	Číslo družice	Kosmické číslo	Datum vypuštění	Datum zapnutí	Datum vypnutí	Status
<b>I</b>	1	07	796	2411	26/12/04	06/02/05		on
	2	01	794	2402	10/12/03	02/02/04	19/04/07	off
	3	12	789	2381	01/12/01	04/01/02		on
	4	06	795	2403	10/12/03	29/01/04		on
	5	07	711	2382	01/12/01	13/02/03	09/07/06	off
	6	01	701	2404	10/12/03	08/12/04		on
	7	05	712	2413	26/12/04	07/10/05		on
	8	06	797	2412	26/12/04	06/02/05		on
<b>II</b>	---	---	---	---	---	---	---	off
	10	04	715	2424	25/12/06	03/04/07		on
	---	---	---	---	---	---	---	off
	---	---	---	---	---	---	---	off
	---	---	---	---	---	---	---	off
	14	0	716	2425	25/12/06	----	----	off
	15	04	717	2426	25/12/06	03/04/07		on
	---	---	---	---	---	---	---	off
<b>III</b>	---	---	---	---	---	---	---	off
	18	10	783	2347	13/10/00	05/01/01	25/05/07	off
	19	03	798	2417	25/12/05	22/01/06		on
	---	---	---	---	---	---	---	off
	21	05	792	2395	25/12/02	31/01/03		on
	22	10	791	2394	25/12/02	21/01/03	07/02/07	off
	23	03	714	2419	25/12/05	31/08/06		on
24	02	713	2418	25/12/05	31/08/06		on	

**Tabulka 2 - Seznam družic systému Glonass na oběžných drahách k 23. 6. 2007[13]**

Systém Glonass je založen stejně jako americké GPS na komunikaci s 24 družicemi na 3 oběžných drahách (21 provozních a tři záložní). Satelity obíhají Zemi ve výšce 19 100 km, a jsou tedy nejnižší v porovnání s ostatními systémy, což skýtá nevýhodu v horší viditelnosti. Doba oběhu kolem Země je 11 hodin a 15 minut. Na každé oběžné dráze bude umístěno 8 satelitů s posunem o 45°. Roviny oběžných drah jsou vzájemně posunuty o 120°. Typ družice nesl od samého počátku jméno Uragan. Před několika lety byl vyvinut novější typ s označením Uragan-M, který má delší životnost (asi 7 let). Už příští roky by měla být vypuštěna na oběžnou dráhu nejnovější modifikace s názvem Uragan-K, která bude mít životnost 10–12 let a ve srovnání s předchozími modely také výrazně nižší hmotnost, což uspoří náklady na dopravu. Všechny družice jsou vynášeny do vesmíru raketami typu Sojuz z ruského vesmírného střediska Bajkonur. Nedávno však byla uzavřena dohoda o spolupráci Ruska a Indie. Ta by se měla podílet na dopravě některých satelitů pomocí raket typu GLSV.

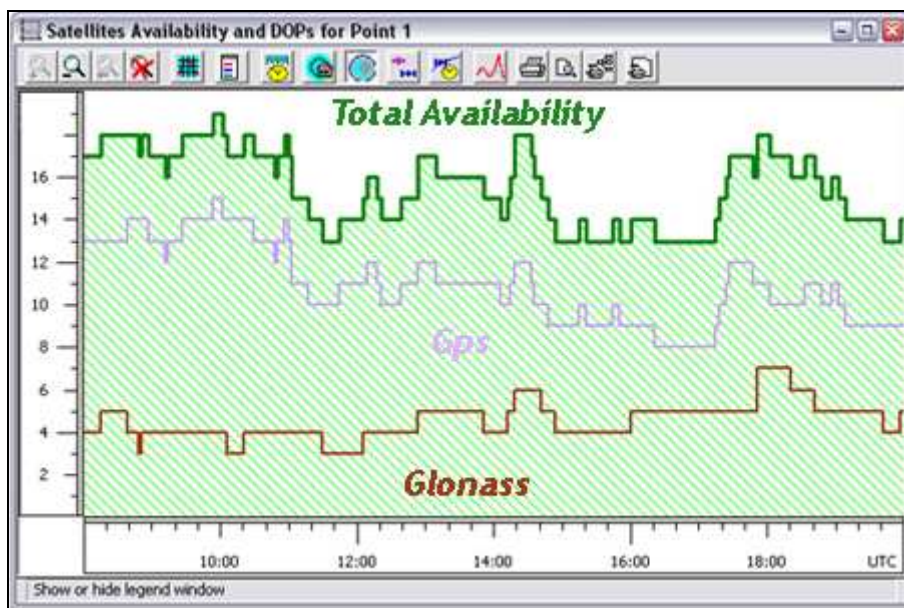


Obrázek 9 - Družice systému Glonass[14]

System Glonass je možné stejně jako GPS rozdělit na tři segmenty:

- Vesmírný segment
- Řídicí segment
- Uživatelský segment

**Vesmírný segment** je tvořen družicemi, které již byly popsány v předchozím textu. **Řídicí segment** se kompletně nachází na území Ruska. Hlavní řídicí středisko se nachází nedaleko Moskvy, pozemní kontrolní stanice v lokalitách St. Peterburg, Ternopol, Eniseisk a Komsomolsk na Amuře. Ty monitorují všechny viditelné družice a jejich hlavním úkolem je korekce letových drah a hodin. Obnova navigačních údajů se uskutečňuje dvakrát denně. Nevýhodou je, že pozemní stanice jsou pouze na území Ruska, a tak se každá družice ocitá denně na dobu zhruba 16 hodin mimo dosah jakékoliv kontroly. **Uživatelský segment** je stejně jako u GPS souhrnem uživatelských přijímačů. Těch je v současnosti jen omezená nabídka a jejich charakter a užité vlastnosti je předurčují spíše k vojenskému než civilnímu užití. Nejnovější generace přijímačů má možnost přijímat signál i z GPS družic, čímž se radikálně zvyšuje dostupnost signálu. Ta je znázorněna na obrázku č. 8.



Obrázek 10 - Dostupnost signálu GPS a Glonass[13]

### 4.3 Porovnání systému GPS, Galileo a Glonass

Charakteristika/Systém	GPS	Glonass	Galileo
Počet družic	24	24	30
Počet drah	3	3	3
Odklon dráhy od roviny rovníku	55°	64,8°	56°
Výška oběžné dráhy	20 180 km	19 100 km	23 222 km
Doba oběhu	11 h 58 min. 00 s	11 h 15 min. 00 s	-
Užití systému	vojenské/civilní	vojenské/civilní	civilní
Obvyklý transportní prostředek	Delta 2-7925	Proton K/DM-2	Ariane 5
Místo startu	Miss Canaveral	Bajkonur	Kurou – Fr. Guajana
Počet satelitů na 1 let	1	3	6
Financování	Ministerstvo obrany USA	Ministerstvo obrany Ruska	Evropská unie
Počet pozemních monitorovacích stanic	5	5	5
Vkládání umělé odchylky	ne od 1. 5. 2000	ne	ne

Tabulka 3 – Porovnání některých charakteristik systému GPS, Galileo a Glonass

## **5. Studie prodejnosti navigačních systémů**

### **5.1 Popis stávajících i potenciálních uživatelů**

V posledních letech se okruh uživatelů satelitní navigace výrazně změnil. Zatímco před pár lety bylo využívání této technologie doménou spíše podnikatelské sféry, dnes tvoří převážnou část uživatelů fyzické osoby, pro které se GPS stala novou elektronickou hračkou. Důvodů, proč tomu tak je, můžeme najít hned několik. V první řadě je to prudký pokles cen GPS přijímačů. Ty se tak stávají dostupnými pro stále širší okruh spotřebitelů. Dále je to výroba vysoce specializovaných GPS přijímačů, které jsou uživatelsky jednodušší, mají intuitivní ovládání a pro jejich využívání není třeba hlubších odborných znalostí. Typickým příkladem jsou satelitní navigace do automobilů, které už dávno nejsou výsadou horních deseti tisíc. Dalším faktorem je čím dál širší možnost využití GPS. Kdo by si ještě před pár lety pomyslel, že zaměstnavatel bude mít možnost sledovat jízdy svých zaměstnanců firemními auty, že bude mít kontrolu nad projetou trasou, průměrnými i maximálními rychlostmi (např. v uzavřené obci) a že si bude moci na konci roku na každý automobil vytvořit knihu jízd téměř jedním stiskem tlačítka? Definovat tedy typického uživatele už dnes není možné a bylo by to asi stejně zbytečné jako hledat typického uživatele mobilního telefonu. S dokončením všech tří systémů satelitní navigace je pravděpodobné, že využívání GPS bude za pár let naprostou samozřejmostí stejně tak, jako je to dnes v případě mobilních telefonů.

### **5.2 Prezentace GPS na trhu**

Prezentací GPS na trhu budeme v následujícím textu rozumět zejména prezentaci GPS přijímačů a potřebného příslušenství. Situace na českém trhu je v této oblasti ještě krajinou téměř neprobádanou. V kamenných obchodech se s GPS přijímači setká zákazník jen ojedinele, a když už k tomu přece jen dojde, nabídka je úzká, ceny vysoké a servis bídný. Jiná situace nastává, rozhodne-li se zákazník pro nákup přes internet. Zde najde širokou nabídku přístrojů i s užitečnými a fundovanými informacemi, bez kterých se při výběru neobejde. Problémem je, že nejlépe se vybírá GPS přijímač, pokud má zákazník možnost vše si takzvaně osahat a přístroj vyzkoušet v praxi. Částečně tento problém mohou řešit půjčovny např. horolezeckého vybavení, které mají často GPS v nabídce, ale obvykle se jedná o starší typy, které nekorespondují s těmi moderními v nabídce prodejců. Podle mého názoru je

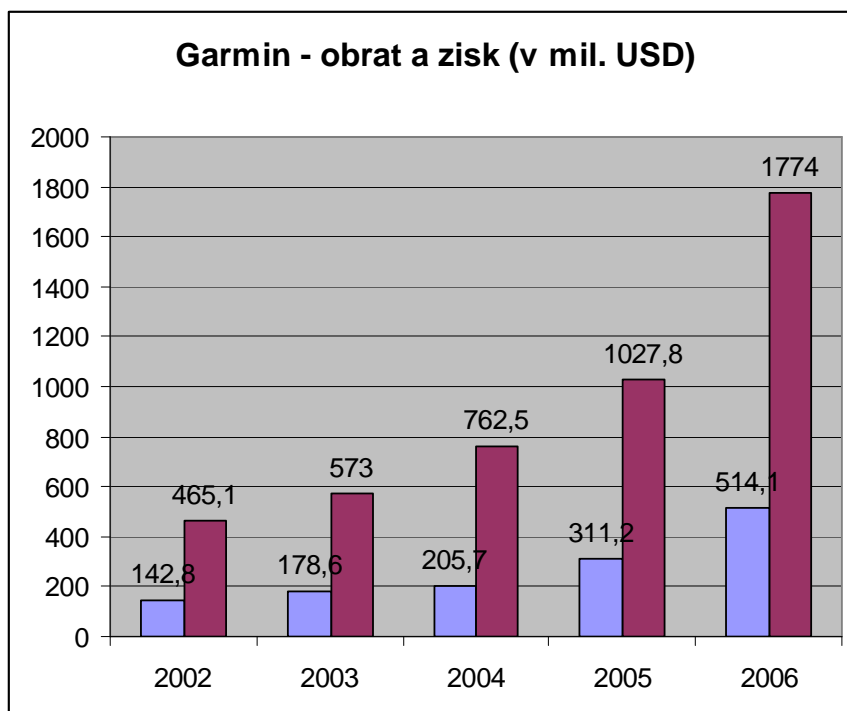
ideální institucí pro kvalitní prezentaci a úspěšný prodej GPS specializovaný kamenný obchod. Jeho zřízení však u maloobchodníků naráží na několik problémů, z nichž ten nejpodstatnější jsou nízké velkoobchodní marže GPS přijímačů pohybující se kolem 20 %. To je bohužel příliš málo, a tak je GPS odsouzeno být neustále jen doplňkovým sortimentem. S nárůstem tohoto tržního segmentu se dá předpokládat i vznik specializovaných obchodů, ve kterých budou GPS přístroje prezentovány tak, jak si zaslouží. Na to si však bude muset český zákazník ještě asi chvíli počkat.

### **5.3 Informovanost zákazníků a prodejců**

Z předcházející kapitoly je zřejmé, že stejně jako je chabá úroveň prezentace GPS na českém trhu, je chabá i informovanost zákazníků a prodejců. Ti si získávají informace většinou sami prostřednictvím internetu či shánějí reference od stávajících uživatelů.

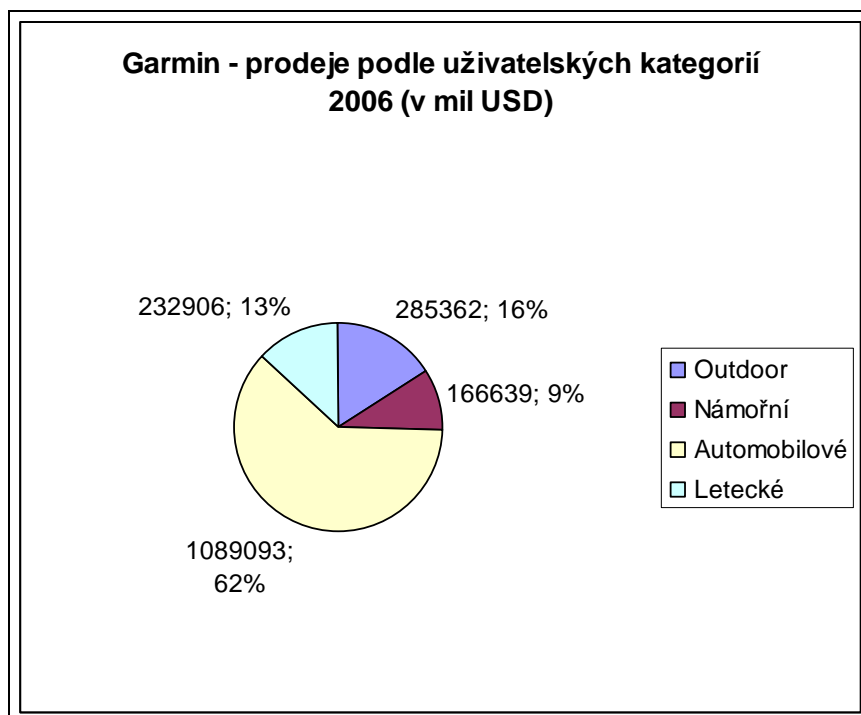
### **5.4 Růst prodeje GPS přijímačů**

V posledních letech prožívá trh s GPS navigacemi doslova „boom“. Tuzemské firmy, které se prodejem GPS přijímačů zabývají, hlásí meziroční nárůst obrátu v řádu stovek procent. Obchodní řetězec Datart dokonce oznámil nárůst o 3 200 %. Roste jak počet uživatelů, tak i počet činností, při kterých se stává GPS nepostradatelnou součástí vybavení. Jak už to tak bývá, situace na českém trhu v podstatě kopíruje vývoj trhů zahraničních, jen s časovým zpožděním. Celosvětový trh s GPS navigacemi zažívá také „zlaté časy“ a podle všeho se růst udrží ještě minimálně několik let. Americká společnost Garmin je jedním z největších výrobců GPS navigací na světě. Ve své výroční zprávě za rok 2006 uvádí mnoho zajímavých čísel, ze kterých si může každý udělat jasnou představu o tom, jakým vývojem tento trh prochází.



**Graf 1 – Hrubý obrat a zisk firmy Garmin v letech 2002–006[15]**

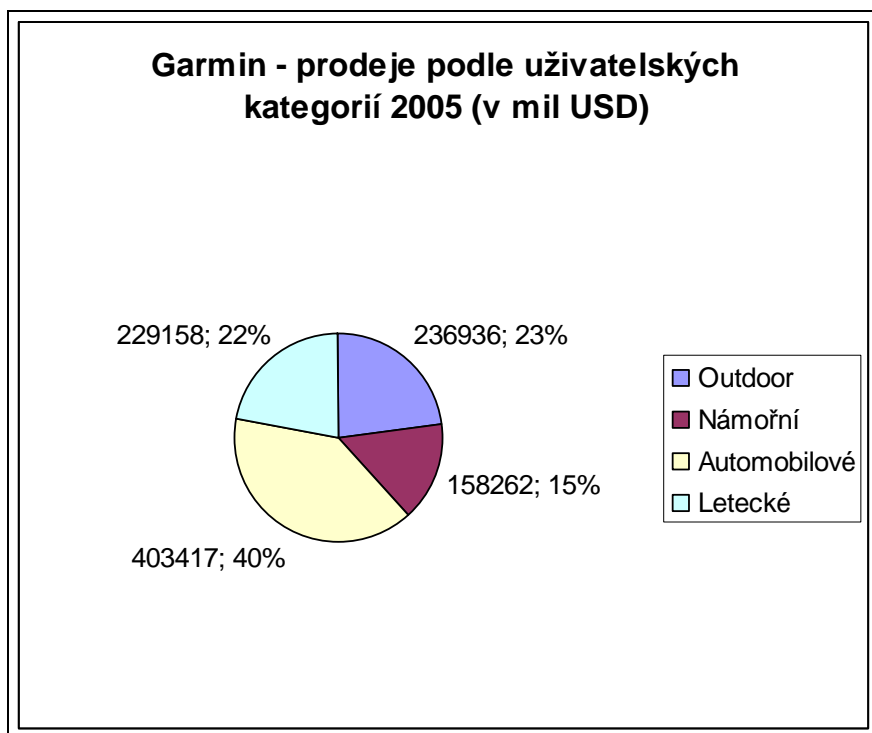
Z grafu č.1 je zřejmé, že v průběhu posledních pěti let došlo k strmému nárůstu prodeje GPS navigací. Zatímco v letech 2002–2005 byl růst v podstatě konstantní, v minulém roce se prodej vyšplhal na neuvěřitelných 1,7 mld USD, což znamená růst o 72,7 % ve srovnání s rokem 2005. Čísla v grafu jsou vyjádřením obratu v peněžních jednotkách, takže pokud bychom brali v úvahu celosvětový pokles cen GPS navigací, vychází nám nárůst v prodaných kusech ještě vyšší.



**Graf 2 – Prodej přístrojů Garmin podle uživatelských kategorií 2006[15]**

Graf č. 2 dává představu o tom, jak se jednotlivé kategorie přístrojů podílejí na celkovém prodeji. Největší podíl zabírají automobilové GPS navigace. Jejich cena klesla, a tak se stávají stále více součástí běžné výbavy nového automobilu. Mnoho řidičů si také dokupuje autonavigaci, která není vestavěná do palubní desky, a tak ji mohou přemístit v případě koupě nového auta. Umístění outdoorových přístrojů na druhém místě před leteckou i námořní navigací je velkým překvapením. Zřejmě zde hraje roli nasycenost trhu, kdy většina majitelů letadel a lodí je už dávno satelitní navigací vybavena, zatímco turisté či cyklisté ji teprve objevují. Poslední místo, které zaujímá námořní navigace s devítiprocentním podílem, je zřejmě výsledkem toho, že celý systém GPS se začal využívat jako první právě na moři a dnes už je naprosto samozřejmou součástí lodních vybavení. Koupě nových přístrojů se tedy omezuje na vybavení úplně nových lodí či modernizaci těch zastaralých a trh s těmito přístroji spíše stagnuje.

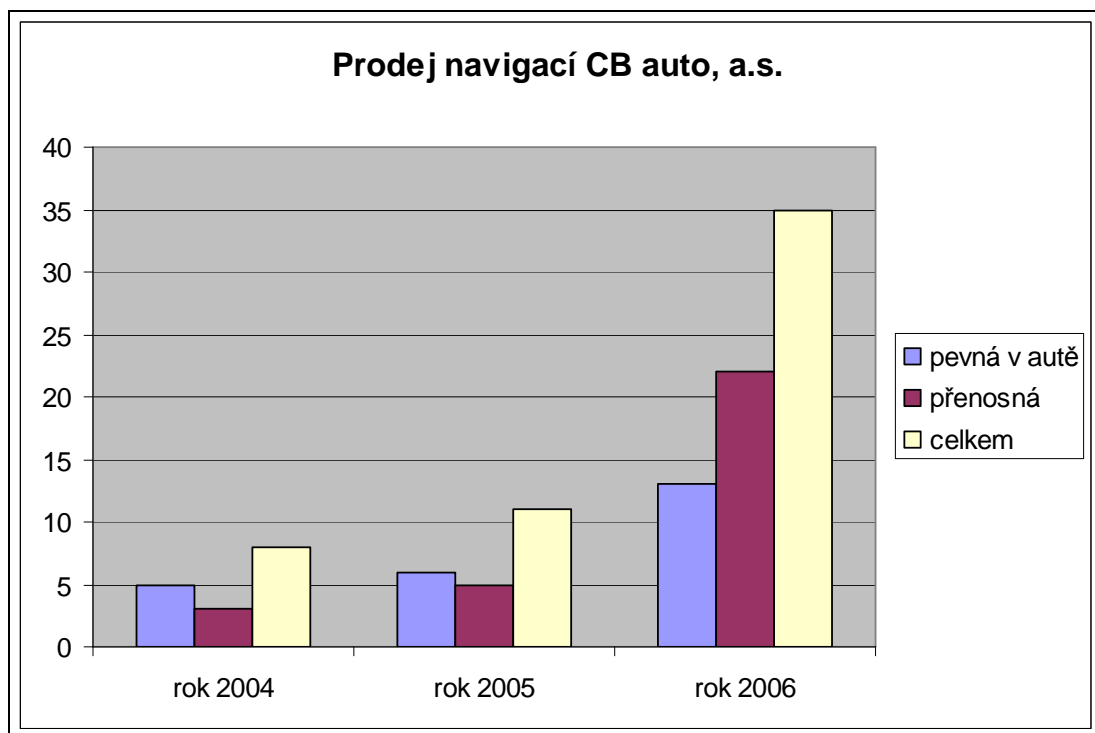




**Graf 3 - Prodej přístrojů Garmin podle uživatelských kategorií 2005 [15]**

Z grafu č. 3 vyplývá, že největší meziroční nárůst podílu zaznamenala kategorie automobilových navigací (o 22 %), zatímco všechny ostatní kategorie zaznamenaly pokles. Letecké přístroje o 9 %, outdoorové o 7 % a konečně námořní o 6 %.

Jak už bylo řečeno, největší boom dnes prožívají autonavigace. Pro demonstraci nárůstu prodeje v této kategorii uvádím v grafu č. 4 prodeje automobilů s navigací, které uskutečnila společnost CB auto, a.s., která je autorizovaným prodejce vozů z produkce Volkswagen Group tzn. Škoda, Volkswagen a Seat.



**Graf 3 – Prodej nových aut s navigací – CB auto, a.s.**

## **Závěr**

V této práci jsem se snažil o popsání systému satelitní navigace z různých úhlů pohledu. Není to jistě vyčerpávající popis, ale snad dává nahlédnout do budoucnosti a je vodítkem pro predikci budoucího vývoje této technologie.

Satelitní navigace a zatím jediný plně funkční systém GPS odkrývají netušené možnosti využití v mnoha oborech lidské činnosti. Rozmach navigačních technologií, postupné snižování ceny za přijímače a obrovský celosvětový nenasycený trh, to vše jsou výrazné signály velké budoucnosti tohoto segmentu trhu. Nabízí se analogie s mobilními telefony, které byly ještě před zhruba 10 lety výsadou několika málo jedinců a dnes je používá doslova každý. Satelitní navigace se jistě brzy stane normální součástí života jednotlivce. Přístroje budoucnosti budou pravděpodobně menší, lehčí, přesnější a uživatelsky přístupnější. Abych ale nemluvil jen o pozitivních stránkách tohoto systému, je třeba zmínit i některá negativa. Zavedení a údržba systému satelitní navigace je neuvěřitelně nákladná záležitost a proto si ji budou moci dovolit provozovat pouze velmoci, které tak posílí svůj celosvětový vliv. V případě vojenských konfliktů není garance toho, že stát provozující síť nebude mít možnost celý systém vypnout, nehledě na to, že zaměření přesné polohy je dobrou službou pro teroristické organizace a organizovaný zločin. Pravdou ale je, že výhody, které celý systém přinesl výrazně převyšují všechny ztráty a potencionální rizika.

## **Literatura**

- [1]Steiner, I., Černý, J.: *GPS od A do Z*, 3. vyd., eNav, Praha, 2004
- [2]Hrdina, Z., Pánek, P., Vejražka, F.: *Rádiové určování polohy*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1995
- [3]Štádler, V.: *GPS – praktická příručka*, Vydavatelství Alpy, Lysá nad Labem, 1999

## **Webové odkazy**

- [4] [www.schriever.af.mil](http://www.schriever.af.mil)
- [5] [www.gpsweb.cz](http://www.gpsweb.cz)
- [6] [www.navigacegps.cz](http://www.navigacegps.cz)
- [7] [www.geo.gfpmv.cz](http://www.geo.gfpmv.cz)
- [8] <http://static.howstuffworks.com>
- [9] [www.svetoutdooru.cz](http://www.svetoutdooru.cz)
- [10] [www.mobilmania.cz](http://www.mobilmania.cz)
- [11] [www.galileoic.org](http://www.galileoic.org)
- [12] [www.educnet.education.fr](http://www.educnet.education.fr)
- [13] [www.glonass.it](http://www.glonass.it)
- [14] [www.spacedaily.com](http://www.spacedaily.com)
- [15] [www.garmin.com](http://www.garmin.com)

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 - Schriever Air Force Base[2].....	3
Obrázek 2 - Rozmístění stanic pozemní kontroly: 1) Schriever Air Force Base 2) Hawaii 3) Cape Canaveral 4) Ascension 5) Diego Garcia 6) Kwajalein[2] .....	4
Obrázek 3 - Jedna z 24 GPS družic II. bloku[5] .....	9
Obrázek 4 - Rozmístění 24 družic na třech oběžných drahách[6] .....	10
Obrázek 5 - Kompaktní přístroj Garmin Vista[7] .....	15
Obrázek 6 - Externí GPS přijímač Nokia[8] .....	15
Obrázek 7 - Rozložení satelitů Galilea na oběžných drahách[9] .....	22
Obrázek 8 - Experimentální družice systému Galileo[10] .....	24
Obrázek 9 - Družice systému Glonass[12].....	27
Obrázek 10 - Dostupnost signálu GPS a Glonass[11].....	28

## **Seznam grafů**

Graf 1 – Hrubý obrat a zisk firmy Garmin v letech 2002– 006[15].....	31
Graf 2 – Prodej přístrojů Garmin podle uživatelských kategorií 2006[15].....	32
Graf 3 - Prodej přístrojů Garmin podle uživatelských kategorií 2005 [15] .....	33
Graf 3 – Prodej nových aut s navigací – CB auto, a.s.....	34

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 – porovnání citlivosti chipsetů [3].....	13
Tabulka 2 - Seznam družic systému Glonass na oběžných drahách k 23. 6. 2007[11] .....	26
Tabulka 3 – Porovnání některých charakteristik systému GPS, Galileo a Glonass .....	28