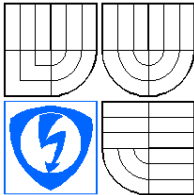


## Příloha 6 - Vzorový protokol

 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left;"> VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ </div>	Předmět	
	Jméno	
	Ročník	Studijní skupina
	Spolupracoval	Měřeno dne
Kontroloval	Hodnocení	Dne
Číslo úlohy	Název úlohy  <b>Měření trasy GPS přijímačem a její vyhodnocení</b>	

### Teoretický úvod:

GPS (Global position system) je družicový systém pro přesné určování polohy a přesného časového signálu kdekoli na Zemi i v blízkém kosmickém prostoru. Celý systém je tvořen třemi základními segmenty:

- kosmickým
- řídicím
- uživatelským

Pro správnou funkci GPS je zapotřebí všech tří segmentů, lze je považovat za nezávislé části svázané jen přesným časem, který je pro přesné určení polohy velmi důležitý.

Kosmický segment tvoří 24 družic obíhající Zemi ve výšce 20 000 km. Řídicí segment je zodpovědný za řízení celého globálního polohovacího systému. Je tvořen soustavou pěti pozemních monitorovacích stanic rozmístěných po celé Zemi. Uživatelský segment se skládá z GPS přijímačů, vyhodnocovacích nástrojů a postupů.

Družice vysílají navigační zprávy, které obsahují informace o jejich drahách. GPS měří vzdálenosti k jednotlivým družicím a na základě změřené vzdálenosti a informací o oběžných drahách vyhodnotí svou polohu. Pro přesné měření je nutný signál alespoň ze čtyř družic. Pro měření vzdálenosti k družici používají přijímače jednu ze čtyř metod:

- metody úhloměrná
- metoda dopplerovská
- metoda založená na měření fáze nosné vlny
- metoda dálkoměrná

Při použití úhloměrné metody GPS přijímač z neznámého bodu, jehož polohu chce určit, změří pomocí směrové antény elevační úhel a to buď k několika různým družicím nebo k jedné družici s různými časovými odstupy. Přímkou, která prochází středem Země a místem, kde se nachází družice v okamžiku měření, tvoří osu kuželu, jehož vrchol je v místě družice. Sklon pláště je určen právě naším změřeným elevačním úhlem. Pokud takto provedeme více měření, můžeme z průsečíků plášťů kuželů určit polohu neznámého bodu.

Dopplerovská metoda používá pro určení polohy Dopplerův jev (změna frekvence signálu, vysílaného pohybujícím se vysílačem nebo přijímačem). Družice vysílá konstantní signál o známé frekvenci. Na tomto signálu jsou v pevně stanovených okamžicích časové značky a informace o oběžných drahách družic, z kterých přijímač určí aktuální polohu družice. Přijímač je schopný na základě přijatého signálu a opakovaných měření určit teoreticky až třírozměrnou polohu. V praxi se však tento princip užívá především pro určování rychlosti přijímače.

Při fázovém měření GPS přijímač určuje počet period nosného signálu mezi jím a družicí. Po příchodu signálu se dá velmi přesně určit desetinná část vlny, vyjádřená jako úhel v rozmezí 0 až  $2\pi$  rad. Určit přesný počet vln je náročnější, je k tomu vypracována celá řada postupů založených na tom, že hledáme jen celočíselný násobek.

Dálkoměrná metoda používá princip, kdy ze vzdálenosti ke třem známým bodům (družicím) určí aktuální polohu přijímače. Vzdálenost se určuje pomocí změření času od vyslání signálu družicí po příjem pozemním přijímačem.

Při příjmu signálu z družic je třeba od sebe jednotlivé signály rozlišit. Lze použít jednu z následujících metod:

- kmitočtové dělení, kdy každá družice vysílá na jiném kmitočtu
- časové dělení, kdy každá družice vysílá v jiný časový okamžik
- kódové dělení, kdy je každé družici přidělen vlastní kód

Systém GPS používá především kódové měření. Pro kódování se používají tři základní kódy. První se označuje C/A (Coarse/Acquisition) neboli hrubý/dostupný. Jedná se o pseudonáhodnou posloupnost 1023 bitů. Většina civilních přijímačů pracuje s tímto kódem. Přesnějším určení polohy umožňuje P-kód, který je tvořen pseudonáhodnou posloupností o délce  $2,35 \cdot 10^{14}$  bitů. Pokud je P-kód šifrován je označen jako Y-kód. Používat tento kód smějí jen autorizovaní uživatelé.

Především pro civilní uživatele, kteří nemají přístup k přesné polohové službě, jsou budovány další služby pro získání přesnější polohy. Zpřesňování lze provést dvěma způsoby, metodikou měření a zpracováním dat (např. průměrování) nebo využitím dalšího technického vybavení (např. diferenční GPS).

Diferenční GPS využívá ke zpřesnění polohy pozemních referenčních stanic. Tyto stanice vyhodnocují odchylky měření GPS od skutečné polohy, poté z těchto odchylek vyhodnotí korekce, které odesílají mobilním GPS přijímačům, které na jejich základě upravují svou polohu.

Metoda průměrování nevyžaduje jako diferenční měření žádná přídavná zařízení ani služby. GPS přijímač umístíme na měřeném místě a necháme ho opakovaně měřit polohu. Z naměřených hodnot se určí průměr. Přesnost této metody stoupá s počtem měření, její nevýhodou je dlouhá doba pro získání dat.

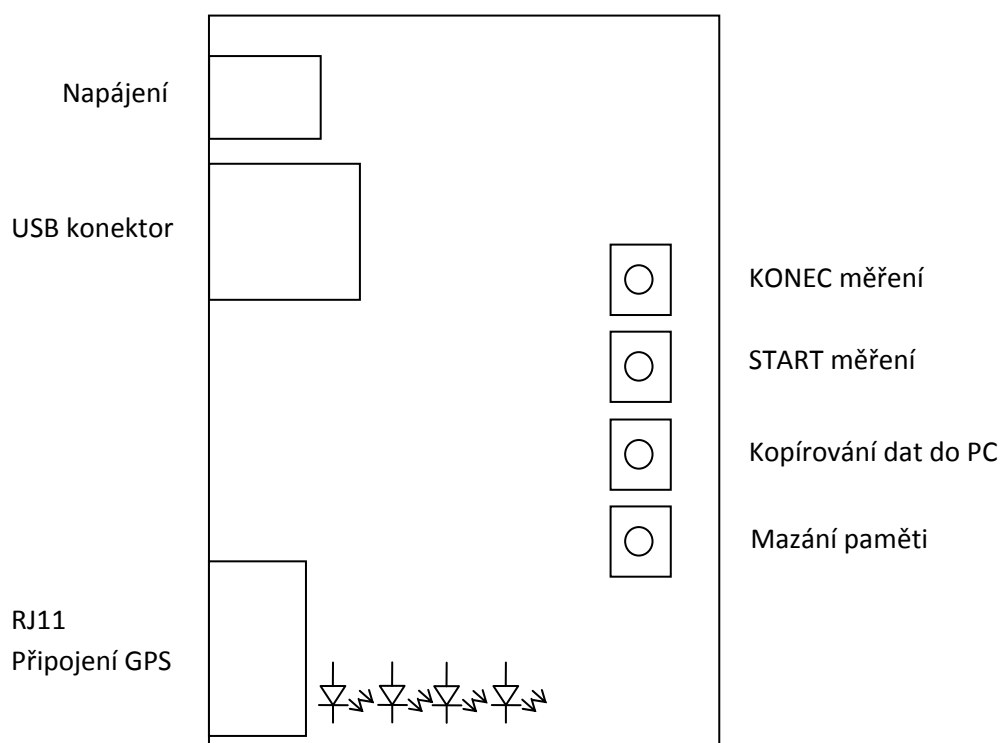
## Popis přípravku

Námi používaný GPS přijímač od firmy LEADTEK s označením LR9450 používá dálkoměrnou metodu s kódovým dělením. Obsahuje 20 kanálů, to znamená, že teoreticky dokáže paralelně zpracovávat signál z dvaceti viditelných družic. Přijímač má jako většina civilních přijímačů jen rovnice pro dekódování C/A kódu. Protokol pro komunikaci má označení NMEA-0183. Tento protokol používá pro komunikaci s jinými zařízeními věty, které musí dodržet stanovenou strukturu.

Používá 8 datových bitů, jeden stop bit a nemá žádný paritní bit. V kódu se mohou objevit jen znaky z ASCII tabulky a znaky konce řádků (<CR> a <LF>). Každá věta musí být uvozena znakem “\$” a zakončena znaky konce řádků. Do paměti je ukládána jen věta s označením GGA. Obsahuje informace o čase, poloze, počtu družic, rozmístění družic, výšce nad geoidem a informace o diferenciální GPS. Z celé zprávy jsou proto vybrány jen informace o čase, poloze a aktivních družicích. Zpráva, kterou přijímač ukládá, má tento tvar:

```
093227.000,4913.8921,N,01634.2085,E,07<CR><LF>
```

GPS neobsahuje vlastní paměť pro ukládání, proto je připojen k GPS loggeru, který řídí celé měření a zapisuje data. Pro záznam je opatřen EEPROM pamětí o velikosti 512 kbit. K ovládání slouží čtveřice tlačítek, stav signalizuje čtyři LED diody. Veškerou komunikaci a zpracování informací zajišťuje mikrokontroler ATMEGA128. Pro připojení GPS modulu je vyveden konektor RJ11 a pro připojení k počítači USB. Rozložení tlačítek a konektorů je znázorněno na obrázku 1.



Obr. 1 GPS logger

## Zadání

1. Zvolte dva body, pomocí průměrování zjistěte jejich přesnou polohu.
2. Mezi body zvolte trasu a tu proměřte s GPS modulem LEADTEK.
3. Data naměřená GPS modulem přeneste to počítače, importujte do programu OziExplorer a zobrazte trasu na mapě.

## Postup měření

1. Zvolte výchozí bod a umístěte na něj GPS přijímač. Po připojení napájení k loggeru se na něm rozsvítí LED dioda. Modrá LED dioda se rozsvítí i na GPS modulu, ten není připraven k měření okamžitě, ale trvá mu asi 40 sekund, než začne zasílat informace o poloze. Zasílání

je signalizováno blikající modrou LED diodou. Před začátkem měření je vhodné tlačítkem smazat paměť pro ukládání dat. Mazání je signalizováno rozsvícením dvou LED diod a trvá 4 sekundy. Nyní je možné spustit měření, to je signalizováno blikáním dvou LED diod na loggeru. Celé měření nesmí trvat déle než 27 min, to je maximální kapacita paměti. Probíhající měření lze kdykoli přerušit a opět na něj navázat tlačítky START a STOP. S přijímačem během měření nehýbejte. Po 10 min ukončete měření. Stejný postup (bez mazání paměti) opakujte i v koncovém bodě.

2. Po změření druhého bodu můžete projít se zapnutým přijímačem zvolenou trasu. Ta by z důvodu kapacity neměla být delší než 7 min. Pokud kapacita paměti nestačí je nutné data přenést do počítače a poté pokračovat v měření.

3. GPS logger připojte pomocí USB kabelu k počítači. Na počítači spusťte program *RealTerm*. V záložce *Port* nastavte přenosovou rychlost na 9600 baudů, číslo portu, na který je připojen logger, počet datových bitů 8, bez parity a jeden stop bit. Změny je nutné potvrdit tlačítkem *Change*. V záložce *Capture* vyberte umístění výstupního souboru a jeho název. Po stisknutí tlačítka *Start: Overwrite* čeká program na zaslání dat. Nyní stačí tlačítkem kopírování dat na loggeru spustit přenos. Pokud je přenos dokončen, přestane blikat červená LED dioda. V programu *RealTerm* stiskněte tlačítko *Stop Capture*, tím je ukončeno zachytávání. Ve vytvořeném souboru s příponou .txt si můžete prohlédnout naměřená data.

Aby šla data importovat do programu OziExplorer je nutné změnit tvar vět. K tomu použijte program EXCEL. Importujte do něj data z GPS a upravte na tento formát:

```
Waypoint,D,1,49.23130587,16.57795875, , ,
```

Upravená data uložte jako soubor s příponou .txt. Takto upravené věty lze již importovat do programu OziExploer. Vyberte *Mapa/Najít mapy.../Na zadané pozici*, označte mapu *Brno\_zakladni* a výběr potvrďte. Přes tlačítko načíst importujte data z textového souboru. Na mapě by se měla vykreslit celá trasa.

## Použité přístroje a pomůcky

- GPS přijímač LEADTEK LR9450
- GPS logger
- Program RealTerm
- Program OziExplorer

## Vypracování

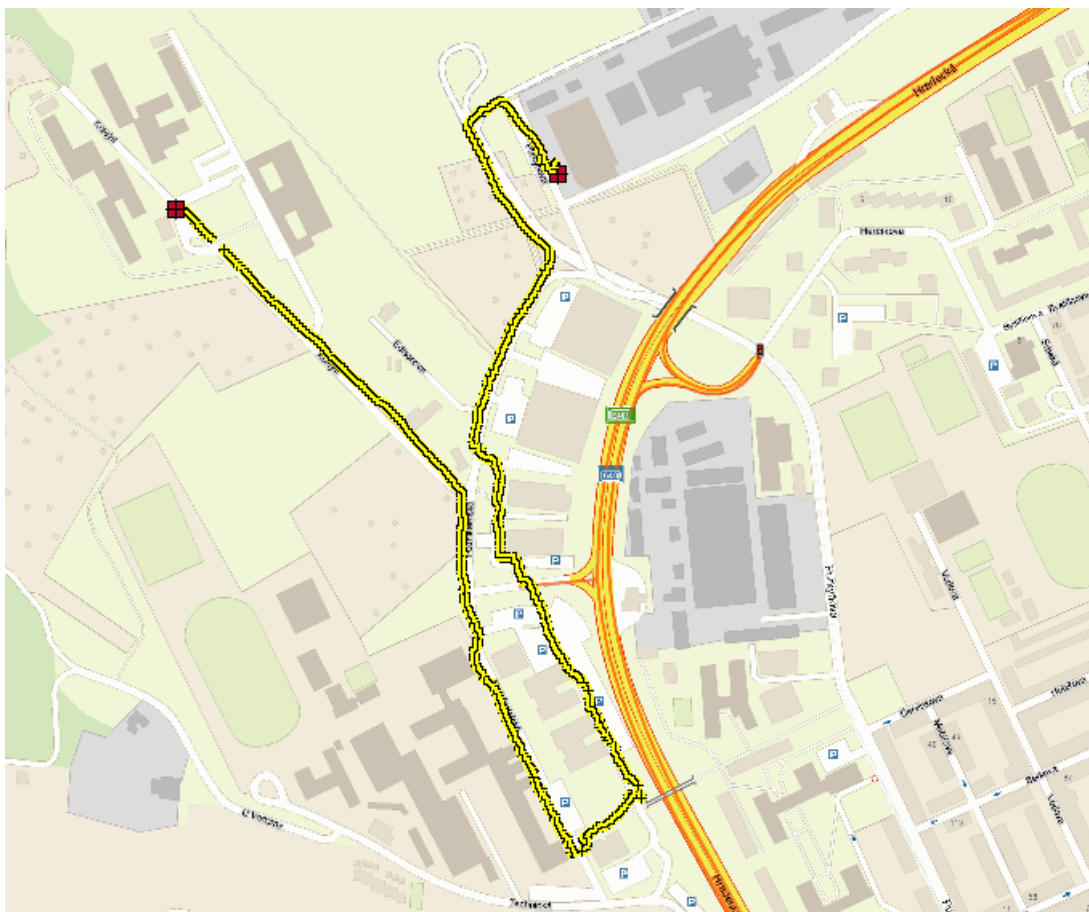
Prvním zvolený referenční bod je před budovou Ústavu radioelektroniky, jeho poloha po zprůměrování je: 49°13'52,701" severní šířky

16°34'40,651" východní délky

Druhý bod se nachází v areálu kolejí pod Palackého vrchem, jeho poloha po zprůměrování je: 49°13'51,831" severní šířky

16°34'15,959" východní délky

Byla zvolena trasa směrem od Ústavu radioelektroniky k Fakultě strojního inženýrství, kolem budov Technologického parku zpět k areálu kolejí Pod Palackého vrchem. Celá trasa je dlouhá asi 2 km a dá se projít volnou chůzí za 25 minut, což splňuje maximální čas měření. Změřené body zobrazené v mapě programem OziExplorer jsou znázorněny na obrázku 2.



Obr. 2 Změřené body zanesené do mapy

## Závěr

Naměřené hodnoty poměrně přesně kopírují trasu, v některých místech dochází však k výrazným nepřesnostem. Při nahlédnutí do naměřených dat, se dá vyčíst, že v těchto místech klesl počet aktivních družic. V některých případech GPS přijímač zasílal informace o tom, že k měření použil i signál ze tří družic a to i přesto že k určení přesné polohy v systému GPS je zapotřebí alespoň signálu ze čtyř družic. Na trase jsou i místa kde GPS ztratila signál úplně a přestala zasílat informace o poloze. K těmto případům docházelo především při zastínění výškovými budovami (v blízkosti Fakulty strojního inženýrství a budov Technologického parku), nebo hustou vegetací.