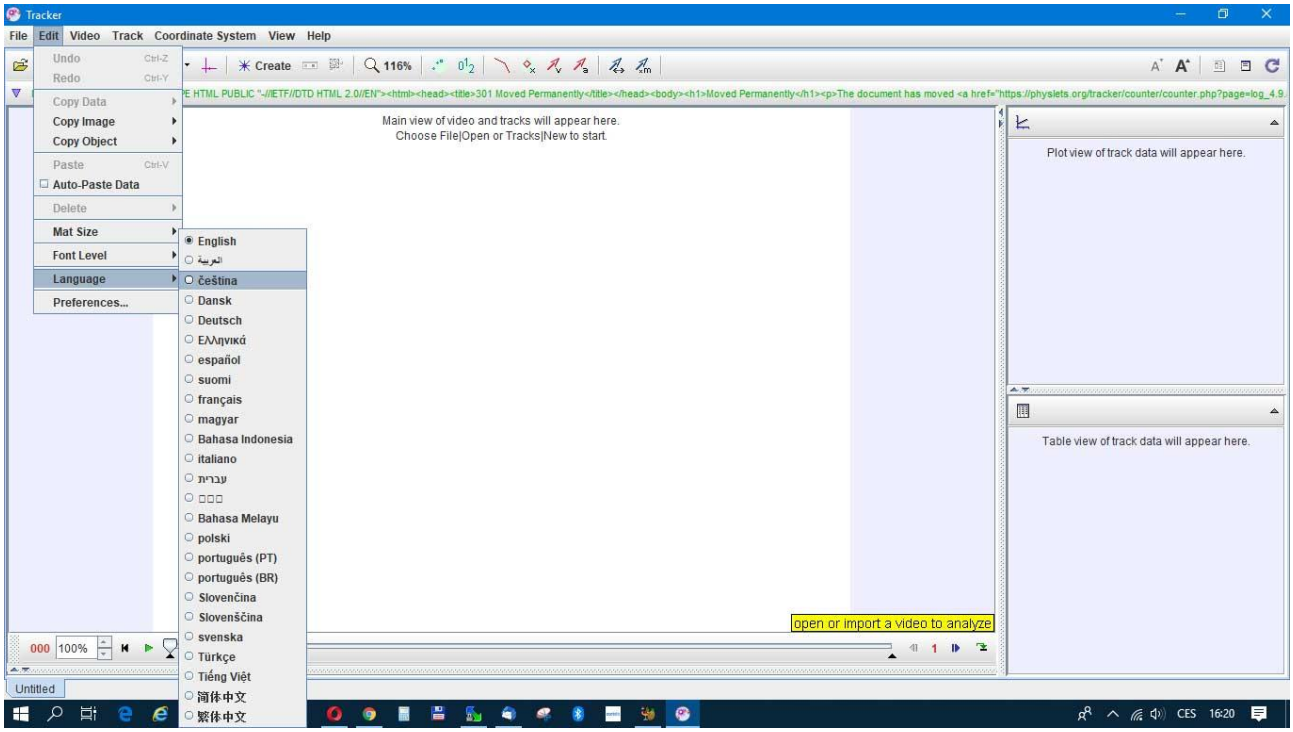
G2 – Laboratorní práce č. 2
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce

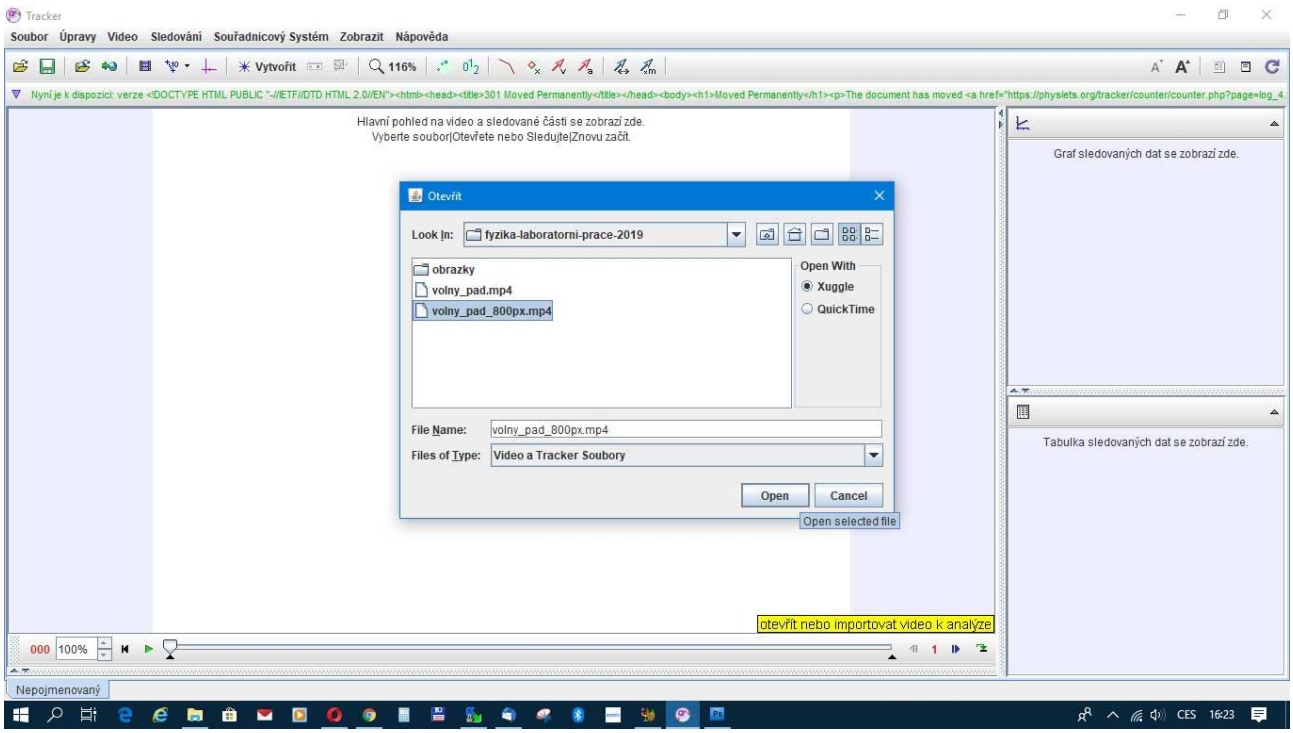
Pomůcky: videosoubor se záznamem volného pádu, program Tracker

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.

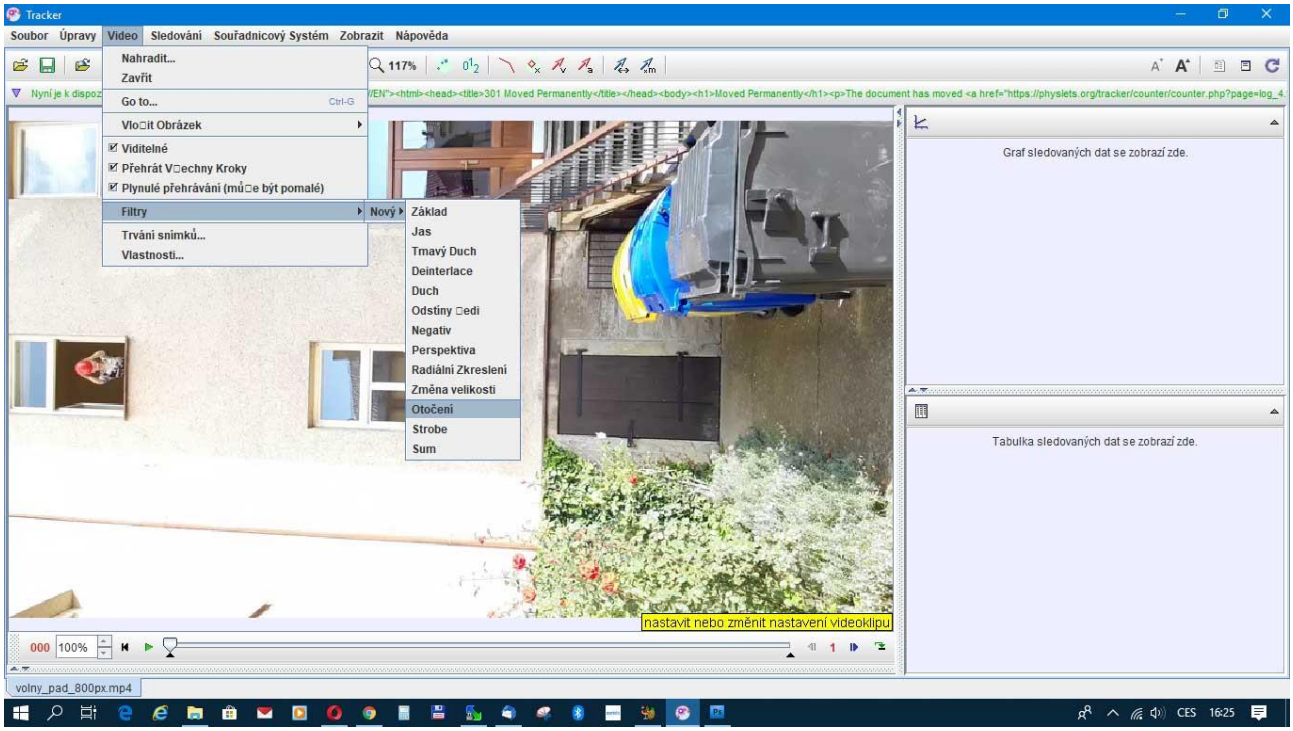
Otevřete video soubor **volny_pad_800px.mp4**, viz obr. 2.



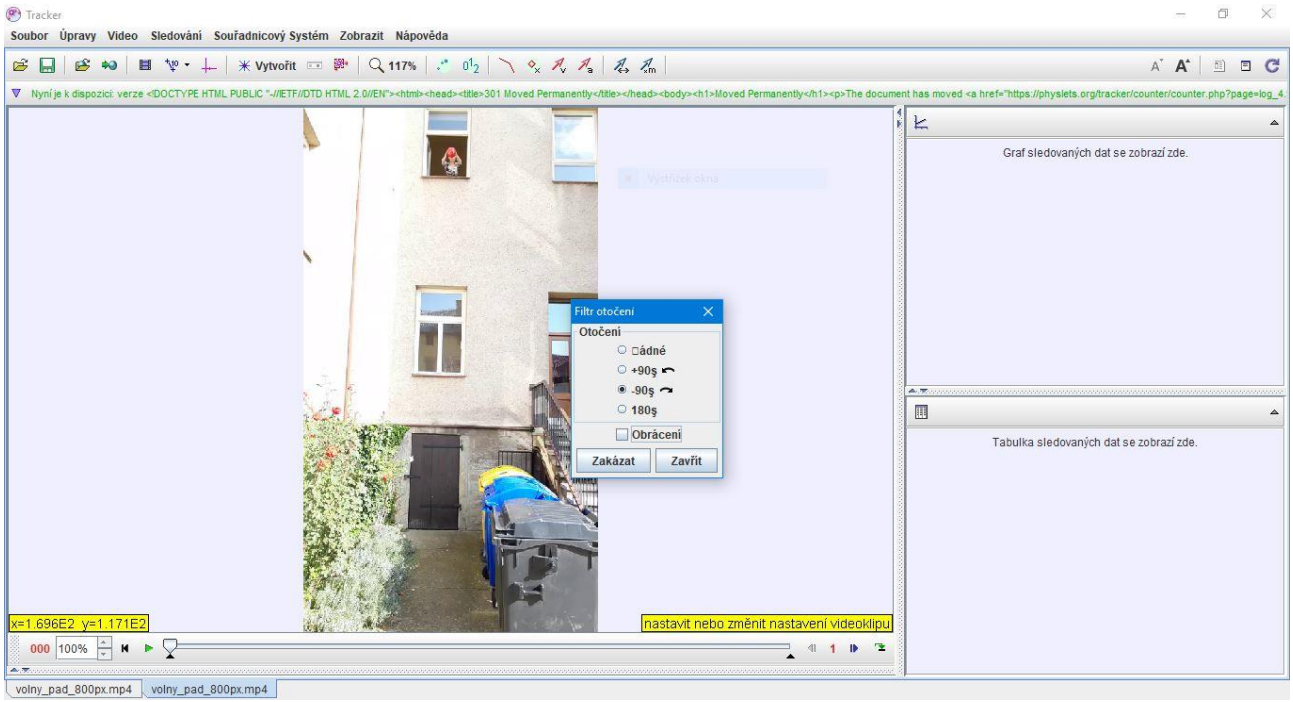
Obr. 2 Otevření video souboru k analýze

G2 – Laboratorní práce č. 2
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce

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



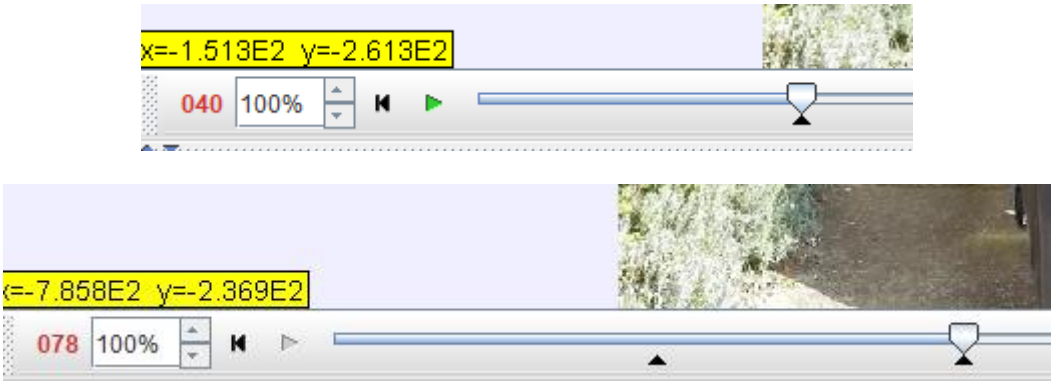
Obr. 3 Otočení videa.



Obr. 4 Volba směru otočení videa.

G2 – Laboratorní práce č. 2
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce

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

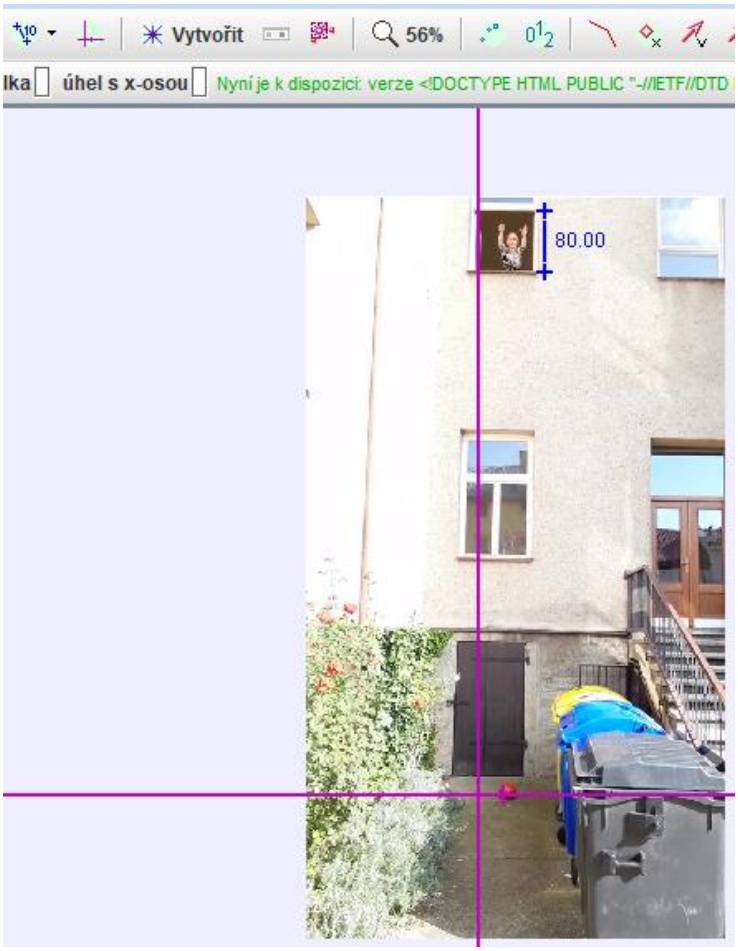


Obr. 5 Nastavení zarážek počátečního a koncového snímku

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.

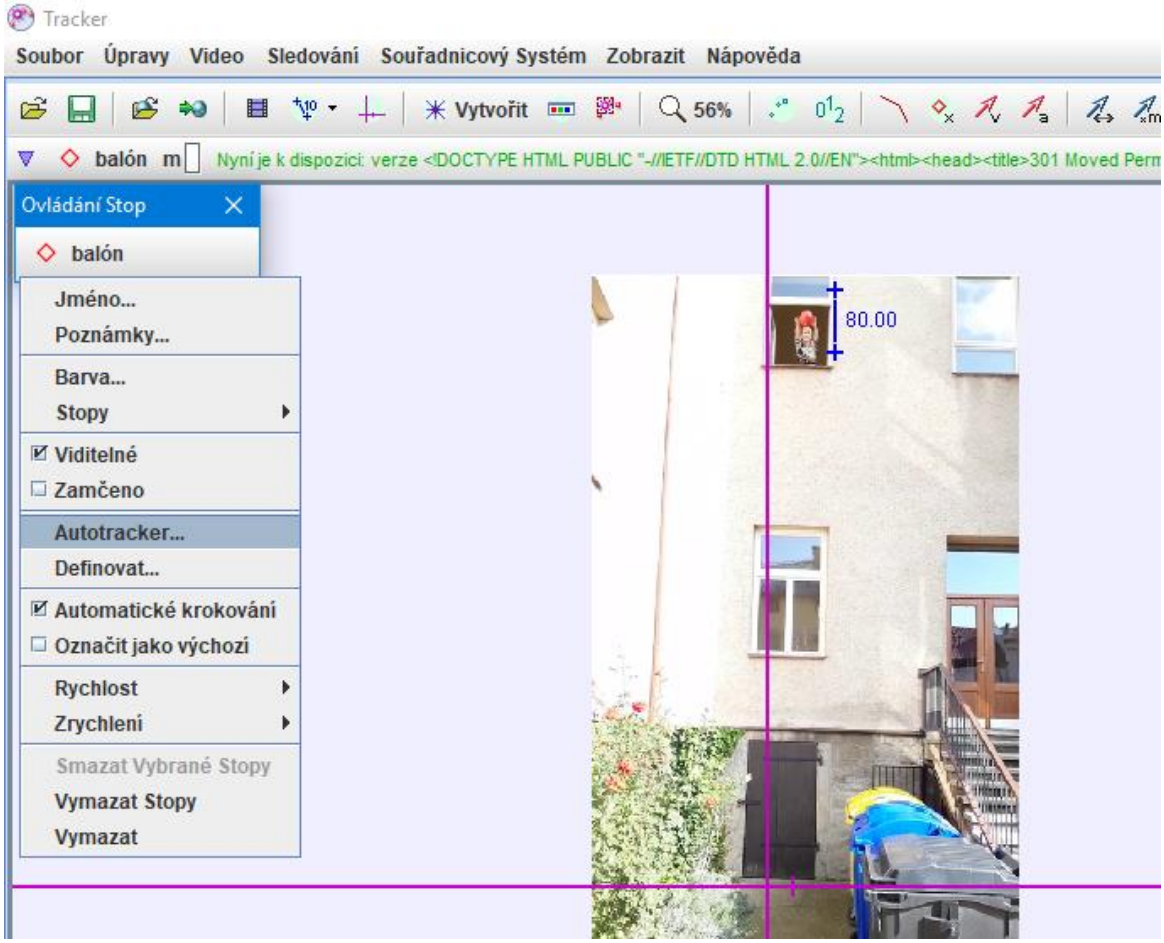
Pak umístěte do videa ***Kalibrační tyč*** pomocí tlačítka a změňte hodnotu 100 na vámi naměřenou hodnotu (v obr. 6 je nastavena cvičně na 80 cm). Údaje zadávejte v cm.



Obr. 6 Nastavení souřadnic a kalibrace délky.

G2 – Laboratorní práce č. 2
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.

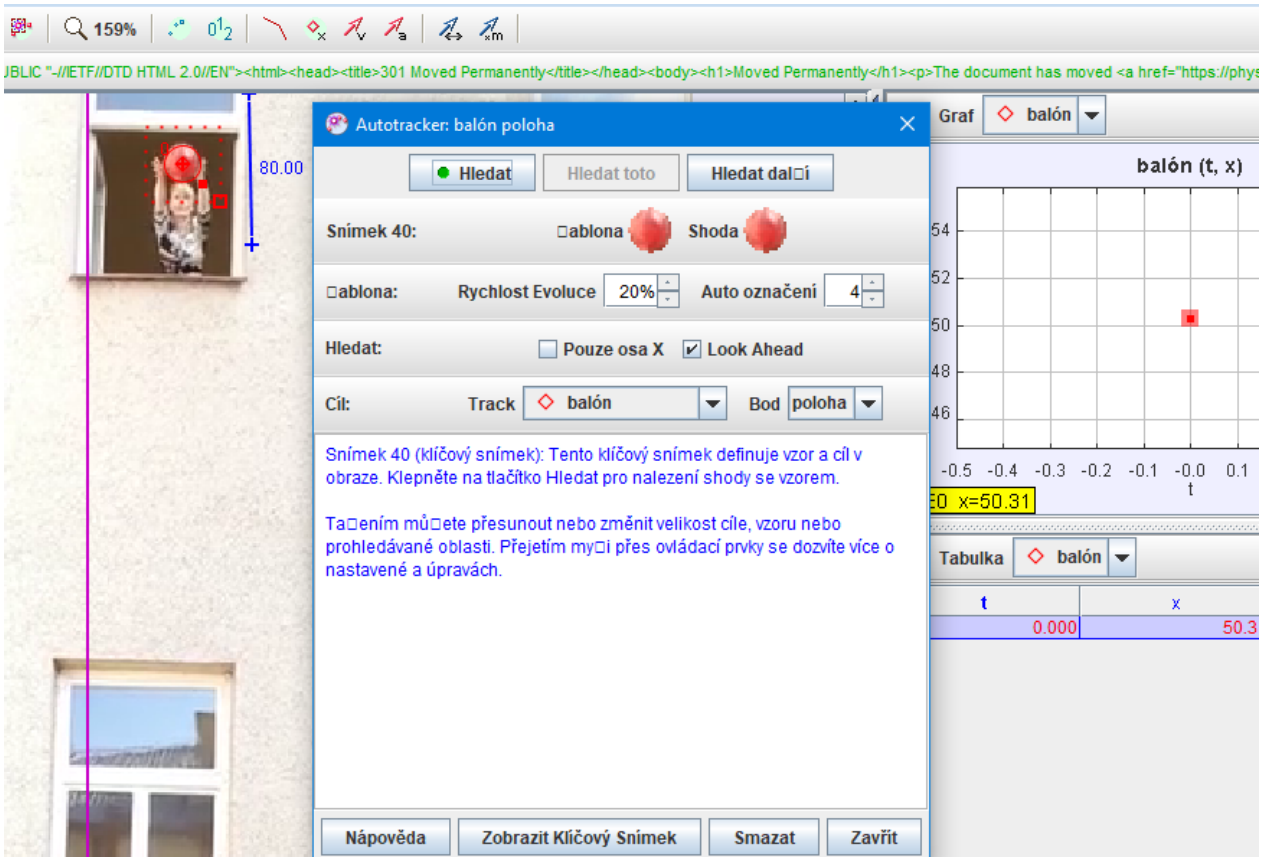


Obr. 7 Zobrazení Autotrackeru.

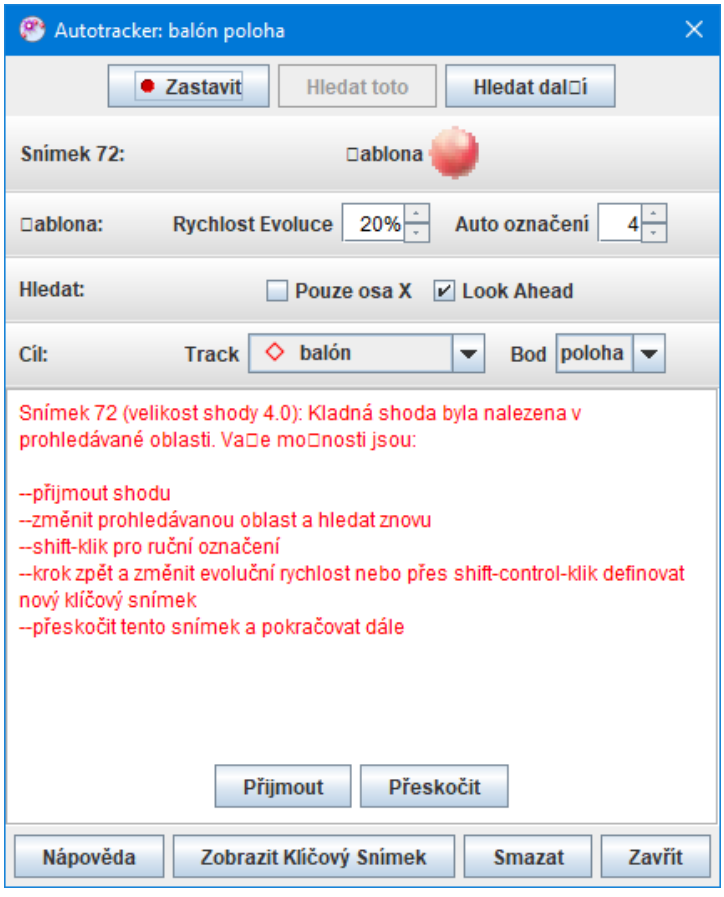
Kolečkem myši zvětšete video a pomocí současně stisknutých kláves ***Shift-Ctrl-klik*** klikněte na červený míč. Oblast nastavte tak, aby celý balón byl ve výběru, viz obr. 8. Oddalte opět kolečkem myši video a pomocí tlačítka

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.

G2 – Laboratorní práce č. 2
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce



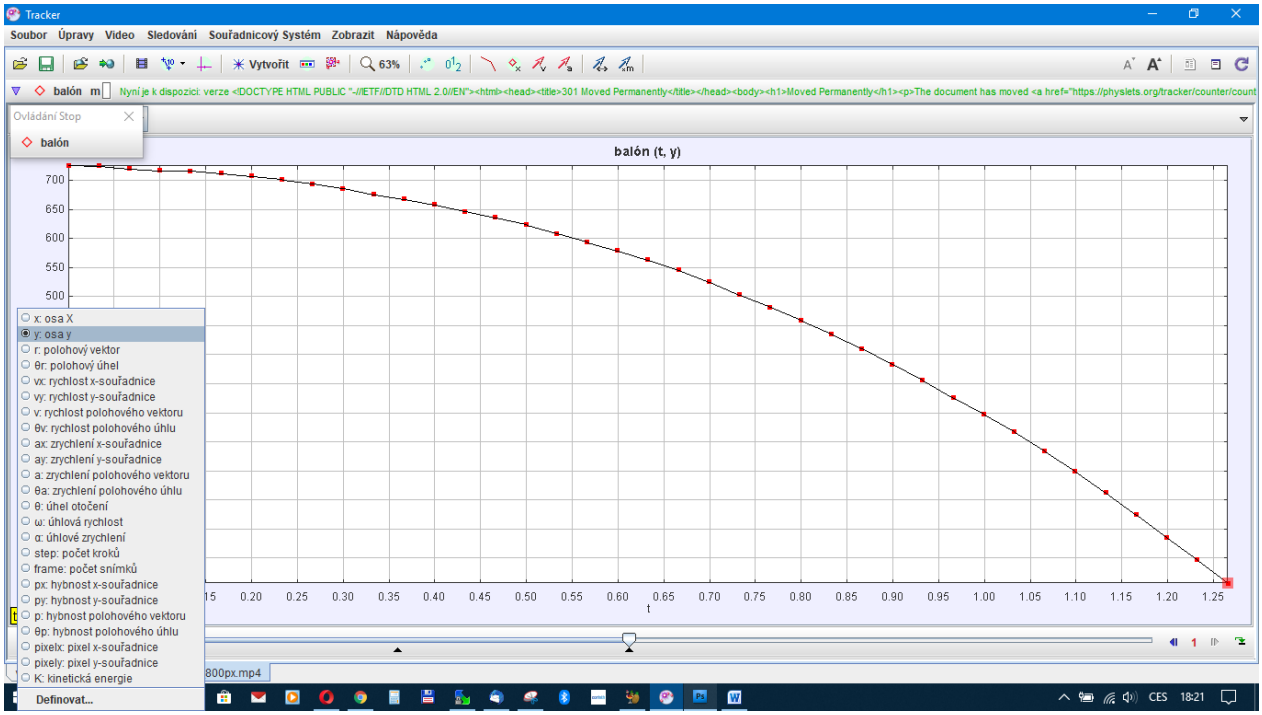
Obr. 8 Označení oblasti k analýze (levý horní roh).



Obr. 9 Přijmutí nebo přeskočení snímku.

G2 – Laboratorní práce č. 2
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 zvětšete graf na celou obrazovku. Na ose *y* změňte kliknutím na popisek osy typ osy na osu *y*, viz obr. 10.

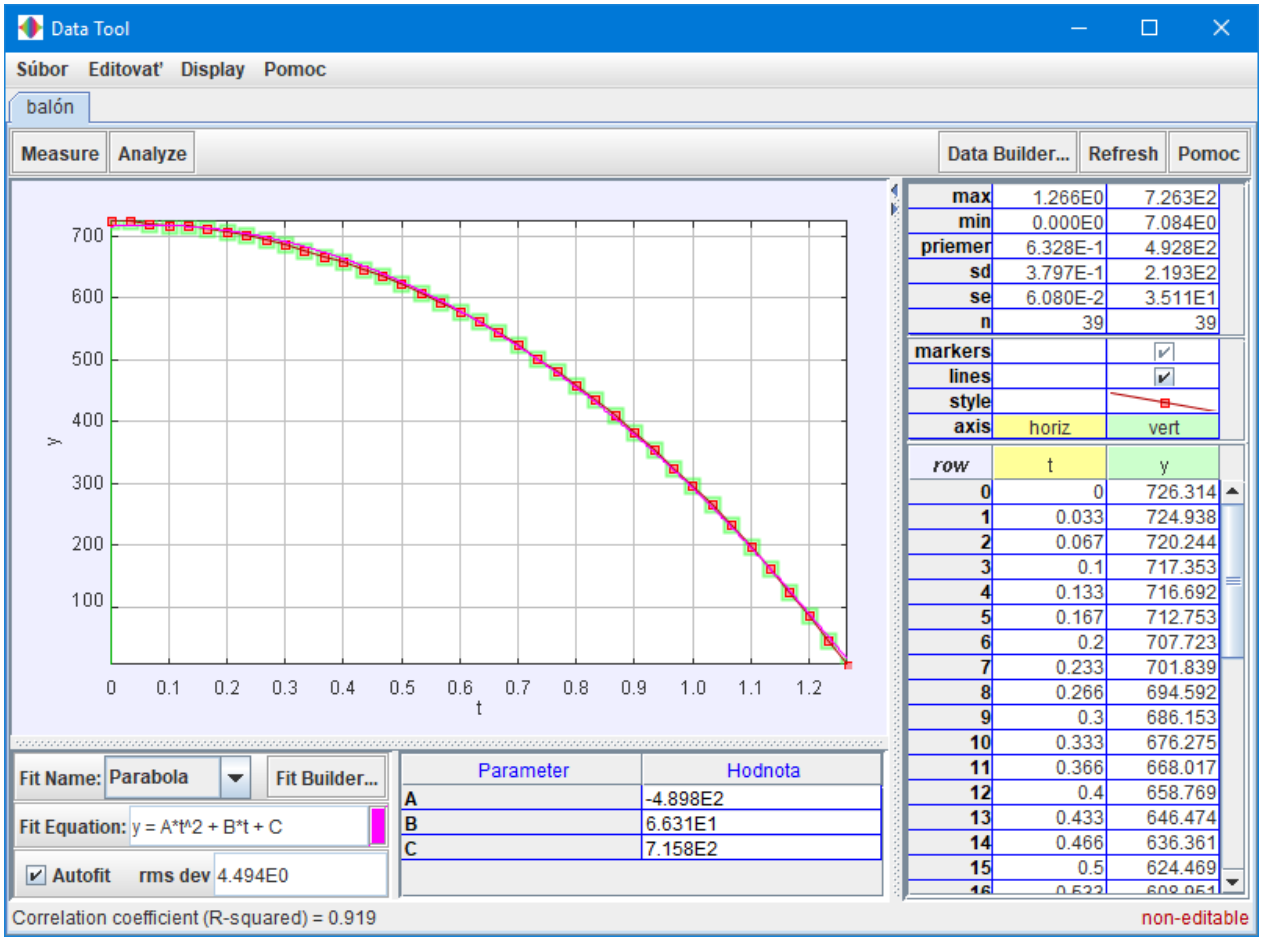


Obr. 10 Nastavení osy *y*.

Úkol 1. Analýza trajektorie pohybu volného pádu

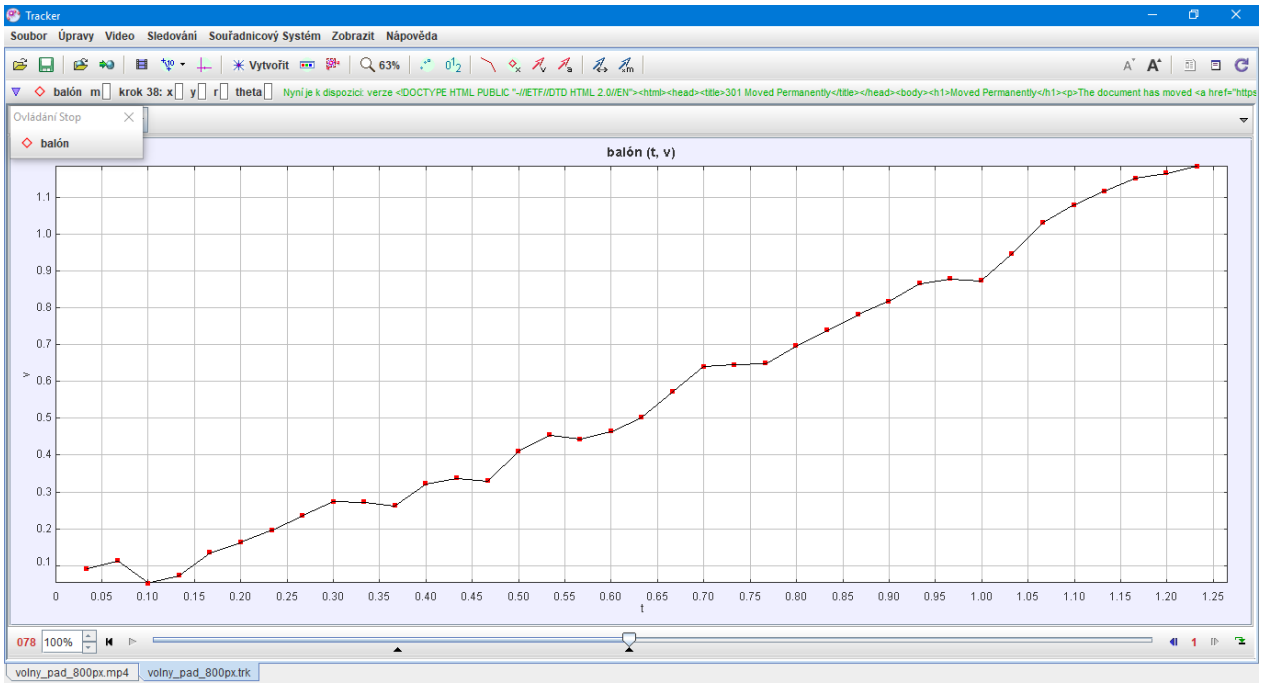
a) Do protokolu zkopírujte pomocí aplikace *Výstřižky* graf závislosti *y*-ové souřadnice balónu na čase (viz obr. 10).
b) Popište průběh trajektorie (typ, vlastnosti funkce). Z grafu určete počáteční výšku *h* míče nad zemí, dobu volného pádu *t*, a zapište obě hodnoty do protokolu. [h = 7,263 m, t = 1,27 s]
c) Ze vztahu pro dráhu volného pádu vypočítejte teoretickou hodnotu zrychlení $\boldsymbol{g_{teor}}$. [$g_{teor} = 14{,}5\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$]
d) 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 $\boldsymbol{g_{exp1}}$.
[A = −4,898, $g_{exp1} = 9{,}796\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$]

G2 – Laboratorní práce č. 2
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.

G2 – Laboratorní práce č. 2
Určení hodnoty tíhového zrychlení pomocí videoanalýzy volného pádu
Postup práce

Úkol 2. Analýza grafu rychlosti volného pádu

a) 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 $\boldsymbol{g_{\text{v-teor}}}$. Hodnoty zapište do přehledné tabulky do protokolu.
[$\boldsymbol{g_{\text{v-teor}}}$ =]
b) Z 10 hodnot **vypočítejte průměrnou hodnotu zrychlení a směrodatnou odchylku**.
c) Analogicky jako u trajektorie **proveďte analýzu grafu rychlosti na čase**, zvolte vhodnou fitovací funkci a ze zjištěných parametrů určete hodnotu tíhového zrychlení $\boldsymbol{g_{\text{exp2}}}$. [A = 9,725, g_{exp2} = 9,725 m·s^{-2}]
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?