

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra informatiky

GPS systémy

Knihovna JU - PF



Vypracoval: David Horák

Obor: Výpočetní a měřicí technika

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Šerý

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA FYZIKY
- 48 -

29.4.2005 Byelton

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma využití GPS systémů vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

Já jsem svou práci poděkoval na tomto místě Ing. Michalu Šeršovi za spolupráci, cenné rady, poskytnuté připomínky, které mi pomohly při vypracování této práce.

V Českých Budějovicích dne 28. 4. 2005

David Horák

Horák David

Obsah a obsahové práce

Úvod	6
1 Jak GPS funguje	7
1.1 Popis systému	7
1.2 Parametry systému a jeho rozšíření	8
1.3 DOPs	10
1.4 WGS 84 a ECEF	12
1.5 Obličej	13
1.6 Účinky do budoucna	14
1.7 Zásady bezpečnosti při používání GPS	14
2 Databáze, která není jenom o GPS	17
2.1 Úvodní poznámky k databázi	17
2.2 Geografická data (GAT) a GAT	18
2.3 Databáze a její použití	20
2.4 Databáze a její použití	21
2.5 Databáze a její použití	22
2.6 Databáze a její použití	23
2.7 Databáze a její použití	24
3 První použití GPS	26
3.1 Body (WAYPOINTS)	26
3.2 Vzdálené body (PROXIMITY POINTS)	27
3.3 Průběhy (GPS ALARMS)	27
3.4 Navigační mapy (GPS MAPS)	27
4 Typy GPS přijímačů	29
4.1 Třídílné GPS přijímače	29
4.2 Monolitní GPS přijímače	32
4.3 Jednodílné GPS přijímače	33
4.4 Hybridní GPS přijímače	34
4.5 Vojenské GPS přijímače	35
4.6 Autonomní navigační systémy	36

Je mou milou povinností poděkovat na tomto místě Ing. Michalu Šerému za spolupráci, cenné rady, podnětné připomínky, které mi pomohly při vypracování této práce.

OSNOVA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Úvod	6
1 Jak GPS funguje	
1.1 Popis systému	7
1.2 Přesnost a možnosti jejího zvýšení	8
1.3 DGPS	11
1.4 WAAS (EGNOS)	12
1.5 Galileo	13
1.6 Výhledy do budoucnosti	14
1.7 Zásady bezpečnosti při používání GPS	14
2 Ovládání, možnosti práce s GPS	
2.1 Hlavní pojmy a funkce, základy	17
2.2 Satelitní stránka (SATELLITE INFO)	19
2.3 Mapová stránka (MAP PAGE)	20
2.4 Kompasová stránka (NAVIGATION PAGE)	22
2.5 Stránka s navigační dálnicí	23
2.6 Stránka s barometrickým výškoměrem	23
2.7 Trasový počítač (TRIP COMPUTER)	24
3 První spuštění GPS	
3.1 Body (WAYPOINTS)	26
3.2 Varovné body (PROXIMITY POINTS)	27
3.3 Prošlé trasy (TRACKLOGS)	27
3.4 Navigační trasy (ROUTE)	27
4 Typy GPS přijímačů	
4.1 Turistické GPS přijímače (Outdoor)	29
4.2 Námořní GPS přijímače	32
4.3 Letecké GPS přijímače	33
4.4 Aplikační GPS přijímače	34
4.5 Vojenské GPS přijímače	35
4.6 Automobilové navigační systémy	36

4.7 Propojení GPS s notebookem nebo PDA	39
4.8 Mobilní telefony s GPS	40
4.9 Hodinky s GPS	42
4.10 Přesné geodetické GPS přijímače	43
4.11 Oblasti použití, aplikace GPS	43
5 Aplikace využívající GPS	
5.1 Pasivní sledování vozidel	46
5.2 Aktivní sledování vozidel	47
5.3 Zabezpečení vozidel a mobilních objektů	47
5.4 Časové servery	48
6 Závěr	50
7 Použitá literatura	51

Úvod GPS navigace

Již se Vám někdy stalo, že jste zabloudili v neznámém terénu a nemohli najít cestu zpět? Že jste našli skvělé místo, kde rostou houby, a teď si nemůžete vzpomenout, kde přesně to bylo? Nebo při hledání adresy ve městě, kde jste poprvé, stále jezdíte dokola a pořád nemůžete natrefit na tu správnou ulici?

S družicovými navigačními přístroji, neboli „GPSkami“ nemůžete mít takové problémy. Kdykoliv, kdekoliv na Zemi a v jejím okolí máte možnost s použitím GPS přístroje znát svoji přesnou polohu. Původně vojenský navigační systém prošel úspěšnou zkouškou ve válce v Perském zálivu. Jeho pomoc byla natolik přínosná, že bylo rozhodnuto o jeho dalším rozvoji a bezplatném uvolnění pro mírové využití civilním uživatelům, tedy každému z nás. Od té doby GPS technologie obohatila řadu oborů a změnila náš pohled na navigaci. Díky stále masovějšímu nasazování do stále nových oborů a aplikací se GPS stává součástí našeho běžného života.

1 Jak GPS funguje

1.1 Popis systému

Zkuste si představit, že okolo Země neustále ve výšce 20 tisíc kilometrů obíhá skupina družic, vysílajících nepřetržitě signál na Zemi, a že existuje malá krabička, která díky tomuto signálu dokáže zaměřit s přesností do několika metrů pozici kdekoliv na povrchu Země. Bez ohledu na počasí, denní či roční dobu, bez jakýchkoliv poplatků.

Systém GPS (Global Position System) je původně vojenský navigační systém armády Spojených států amerických. Od začátku 90. let je systém přístupný i pro civilní uživatele po celém světě.

Systém je založen na výpočtu vzdáleností mezi uživatelem na Zemi a družicemi na oběžných drahách ve výšce přibližně 20 000 km. Aktivních družic je celkem 24. Znamená to, že nad jakýmkoliv místem na Zemi je možnost příjmu z maximálně dvanácti družic, ostatní se v daný okamžik nachází nad protilehlou stranou Země. Pro výpočet polohy je nutno zpracovat signál z minimálně tří družic, pro výpočet polohy i s výškou je zapotřebí signál ze čtyř družic.

Vzdálenost mezi družicí a přijímačem se počítá na základě měření časového rozdílu mezi okamžikem vysílání signálu družicí a okamžikem příjmu signálu GPS přijímačem. Se znalostí minimálně tří vzdáleností mezi přijímačem a družicí a s informací o poloze družice v okamžiku vysílání signálu je možné určit polohu přijímače na Zemi.

Jelikož se vzdálenost mezi družicí a GPS přijímačem určuje na základě přesné znalosti časového rozdílu mezi vysíláním a příjmem signálu z družice, je každá z družic vybavena velice přesnými atomovými hodinami. Kdyby GPS přijímače na Zemi měly stejné hodiny, byly by neúnosně drahé a objemné. Pro GPS přijímače se proto používají jednodušší hodinové strojky, podobné těm v digitálních hodinkách, které se po příjmu signálu z družice přesně synchronizují na čas atomových hodin z družic. Pro představu, pokud by čas v GPS přijímači byl rozhozen oproti družicím o hodnotu jedné tisícin vteřiny, došlo by k chybě v řádu 300 km.

Každý z GPS přijímačů by měl mít v paměti informace o tom, kde se jednotlivé družice na obloze vyskytují. Každá z družic vysílá v signálu přibližné informace o ostatních družicích na oběžné dráze—tato data se nazývají „almanach“ a současně přesné informace o sobě—tato data se nazývají „efemeridy“.

Pokud GPS přijímač nabyl nikdy spuštěn, nebo uplynula od spuštění doba delší než cca 2–3 měsíce, nebo byl spuštěn na místě vzdáleném od současné pozice (cca 200–500 km), dochází před výpočtem pozice nejprve k ukládání „almanachu“ a „efemerid“ do paměti GPS a výpočet pozice se tak může zdržet.

Družice jsou řízeny a sledovány z několika stanovišť, která jsou umístěna rovnoměrně podél rovníku. Jelikož se nejedná o družice stacionární (zdánlivě nehybné vůči Zemi, používané například pro přenos televizních signálů), není potřeba výhled na jih, ale obecně jen výhled na oblohu.

Frekvence signálu GPS (L1/1,575 GHz) je volena tak, aby signál byl nezávislý jak na denní či roční době, tak i na počasí. Nemusíte mít tedy strach, že během bouřky, větru nebo průtrži mračen GPS přijímač nebude fungovat.

GPS přístroje jsou převážně pasivními přijímači dat z družic. Znamená to, že přístroj dokáže data z družice přijímat a zpracovávat, ale sám o sobě žádná data nevysílá. Není proto možné na dálku zjistit pozici běžného GPS přijímače, který je někde v terénu používán.

1.2 Přesnost a možnosti jejího zvýšení

Jednou z nejčastějších otázek uživatelů je, jakou přesnost jednoduché GPS přijímače obsahují. Zjednodušeně se dá odpovědět, že běžná přesnost se pohybuje okolo 7–10 metrů, závisí však především na výhledu na oblohu a počtu družic, které přijímač v době měření registruje. Při zakrytém výhledu, malém počtu družic nebo v případě odražených signálů (např. v lese) může přesnost klesnout i na 20–30 metrů. Pokud chceme dosáhnout co nejvyšší přesnosti, platí několik zásad: umožnit přijímači co nejlepší výhled na oblohu (pozor, i vlastní tělo uživatele může stínit), nechat přijímač po zapnutí po dobu kolem 5 minut ustálit na místě s dobrým výhledem a v případě nutnosti použít externí anténu.

Existují však i možnosti dalšího zvýšení přesnosti měření. Nejjednodušším způsobem je průměrování pozice u přijímačů, které to umožňují. Metoda průměrování pozice spočívá v tom, že přístroj počítá průměr z většího počtu měření v časovém rozmezí, které určí uživatel. Přesnost se zvýší na 5–7 metrů při několikaminutovém průměrování na místě s čistým výhledem. Další možností je využití tzv. „zdroje diferenciálních korekcí“ (DGPS). Pro příjem zpřesňujícího DGPS signálu je však potřeba dalšího přijímače, který se po dobu měření propojí s přijímačem GPS. S DGPS přijímačem je možné dosáhnout přesnosti 1–5 metrů, nevýhodou jsou však vyšší pořizovací ceny, které se pohybují kolem 100 tis. Kč, a navíc se platí licence za příjem DGPS signálu (cca 30 až 50 tis. Kč za celoroční provoz).

U GPS zaměření je důležité z pohledu přesnosti rozlišovat mezi měřením polohy a výšky. Měření výšky vzhledem k úzkému svazku spojnic mezi přijímačem a družicemi není ideální a přesnost zaměření výšky bývá až dvakrát horší, než zaměření polohy. Při běžném měření můžeme očekávat odchylku ve výšce kolem 15–20 metrů. Vyšší přesnost umožňují přístroje, které kombinují GPS a barometrický výškoměr, u kterých se dá výška zaměřit s přesností okolo 2 až 3 metrů.

Pokud používáme GPS přijímač s vestavěnou mapou, je potřeba vzít v úvahu, že i vestavěná mapa v přístroji má svoji přesnost odpovídající původnímu měřítku mapy. Pokud například přístrojem v terénu zaměříme průsečík silnic, které se nacházejí na mapě GPS přijímače, pravděpodobně tento zaměřený bod nebude „sedět“ na průsečík v mapě GPS přijímače. Jedním důvodem je nepřesnost zaměření pozice v terénu (obvykle okolo 7–10 m) a druhým nepřesnost vlastní mapy. Nepřesnost mapy je úzce spojena s měřítkem mapy, ze které byla odvozena digitální mapa na displeji GPS přijímače. Základní, vestavěná mapa používaná v mapových GPS přijímačích bývá odvozena z celosvětové mapy v měřítku 1:1 000 000, jejíž přesnost je do 500 m. V případě použití mapy měřítkem 1:150 000 se přesnost zobrazení skutečnosti na mapě dá odhadovat přesností 50–75 metrů, mapa s měřítkem 1: 50 000 by měla na displeji GPS přijímače „sedět“ na 30–50 metrů.

Metoda	Přesnost v poloze	Přesnost ve výšce	Čas měření
Běžné měření	7-10 m	15-20 m	průběžně
průměrování	5-7 m	10-15 m	3-5 min
GPS s barovýškometrem	7-10 m	až 2,5 m (barometr)	průběžně
GPS + DGPS	1-5 m	pod 10 m	průběžně
Postprocessing (kód)	okolo 1 m	do 5 m	1-5 min
Postprocessing (fáze)	20-60 cm	do 1 m	20-50 min
Metoda RTK (fáze v reálném čase)	do 10 cm	do 20 cm	průběžně

Tab. 1–Srovnání metod měření podle dosažené přesnosti (hodnoty přesnosti závisí na podmínkách a použitém přístroji)

Přesné geodetické GPS přístroje již dnes dokáží zaměřit pozici s přesností pod 1 metr, případně na centimetry a milimetry. Pro takové přesnosti se používá kódového, případně fázového měření metodou postprocessingu (zpracování naměřených dat zpětně v kanceláři). Jedná se ovšem o profesionální aparatury, jejichž cena se může vyšplhat až do řádu milionu korun. I tak tyto přístroje potřebují pro dosažení takových přesností poměrně dlouhou observační dobu (dobu měření) na měřeném bodě.

Jak je udávána přesnost a co hodnota přesnosti znamená? Přesnost je nejčastěji udávána tzv. *střední polohovou chybou*. Pokud známý bod zaměříme vícekrát pomocí GPS přijímače a ze zaměřených souřadnic vypočteme odchylku (chybu) od známého bodu, bude 2/3 chyb menších než hodnota střední polohové chyby.

Na displeji GPS přijímače se objevuje hodnota přesnosti označovaná jako EPE (Estimated Possition Error). Jedná se o odhad okamžité hodnoty střední polohové chyby na základě počtu dostupných družic a jejich rozmístění na obloze. Pokud od přijímače požadujeme při zaměření v terénu co nejvyšší přesnost,

vyplatí se sledovat hodnoty přesnosti udávané na displeji a od těchto hodnot odvozovat dobu vhodnou pro měření s GPS přijímačem.

Hlavní faktory, které ovlivňují přesnost zaměření pozice pomocí jednoduchého GPS přijímače jsou: ionosféra, nepřesnost chodu hodin, efemeridy (přesná znalost drah a pozic družic), toposféra, vlastní přijímač a odražené signály od okolních ploch (budovy, překážky).

Faktor ovlivňující přesnost výpočtu pozice	Podíl na celkové chybě
ionosféra	4 m
chod hodin	2,1 m
efemeridy	2,1 m
toposféra	0,7 m
GPS přijímač	0,5 m
odražené signály	1 m

Tab. 2–Podíl různých faktorů na výslednou chybu výpočtu GPS pozice

1.3 DGPS

Zkratka DGPS, jak již bylo v předchozí kapitole zmíněno, označuje diferenciální korekce pro GPS signál. Princip korekcí je jednoduchý: pokud u nepřesného přístroje známe míru jeho nepřesnosti, můžeme po odečtení chyby dostat přesnou hodnotu. Například pokud máme hodinky, které jdou o 2 minuty napřed, a víme o tom, můžeme dostat hodnotu přesného času odečtením 2 minut od času, který ukazují hodinky.

Přesně tak pracují diferenciální zdroje korekcí. Přijímač, nebo skupina přijímačů umístěná na přesně známých bodech, generuje velikost chyby v zaměření pozice známého bodu a tuto chybu předává přístrojům, které pracují kdekoli v terénu.

U každého typu diferenciálních korekcí je největším problémem přenos dat od přijímače na známém bodě k přijímači v terénu. V současné době se na pevnině nejčastěji používá přenos přes geostacionární družice. Nevýhodou jsou však vysoké poplatky jak za přijímací aparaturu (v desítkách tisíc Kč), tak i za licenci za příjem signálu (opět v desítkách tisíc Kč za rok). V pobřežních vodách se pro přenos zpřesňujících dat používá radiomajáků pobřežní služby, kde není potřeba platit roční licenci, ale dostupnost signálu je pouze omezená.

Do 1. 5. 2000, kdy byla do GPS signálu pro civilní použití vnášena umělá chyba okolo 100–150 metrů, byl rozdíl mezi běžnou přesností GPS a přesností s použitím DGPS značný. Existovalo více oborů, kde se vyplatilo investovat do DGPS vybavení, pro dosažení přesnosti okolo 3–5 metrů. Po zrušení umělého zneprášení výrazně opadl zájem o DGPS a dnes se s jeho využíváním setkáme jen výjimečně.

Svého času bylo v ČR dostupné vysílání DGPS signálu na dlouhých vlnách, které zajišťovala Fakulta elektrotechniky ČVUT v Praze, ale z finančních důvodů bylo ukončeno.

1.4 WAAS (EGNOS)

WAAS (Wide Area Augmentation Service) je modernější obdobou DGPS korekcí. WAAS signál se přenáší opět pomocí geostacionárních družic, ale již bezplatně. Další výhodou je, že WAAS signál je možné přijímat přímo prostřednictvím ručního GPS přijímače. Jednou podmínkou je, aby byl GPS přijímač již s WAAS kompatibilní (novější typy GPS přijímačů) a aby byl signál pro dané území dostupný.

WAAS je zajišťován jedinou družicí nad daným územím, celkově jsou plánovány tři družice – americká, evropská a asijská. V současné době je WAAS již dostupný po území Severní a Jižní Ameriky, během 1–2 let je plánováno zpřístupnění signálu i pro Evropský a Asijský region. V Evropě se oficiálně služba WAAS nazývá EGNOS, v Asii MSAS. Evropská družice již byla vypuštěna na oběžnou dráhu, zatím je však pouze ve zkušebním režimu. Přesnost zaměření pozice pomocí WAAS korekcí se zvyšuje z běžných 7–10 metrů

(GPS) na 2–3 metry (WAAS). Narozdíl od informací o signálu GPS, si v případě signálu WAAS přijímač nepamatuje dříve získaná data. Po zapnutí trvá proto oproti výpočtu GPS pozice delší dobu než přijímač zpracuje potřebná data pro zpřesnění pomocí WAAS.

Paradoxní je, že WAAS byl původně vyvinut pro letecké účely, ale dosud není pro letectví certifikován. Můžeme tedy na trhu najít řadu outdoorových nebo námořních přijímačů využívajících WAAS, ale žádný z leteckých přijímačů.

1.5 Galileo

Poslední dobou se objevily informace o evropské konkurenci americkému systému GPS. Tento systém se má jmenovat Galileo.

Systém Galileo je vyvíjen s ohledem na využití v letecké dopravě (přiblížení na přistání větších letadel, zahuštění letových koridorů) a má být současně schopen poskytnout další služby, které dnes GPS neposkytuje, především možnost oboustranného přenosu dat. Se systémem Galileo by tedy bylo teoreticky možné na dálku přes satelity zjistit, kde se který přijímač vyskytuje. Vzhledem k extrémně vysokým nákladům na vybudování takového systému bude pravděpodobně Galileo orientován více komerčně, než současný americký GPS systém a za popsané služby bude nutné platit provozní poplatky. V dostupných materiálech je zmiňováno, že by Galileo měl poskytovat určitou základní službu (příjem základního signálu) bezplatně.

Datum vypuštění první družice systému Galileo je plánováno na rok 2005, poslední v roce 2008. Plné fungování systému Galileo tak lze očekávat až od roku 2008–2009.

V době, kdy budou k dispozici definitivní informace o systému Galileo, lze očekávat, že se na trhu objeví kombinované přijímače GPS/Galileo, které poskytnou navíc pravděpodobně vyšší pokrytí signálem pro výpočet pozice. Bezplatné služby systému Galileo by měly být zhruba na úrovni současného GPS.

1.6 Výhledy do budoucnosti

Stejně jako v jiných oblastech techniky, i v oblasti GPS se chystá řada dalších zdokonalení systému. Jedním z nich je zpřesnění pomocí WAAS systému, dalším je LAAS (Local Area Argumentation Service) využitelný pro letecké účely.

Objevují se i projekty, které počítají se zvýšením počtu frekvencí (dnes se pro ruční civilní GPS používá jedna), což by mělo přinést další zpřesnění. Obdobně jako u systému Galileo, by se u GPS měla objevit možnost přenosu dat přes družice, například textových nebo datových zpráv (již za poplatek). Přesné časové výhledy však zatím nejsou známy.

I u GPS přijímačů dojde jistě ke zdokonalení, zejména co se týká práce s digitální mapou a rozšíření možnosti mapy dohrávat. Patří sem například propojení GPS s mobilními telefony, malými počítači nebo VHF vysílačkami tak, aby vznikl univerzální prostředek pro komunikaci a navigaci. Samozřejmě bude docházet k používání rychlejších procesorů, k posunu ke kvalitnějším, případně barevným displejům a k dokonalejšímu ovládání i prostřednictvím hlasové komunikace. Rozšířeny budou i možnosti propojení s PC a uživatelské tvorby map do GPS přijímačů.

Nové možnosti dávají předpoklad k dalšímu rozšíření aplikace GPS systémů ve všech oblastech denního života. Od dob, kdy byl GPS uvolněn pro civilní využití, prožívá celý systém neočekávaně rychlý rozvoj, který bylo velmi obtížné před pár lety předvídat. Podobný rozvoj lze s příchodem nových technologií očekávat i do budoucna.

1.7 Zásady bezpečnosti při používání GPS

Používání a navigace pomocí GPS přijímačů často poskytuje velice přesná data, alespoň co se týká terénních aktivit. GPS přijímač se během použití stává magnetem pro oko, zejména pokud s GPS začínáme. Je velice důležité si od začátku uvědomit, že prvotní je sledovat, co se děje na cestě, na silnici, na moři nebo ve vzduchu kolem nás, a teprve pak se soustředit na informace z GPS. S prohlubující se zkušeností s používáním GPS se sledování a ovládání přístroje

stává rutinní záležitostí, čímž získáme čas na sledování i dění kolem nás, na začátku to tak rozhodně není.

Největším zdrojem chyb při používání GPS je člověk, který GPS ovládá. Nejčastější chybou pak špatně zadané souřadnice bodu, na který se chceme navigovat.

Při používání GPS se proto doporučuje zpětně kontrolovat jak zadávaná data, tak i poté zobrazené hodnoty vzdálenosti a směru na cíl. Nesledujte slepě údaje na displeji, ale pokoušejte se vždy ptát, zda hodnota, kterou na displeji vidíte, je vůbec reálná. Příklad chyby: při zadávání souřadnic bodu $50^{\circ}25.351'$, $14^{\circ}21.356'$ zadáme $50^{\circ}25'35.1''$, $14^{\circ}21'35.6''$ nebo namísto 50° severní šířky zadáme 50° jižní šířky (pouze prohozením počátečního písmena N/S). Pokud máme mapový GPS přijímač, můžeme se přesvědčit, zda se zadaný bod alespoň zhruba nachází na místě, kde by měl být. Při používání nemapového přijímače můžeme zadat více bodů blízko u sebe, aby se eliminoval možný omyl zadání. Vhodným způsobem eliminace chyb ze zadání bodů je tvorba bodů nad mapou v počítači a přenos přes datový kabel. Nejvíce chyb vznikne při opisování souřadnic na papír a zpětném zadávání přes klávesy GPS.

Mějme při sobě při používání GPS náhradní sadu baterií. Můžeme se spolehnout, že nás GPS dovede z výletu zpět, pokud však dojdou baterie, budeme za ně v přírodě těžko hledat náhradu.

Před použitím v těžkých podmínkách si můžeme nacvičit práci s GPS v terénu, kde to dobře známe (stačí louka, park). Můžeme si na volné ploše do GPS uložit místa, která zpětně nalezneme (rozcestí, pařez, kámen) a mezi nimi se navigovat na cíl, případně z nich vytvořit navigační trasu a po ní se navigovat. Nejlépe se tak dozvíme, jakým způsobem GPS zobrazuje navigační data a které stránky přijímače je nejvhodnější využít.

Většina současných GPS přijímačů má k dispozici i simulační režim. Pokud budeme uvnitř budovy, můžeme tento režim použít pro nácvik ovládání. V simulačním režimu je možné nasimulovat navigaci na cíl a zdánlivě se pohybovat na mapě určitou rychlostí. Výhodou simulačního režimu je to, že přístroj spotřebovává minimální množství energie.

Vždy pamatujme, že ať už máme v GPS přijímači sebedrobnější mapu, není vhodné se spoléhat pouze na ni. Je dobré nosit sebou do zálohy papírovou mapu. I na pouhém autoatlasu se často dokážeme lépe zorientovat než na malém displeji GPS přijímače. Při práci s GPS je třeba využívat všechny smysly a zdravý rozum.

2 Ovládání, možnosti práce s GPS

2.1 Hlavní pojmy a funkce, základy

Hlavní funkcí GPS je zaměření souřadnic pozice přijímače na Zemi. Zaměření probíhá podle typu přijímače a nastaveného módu obvykle každou vteřinu, v případě úsporného režimu pak méně často, obvykle jednou za 5 vteřin. Za pohybu se z každého následujícího výpočtu souřadnic odvozují údaje, které může GPS poskytovat. Jsou to: souřadnice (position, coordinates), výška (elevation, altitude), okamžitá rychlost (speed), směr pohybu (heading), směr (bearing, course) a vzdálenost od cíle (distance to destination), čas východu (sunrise) a západu (sunset) Slunce, případně i Měsíce (moonrise, moonset), průměrná rychlost (average speed), maximální rychlost (max. speed), přesný čas (time), stopky (user timer), čas pohybu (moving time), čas zastavení (stopped time), příčná odchylka od kurzu (cross track error), čas dojezdu do cíle (ETA), zbývající čas do cíle (ETE), odchylka mezi směrem pohybu a směrem na cíl (turn). Uvedené hodnoty ve spojení s různými stránkami na displeji GPS mohou poskytovat cenné informace. Různé modely GPS přijímačů poskytují různé druhy informací a je vhodné vybírat podle požadovaného konkrétního použití vhodný model.

GPS má obvykle pro zobrazení funkcí několik základních stránek: satelitní, mapovou, kompasovou (neboli navigační) a číselnou stránku (trasový počítač) a stránku s nastavením základních funkcí.

- **BOD/WAYPOINT**—je místo na Zemi, které je uloženo jako pozice v GPS. Společně s pozicí je možné do GPS uložit symbol z databáze symbolů (dům, letadlo, stan, auto, voda, apod.) a název (alfanumerický název v rozsahu 6-10 míst dle modelu). Waypointy je možné tvořit v terénu, přenášet v souřadnicích do nebo z PC. V terénu se podle nich dá jednoduše navigovat.

- **PROŠLÁ TRASA/TRACKLOG**—je záznam v paměti GPS s body, které byly zaměřeny při pohybu v terénu. Takto zaznamenané prošlé trasy je možné ukládat v GPS, přenášet do PC nebo se podle nich navigovat oběma směry.

•**NAVIGAČNÍ TRASA/ROUTE**—je lomená linie složená z bodů, která slouží pro navigaci. Po dosažení některého z lomových bodů se navigace automaticky přepne na další bod. Navigační trasy je opět možné tvořit v GPS nebo v PC. Je možné se podle nich navigovat v obou směrech

•**MAPOVÝ GPS PŘIJÍMAČ**—tímto názvem se označují přijímače, které při zakoupení obsahují v paměti mapu určitého území, jíž lze použít pro základní navigaci. Mapa je tvořena body (města s názvem, bodové informace), liniemi (silnice, řeky, železnice) a plochami (les, vodní plocha, zastavěné území). Moderní přijímače umožňují dohrávat další podrobnější mapy do speciálních pamětí. Mapové přijímače jsou dražší než nemapové, mají však výhodu, že mají širší pole využití.

•**NEMAPOVÝ GPS PŘIJÍMAČ**—neobsahuje předebrané mapové informace vůbec a nebo obsahuje jen bodové databáze (sídla, majáky, rozcestí. ..). Narozdíl od mapového modelu nedokáže zobrazovat na mapové stránce linie a plochy, ale jen body s popisem. U nejjednodušších přijímačů je mapa na displeji tvořena waypointy, prošlými a navigačními trasami. Velmi staré přijímače dokonce ani mapovou stránku nemají a navigace se provádí jen podle číselných hodnot (souřadnice, azimut, vzdálenost).

•**PARALELNÍ 12 KANÁLOVÝ GPS PŘIJÍMAČ**—často používaný obrat znamená, že přijímač je schopen (na rozdíl od ostatních) přijímat signál dvanácti družic současně. Pokud by přijímač byl jednokanálový a „viděl“ na např. 6 družic, musel by postupně přepínat z jedné družice na druhou, což samozřejmě šestinásobně zpomaluje veškeré reakce přijímače. Stále velký kvalitní rozdíl je i mezi deseti (osmi) a dvanácti kanálovými přijímači, zejména v časech potřebných pro výpočet pozice (kolem 3 minut u deseti kanálových, narozdíl od 45 vteřin u dvanácti kanálových) a při navigaci ve ztížených podmínkách (město, les, hluboká údolí).

•**BASEMAP, základní vestavěná mapa**—jedná se o označení napevno vehrané mapy v mapovém GPS přijímači. Základní mapu není možné z paměti vymazat, je možné ji pouze zpřehlednit dohráním další mapy do přídavné

mapové paměti nebo vložením paměťového modulu s podrobnou mapou, pokud daný model podporuje použití podrobnějších map.

2.2 Satelitní stránka (SATELLITE INFO)

Satelitní stránka udává informace o počtu satelitů, které jsou na příjmu, a o síle signálu z jednotlivých družic. Satelitní stránka má obvykle podobu dvou souřadných kružnic s tečkou uprostřed a pod kružnicemi je řada čísel, nad kterými se zobrazují různě vysoké sloupečky. Kružnice zobrazují oblohu, větší znázorňuje horizont, menší zenitový úhel 45° . Tečka uprostřed znázorňuje pozici přístroje. Po obvodu větší kružnice jsou znázorněny světové strany, pomocí kterých je možné orientovat displej tak, že vidíme, jakým směrem a kde se družice na obloze nachází. Některé přístroje dokáží kružnici orientovat i ve směru pohybu, není pak nutné zjišťovat, kde se nachází sever a kružnice se při pohybu sama zorientuje.

Mezi kružnicemi jsou vykresleny družice pomocí číslic. Pokud je družice na příjmu, je její číslo zobrazeno ve tmavém čtverečku. Číslo družice mezi kružnicemi odpovídá číslům v řadě pod sloupečky. Nad každým číslem z řady se v okamžiku příjmu signálu vykreslí sloupek udávající sílu signálu. V okamžiku zapnutí nebo nalezení nové družice se nejprve vykreslí sloupeček světle. Znamená to, že z družice je dostupný signál, ale probíhá zpracování dat, aby signál byl využit pro výpočet pozice. Jakmile sloupeček ztmavne, daná družice se již používá pro výpočet (je tzv. „uzamčená“).

Na satelitní stránce je obvykle zobrazeno číslo o odhadu přesnosti zaměření, které charakterizuje kvalitu příjmu signálu GPS. Pokud vidíte na satelitní stránce, že je dostupných např. sedm družic, ale odhad přesnosti je stále nízký (např. 20–40 metrů), přesvědčte se, zda jsou všechny družice prezentovány tmavým sloupečkem. Pokud ne, raději chvíli počkejte, až se i ostatní družice „uzamknou“, přesnost zaměření by se pak měla razantně zvýšit.

Na soustředných kružnicích můžeme sledovat, jak jsou družice na obloze rozmístěny. Obecně platí, že pokud jsou všechny družice na příjmu na obloze v jedné linii (stává se to např. i v úzkých uličkách), je přesnost zaměření nižší. Čím je širší rozestup přijímaných družic a čím více družic na příjmu, tím je lepší

přesnost zaměření. Naopak zhoršení přesnosti měření způsobují družice umístěné těsně nad obzorem, kdy dochází k lomu a zpomalení signálu.

Pro příjem signálu ze satelitů GPS je potřeba přímý výhled na oblohu (družice). Šíření signálu brání materiály, jako je dřevo, kámen, voda, beton a železo, naopak signál prochází například sklem, tenkou vrstvou laminátu nebo látkou.

Na satelitní stránce můžeme sledovat, jaký vliv má náklon a držení přístroje v různých polohách, zastínění stromy či jinými překážkami. V autě se dá stanovit s pomocí této stránky ideální umístění na přístrojové desce. Pokud máme pocit, že přijímač nefunguje správně, naše první kroky by měly směřovat na satelitní stránku pro ujištění, že přístroj má dostatečný signál.

2.3 Mapová stránka (MAP PAGE)

Mapová stránka je asi nejčastěji používanou stránkou u GPS přijímačů (alespoň těch mapových). Stránka ukazuje pozici GPS přijímače v digitální mapě a během pohybu se pod námi tzv. posouvá. Pomocí kláves je možné měnit měřítko zobrazení na displeji a to podle modelu GPS od 1200 km na 1 cm displeje až po např. 5 m na 1 cm! U některých modelů je možné kurzorem „bloudit“ po displeji a zobrazovat si např. místa, ve kterých jsme se pohybovali. Na mapové stránce je na první pohled vidět rozdíl mezi mapovými a nemapovými přijímači.

Na displeji **nemapového GPS přijímače** vidíme prázdnou mapu, do které si musíme sami připravit detail, ve kterém se můžeme orientovat. Detail se tvoří tak, že z mapy odečítáme v souřadnicích body podél místa, kde se budeme pohybovat a pomocí tlačítek GPS přijímače tyto body zadáváme do paměti GPS. Při pohybu v terénu pak vidíme na displeji okolo své polohy jednoduchou schematickou mapku. Výhodou nemapových přístrojů je jejich nižší cena a to, že v odlehlých oblastech, kde zatím neexistuje podrobná mapa, jsou na tom mapový i nemapový přístroj stejně.

Mapové GPS přijímače zobrazují na displeji vestavěnou mapu (u evropských přístrojů většinou podrobnější mapu Evropy, Afriky a Středního Východu) a nad touto mapou máme možnost změny měřítka mapy stejnými nástroji, jako

u nemapových přijímačů, případně dohrání detailnější mapy do přídavné paměti (pokud to model umožňuje a pokud jsou a máme podrobnější mapy). Stejně tak jako u nemapových GPS přijímačů máme možnost prohledávat kurzorem mapu, u mapového modelu ale prohledávání konečně získává smysl. Výhodou mapového modelu je to, že má mnohem více možností pro využití a není nutné před cestou trávit čas přípravou podrobné mapky, která se navíc například při cestách do zahraničí těžko shání. Mapový model se tak stává skutečnou „hračkou“ a ve spojení s dohranou podrobnou mapou nabízí širokou škálu dalších funkcí. Nevýhodou jsou vyšší ceny těchto přijímačů. Mapová stránka má dvě základní orientace zobrazené mapy:

- **Orientace směrem k severu**—mapový displej je orientován svislou stranou k severu a poloha na displeji jakoby „kličkuje“.

- **Orientace ve směru pohybu**—v rohu displeje se zobrazí šipka ukazující směr k severu, poloha a směr pohybu směřuje vždy nahoru ve směru displeje. Celá mapa se na displeji jakoby podtáčí.

Orientace mapy se nastavuje nejčastěji v položce „MAP ORIENTATION“ nebo ORIENTACE MAPY, volby jsou „NORTH“ (k severu) nebo „AHEAD“ (čelem).

Na mapové stránce se často objevuje tzv. chybová kružnice, neboli kruh kolem aktuální polohy, který by měl podle manuálů ukazovat okolí bodu, ve kterém by se měla nacházet správná poloha přijímače. Na displeji však kruh ukazuje např. poloměr 500 m. Skutečnost je taková, že kolečko je kombinací nepřesnosti zaměření a nepřesnosti digitální mapy. Nad základní mapou je tedy kolečko větší než nad mapou podrobnější, dohranou. U některých dokonalejších přístrojů lze kolečko vypnout funkcí ACCURACY CIRCLE-ON/OFF, u jednodušších přístrojů se s kolečkem musíme smířit.

Příjemnou vlastností u některých přístrojů je možnost zobrazení číselných polí na části mapového displeje. Můžeme tak spolu s mapou sledovat číselný údaj o rychlosti pohybu, směru pohybu či směru na cíl, u některých modelů jsou tyto

hodnoty přednastavené, u některých můžeme volit z široké škály funkcí, které lze v číselném poli zobrazit.

2.4 Kompasová stránka (NAVIGATION PAGE)

Kompasová stránka má podobu digitálního kompasu. GPS kompas určuje směr pohybu a orientaci ke světovým stranám. Na okraji kompasu jsou naznačeny světové strany a v případě aktivní navigace se přes kompas nakreslí šipka ukazující směr k cíli. Bylo by omyl si myslet, že GPS kompas dokáže reagovat tak pružně, jak je tomu u obyčejného kompasu, GPS reaguje na změnu pozice, to znamená, že i GPS kompas reaguje pouze za pohybu a směr vztahuje ke směru pohybu. Není však citlivý na magnetická či elektromagnetická pole. Výjimkou jsou přístroje, které spojují GPS s elektromagnetickým kompasem, kde kompas dokáže reagovat tak, jako běžně známý střílkový kompas. U takových přístrojů (samozřejmě dražších) je možné preferovat GPS nebo elektromagnetický kompas.

Současně s kompasem je možné zobrazovat různé číselné údaje podle nabídky konkrétního modelu GPS. Některé přijímače nabízejí zvolit velikost čísel a kompasové družice tak, aby čísla mohla být čitelná i při použití v autě či letadle, kde je potřeba rychle číst hodnoty na displeji. Některé modely umožňují výběr zobrazovaných číselných údajů podle volby uživatele.

Navigace na cíl se provádí tak, že vyhledáme v paměti bod, na který se chceme navigovat a zvolí se funkce GOTO (při českém ovládání NAVIG), který bývá někdy na přístroji jako samostatná klávesa, někdy se nachází na displeji jako volba, na kterou se najede pomocí kurzoru a potvrdí se klávesou ENTER.

Navigační šipka u kompasu může mít podle typu přístroje dvě podoby. První je navigace z aktuální pozice přímo na cíl (obvyklé). Druhou je navigace na kurz. Kurz je zadán v okamžiku zapnutí navigace na cílový bod tak, že si GPS zapamatuje místo zadání navigace, spojí ho s pozicí cílového bodu a dále nás naviguje na spojnici výchozí–cílový bod. Šipka na kompasu se chová jako šipka v předchozím případě pouze tehdy, pokud se pohybujeme přímo po spojnici, jinak se uprostřed takzvaně „vylomí“ část úsečky, vyskočí v rámci kompasu bokem mimo šipku a ukazuje směr a hodnotu příčné odchylky od spojnice výchozí–cílový

bod. Tento způsob navigace je využitelný při přesnějších navigacích, např. na lodi nebo v letadle. V angličtině má první způsob navigace označení BEARING (bearing pointer), druhý COURSE (course pointer).

2.5 Stránka s navigační dálnicí

Stránka s navigační dálnicí je obdobou kompasové navigační stránky a není k dispozici u všech typů GPS přijímačů. Na rozdíl od kompasové navigační stránky dokáže zobrazit nejen směr k cíli, ale i názorně hodnotu příčné odchylky (je vidět, zda se nacházíme od zobrazené dálnice nalevo nebo napravo) a při navigaci podél navigační trasy je možné sledovat informace o tom, kam se ubírá navigační trasa za otočným bodem.

Šipka, která ukazuje na kompasové stránce na příští trasový bod se při dosažení tohoto bodu náhle „zlomí“ a začne ukazovat na následující bod. Naopak, na stránce s navigační dálnicí je k dispozici trojrozměrný pohled na navigační trasu a ještě před dosažením trasového (otočného) bodu se můžeme připravit na to, že budeme měnit kurz pohybu například o 90° doprava.

Stránka s navigační dálnicí je výhodná především u přijímačů, které jsou využívány pro létání (paragliding, UL, plachtění) a námořní navigaci. Při létání může tato stránka nahradit HSI stránku (Horizontal Situation Indicator), pokud u daného modelu GPS není dostupná.

Častým omylem je domněnka, že navigační dálnice ukazuje silnici nebo trasu po silnicích. Navigační dálnice zobrazuje pouze trojrozměrný náhled na kurzovou linii (vzdušnou spojnicí otočných bodů trasy). Trojúhelník ve spodní části displeje charakterizuje pozici GPS přijímače a hrot trojúhelníka zobrazuje směr pohybu.

2.6 Stránka s barometrickým výškoměrem

Stránka s barometrickým výškoměrem je specialitou pouze několika GPS přijímačů na trhu (Garmin eTrex Summit, eTrex Vista, GPSMAP 76S). Modely vybavené barometrickým výškoměrem poskytují dvojí, nezávislou výšku (GPS a barometrickou) a dokáží zobrazit výškový profil prošlé trasy. Kromě výškového

profilu je možné na displeji vykreslit vývoj barometrického tlaku v uplynulém čase, podle kterého je možné určit krátkodobou předpověď počasí.

Kombinované přístroje GPS s barovýškoměrem nachází uplatnění především v létání, vysokohorské turistice, horolezectví a námořní navigaci. Tedy tam, kde dochází k výrazným výškovým změnám a tam, kde je člověk závislý na změnách počasí.

Na této stránce je současně dostupná výšková statistika (počet nastoupaných, naklesaných metrů, maximální, minimální výška, průměrné, maximální, minimální stoupání a klesání). Barometrický výškoměr v GPS má oproti digitálním výškoměrům tu výhodu, že není nutné provádět ručně kalibraci a barometr může přebírat kalibrační data automaticky z GPS. Jednou z výhod kombinace barometrického výškoměru s GPS je zajištění vyšší přesnosti ve výšce, která bývá u GPS dvakrát horší než přesnost pozice. Přesnost barometrického výškoměru se pohybuje okolo 2,5 m při použití ruční kalibrace.

2.7 Trasový počítač (TRIP COMPUTER)

Stránka trasového počítače je velmi jednoduchá: Zobrazují se zde různé číselné hodnoty, které mají vztah k pohybu. Některé přístroje nedokáží měnit zobrazovaná pole tak, že by bylo možné zobrazit libovolnou funkci a udávají například: průměrnou rychlost pohybu (AVG SPEED), maximální rychlost (MAX SPEED), čas jízdy (TRIP TIME), čas zastavení (STOPPED TIME), celkový čas (TOTAL TIME) či projitou vzdálenost (ODOMETER). Některé přístroje dokáží číselná pole libovolně měnit tak, aby byly zobrazené ty hodnoty, které chceme sledovat (až třeba po čas západu, východu Slunce nebo napětí na bateriích), a navíc v tom místě obrazovky, kde se nám to zamlouvá. Někdy můžeme zvolit i počet číselných polí a velikost zobrazovaného pole.

Trasový počítač samozřejmě umožňuje vynulovat hodnoty maximální rychlosti, počítadla kilometrů, průměrné rychlosti a časů. Nulování se nejčastěji provádí pomocí klávesy MENU, nebo pomocí místního menu na displeji.

Stránku trasového počítače je možné s výhodou využít v případě, kdy chceme vidět více hodnot pohromadě na jednom displeji a na kompasové stránce

je nedostatek číselných polí. Můžeme zde najednou zobrazit např. okamžitou rychlost, směr na cíl, zbývající vzdálenost od cíle a aktuální informaci o čase. Počet číselných polí a možnosti volby zobrazovaných funkcí závisí na modelu přijímače.

3 První spuštění GPS

Za první spuštění se považuje okamžik, kdy přístroj přijde z výroby a je poprvé zapnut v terénu. Pokud se nechá přístroj pouze zapnutý, začne probíhat tzv. AUTOLOKALIZACE. Jedná se o to, že přijímač si ve své paměti uchovává informace o pohybu družic nad místem, kde se naposledy nacházel. Při běžném spuštění tedy ví, které družice by měly být na výhledu a přesně ty družice začne i vyhledávat. Pokud předtím ale nikdy spuštěn nebyl, má paměť prázdnou a nějaký čas trvá, než si tyto informace z družic zjistí.

Při prvním spuštění je možné přijímači pomoci tak, že mu sdělíme, že se nachází jinde, než sám podle posledně získané souřadnice očekává, nebo když mu zadáme přibližné místo, kde se nachází. Takové pomoci se říká „inicializace“. Některé velmi staré přístroje ji dokonce při prvním spuštění vyžadují (někdy i se zadáním výšky), moderní dají jen nabídku, zda chceme inicializaci udělat ručně nebo automaticky.

K autolokalizaci však může dojít i v jiném případě, než po zakoupení nového přístroje:

- Pokud přístroj nebyl několik měsíců spuštěn, může dojít k tomu, že informace o družicích v paměti GPS jsou již zastaralé a je potřeba je obnovit
- Pokud změníme pozici, kde byl naposledy GPS zapnut (o cca 500 km). V tomto případě dochází k tomu, že přijímač hledá na výhledu jiné družice, než skutečně jsou (díky změněné pozici)
- Pokud je v přístroji slabá záložní baterie a přístroj nedokáže udržet informace v paměti, dochází k autolokaci při každém spuštění. Baterie se v takovém případě dá vyměnit, ale je lepší se obrátit na zkušený servis.

3.1 Body (WAYPOINTS)

Představme si, že jedeme na dovolenou autem a zastavíme se cestou v cizím městě. Zaparkujeme na neznámém parkovišti a vydáme se pěšky do středu města. Pokud máme s sebou GPS přijímač, nemusíme se starat o to, ve které ulici jsme auto nechali. Pomocí prvku, který se nazývá „bod“ neboli „WAYPOINT“

zaznamenáme pozici, kde se automobil nachází, zadáme název waypointu, v tomto případě zřejmě „AUTO“ a navíc můžeme vybrat pro auto vhodný symbol. Kdykoliv se budeme chtít dostat zpět k autu, stačí aktivovat navigaci na bod „AUTO“ a sledovat směr, který nám ukáže navigační šipka GPS přijímače.

Nejčastěji mají GPS přijímače paměť na 500 waypointů. S waypointy se dá dále pracovat tak, že je můžeme tvořit, mazat, měnit názvy, symboly, dokonce i souřadnice. Je možné body přenášet do PC a tam je uchovávat pro případ, že se budeme do stejného místa někdy vracet.

3.2 Varovné body (PROXIMITY POINTS)

Varovné body jsou zvláštním typem waypointu a tuto funkci nenabízí zdaleka všechny přístroje. Pokud některý waypoint označíme jako varovný, kdykoliv se k tomuto bodu přiblížíme na nastavenou vzdálenost, bude nás GPS varovat o přiblížení. Typickým, ne však běžným, příkladem je minové pole s uloženými souřadnicemi min. Kdykoliv bychom se dostali na nebezpečnou vzdálenost od miny, byli bychom informováni o hrozícím nebezpečí.

3.3 Prošlé trasy (TRACKLOGS)

GPS je schopen ukládat trasu, kterou jsme s GPS v terénu prošli, zobrazovat ji na displeji, v případě potřeby ji uložit a kdykoliv potom se po ní navigovat v obou směrech. Typickým příkladem použití je chůze v horách, kdy se může náhle začít stmívat, padnout mlha nebo se spustit sněhová vánice a my můžeme ztratit cestu zpět. Aktivací zpětné navigace po prošlé trase nás GPS povede detailně po trase, kterou jsme již jednou prošli.

3.4 Navigační trasy (ROUTE)

Navigační trasa je lomená linie poskládaná z waypointů, na kterou nás GPS naviguje. Navigace mezi lomovými body probíhá vždy vzdušnou spojnici—tedy způsobem směr, vzdálenost. Je to podobné jako navigace na jednotlivý bod s rozdílem, že do trasy můžeme za sebe postupně zařadit více bodů. Pojedeme-li z jednoho města do druhého a budeme potřebovat na silnici sledovat ukazatele na

dílčí cíle mezi těmito městy, můžeme takovou trasu poskládat v GPS přijímači, který nám průběžně bude hlásit, které město na tabulích hledat. Trasu je možné tvořit přímo v GPS nebo v PC. Při vybočení z trasy nás přístroj dokáže upozornit na to, že jsme opustili plánovanou trasu, nedokáže však navrhnout jinou, alternativní a vede nás stále na trasu předem naplánovanou.

4 Typy GPS přijímačů

4.1 Turistické GPS přijímače (Outdoor)

Nejširší kategorie GPS přístrojů. V této skupině se klade důraz na velikost přístroje, aby GPS nebyl při cestování zátěží (hmotnosti kolem 200 g), na co největší výdrž baterií (kolem 15 hodin na dvě AA baterie), jednoduché, intuitivní ovládání a příjemný design. Přístroje se dělí na mapové a nemapové. Mapové mají vyšší ceny, ale mnohem širší použití.

Všechny přístroje této kategorie mají stejnou přesnost pro určení polohy: 7 až 10 m, při určení výšky pomocí GPS je to 15 až 20 m. Některé přístroje se vyrábí s vestavěným barometrickým výškoměrem, který zvýší přesnost určení výšky na 2,5 m. Většina přístrojů naviguje po vzdušné spojnici mezi body způsobem směr/vzdálenost.

Současné přístroje umožňují ukládat své vlastní body (waypointy) s názvem, symbolem a souřadnicí, vytvářet z bodů navigační trasu, po které jsou schopny navigovat, ukládat prošlou trasu a v případě potřeby navigovat po prošlé trase zpět. Ukazují aktuální rychlost, směr a vzdálenost od cíle, čas dojezdu do cíle, průměrnou rychlost, maximální rychlost, východ a západ slunce, počítadlo prošlé trasy, směr pohybu, přesný čas a datum. Ukazují sílu a kvalitu signálu z družic, mají možnost nastavení různých souřadnicových systémů, světových časových zón, jednotek délky, výšky i úhlů. Umožňují připojení na externí napájení nebo připojení k osobnímu počítači pro vyhrávání a nahrávání dat oběma směry. Napájení je ve většině případů řešeno tužkovými bateriemi, je možné používat i dobíjecí články. Přístroje mají většinou černobílý displej s možností odsvícení a nastavení kontrastu.

Mapové přístroje prodávané v Evropě mají v paměti uloženou mapu celého světa s větší podrobností pro Evropu, Afriku a Střední Východ. Do přepisovatelné paměti dokáží dohrát další, detailnější mapu až např. do podrobnosti jednotlivých ulic (záleží však na nabídce od výrobce, podrobné mapy jsou poměrně drahé). Nad vestavěnou mapou je mnohem snazší orientace, vestavěná mapa dokáže provést napříč kontinentem po hlavních komunikacích, rozhodně se nedá použít

k navigaci na konkrétní adresy. Příkladem jsou: **Garmin eMap**, eTrex Legend, GPS III plus, GPS 12MAP, GPSMAP 410, GPSMAP76, Meridian.



Obr. 1-Ukázka GPS přístroje Garmin eMap-obsahuje vestavěnou mapu celého světa a podrobnější mapu Evropy.

Přístroje s **vestavěným barometrem** jsou vhodné do oblastí, kde je požadavek na přesnou nadmořskou výšku. Další možností je krátkodobá předpověď počasí na základě 12 hod. záznamu barometrického tlaku vzduchu. Na rozdíl od barometrů zastavěných od hodinek není nutné barometr v GPS neustále kalibrovat. GPS přijímač má svůj vlastní zdroj nadmořské výšky, který pro účely kalibrace plně dostačuje. Barometr v GPS je tím pádem mnohem spolehlivější a všestrannější. Je možné zvolit automatickou nebo ruční kalibraci, u ruční pak kalibraci na známou výšku, místní tlak nebo tlak přepočtený na hladinu moře. Příkladem jsou: eTrex Summit, **eTrex Vista**, **GPSMAP76S**.



Obr. 2-Ukázka přístroje GPSMAP76S (univerzální přístroj vhodný pro navigaci ve vodě, na zemi i ve vzduchu) a Garmin eTrex Vista (nejluxusnější verze z řady přijímačů eTrex. Jedná se o kombinaci schopností verze *Summit* a *Legend* v jednom přístroji.

GPS přístroje vybavené **elektromagnetickým kompasem** dokáží určit správný směr i bez pohybu, případně bez GPS signálu. Elektronický kompas je ovlivnitelný vnějším magnetickým polem a je poměrně náročný na spotřebu baterií. Je však možné jej vypínat delším stiskem jedné klávesy, nebo automaticky při dosažení určité hraniční rychlosti. Příkladem jsou: eTrex Summit, eTrex Vista, GPSMAP 76S.

Nově se na trhu objevují přístroje s možností optimalizace trasy. Optimalizací rozumíme vyhledání nejrychlejší nebo nejkratší trasy mezi mou pozicí a cílem, nebo mezi dvěma body. Tyto přístroje umožňují již navigaci křižovatku po křižovatce a jsou tak předurčeny pro použití v autě nebo na motocyklu. Příkladem jsou GPS V, StreetPilot III, NavTalk GSM, GPSMAP 196.

Přístroje jsou konstruovány tak, aby dlouhodobě vydržely používání v přírodě. Měly by snést běžný pád na zem, krátkodobé ponoření do vody, případně i vibrace na řídítkách horského kola.

Oblasti používání: pěší turistika, autoturistika, kolo, motocykl, UL létání, paragliding, sběr dat pro GIS, námořní navigace.

4.2 Námořní GPS přijímače

U námořních přístrojů (tzv. plotterů) je kladen důraz na poskytnutí podrobných navigačních údajů (díky tomu jednoduché námořní modely nacházejí uplatnění i u paraglidingu nebo UL létání). U větších přijímačů je pak kladen důraz na velikost a přehlednost displeje. Větší přístroje bývají pouze na externí napájení a se stojánkem se montují na palubní desku.

U námořních plotterů existují i sdružené přístroje GPS se sonarem, které mohou na displeji vedle mapy zobrazovat i průběh dna pod lodí, případně pro další využití i průběžně registrovat souřadnice a hloubku místa, kde se loď právě nachází. V některých aplikacích se sdružené přístroje používají pro zmapování dna vodních nádrží nebo zatopených říčních koryt. Objevují se i případy, kdy přístroj usnadňuje lov ryb na vodních nádržích, kdy lze pomocí sonaru vyhledat místa, kde se zdržují hejna ryb a pomocí GPS přijímače tato místa zaznamenat pro opakovanou navigaci.

Námořní trh je jedním z největších odbytišť GPS přijímačů. Už proto je v kategorii námořních GPS největší výběr od ručních GPS, po mapové plottery, od černobílých, po barevné displeje. Námořní přístroje se všeobecnými funkcemi nijak neliší od turistické řady, ale přístroje bývají opatřeny některými speciálními funkcemi:

-MOB („muž přes palubu“)—tato funkce díky stisku jedné klávesy dokáže zaznamenat aktuální pozici a okamžitě aktivovat navigaci zpět na toto místo.

-Utržení kotvy—funkce, která nachází uplatnění při kotvení lodi. Přístroj dokáže zvukově upozornit na nežádoucí pohyb lodi (např. při utržení kotvy v noci). U funkce je možné nadefinovat okruh, ze kterého se loď (či spíše GPS přijímač) nemá dostat.

-Varovné body—umožňují definovat, ke kterým místům se nechceme přiblížit. Přijímač při jakémkoliv pohybu databázi těchto bodů neustále kontroluje vzhledem k přiblížení. Pokud se přiblížíme k některému z varovných bodů na vzdálenost menší, než jsme zadali, GPS nás začne varovat.

Námořní přijímače existují opět *mapové* a *nemapové*

Ty nejjednodušší nemapové přijímače zobrazují číselné souřadnice a neumí ani pracovat s waypointy a jejich použití je velice omezené. Většina nemapových přístrojů však má podobné funkce jako mapové přístroje, bez možnosti zobrazení či dohrání mapy. Tyto přístroje existují ruční (např. Garmin GPS48, GPS76, Magellan 320) nebo na externí napájení (GPS152).

Mapové přijímače jsou dražší, obsahují podobně jako turistické modely mapu celého světa s podrobnější mapou Evropy, Afriky a Středního Východu. Vestavěná mapa často nestačí pro orientaci na moři či v pobřežních vodách a pro lepší orientaci je potřeba dokoupit podrobnou námořní mapu. Podle použitého typu dohrávané podrobné námořní mapy se dělí přístroje na ty, které používají předebrané mapové karty (starší typy, jako např. GPSMAP 175, 180, 225 od firmy Garmin nebo přístroje značky Seiwa MILENNIUM, NAUTILUS, OYSTER), nebo mapu samy dohrávají do vnitřní paměti či prázdných paměťových karet (Garmin GPSMAP162, GPSMAP176, GPSMAP2006, ..)

Nevýhodou předebraných karet je, že karta je použita jen pro jednu mapu (např. Chorvatsko) a často jsou na kartách dostupné pouze námořní mapy. Ve chvíli, kdy bychom chtěli takový přístroj použít pro navigaci i jinde než na lodi, jeho užitná hodnota klesá. Výrobci podrobných námořních map na kartách jsou například: Garmin, C-MAP nebo Navionics.

Výhodou námořních modelů je vysoká odolnost proti agresivnímu prostředí (slaná voda, výkyvy teplot, vibrace. ..), široká škála navigačních funkcí s podrobným uživatelským nastavením a široký výběr od malých přístrojů bez mapy až po velké plottery na zabudování.

4.3 Letecké GPS přijímače

Pro letecké použití (zejména pro sportovní létání, UL, paragliding) se často používají přijímače z oblasti turistických či námořních, v tomto odstavci však budou stručně popsány ty přístroje, které se řadí do speciální kategorie „leteckých GPS“.

Na první pohled se tyto přístroje liší od výše popsanych modelů cenou. Ceny leteckých přijímačů bývá běžně až o polovinu vyšší než u srovnatelných „outdoorových“ modelů. Důvodem tohoto rozdílu jsou přísnější kritéria, jímž musí letecké přístroje vyhovovat.

Většina leteckých přijímačů dnes již obsahuje prvky letecké Jeppesen databáze ať už pro Evropu, či pro celý svět. V přijímači tak najdeme základní informace o letištích, zakázaných prostorech, prostorech s omezeným leteckým provozem, hlášené body apod. Přijímač nás upozorní, pokud se například dostaneme do blízkosti prostoru s omezeným letovým provozem na to, že bychom si měli zvýšit pozornost, či se ohlásit.

Přístroje se opět dělí podle různých hledisek do několika kategorií: nemapové (GPS 92), mapové (GPSIIIpilot, GPSMAP 196, GPSMAP 295); volně stojící (GPSIIIpilot, GPS 195), zabudované (GNS430, GNS530); na baterie, s externím napájením.

U leteckých modelů je možné pravidelně aktualizovat vnitřní Jeppesen databázi např. jednou za měsíc, jednou za rok. ... Ceny takových aktualizací však mohou být poměrně vysoké (až kolem 8000,- Kč), a proto se vyplatí data aktualizovat až v okamžiku, kdy v oblastech, kde létáme, nastaly změny.

Moderní přístroje (GPSMAP 196, GPS 295) již dokáží opět jako nejnovější námořní či outdoorové modely používat podrobné dohravatelné mapy. GPSMAP196 dokáže jako zatím jediný přijímač zobrazovat letecké, námořní i pozemní mapy a navíc má funkce automatické navigace křižovátku po křižovatce do automobilu. Takové modely jsou opravdu univerzální pro použití ve všech oblastech.

Výhodou „leteckých“ modelů je dostupnost leteckých dat přímo na displeji, upozornění na přiblížení se k některému z důležitých prvků letecké databáze nebo u vyšších modelů například funkce vektorového přiblížení na přistávací dráhu.

4.4 Aplikační GPS přijímače

Aplikační GPS přijímače jsou připraveny pro zabudování do dalších systémů, které z GPS přejímají a dále zpracovávají některá data. GPS přijímač tak

bývá zdrojem přesné informace nejen o poloze, ale i např. o směru a rychlosti pohybu, často se využívá přesného časového signálu, či vteřinového pulsu (s přesností na mikrosekundy).

Aplikační přijímač může mít podobu otevřené destičky ve velikosti krabičky od zápalek s konektorem na externí anténu, nebo i s anténou může být umístěn v pouzdře, které vypadá podobně jako počítačová myš. Aplikační přijímače nemají ani klávesnici, ani displej.

Aplikační přijímače se dají jednoduše použít i pro propojení s notebookem či PDA v autě, tyto přijímače komunikují pomocí NMEA vět, předem je u nich možné naprogramovat, jak často a jaký typ vět mají přenášet.

Z některých aplikací, ve kterých se aplikační GPS přijímače používají, lze jmenovat např. časové servery pro řízení času počítačových sítí či vzdálených počítačů, sledování pohybu vozidel (elektronická kniha jízd), zabezpečovací systémy, sledování objektů v reálném čase. Příkladem aplikačního modelu je GPS25 LP, GPS35 LP.

4.5 Vojenské GPS přijímače

Základním rozdílem mezi civilním a vojenským přijímačem by měla být možnost vojenského přijímače zpracovávat i zakódované informace (tzv. P kód) a dosahovat tím vyšší přesnosti. Po odstranění uměle vnášené chyby SA se civilní přijímače dostaly blízko k přesnosti vojenských a na území s vypnutou SA chybou by měly být oba přijímače srovnatelné (vojenské by měly mít teoreticky vzhledem ke zpracování dvou frekvencí najednou stále vyšší přesnost, není to již ale rozdíl jednoho řádu). Na územích se zapnutou chybou, či s vypnutým signálem pro civilní použití vůbec, by vojenské přijímače běžely stále bez omezení.

V budoucnu je pro oblast vojenských přijímačů plánováno rozšíření GPS signálu o tzv. „M“ kód, který by měl umožňovat zablokovat signál pro konkrétní přijímač podle výrobního čísla. Důvodem by bylo, aby přijímač, který se dostane do rukou protivníka bylo možné vyřadit z provozu.

Setkat se se skutečně vojenským přijímačem je poměrně vzácné a rozhodně tyto přijímače nejsou běžně na trhu k sehnání.

4.6 Automobilové navigační systémy

Jedná se o přijímače, které umí navigovat křižovatku po křižovatce a někdy i hlasem v autě navigovat po optimální (nejkratší či nejrychlejší) trase k cíli. Vzhledem k rychlému vývoji na trhu se i do této oblasti dostaly přenosné přístroje.

Vestavěné navigační systémy jsou systémy ve velikosti autorádia, případně o málo větší, které v autě poskytují informace o nejbližších odbočkách, dokáží vypočítat nejrychlejší či nejkratší trasu k cíli. Některé ze systémů spolupracují s pozemním vysíláním o dopravní situaci a umí řidiče vést místy s nejmenším provozem na silnici (tento systém funguje především v Německu). Kromě GPS přijímače je navigační systém vybaven mechanikou pro mapové CD-ROM disky, na kterých jsou uloženy informace o silniční síti daného státu. Některé systémy jsou jednoduché, s informací o vzdálenosti a směru odbočky, některé mohou být vybaveny velkým víceúčelovým LCD displejem, na kterém lze sledovat aktuální pozici uživatele nad podrobnou mapou. Pro případ zastínění GPS signálu se u dokonalejších systémů přebírá rychlost jízdy přímo z vozidla, současně se změnou směru jízdy (např. pomocí gyroskopu). V případě chybného odbočení nebo neohlášené objížděky dokáží přístroje přepočítat navigační trasu a navigovat opět po nejvýhodnější trase k cíli. V systému je možné přímo vyhledávat adresy, restaurace, hotely, parkoviště.... Systém počítá s jednosměrkami, podjezdy, nadjezdy, kruhovými objezdy a dokáže i hlasově navigovat pomocí repro soustavy v autě.

Vestavěné systémy jsou závislé na dostupnosti digitálních map na speciálních CD-ROM discích. V oblastech, kde tyto mapové CD-ROM nejsou dostupné, je funkce celého systému velmi omezena a na displeji se auto pohybuje po prázdné ploše.

V ČR je zatím takové CD dostupné pouze na silniční síti dálnic a silnic I. třídy a uliční mapou Prahy a Mladé Boleslavy. CD vzniklo za velké pomoci koncernu Škoda. Na evropském trhu existují dva výrobci takových map, firma TeleAtlas (např. VW, Škoda) a firma NavTech (BMW, Chrysler). Jimi dodávané mapy nejsou navzájem kompatibilní. Mapa České republiky by se měla postupně

dostat na úroveň západní Evropy, dá se počítat, že se tak dostane v průběhu cca 1 až 2 let.

Levnější typy vestavěných systémů jsou ve velikosti autorádia a mají na displeji pouze šipku se směrem odbočení. Dražší typy mají větší displeje s mapou, které se dají u dokonalejších systému kombinovat s televizí, DVD či videem.

Výhodou těchto přístrojů je vysoký komfort navigace a fungování i v zastíněném území. Systém aktualizuje data z družic jednou za cca 20 vteřin a ostatní údaje snímá z vozidla. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací ceny jak přístrojů, tak i mapových CD-ROM. Přístroje se také nedají jednoduše přenášet mezi různými vozidly nebo jednoduše vyjmout po opuštění vozidla. Příkladem výrobců jsou firmy Blaupunkt, Kenwood, Clarion, Philips, VDO Dayton.

Přenosné automobilové navigační systémy vznikly zdokonalením ručních GPS přijímačů. I když stále nabízejí komfort některých vestavěných systémů, na trhu jim úspěšně konkurují nejen cenou.

Nejlepší přenosné navigační systémy do auta již umí vyhledávat nejrychlejší nebo nejkratší trasu a navádět přímo po silnicích. Pro navigaci umí buď vestavěnou mapu se základními komunikacemi na území Evropy, Afriky a Středního Východu nebo dohranou detailní mapu na územích, kde je taková mapa dostupná (státy EU, Česká republika, USA, Austrálie a Jihoafrická republika). Detailní mapa jde do úrovně jednotlivých ulic a obsahuje například databázi hotelů, čerpacích stanic, kin, divadel, restaurací. V České republice je mapový podklad omezen, podobně jako u vestavěných systémů na detailní mapu Prahy a páteřní komunikační síť republiky.

U levnějších systémů je k dispozici černobílý displej, u dražších barevný i s hlasovou navigací. Přenosné přístroje mohou být napájeny jak na tužkové baterie, tak na externí zdroj z cigaretového zapalovače. Výhodou přenosných systémů je nižší pořizovací cena, možnost použití ve více vozidlech nebo i pro více účelů (auto, kolo, motocykl, loď, letadlo). Nevýhodou je jednodušší navigace, kdy přístroje zatím neberou v úvahu hlášení o dopravní situaci. Příkladem takových přístrojů je GPS StreetPilot III, GPSMAP 196 a **GPS V**.



Obr. 3-Ukázka přístroje GPS V-disponuje 19MB paměti na mapy, je určen pro použití v autě, na motocyklu a v ruce. Obsahuje vestavěnou mapu celého světa s podrobnou mapou Evropy.



Obr.4-GPS V v autě a na motorce

4.7 Propojení GPS s notebookem nebo PDA

Stále více lidí přemýšlí o využití většího displeje notebooku, nebo o výhodách všestranných funkcí PDA při propojení s GPS přijímačem.

Notebook—důvody pro použití notebooku při navigaci v autě nebo na lodi jsou zřejmé: vozíme notebook i tak s sebou na cesty; existují programy (Fugawi, Ozi Explorer, Quo Vadis, GPS Utility), které je možno v omezené verzi volně získat na internetu a které obstarají zobrazování pozice nad mapou a umí pracovat s naskenovanou mapou; existují softwary (ROUTE 66, Auto Route Express), které obsahují již mapu celé Evropy a umí vyhledávat nejrychlejší nebo nejkratší trasu.

Můžeme se setkat s některými důvody proti tomuto řešení: Pořizování notebooku jen pro tento účel je zbytečně nákladné; při opuštění dopravního prostředku musíme notebook nosit s sebou, nebo ho ukrývat; notebook je poměrně citlivé zařízení, které svou odolností vůči vlhkosti, vibracím, tepelným výkyvům není přizpůsobeno na stálé použití v dopravním prostředku (zejména se to týká pevných disků); velice nepříjemná instalace a deinstalace kabelového propojení (napájení GPS a notebooku, datové propojení mezi notebookem a GPS, případná externí anténa) při každém použití; nebezpečí ztráty kontaktu na kabeláži za cesty a s tím spojené nepříjemnosti; obecně více citlivých míst, kde může dojít k poruše; časově náročná příprava v případě použití softwaru s naskenovanými mapami.

Pro propojení s notebookem je dnes možné použít prakticky veškeré modely GPS přijímačů, které jsou na trhu, propojení je dnes již standardem. Komunikace mezi GPS a PC v případě přenosu dat v reálném čase funguje na NMEA protokolu, jímž jsou opět vybaveny veškeré GPS přijímače bez ohledu na výrobce.

PDA—oblast PDA prošla z hlediska propojení s GPS za poslední dobu obrovským vývojem. PDA nenabízí stejnou šíři funkcí jako samostatný GPS přijímač, jedná se spíše o výhodu jednoduchého rozšíření stávajících funkcí PDA počítače, který bychom přesto nepoužívali.

Možnosti, kterých lze s PDA dosáhnout: **PDA jako navigátor do auta:** existují obdoby PC softwaru Route 66 nebo MS Auto Route Express pro PDA, které dokáží vyhledat nejrychlejší nebo nejkratší trasu, zobrazovat naši pozici na displeji PDA a poskytovat potřebné navigační údaje. **PDA jako mapový GPS:** existují programy pro PDA, se kterými dostaneme na displej PDA libovolnou naskenovanou mapu pomocí známých souřadnic identických bodů této mapy (obdoba mapových programů pro komunikaci s PC). A konečně existují programy pro PDA, pomocí kterých můžeme pracovat s waypointy a trasami tak, jako u ručního GPS přijímače.

Nevýhodou je, že každý z těchto rozšiřujících programů se platí a pokud použijeme speciální GPS modul, jedná se o zařízení jednoúčelové (GPS není možné použít samostatně). PDA je také citlivější, co se týká zacházení a práce v externích podmínkách. Celkem bez potíží může takový přístroj sloužit v autě či v ruce.

Jednou z možností je i propojení některého z ručních GPS přijímačů pomocí kabelu s PDA, kdy máme možnost použití GPS samostatně i bez PDA, musí se ovšem počítat s tím, že toto řešení není již vzhledově tak elegantní, jako speciální GPS modul.

Příklady modulů jsou: Magellan StreetFinder pro Palm III a Palm V, CF karty firem Pretec a Hicom.

4.8 Mobilní telefony s GPS

Mobilní telefony se zabudovaným GPS přijímačem jsou na trhu novinkou. Zatím existují dva výrobci, kteří podobný telefon již představili—Benefon (Benefon ESC!) a Garmin (Garmin NavTalk).

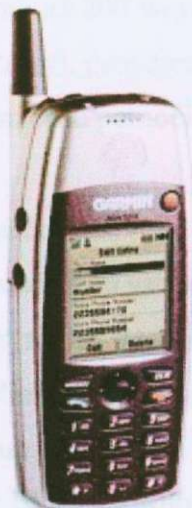
Benefon ESC! je duální telefon s GPS přijímačem s dohratelnou pamětí 2MB na podrobnější mapy. Při dohrávání se pracuje s bitmapou (skenované mapy), přenos se uskutečňuje přes WAP. V ceně přístroje je dohrání určitého množství dat zdarma, další dohrávání se platí v závislosti na objemu stažených dat. V blízké budoucnosti by se měl na trhu objevit software, pomocí kterého

bude možné na displej dohrávat svoje vlastní naskenované mapy tak, jak to nabízí například PDA.

Pro ty, kdo by vlastnili dva telefony ESC!, je k dispozici funkce sledování druhého z telefonů na displeji, případná navigace na druhý telefon, je však potřeba počítat s poplatkem za telefonní služby daného operátora (volání, SMS zprávy). Tyto funkce se prodraží zejména v zahraničí.

Nevýhodou bitmapy je, že se při zvětšování/zmenšování (zoom) originálního měřítka mapa na displeji „znečitelní“, navíc se mapa nedá otáčet ve směru chůze tak, jak je známé u běžných GPS přijímačů.

Garmin NavTalk II GSM—tento mobilní telefon je pokračováním telefonu NavTalk, který je od firmy Garmin již několik let na americkém trhu. NavTalk II má ovšem zdokonalení a funkce, které odpovídají době, kdy tento model přichází na trh. Jedná se o duální telefon, který disponuje 16MB paměti na dohrávání podrobné vektorové mapy z edice MapSource, 2,5MB paměti na vnitřní záznamy (tel. čísla, poznámky apod.). Telefon má vestavěný modem 14,4 kb/s. Hlavními funkcemi, kterými se odlišuje od běžných GPS přijímačů, je funkce optimalizace trasy po celé Evropě a navigace na křižovatku po křižovatce s hlasovým výstupem přes hands free. Samozřejmě je možné na displeji sledovat polohu druhého telefonu nebo se na něj navigovat. Telefon má stejně jako jiné mapové přijímače od firmy Garmin vestavěnou mapu celého světa s podrobností pro Evropu, Afriku a Střední Východ.



Obr.5-Garmin NavTalk II GSM

Je těžké soudit, zda je lépe používat samostatný mobilní telefon a samostatný GPS přijímač s tím, že v okamžiku, kdy druhé zařízení nepotřebujete, jej jednoduše necháte doma, nebo zda se vyplatí mít přístroj sdružený. Jistě se najdou zastánci obou možností, rozhodně je mobilní telefon s vestavěným GPS přijímačem zajímavým technickým řešením.

4.9 Hodinky s GPS

V minulosti přišla firma Casio s GPS přijímačem zabudovaným do sportovních náramkových hodinek a koncem roku 2002 ji následovala firma TIMEX.

Oblast použití: Jelikož jsou údaje z GPS zobrazovány pouze číselně bez možnosti využití mapového displeje, jsou určeny spíše jako zdroj souřadnic pro nouzový stav (vyslání signálu např. SMS zprávou s pozicí v případě nehody, vyhledání pozice při bloudění v přírodě). Hodinky používají pro napájení dobíjecí lithiovou 3V baterii s výdrží do 70 min. v plném provozu GPS (nebo 3,5 hodiny při měření 1x za minutu nebo 140x měření pozice systémem jednorázového zaměření pozice „one shot“).

Vlastnosti: Možnost záznamu až 200 waypointů, 10 tras, 400 bodů prošlé trasy (automatický záznam prošlé trasy), propojení s PC, rozměry 59x52x21 mm, hmotnost 85 g, automatické srovnání času pomocí GPS signálu.

4.10 Přesné geodetické GPS přijímače

Přesné geodetické GPS přijímače jsou samostatnou kapitolou v oblasti GPS. Jedná se o měřicí aparatury, se kterými lze dosáhnout přesnosti zaměření bodu až v řádech centimetrů (případně i milimetrů). Tyto aparatury se cenově pohybují od stovek tisíc až do řádu milionu korun. Pro měření se využívají dva GPS přijímače, kdy jeden stojí na stálém bodě (tzv. báze) a s druhým se objíždí měřené body.

Takových měření se často využívá pro rychlé získání souřadnic bodů v rozlehlém nebo nedostupném terénu bez souřadnicových základů. Jednou z oblastí použití je např. letecká fotogrammetrie a zaměření vlícovacích bodů (při letecké fotogrammetrii se tvoří mapa z leteckých snímků, pro které je potřeba na velkém území zaměřit identické body v souřadnicích, které je možné zpětně na snímcích identifikovat).

Nejznámější výrobci přesných geodetických GPS přijímačů jsou firmy: Trimble, Ashtech, NovAtel-SOKKIA, Leica, Topcon.

4.11 Oblasti použití, aplikace GPS

Asi každého napadne jako oblast použití orientace a navigace při pohybu v neznámém terénu, použití jako navigační pomůcky v letadle, na lodi nebo v dopravním prostředku. To jsou ale jen ty nejběžnější oblasti, pro které byly GPS přijímače původně vyvinuty.

Nejširší skupina uživatelů dnes již není z řad firem, které pomocí GPS zaměřují pozice vysílačů, objektů, vrtů, výskytu rostlin a živočišných druhů, ale běžní zákazníci, pro které je GPS moderní hračkou pro dospělé. S GPS je možné zaměřit místo, kde jste v neznámém městě zaparkovali auto, takže se nemusíte starat o to, kudy jdete, abyste trefili zpátky; je možné si vytvořit svou vlastní schematickou mapku území pro použití např. pro tisk, web nebo orientační hru; s GPS můžeme vypočítat výměru parcely tak, že ji obejdeme nebo objedeme

automobilem. Přístroj nás samozřejmě provede složitou dopravní situací. Veškeré své cesty můžete dokumentovat tak, aby se kdykoliv při návratu do stejné lokality mohl v prostředí orientovat.

Použití dle oborů:

Turistika, cykloturistika: navigace v neznámém terénu v kombinaci s mapou i bez, statistika o prošlé trase, času, rychlosti apod. , možnost zaznamenání trasy a zajímavých míst po trase.

Motorismus: navigace po silnicích a cestách s mapou i bez, statistika maximální a průměrné rychlosti, možnost ukládání trasy se zpětnou navigací, ukládání svých vlastních bodů a tras.

UL létání, paragliding: navigace za letu, záznam proletěné trasy pro vyhodnocení letu na závodech.

Námořnictví: navigace po moři buď s modely obsahujícími podrobné námořní mapy nebo ve spolupráci s papírovou mapou, funkce navigace zpět po projeté trase, alarm pro případ utržení kotvy, navigace „muž přes palubu“.

Potápění: možnost zaměření zajímavých lokalit se zpětnou navigací s přesností na několik metrů.

Rybaření: možnost záznamu míst na vodní ploše, kde je možné pravidelně vnadit a chytat ryby, při použití GPS ve spojení se sonarem možnost vymapování rybího hejna a možnost vytvoření mapy pohybu ryb.

Zemědělství: možnost kontroly výměry pozemku při např. zavlažování, sklizni a podobných službách, kde se platí od výměry.

Botanika, zoologie: možnost protokolace nálezu živočišných a rostlinných druhů kdekoliv na světě.

Geologie, geofyzika: zaměření objektů ve volném terénu, navádění na plánované body a profily měření, hledání starých vrtů.

Geodézie: vyhledání trigonometrických, polygonových a jiných bodů, zjednodušení a zrychlení práce při vytvoření místopisu, přebírání např. trasy u liniové stavby, zaměřování a zhušťování bodové sítě apod.

Logistika: zaměření odběratelů a dodavatelů pro vytvoření logistického modelu.

Sběr dat: propojení sběru databázových dat s pozicí objektu–možnost propojení na digitální mapu.

Výpočetní technika: časové servery–zdroj velmi přesného času.

Sledování pohybu vozidel a objektů: GPS jako zdroj informace o pozici objektu pro zobrazení polohy auta (v reálném čase nebo formou černé skříňky), GPS jako zdroj pozice pro zabezpečení vozidla.

Bezpečnostní služby: informace o pozici s možností napojení na bezpečnostní systém.

Šíře nabídky moderních GPS přijímačů je tak široká, že ke každému z účelů se dá vytipovat několik vhodných přijímačů. Zvláště v případě požadavku kombinace několika účelů použití se vyplatí konzultovat výběr přístroje s odborníkem.

5 Aplikace využívající GPS

5.1 Pasivní sledování vozidel

Pasivní systémy sledování vozidel jsou systémy, které fungují jako tzv. „černá skříňka“ v letadle. Jsou zabudovány ve vozidle a zaznamenávají provozní informace o vozidle, především polohu a pohyb vozu s využitím lokalizace pomocí GPS systému s přesností kolem 10 m, dále datum, čas, spuštění motoru, případně další události podle typu zařízení.

Instalace zařízení se provádí běžným nebo skrytým způsobem: U skrytého způsobu instalace je většinou cílem kontrola řidiče (zaměstnance) v průběhu pracovní doby a kontrola nad najetými kilometry vozidla. Při běžném způsobu montáže je hlavní výhodou možnost automatické tvorby knihy jízd, kontrola nad najetými kilometry, evidence jízd a řidičů. Střídá-li se na jednom vozidle více řidičů, je často možná jejich identifikace pomocí speciálních čipů. Další užitečnou vlastností je možnost rozlišení soukromých a služebních jízd. Jízdy auta je po vyhrání dat z vozidla do počítače běžně možné zobrazit nad klasickou mapou (s případnou animací pohybu) ve zvoleném časovém úseku. Samozřejmě by měl být textový výstup s uvedením výchozího a cílového města jízdy, s uvedením počtu najetých kilometrů, trváním jízdy a maximální rychlosti.

U některých výrobků na trhu je možné uživatelsky definovat vlastní objekty, které se při výpisu jízd zobrazí v seznamu (např. odběratelé, zákazníci, partneři). Výstup (kniha jízd) ze zařízení by měl odpovídat požadavkům finančního úřadu, aby jej bylo možné evidovat jako podklad knihy jízd firemního vozidla. Pasivní systémy umožňují během jízdy monitorování dalších stavů vozidla. Jedná se např. o otevření dveří, otevření nákladového prostoru, spuštění motoru nebo údaj o průtoku paliva.

Pro pasivní sledování se používají aplikační GPS přijímače, které při skryté montáži mohou být umístěny například pod přístrojovou deskou nebo v nárazníku. Celé zařízení může být ve velikosti krabičky od cigaret.

5.2 Aktivní sledování vozidel

Aktivní systémy, na rozdíl od pasivních, již dokáží přímo komunikovat s obsluhou dispečinku, obsahují proto navíc komunikační prostředek. Pro přenos informací mezi dispečinkem a vozidlem se využívá buď mobilních telefonů nebo datových sítí. Vzhledem k rozšířenosti a i jednodušší dostupnosti za hranicemi je dnes častější využití mobilních telefonů, většinou s přenosem informací pomocí SMS zpráv. Pro komunikaci mezi automobilem a dispečinkem se nepoužívají přenosy informací přes družice, zejména z důvodu vysokých poplatků za přenášená data.

Systémy umožňují automatické odeslání informací o poloze vozidla v pravidelných intervalech nebo pouze ve chvílích, kdy je informace o poloze potřeba (systém dotaz/odpověď). Samozřejmě systém dotaz/odpověď je výhodnější, co se týká nákladů na provoz, na dispečinku ale nejsou k dispozici souvislé informace o historii pohybu sledovaných vozidel. Všechny informace se na dispečinku zobrazují nad digitální mapou, systém může varovat obsluhu dispečinku i v okamžiku, kdy vozidlo vjede nebo vyjede ze stanované oblasti.

Podle typu zařízení může být aktivní systém vybaven i pamětí nebo ve vozidle, podobně jako pasivní systém. Do této paměti se ukládají informace o historii pohybu ve větší hustotě, než je přenášeno na dispečink, a jejich využití je opět pro tvorbu knihy jízd nebo pro archivaci.

Aktivní systémy se využívají především pro účely logistiky, minimalizace nákladů na jízdy bez nákladu a zabezpečení vozidla. Náklady na systémy aktivního sledování jsou již vyšší, v závislosti na četnosti přenosu informace o poloze mezi vozidlem a dispečinkem.

5.3 Zabezpečení vozidel a mobilních objektů

GPS přijímač může pomoci i pro zabezpečení vozidel nebo mobilních objektů. Samozřejmě, že opět musí být nad samotným GPS přijímačem další systém, který vyhodnocuje podněty z vozidla a z GPS a předává je dále např. na dispečink nebo na mobilní telefon uživatele.

Zabezpečovací systémy pro automobily založené na GPS existují dvojí. Jeden systém je určen pro pulty centrální ochrany (neboli dispečink) a bezpečnostní agenturu, která má na starosti nepřetržitou ostrahu nad vozidlem na základě informací z bezpečnostního systému umístěného ve vozidle. U takového systému zákazník nejčastěji platí určitý měsíční paušál za služby bezpečnostní agentury a případně další poplatky, například za zásahy agentury. Druhý typ systému umožňuje kontrolu nad stavem vozidla, nastavení systému nebo hlášení alarmů přímo prostřednictvím mobilního telefonu, a to buď samotného majitele (případně uživatele) vozidla nebo i dalších osob, které mohou v případě potíží s vozidlem pomoci.

Takové systémy dokáží hlásit různé stavy, jako jsou např. pokus o nastartování vozu, odpojení baterie, pokus o odtahování vozidla, vniknutí do vozidla, vybití autobaterie a podobně. Uživatel má na základě takové zprávy možnost rychle reagovat a zabránit vykradení nebo odcizení vozu. Systémy umožňují prostřednictvím mobilního telefonu ovládat i některé funkce přímo ve vozidle na dálku. Příkladem může být skrytá siréna, imobilizér nebo nezávislé topení.

Funkce podobných zařízení se liší model od modelu a v popisu vlastností je snahou popsat standardní funkce, které se u podobných zařízení na trhu vyskytují. Zajímavostí u zabezpečení vozidel, které využívají informace o poloze pomocí GPS přijímače je, že řada pojišťoven poskytuje při použití takového systému slevy ve výši okolo 20% pojistného.

5.4 Časové servery

Úlohou časových serverů je řízení času počítače nebo počítačové sítě pomocí přesného časového signálu. Zdrojem přesného časového signálu může být právě GPS přijímač.

Přesný čas je potřeba například pro synchronizaci komunikace mezi vzdálenými počítači nebo sítěmi. Oba počítače musí mít stejný zdroj přesného času, což GPS dokáže zaručit.

Na internetu je k dispozici řada volně dostupných programů, které dokáží čas na PC na základě GPS srovnat. Jedním z programů je například „NMEA

Time“. Mezi komerční programy patří například „**PresenTense Time Server“**. Některé programy dokáží řídit čas nejen pomocí GPS, ale i pomocí internetu nebo radiového signálu.

6 Závěr

Problematika navigace GPS systémy je velice rozsáhlá, a proto není možné ji celou obsáhnout v mé práci.

Doufám proto, že případného čtenáře pomůže poskytnout má práce jednoduchého průvodce problematikou GPS přijímačů a pokud vy, jako čtenáři, budete uvažovat o využití či koupi GPS přijímače, budete se pomocí této diplomové práce orientovat v několika informacích, které jsou v této oblasti k dispozici.

7 Použitá literatura

- [1] *Ivo Steiner, Jiří Černý: GPS od A do Z* (2. rozšířené vydání), Praha 2003
- [2] *Gulden Antoš a kol.: Využívanie satelitního navigačního systému v pešej turistike*, KST Bratislava, CONAN Žilina 2002
- [3] www.gpsweb.cz
- [4] www.gpscentrum.cz