

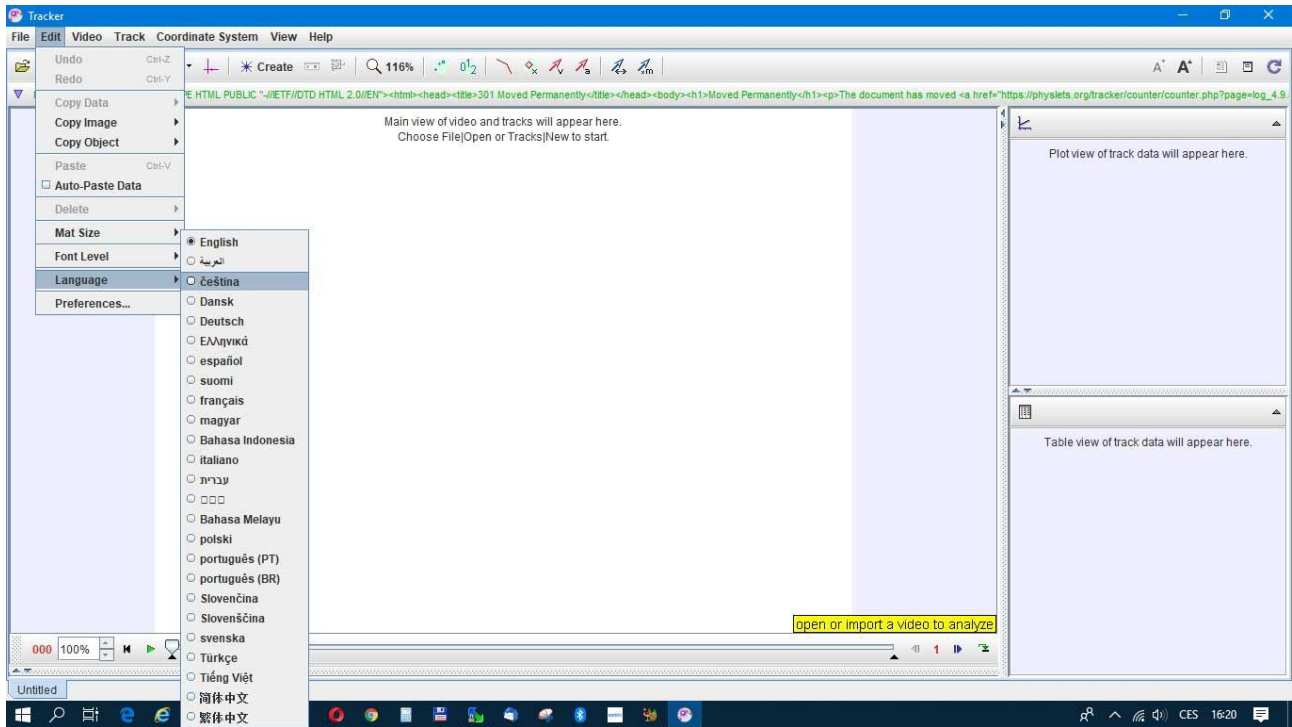
GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3

Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu

Postup práce

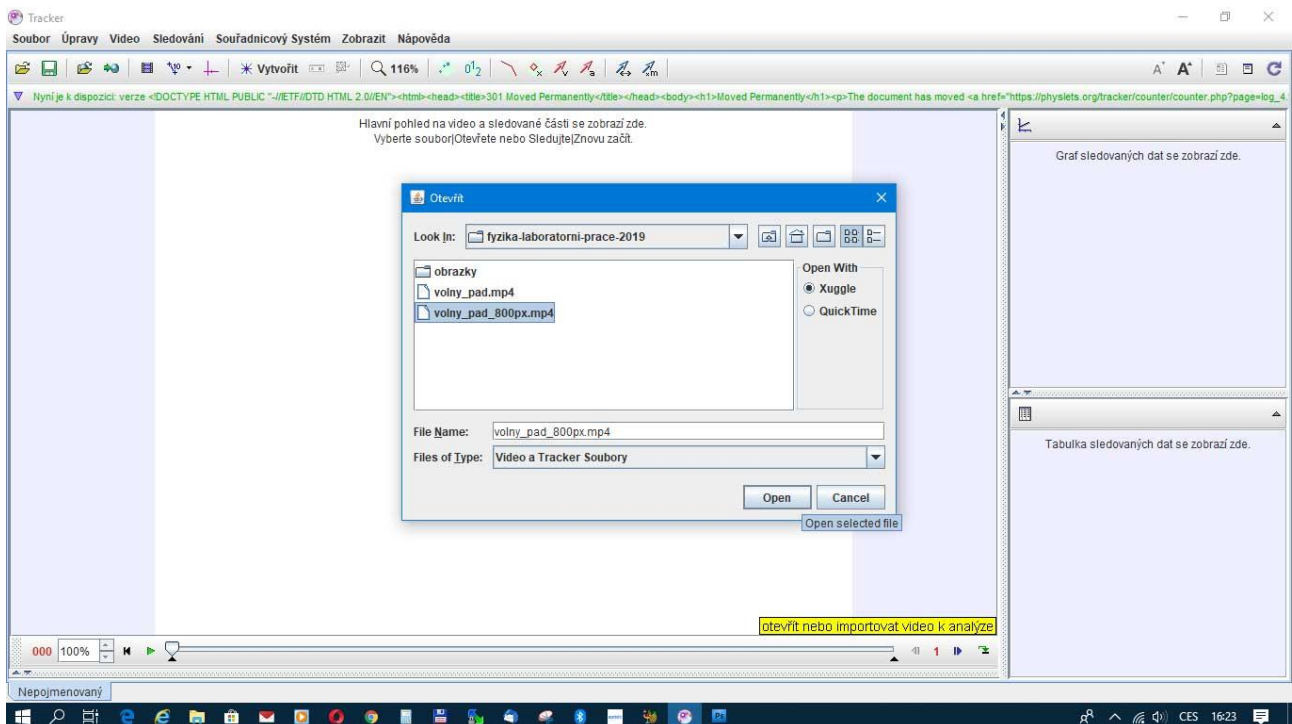
Pomůcky: [videosoubor se záznamem volného pádu](#), program Tracker

Postup práce: Stáhněte z výše uvedeného odkazu videosoubor do počítače. Spusťte program Tracker a nastavte jazyk aplikace na češtinu (*Edit* → *Language*), viz obr. 1.



Obr. 1 Nastavení češtiny.

Otevřete video soubor **volny_pad_800px.mp4**, viz obr. 2.



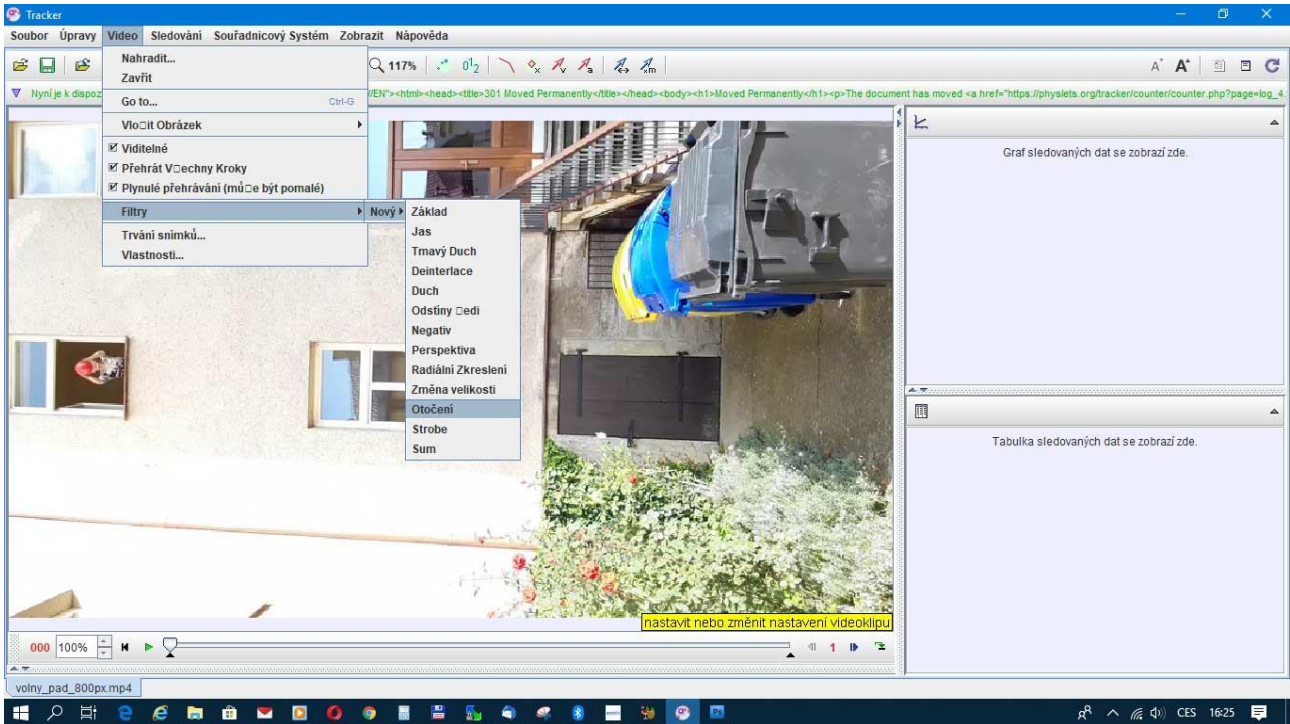
Obr. 2 Otevření video souboru k analýze

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3

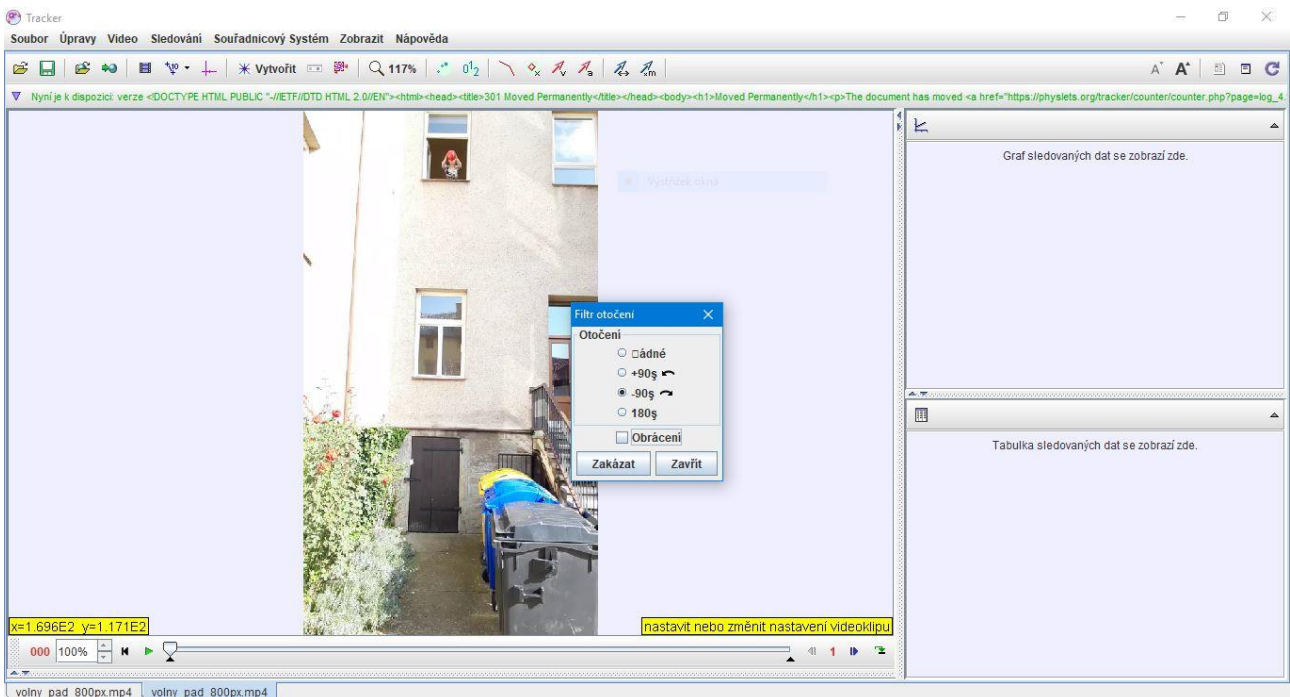
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu

Postup práce

Otočte video o -90° (*Video* → *Filtry* → *Otočení*), viz obr. 3 a obr. 4.



Obr. 3 Otočení videa.



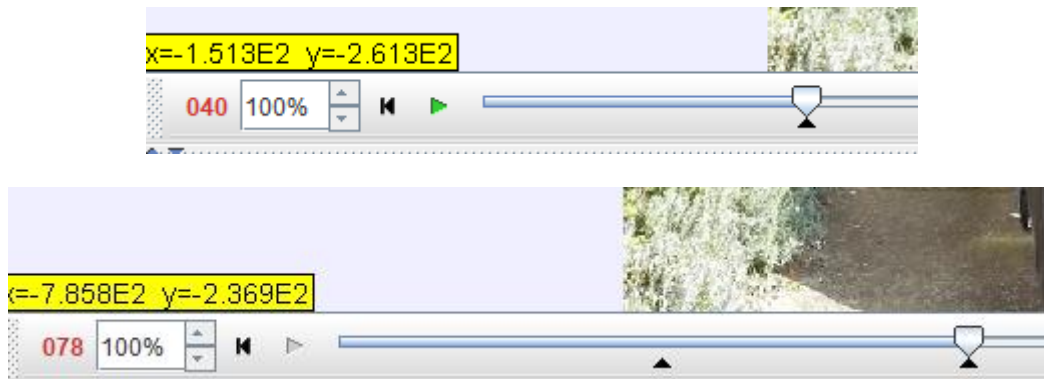
Obr. 4 Volba směru otočení videa.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3

Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu


Postup práce


Nastavte počáteční snímek na hodnotu 40 a konečný na hodnotu 78, viz obr 5.

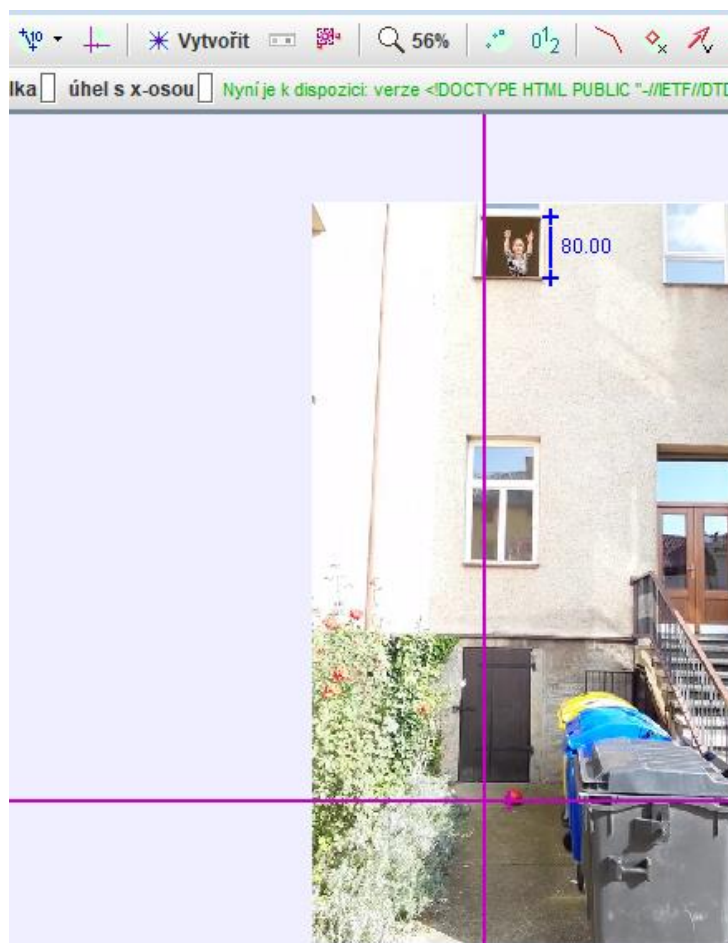


Obr. 5 Nastavení zarážek počátečního a koncového snímku

Jezdce přesuňte na počáteční zarážku. Tím je video připraveno k analýze.

Změřte rozměry okna (výšku otevřené části) a zapište si ji. Do videa umístěte pomocí tlačítka  souřadnicový systém tak, aby počátek byl dole, osa y mírně vlevo od trajektorie balónu, viz obr. 6.

Pak umístěte do videa *Kalibrační tyč* pomocí tlačítka  a změňte hodnotu 100 na vámi naměřenou hodnotu (v obr. 6 je nastavena cvičně na 80 cm). Údaje zadávejte v cm.



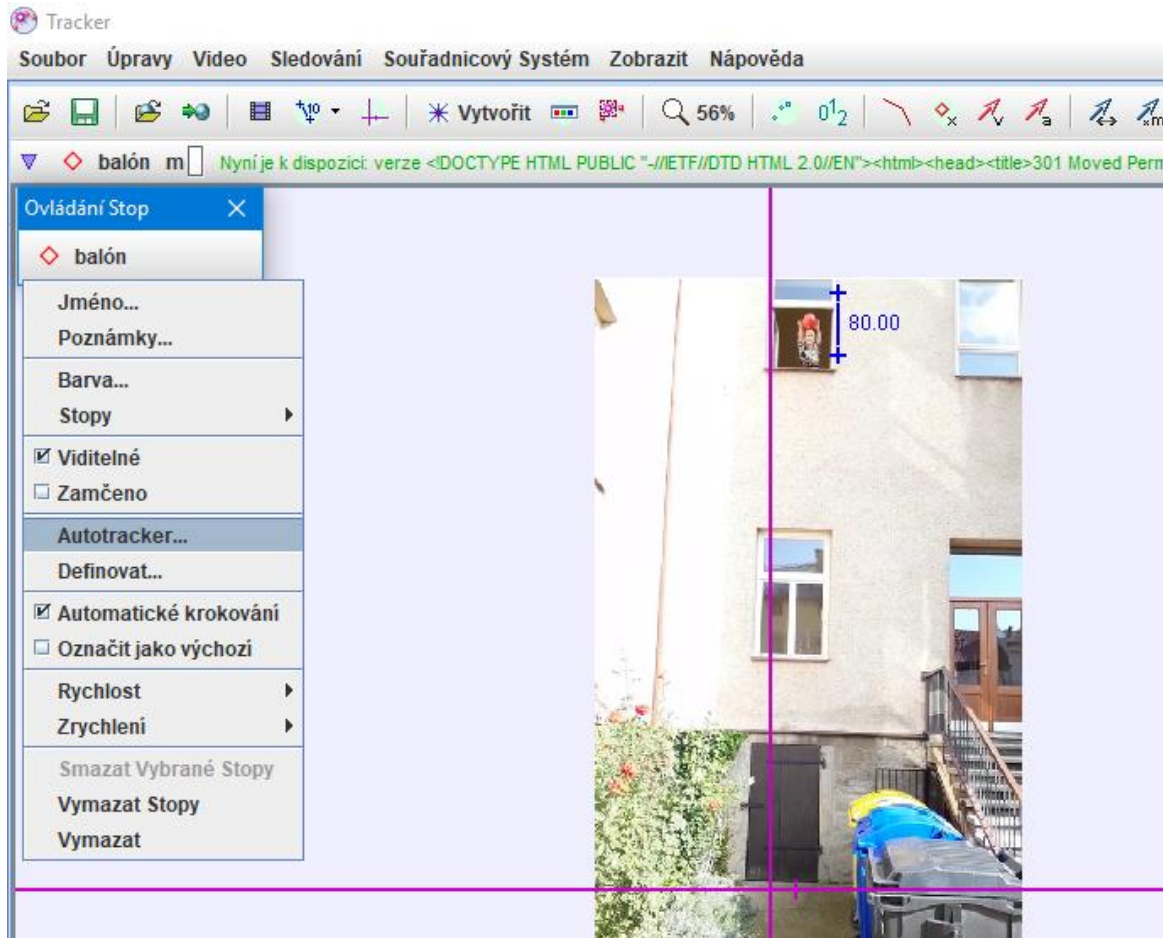
Obr. 6 Nastavení souřadnic a kalibrace délky.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3

Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu

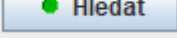
Postup práce

Pomocí příkazu *Sledování* → *Nový* → *Hmotný bod* vytvořte nový objekt pro sledování. Přejmenujte pojmenování *Hmota A* na balón. Kliknutím na název *balón* rozbalte menu a vyberte položku *Autotracker*, viz obr. 7.



Obr. 7 Zobrazení Autotrackeru.

Kolečkem myši zvětšíte video a pomocí současně stisknutých kláves *Shift-Ctrl-klik* klikněte na červený míč. Oblast nastavte tak, aby celý balón byl ve výběru, viz obr. 8. Oddalte opět

kolečkem myši video a pomocí tlačítka  spusťte automatickou analýzu. V průběhu procesu postupujte podle pokynů na obrazovce. Pokud se analýza pohybu v průběhu zastaví, a program vás vyzve k akci *Přijmout* nebo *Přeskočit* snímek, viz obr. 9, na základě vlastní úvahy zvolte jednu variantu.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3

Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu

Postup práce

The screenshot shows the 'Autotracker: balón poloha' window. The search settings are as follows:

- Snímek 40: ablona Shoda
- Rychlost Evoluce: 20%
- Auto označení: 4
- Hledat: Pouze osa X Look Ahead
- Cíl: Track balón, Bod poloha

The graph 'balón (t, x)' shows a coordinate system with time (t) on the x-axis ranging from -0.5 to 0.1 and position (x) on the y-axis ranging from 46 to 54. A single red square data point is plotted at approximately (0.0, 50.3).

t	x
0.000	50.31

Obr. 8 Označení oblasti k analýze (levý horní roh).

The screenshot shows the 'Autotracker: balón poloha' window with the following search settings:

- Snímek 72: ablona Shoda
- Rychlost Evoluce: 20%
- Auto označení: 4
- Hledat: Pouze osa X Look Ahead
- Cíl: Track balón, Bod poloha

The window displays a list of instructions for handling the search results:

- Snímek 72 (velikost shody 4.0): Kladná shoda byla nalezena v prohledávané oblasti. Vaše možnosti jsou:
- přijmout shodu
- změnit prohledávanou oblast a hledat znovu
- shift-klik pro ruční označení
- krok zpět a změnit evoluční rychlost nebo přes shift-control-klik definovat nový klíčový snímek
- přeskočit tento snímek a pokračovat dále

Buttons at the bottom of the window include 'Přijmout' and 'Přeskočit'.

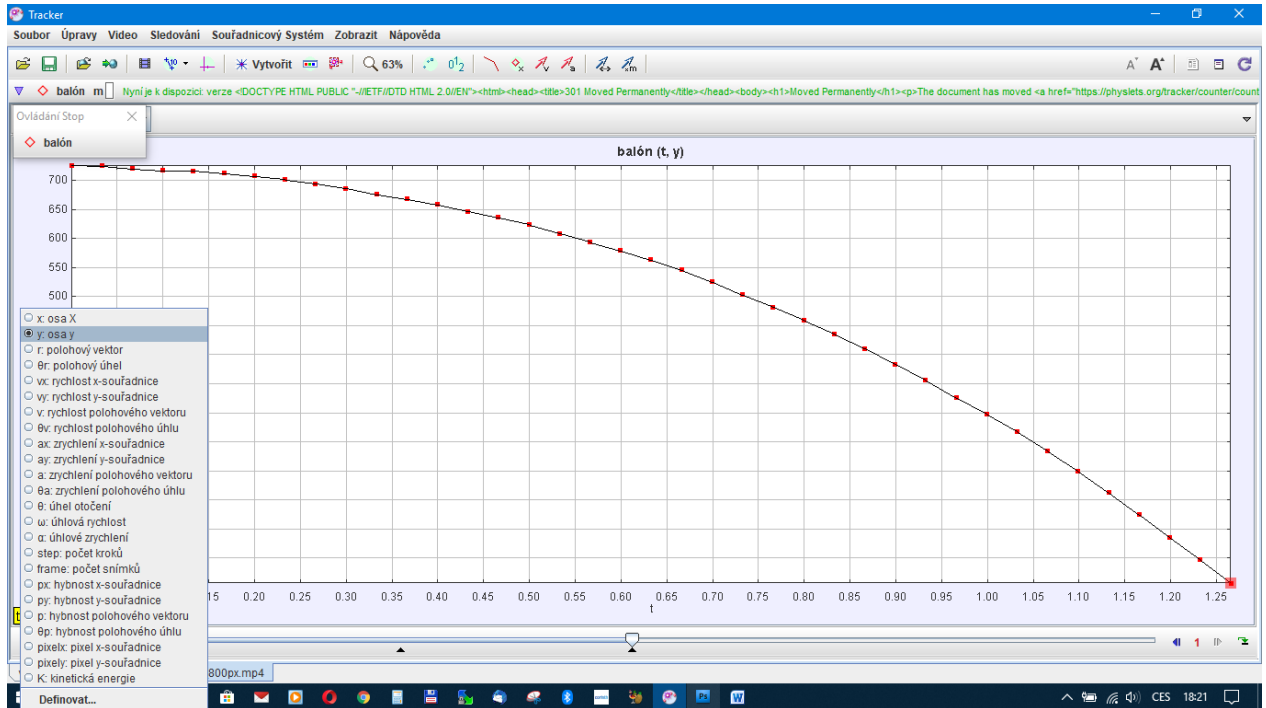
Obr. 9 Přijmutí nebo přeskočení snímku.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3

Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu

Postup práce

Po skončení procesu videoanalýzy, zavřete tlačítkem **Zavřít**, viz obr. 9, okno Autotrackeru. Kliknutím na trojúhelníček v pravém horním rohu grafu zvětšíte graf na celou obrazovku. Na ose y změňte kliknutím na popisek osy typ osy na osu y , viz obr. 10.

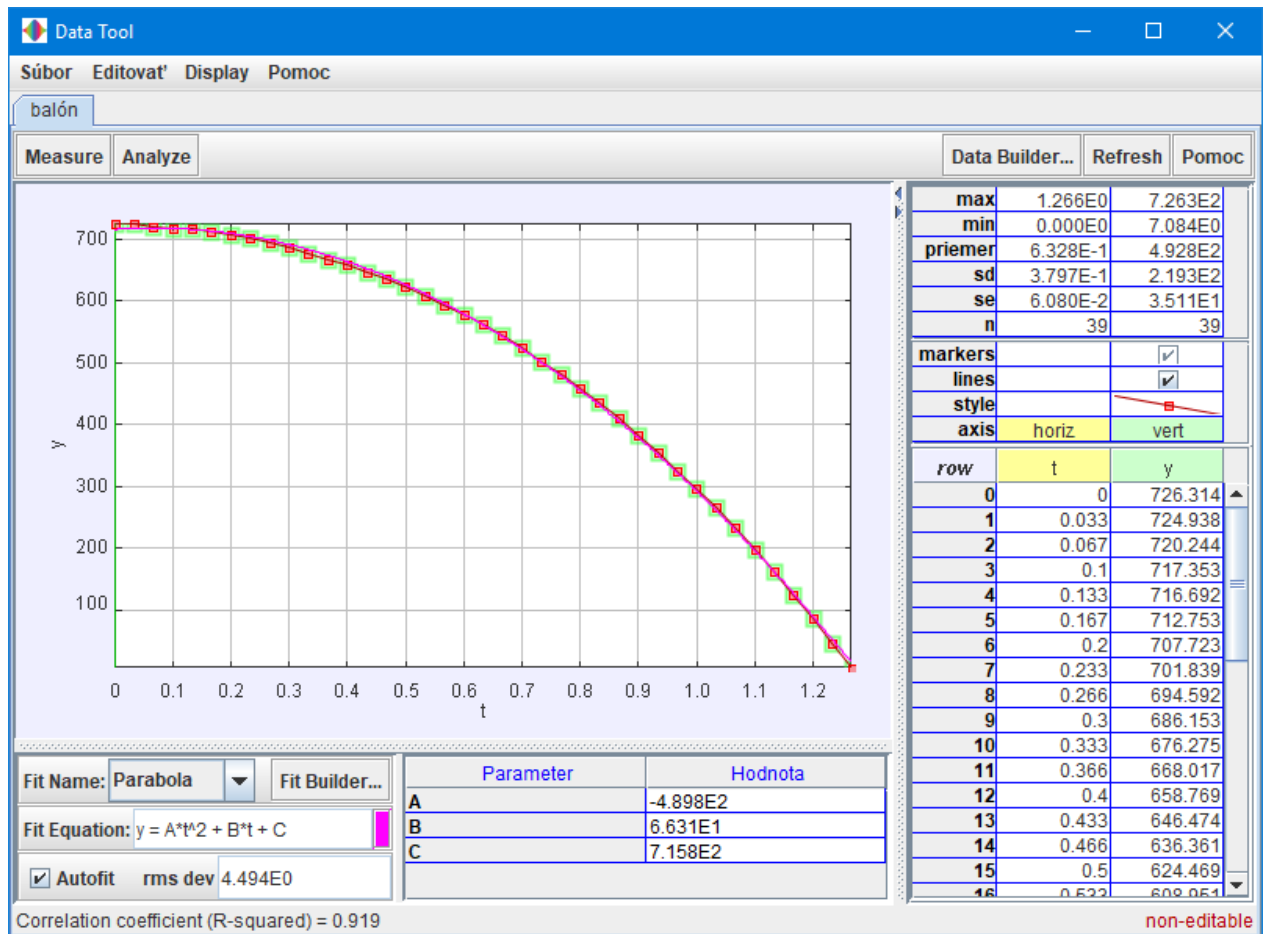


Obr. 10 Nastavení osy y .

Úkol 1. Analýza trajektorie pohybu volného pádu

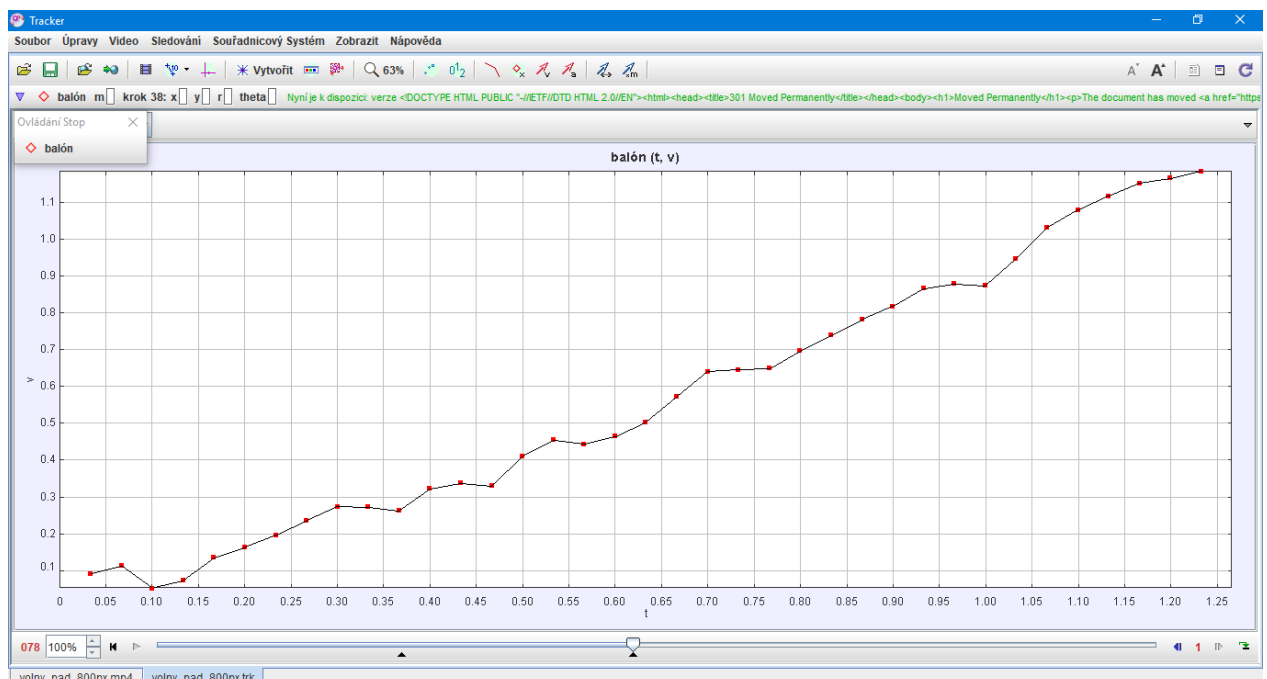
- Do protokolu zkopírujte pomocí aplikace *Výstřižky* graf závislosti y -ové souřadnice balónu na čase (viz obr. 10).
- Popište průběh trajektorie (typ, vlastnosti funkce). Z grafu určete počáteční výšku h míče nad zemí, dobu volného pádu t , a zapište obě hodnoty do protokolu.
- Ze vztahu pro dráhu volného pádu vypočítejte teoretickou hodnotu zrychlení g_{teor} .
- Klikněte do grafu trajektorie pravým tlačítkem myši a zvolte položku *Analyzovat*, viz obr. 11. Zvolte vhodnou **fitovací funkci** a ze zjištěných parametrů určete hodnotu tíhového zrychlení g_{exp1} .

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce



Obr. 11 Analýza dat pomocí fitovací funkce.

e) Změňte popisek osy y na v : rychlost polohového vektoru, viz obr. 12



Obr. 12 Graf závislosti rychlosti na čase.

GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 3
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce

Úkol 2. Analýza grafu rychlosti volného pádu

Zkopírujte graf rychlosti do protokolu a popište průběh funkce. Z grafu vyberte 10 různých hodnot rychlostí v různých časech (kliknutím na červený čtvereček se zobrazí vlevo dole ve **žlutém rámečku** přesné souřadnice vybraného bodu grafu). Ze vztahu pro rychlost volného pádu vypočítejte teoretickou hodnotu zrychlení $g_{v\text{-teor}}$. Hodnoty zapište do přehledné tabulky do protokolu.

- b) Z 10 hodnot **vypočítejte průměrnou hodnotu zrychlení a směrodatnou odchylku.**
- c) Analogicky jako u trajektorie **proved'te analýzu grafu rychlosti na čase**, zvolte vhodnou fitovací funkci a ze zjištěných parametrů určete hodnotu tíhového zrychlení g_{exp2} .
- d) V **Závěru** protokolu **porovnejte hodnoty zrychlení zjištěné všemi čtyřmi předchozími způsoby**. Na internetu **vyhledejte tabulkovou hodnotu normálního tíhového zrychlení a zaokrouhlete ji na 3 desetinná místa**. Která metoda vede k nejpřesnějšímu výsledku v porovnání s tabulkovou hodnotou normálního tíhového zrychlení? Která je naopak nejméně přesná a proč?