



MOLAPP
MOBILNÍ LABORATOR
PŘÍRODOVĚDNÝCH
PŘEDMĚTŮ

Trajektorie pohybu, charakteristiky pohybu

Mirek Kubera

Výstup RVP: žák užívá základní kinematické vztahy při řešení problémů a úloh o pohybech rovnoměrných a rovnoměrně zrychlených/zpomalených

Klíčová slova: trajektorie, rychlost, GPS, souřadnice, pohyb, klid

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

25 min

(nutno naměřit reálná data)

Doba na provedení:

30 min

Obtížnost:

střední

Úkol: V rámci své běžné denní činnosti (cesta do školy) nebo jiné činnosti (školního výletu) zaznamenejte trasu svého pohybu. Trajektorii pohybu zaneste do mapy. Studujte rychlost a směr pohybu. Určete celkovou uraženou vzdálenost.

Pomůcky LabQuest, modul GPS, počítač s připojením na internet, program Logger Pro

Teoretický úvod GPS neboli Global Positioning System je soustava 24 satelitů (+ 3 satelity záložní) obíhající Zemi ve výšce přibližně 20 000 km rychlostí asi 4,4 km/s. Satelity vysílají zprávy obsahující čas vyslání zprávy, polohu satelitu a informaci o přibližném stavu a poloze ostatních satelitů. Z těchto informací pak přijímač GPS určí informace o své poloze (metoda triangulace). K dobrému určení polohy musíme mít informace alespoň od 4 satelitů.

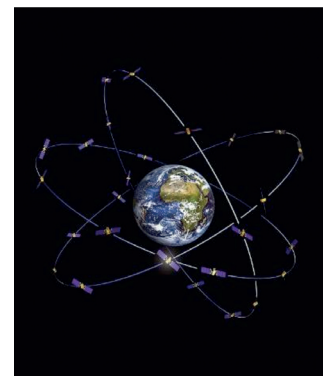
Informace o čase je dána velice přesnými atomovými hodinami. Musíme však pracovat s obecnou a speciální teorií relativity, protože tyto hodiny se docela rychle pohybují a navíc se vyskytují v blízkosti velmi hmotného objektu – naší Země. Bez těchto relativistických oprav by byla přesnost určení polohy pomocí GPS přibližně 10 km, což nelze považovat za uspokojivé.

Vypracování Zapněte LabQuest a po jeho startu vložte do USB portu modul GPS. Vyčkejte jeho spojení se satelity. Na displeji přístroje se objeví vaše souřadnice. (Uvnitř budovy signál většinou nezachytíte.)



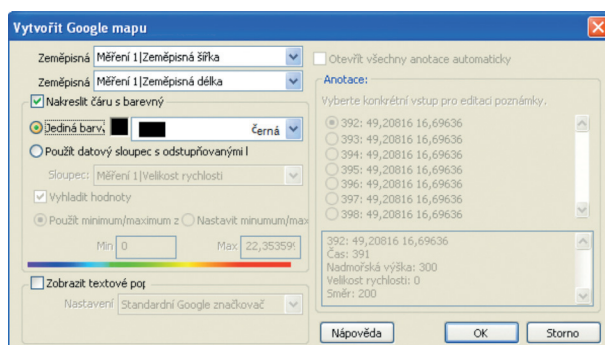
Podle délky zamýšlené trasy a předpokládané rychlosti pohybu nastavte měření. Například při jízdě autem do školy můžeme nastavit následující hodnoty: *délka měření 3 600 s, vzorkovací frekvence 1 vzorek/sekunda*. Spustte měření, odložte LabQuest do tašky a věnujte se cestě. Po příjezdu na místo určení ukončete měření v LabQuestu. Měření uložte.

Výsledky a výpočty Přestože se můžeme ihned podívat na naměřená data, pro podrobné a pohodlnější zpracování bude vhodnější přenést data do počítače. Abychom mohli exportovat trajektorii do mapy, musí být počítač připojen k internetu. Budeme potřebovat program Logger Pro. Otevřeme-li datový soubor (má příponu .cmbl, zatímco soubory Logger Pro mají příponu .qmb) v programu Logger Pro, zobrazí se tabulka naměřených hodnot a graf závislosti zeměpisné šířky na zeměpisné délce (pokud máte naměřená data stále v LabQuestu, můžete je dostat do počítače připojením LabQuestu přes USB k počítači a zvolením funkce **Sou-**

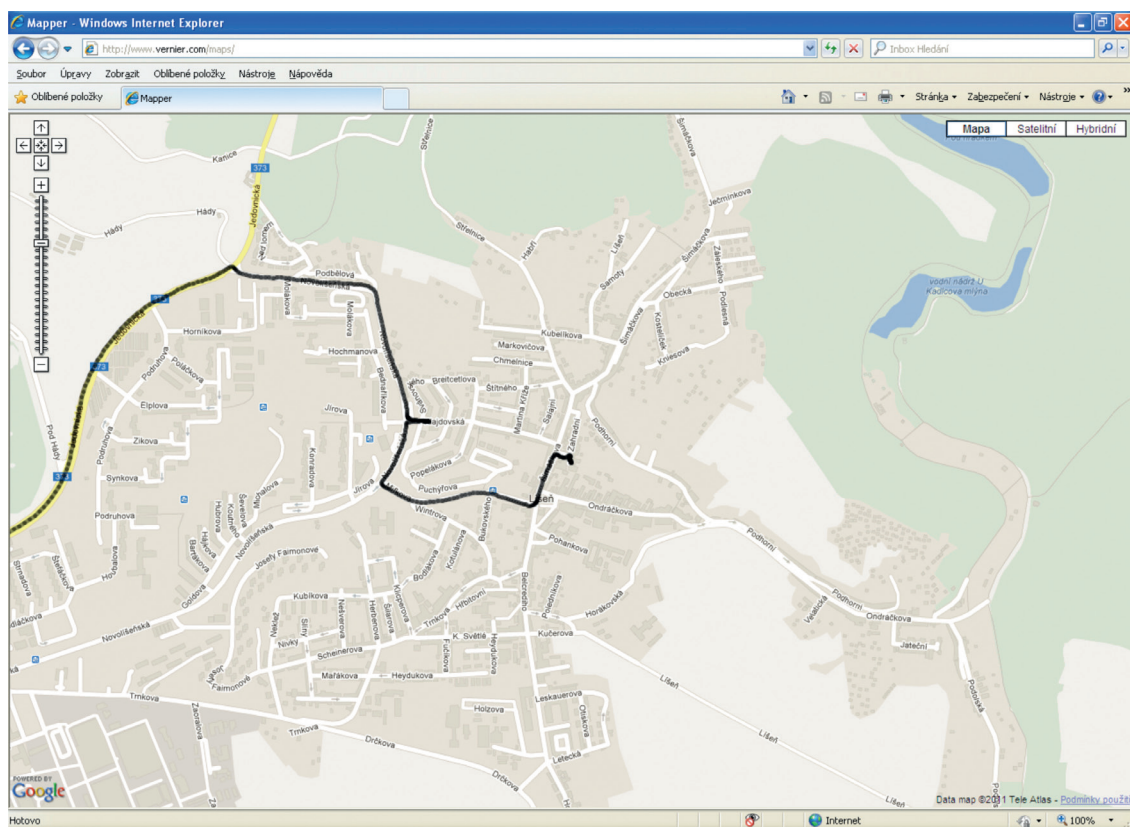


Trajektorie pohybu, charakteristiky pohybu

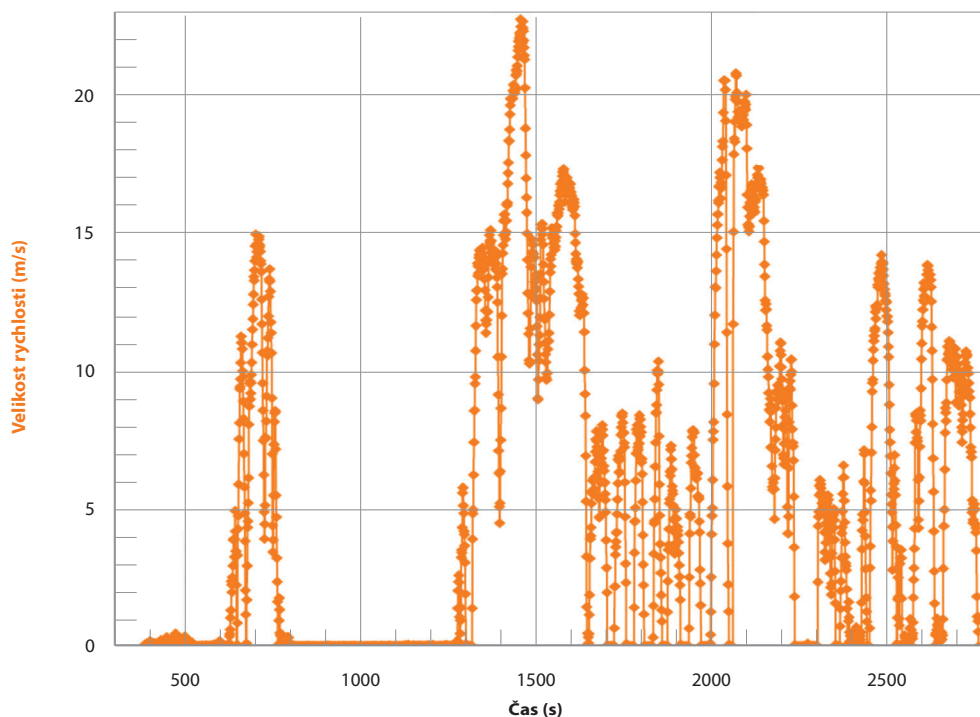
bor→**Prohlížeč souborů v LabQuestu**). Otevřený graf již je v podstatě záznam trajektorie; vidíme její tvar, těžko však určíme polohu tělesa. Proto budeme exportovat trajektorii do skutečné mapy. Využijeme funkci **Soubor**→**Exportovat jako**→**Google mapy...**



Na následujícím obrázku můžeme vidět poměrně přesný (a hlavně reálný a pravdivý) tvar trajektorie našeho tělesa, v tomto případě automobilu. Funkce přenosu trajektorie tělesa do mapy může trvat poměrně dlouho, záleží na kvalitě internetového připojení, ale hlavně také na množství naměřených bodů. Je-li jich mnoho, každé další překreslování mapy je velice dlouhé.



Jestliže tedy víme, kam se těleso pohybuje a jaký má tvar jeho trajektorie pohybu, pojďme se podívat na další charakteristiku pohybu – jeho rychlost. V programu Logger Pro můžeme jednoduše vybrat na osy zobrazení velikost rychlosti v závislosti na čase.



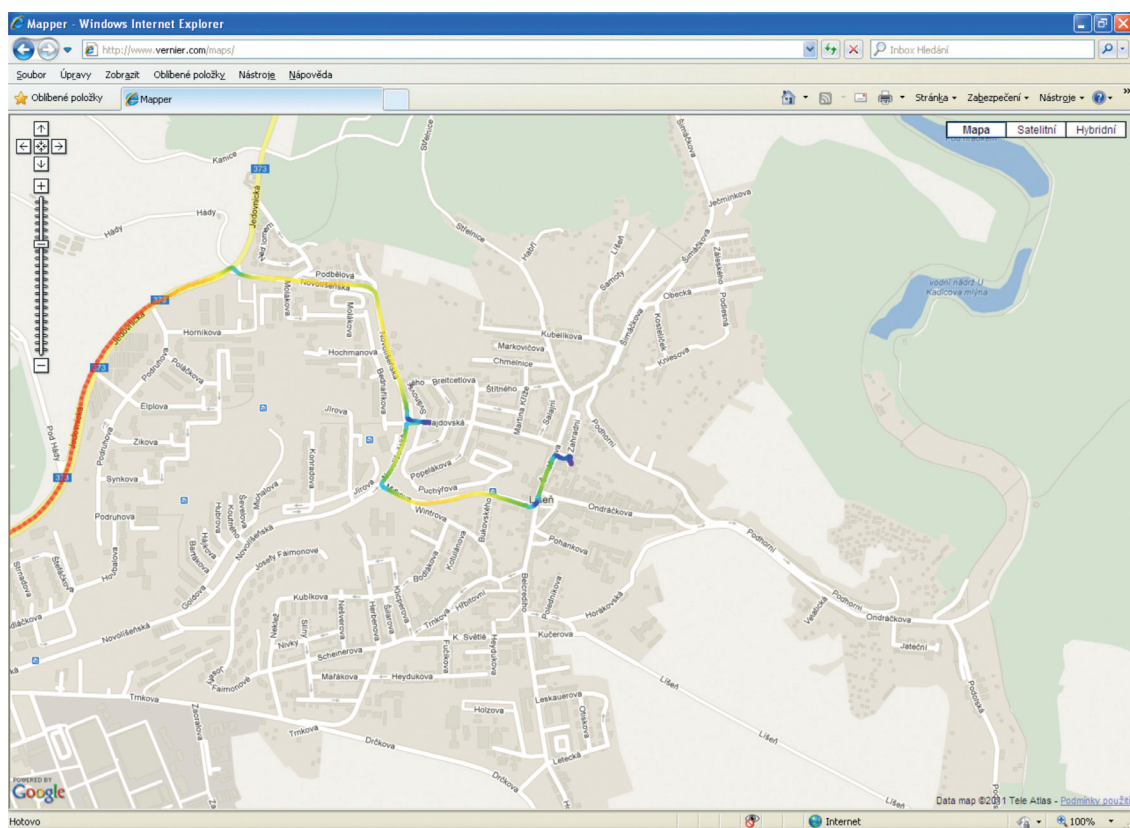
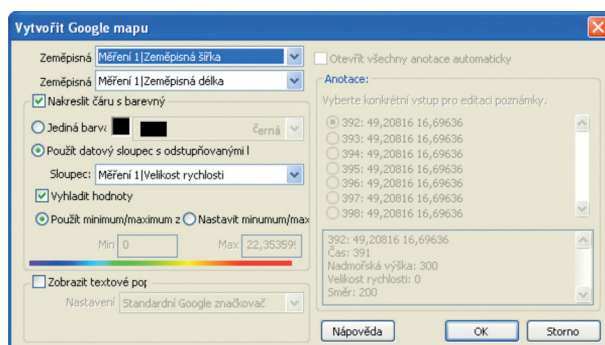
Graf se může zdát nepřehledný, ale určitě v něm vidíme, že automobil při cestě po městě na své trase několikrát zastavil. Prvních 630 s se předmět vůbec nepohyboval. Stačí se podívat na konstantní hodnoty obou zeměpisných souřadnic.

Po krátké jízdě, která trvala 157 s a automobil dosáhl rychlosti 15 m/s, se opět na delší dobu (8 min 20 s) zcela zastavil (nezbytné vyložení dcery ve školce). Další zastávky automobilu (celkem 16x) již odpovídají plynulosti dopravy ve městě Brně.



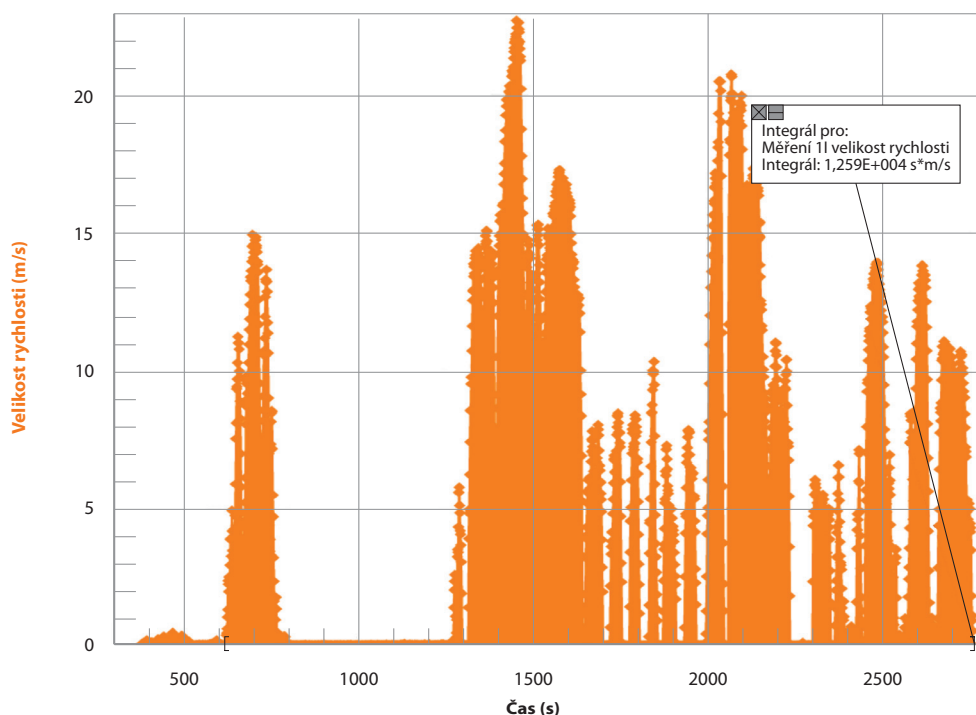
Trajektorie pohybu, charakteristiky pohybu

Exportujeme ještě jednou trajektorii do Google Maps, ale exportujeme současně hodnoty rychlosti. Barevně označená trajektorie tak bude vypovídat o hodnotě rychlosti v jednotlivých částech trajektorie.



Posledním úkolem je výpočet uražené vzdálenosti. Je to pokročilá funkce, studenti 1. ročníku neznají integrální počet, nicméně se snažíme jim vysvětlit, že plocha pod grafem může mít a v mnoha případech ve fyzice má určitý, zcela přesný význam. Toto reálné měření tak může vyústit ve zcela praktickou ukázkou využití integrálu. Stačí vybrat ikonu **Integrál** a případně upravit počátek nebo konec označované oblasti.

V našem případě je velikost plochy pod grafem rychlosti v závislosti na čase 12 590 m neboli 12,6 km. To velice dobře odpovídá délce trajektorie při cestě do školy měřené na tachometru automobilu. Pečlivým „oklikáním“ délky trasy v mapě na serveru <http://amapy.centrum.cz/mereni-vzdalenosti-m7> dostáváme výsledek **12,3 km**, což lze považovat za dobrou shodu.



Jistě vás napadnou další možnosti, jak využít senzor GPS a možnost exportu trajektorie do mapy.

Další odkazy Odkaz na článek na fyzwebu:
<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=185>
 Informace o principu GPS a jeho využití:
<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?106864-gps>
 Navigační systém Galileo Evropské vesmírné agentury:
<http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>

