

JÍZDA NA KOLE

Pomůcky:

senzor pro snímání polohy GPS, LabQuest, program LoggerPro, tabulkový editor Excel, program Mathematica

Postup:

Rád jezdím na kole, protože je to skvělá příležitost, jak si odpočinout. Ano, je to tak: během jízdy na kole mám možnost urovnat si myšlenky, odpočinout si od duševní námahy, kterou člověk vyvíjí u počítače, začít zase namáhat jiné svaly a trochu protrénovat fyzickou kondici. Ovšem i během jízdy na kole lze realizovat měření, které může přinést zajímavé výsledky.

Než jsem tedy vyrazil na trať své projížďky v sobotu 23. 4. 2011 (viz obr. 1), připravil jsem si GPS od firmy Vernier, kterou jsem zavíracím špendlíkem upevnil za přívodní kabel k cykloдресu (viz obr. 2). Druhý konec přívodního kabelu jsem připojil do LabQuestu, který jsem měl v zadní kapse dresu. Nastavil dobu měření na 3 hodiny, což byl můj horní odhad trvání naplánované trasy (pevně jsem ovšem věřil, že budu, jako vždycky, rychlejší), nastavil vzorkovací frekvenci na 0,5 Hz (vyšší mi systém nastavit nedovolil) a když jsem vyjel z branky zahrady, spustil jsem měření.

Bez dalšího zdržování jsem vyrazil na trasu Říčany - Světice - Všestary - Tehov - Babice - Babičky - Mukařov - Žernovka - Doubek - Hradešín - Přišimasy - Úvaly - Újezd nad Lesy - Koloděje - Dubeč - Uhříněves - Kolovraty, která měřila podle údajů na tachometru na kole necelých 51 km a urazil jsem jí průměrnou rychlostí lehce převyšující 20 km.h⁻¹. Vzhledem k tomu, že jsem trasu zaznamenával pomocí GPS, volil jsem schválně trasu s členitým terénem, k čemuž se ještě místy přidával ne zrovna slabý protivítr.



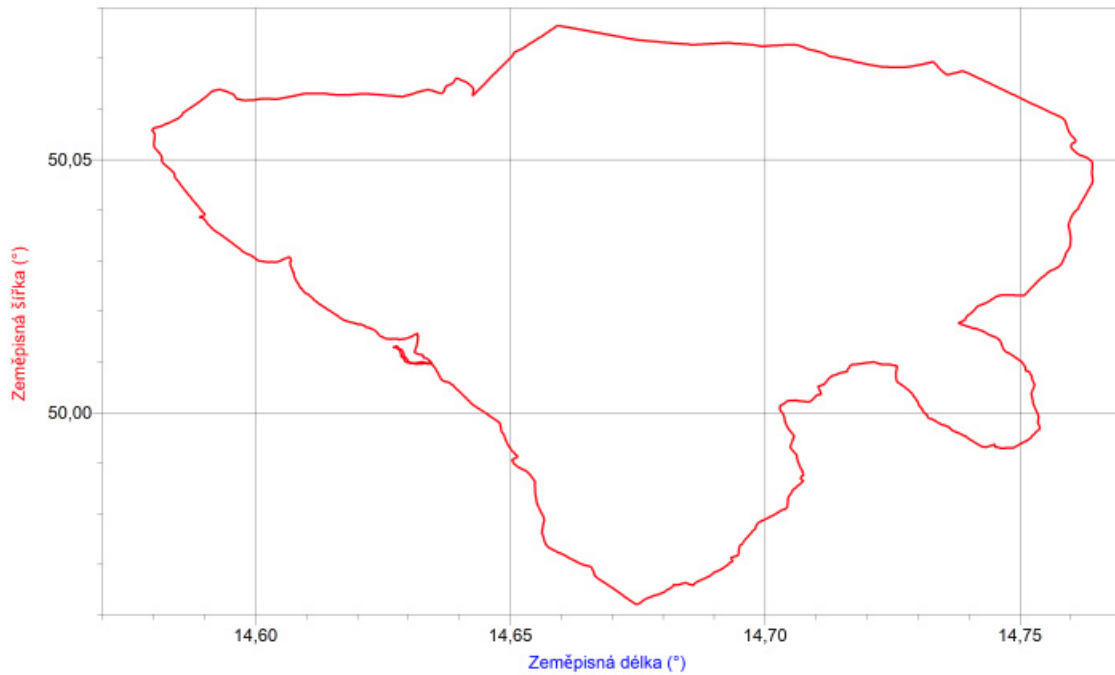
obr. 1



obr. 2

Jel jsem, jak mám ve zvyku, po silnicích bez zbytečných zastávek (kromě křižovatek, kde zastavení bylo nutné). Doma jsem pak naměřená data uložil do LabQuestu a poté je importoval do programu LoggerPro. Záznam trasy (tj. závislost zeměpisné šířky na zeměpisné

délce) je zobrazen na obr. 3. Když jsem záznam uviděl, napadla mě další myšlenka, ale tu zrealizuji až někdy příště ...



obr. 3

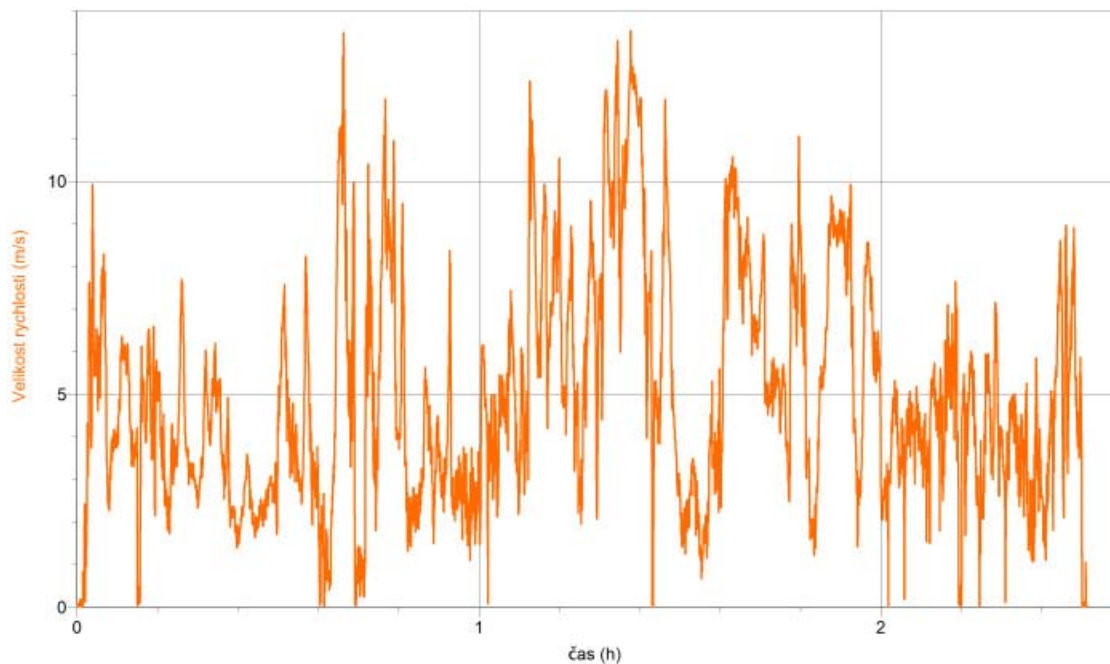


obr. 4

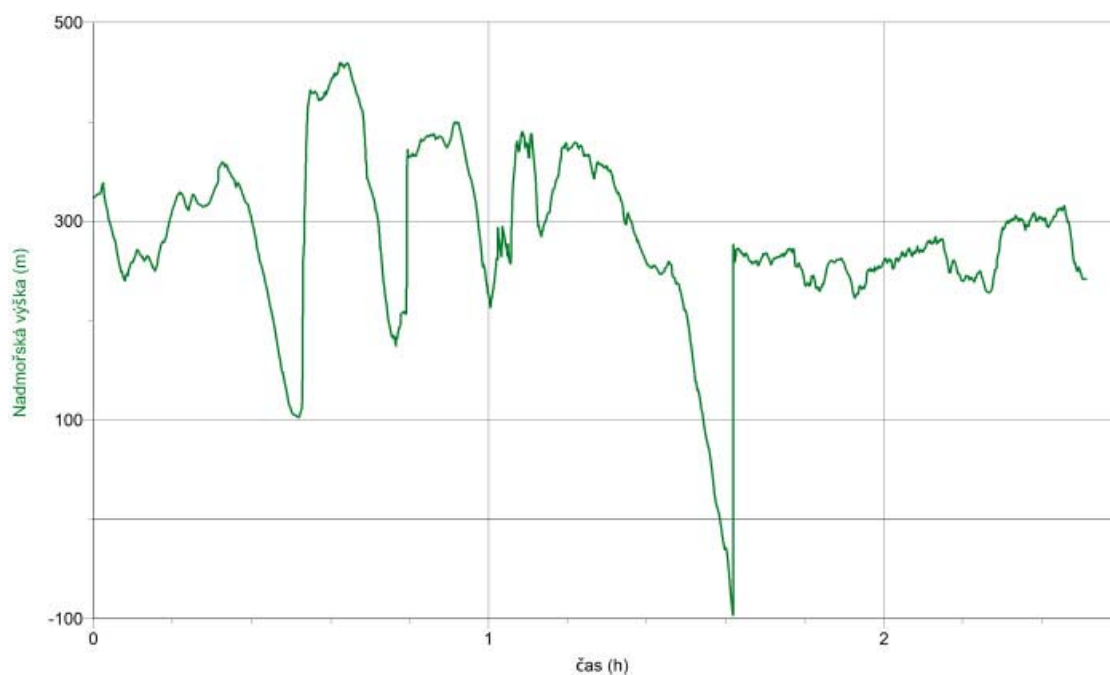
Z programu LoggerPro lze takto naměřená data ze senzoru GPS zobrazit pomocí vestavěné funkce programu přímo v mapě. Tuto funkci lze z programu LoggerPro vybrat

z menu volbou *Soubor - Exportovat jako - Google Mapy*. Po jejím vybrání má uživatel možnost nastavit barvu zobrazené trasy v mapě případně vložit poznámky k jednotlivým záznamům ze senzoru GPS. Poté se data zpracují pomocí skriptu na stránkách [1] a v internetovém prohlížeči se data zobrazí v mapě (viz obr. 4), v níž lze měnit měřítko, vybrat typ mapy, ... podobně jako v jiných mapách běžně dostupných na internetu.

Z naměřených dat lze přímo v programu LoggerPro zobrazit i graf závislosti velikosti rychlosti na čase (viz obr. 5). Graf vypadá na první pohled velmi neuspořádaně, což je ovšem dáno použitou vzorkovací frekvencí 0,5 Hz, tj. záznamem dat každé dvě sekundy. Za tu dobu se v některých případech může velikost rychlosti cyklisty radikálně změnit (náhlé brzdění před křižovatkou nebo překážkou na cestě, nárůst velikosti rychlosti v důsledky změny terénu, ...).



obr. 5



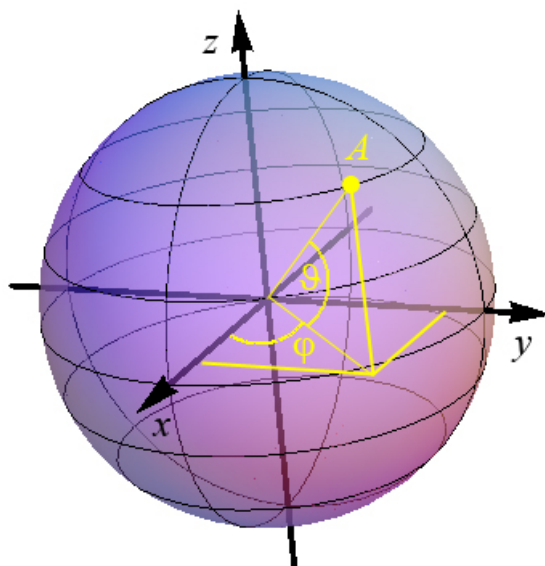
obr. 6

Dalším grafem, který lze v programu LoggerPro získat, je graf závislosti nadmořské výšky na čase; je zobrazen na obr. 6. S využitím statistiky programu zjistíme snadno, že nejvyšší nadmořská výška byla 459 metrů nad mořem a nejnižší -96 m nad mořem. Ze statistiky bylo zřejmé, v jakém čase jsem danou výšku dosáhl, a proto bylo snadné najít v zobrazených datech souřadnice tohoto místa. Tyto souřadnice jsem pak v internetové mapě ztotožnil se skutečným místem na své trase. V případě maximální nadmořské výšky je údaj naprosto v pořádku, neboť toto místo odpovídá svou polohou vrcholu kopce za obcí Tehov - a ten kopec je skutečně nejvyšším bodem na projeté trase! V případě minima jsem byl ale velmi překvapen - souřadnice odkazovaly na místo mimo silnici, po které jsem jel. Navíc to bylo v místě, kde žádné terénní nerovnosti, jaké signalizuje graf na obr. 6, nejsou. Pravděpodobně byl v daném místě špatný příjem signálu z družic systému GPS a nastala drobná chyba. Jinak je záznam ve shodě se skutečnou trasou.

Dále mě zajímaly další charakteristiky mé jízdy. Zajímalo mě např. jak narůstala dráha, kterou jsem urazil, v závislosti na čase a jak se měnila během jízdy velikost průměrné rychlosti. Vzhledem k tomu, že téměř celou první půlhodinu jízdy jsem jel do kopce, musela se velikost průměrné rychlosti v průběhu jízdy značně měnit.

Proto jsem data z programu LoggerPro exportoval do tabulkového editoru Excel a uložil. Tato data jsem pak importoval do systému Mathematica. Podrobný návod, jak takový export a následný import provést, je vysvětlen ve [videonávodu](#) [2].

Dříve, než jsem mohl začít vykreslovat požadovanou závislost uražené dráhy na čase, musel jsem získat na základě informací o zeměpisné délce a zeměpisné šířce údaj o poloze na povrchu Země. Pokud si uvědomíme, jak jsou zeměpisné souřadnice měřeny, neměl by to být příliš velký problém. Zeměpisná délka φ je měřena od nultého poledníku (tzv. Greenwichský poledník) směrem na východ a zeměpisná šířka ϑ je měřena od rovníku směrem k severnímu (resp. jižnímu) pólu (viz obr. 7).



obr. 7

Označíme-li poloměr Země R (na obr. 7 je to vzdálenost bodu A od počátku zavedené soustavy souřadnic), můžeme pro souřadnice bodu A psát

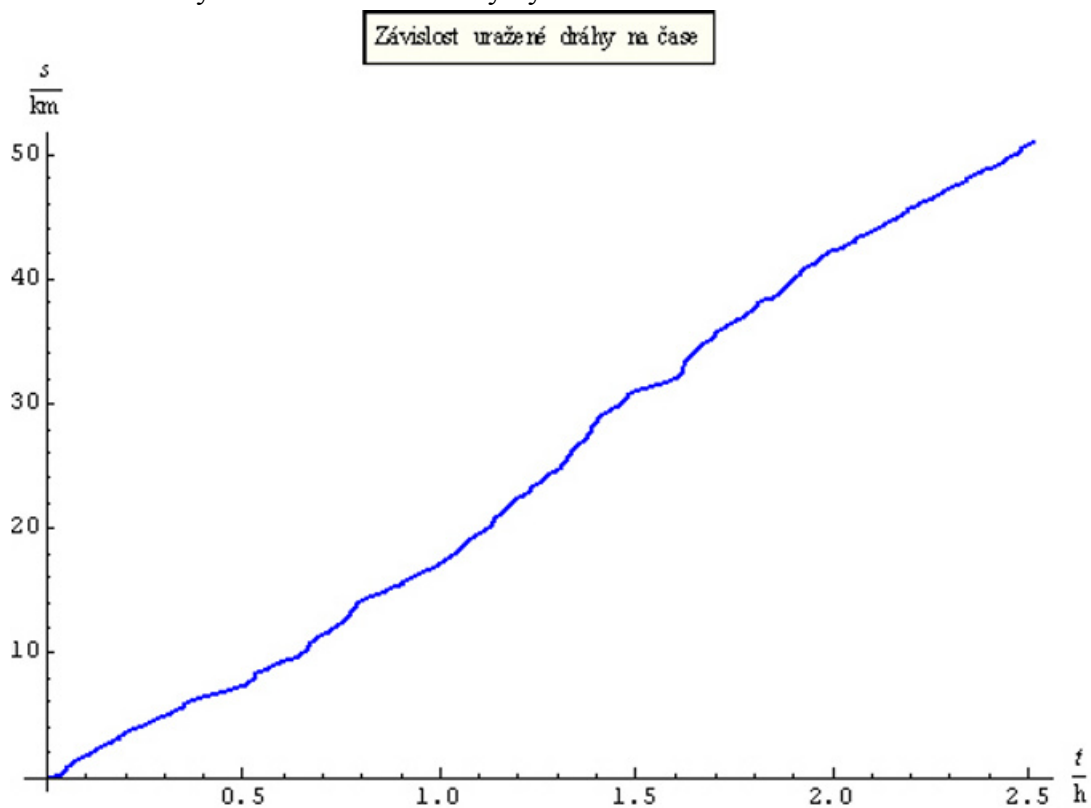
$$x_A = R \cos \vartheta \cdot \cos \varphi, \quad (1)$$

$$y_A = R \cos \vartheta \cdot \sin \varphi \quad (2)$$

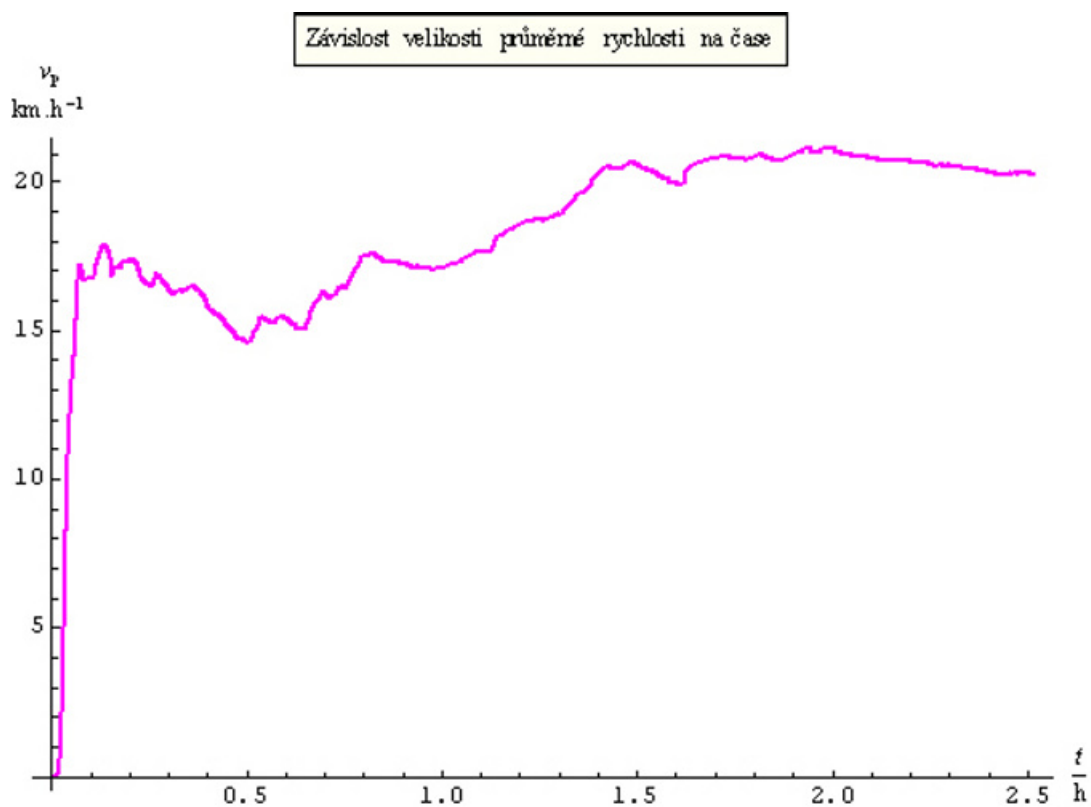
a

$$z_A = R \sin \vartheta. \quad (3)$$

V tomto výpočtu není zahrnuta nadmořská výška měnící se během jízdy. Vzhledem k tomu, že poloměr Země má hodnotu zhruba 6,5 tisíce kilometrů a nadmořská výška se měnila v intervalu stovek metrů, není nutné tuto korekci uvažovat. Modifikovat o tento výpočet notebook systému Mathematica by bylo snadné.



obr. 8



obr. 9

Máme-li vypočtenou souřadnici jednoho libovolného bodu, můžeme přírůstek dráhy Δs mezi dvěma sousedními body A a B , jejichž souřadnice byly zaznamenány senzorem GPS, psát ve tvaru

$$\Delta s = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2}, \quad (4)$$

přičemž jednotlivé souřadnice bodů A a B počítáme pomocí vztahů (1) až (3).

Převědeme-li tyto výpočty to programu Mathematica, můžeme sestavit graf závislosti uražené dráhy na čase, který je zobrazen na obr. 8. K sestavení tohoto grafu je nutné přírůstky dráhy mezi jednotlivými zaznamenanými body vypočtené podle vztahu (4) navzájem sčítat, abychom získali celkovou dráhu uraženou v konkrétním čase.

Na základě těchto dat je již možné sestavit také graf závislosti velikosti průměrné rychlosti na čase. Tento graf je zobrazen na obr. 9. Velikost průměrné rychlosti se během jízdy měnila v závislosti na terénu, kterým jsem jel.

Ačkoliv jsou v datech pořízených senzorem GPS drobné nepřesnosti, je tento senzor zdrojem dat, z nichž je možné vysledovat i další charakteristiky pohybu. A to zůstaly zatím nevyužity pro další zpracování údaje o směru, kterým jsem se v daném okamžitém čase pohyboval.

Zdroje

- [1] <http://www.vernier.com>
- [2] http://jreichl.com/fyzika/vernier/videonavody/import_dat/import_dat.htm
- [3] zdrojová [data](#) se záznamem měření se senzorem GPS
- [4] [notebook](#) programu Mathematica, ve kterém ze data dále zpracovat