

Uporaba računalniško-merilnega kompleta pri fiziki v srednjih šolah

Miroslav Cvahte, Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Ultrazvočni slednik (Motion detector)

Prvi koraki s kompletom VERNIER

Najpreprostejši način – da vam uspe »iz prve«:

- V vmesnik ne vstavljajte baterij
- Z USB kablom povežite računalnik in vmesnik
- Vmesnik preko napajalnika priključite na napetost
- V vmesnik vključite npr. ultrazvočni slednik (Motion detector) in merilnik temperature


Večina senzorjev je analognih in jih vključimo v vhode z oznakami CH 1 do CH 4.

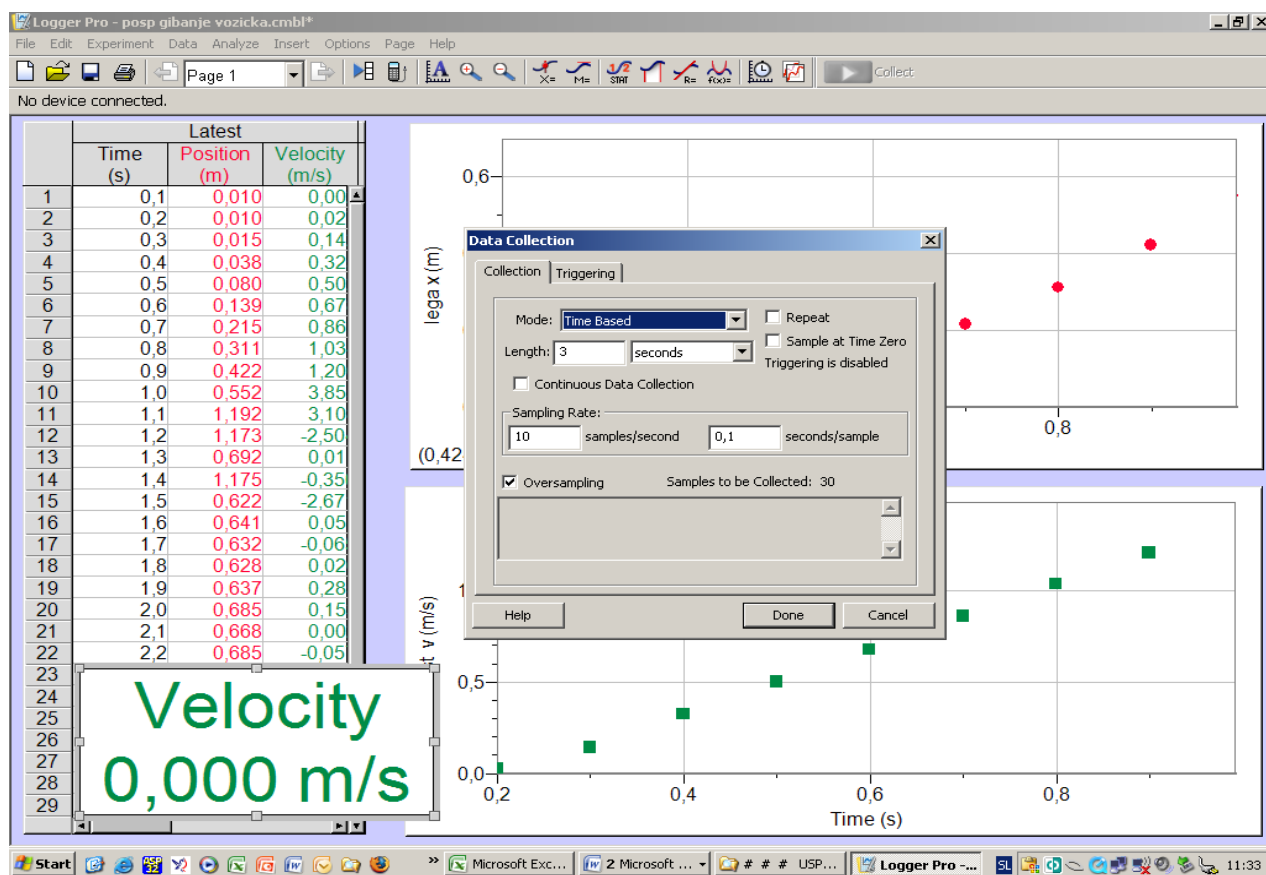
Le dva senzorja v našem kompletu sta digitalna; ultrazvočni slednik (Motion detector) in svetlobna vrata (Photogate). Ta dva vključimo v vhoda DIG/SONIC 1 in DIG/SONIC 2, ki sta na nasprotni strani.

- Poženite program Logger Pro

- Kliknite ikono



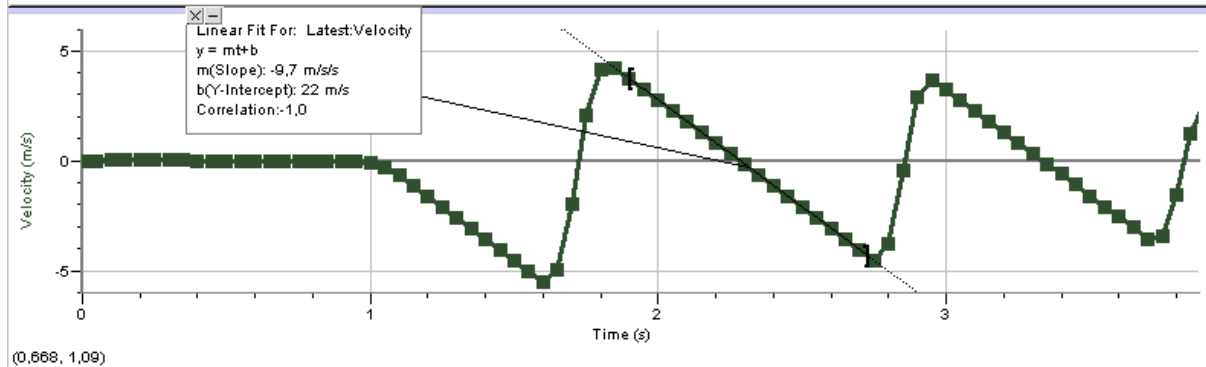
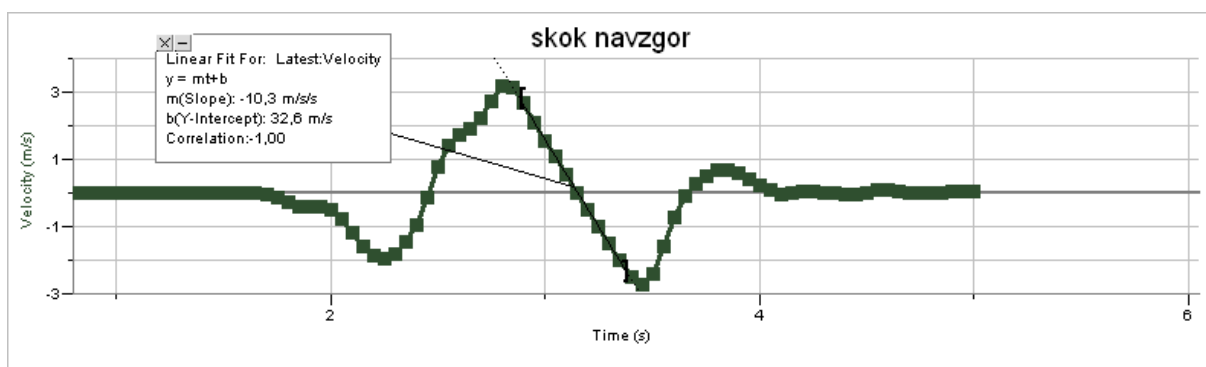
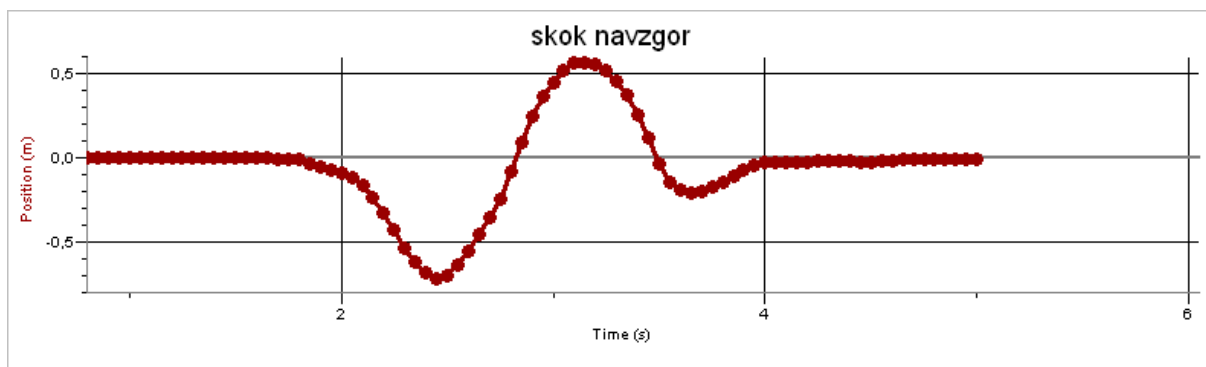
- Nastavite celotni čas meritve (v našem primeru 3 sekunde) in število meritev na sekundo (v našem primeru 10 meritev na sek.) Nato zaključite z **Done**.
- Meritev pričnete s klikom na gumb  in merjenje se bo začelo.



Če želite uporabljati vmesnik kot demonstracijski merilnik, kliknite **Insert**, nato pa **Meter**, Prikazovalnik vrednosti (v našem primeru hitrost – Velocity) lahko poljubno povečate.

MERITVE Z ULTRAZVOČNIM SLEDNIKOM IN RAČUNALNIKOM

Ultrazvočni slednik je učilo, ki ob nizki ceni (približno 110 €) nudi mnogo možnosti za poskuse pri pouku fizike. Priporočljivo je, da že dijaki 1. letnikov z njim izvedejo vsaj eno vajo. S tem jih zelo motiviramo za eksperimentiranje, saj so doslej v prvih letnikih praviloma izvajali poskuse le s kladami, vzmetmi, silomeri itd. Preprosta in zelo zanimiva sta poskusa: navpični skok navzgor, pri katerem si dijaki izmerijo odzivno višino in zaporedni odboji žoge.

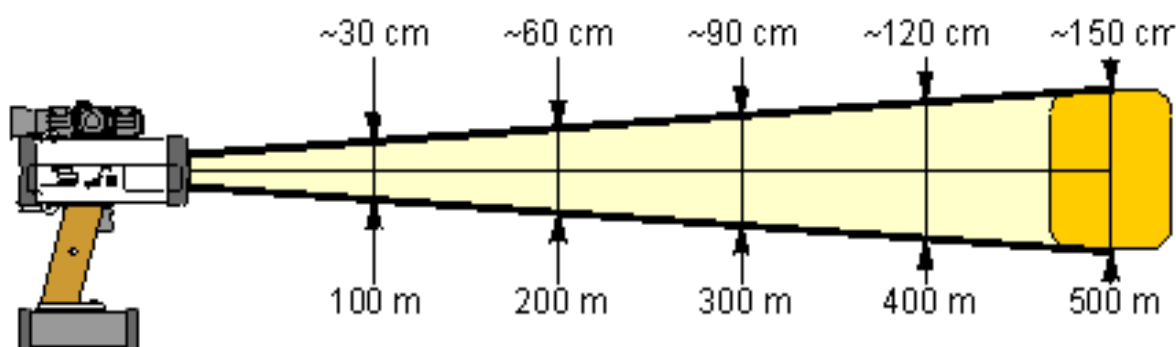


Delovanje:

Z ultrazvočnim slednikom (Motion detector) merimo razdaljo do opazovanega telesa v odvisnosti od časa. Slednik v enakomernih časovnih intervalih oddaja ultrazvočne sunke in meri čas, v katerem se od najbližjega telesa vrne odbiti sunek. Iz časa vrnitve zvoka in znane hitrosti zvoka $c \approx 340 \text{ m/s}$ računalnik izračuna oddaljenost opazovanega telesa $x = c \cdot t/2$. Program iz časovnega spreminjanja oddaljenosti izračuna hitrost in pospešek v odvisnosti od časa. Rezultate prikaže v tabelah, grafih itd.

Zanimivost: Na skoraj enak način merijo policisti hitrosti avtomobilov z laserskim merilnikom hitrosti, ki pa namesto zvoka uporabijo svetlobo. Tudi merilniki razdalje na nekaterih fotoaparatih delujejo podobno.

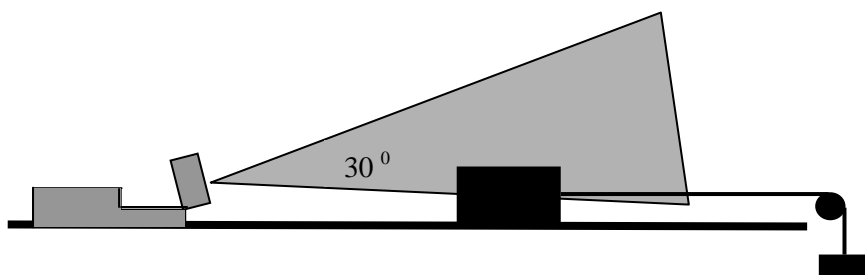
Kako policisti merijo hitrost avtomobilov z laserskim merilnikom hitrosti



Laserski merilnik oddaja kratke sunke (5 nanosekund) infrardeče svetlobe ($\lambda = 904 \text{ nm}$) in meri časovne zakasnitve t od avtomobila odbitih sunkov. Vgrajeni mikroračunalnik pomnoži polovični čas preleta sunka $t/2$ s hitrostjo svetlobe in izračuna trenutno razdaljo avtomobila. Nato nariše diagram razdalje v odvisnosti od časa in iz strmine premice razbere hitrost avtomobila. Policistu se na zaslonu izpiše hitrost avtomobila in razdalja v trenutku meritve. Če je odstopanje izmerjenih točk od premice preveliko, je meritev neveljavna.

Osnovna navodila za lažje delo z ultrazvočnim slednikom:

1. Slednik oddaja ultrazvok v precej širok stožec s kotom okrog 30° . Glava oddajnika je gibljiva. Nastavimo jo tako, da bo opazovani predmet ves čas v ultrazvočnem stožcu.
2. Merilnik vedno meri razdaljo do najbližjega telesa, na katerem se ultrazvok odbije. Če hočemo npr. opazovati gibanje vozička po mizi, ga najprej počasi premikamo od začetne do končne lege, da vidimo, če merilnik na vsej poti meri razdaljo do vozička in ne do kakega drugega predmeta.

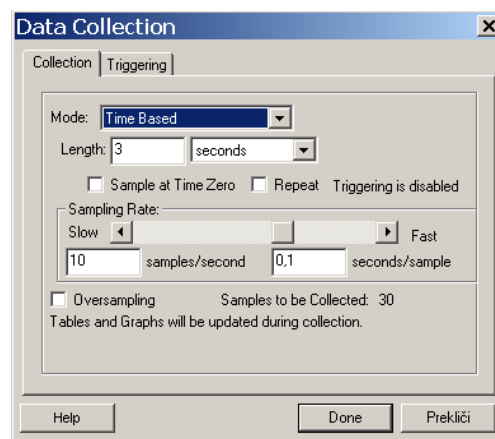


Pred meritvijo napravite še nekaj nastavitev: Kliknite ikono



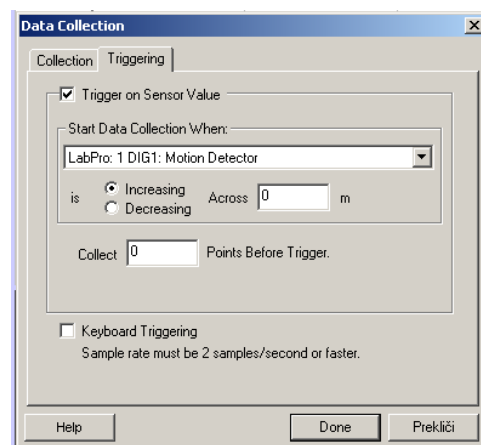
in v oknu nastavite celotni čas meritve (pri pospešenem gibanju vozička npr. 3 sekunde) ter število meritev na sekundo (v našem primeru 10 meritev na sek.) Nato zaključite z **Done**.

3. Merilnik meri le razdalje, hitrosti in pospeške pa računa $v = dx/dt$ in $a = dv/dt$. Če merimo s prevelikim številom izmerkov na sekundo, so lahko diagrami $v(t)$ in $a(t)$ zaradi napak pri merjenjih manj natančni. Zato včasih napravimo meritve pri različnih vrednostih števila izmerkov na sekundo in izberemo nastavitve, pri kateri so diagrami najlepši.



4. Začetek izvajanja meritve (**Triggering** – sproženje meritve – podobno kot pri osciloskopu)

Če obravnavamo sinusno nihanje, želimo pokazati, da se odmik od ravnovesne lege spreminja sinusno. Meritev moramo zato sprožiti v trenutku, ko je nihalo v ravnovesni legi. Zato izberemo možnosti, ki so prikazane na desni sliki (razmislite njihov pomen).



5. Diagrami so bolj nazorni, če pred meritvijo nastavimo tudi ničlo, od koder naj računalnik meri razdalje. To napravimo tako, da postavimo voziček v začetno lego in kliknemo meni Experiment in Zero...

6. Nastavitve smeri merjenja razdalj - Reverse direction

Senzor gibanja meri razdalje v smeri v stran od senzorja. Včasih je nazorneje, če merimo od izbrane točke v smeri proti senzorju (npr. pri skoku navzgor ali odbojih žoge, glej diagrama na str. 3).



V verziji Logger Pro 3.3 ali višji je ikona za izbiro in lastnosti senzorjev spremenjena glede na verzijo 3.2 in se nahaja pod orodno vrstico. Ko kliknemo nanjo, se nam odpre okno za nastavitve senzorjev.

Če smo senzor izbrali ročno ali samodejno, je senzor prikazan v poljih zraven slike vmesnika (v



našem primeru sta izbrana Gas Pressure Sensor in Motion Detector). Če kliknemo po senzorju, se nam prikaže ruletni meni. Na zgornji sliki vidimo, kaj vse lahko izberemo pri senzorju gibanja.

Najprej izberemo ničlo (**Zero**), nato pa **Reverse Direction**.

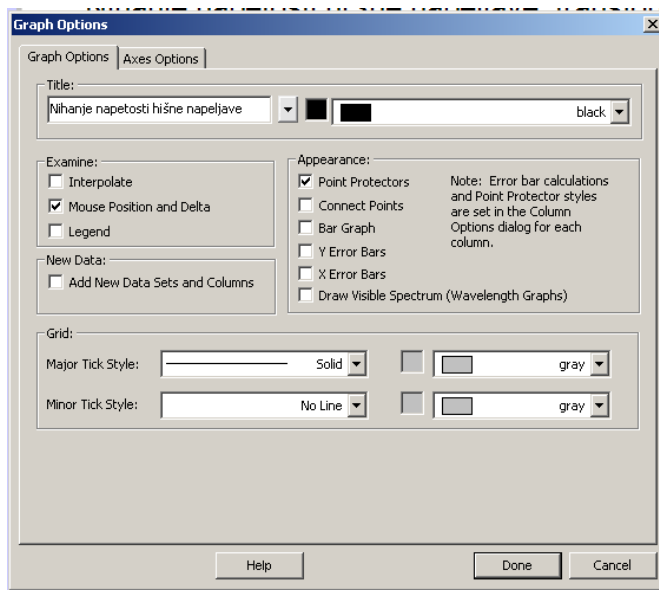
Če se **temperatura** precej razlikuje od 20 °C, nastavimo temperaturo in program uporabi ustreznejšo hitrost zvoka - meritve so nekoliko bolj natančne.

Program Logger Pro

Pomembnejši ukazi v programu Logger Pro 3.3 in višjih verzijah

A Izris meritev na grafu

Če kliknemo po grafu, pridemo v okno Graph Options.



Program je nastavljen tako, da izmerjene vrednosti povezuje z daljicami, izmerjenih točk pa ne prikaže. Če je točk malo, je primerneje, da točke vidimo in da niso povezane z daljicami. Zato v zgornjem oknu **napravimo kljukico pri Point Protectors** in **zbrišemo kljukico pri Connect Points**.




Vpišemo tudi naslov grafa.



B Spreminjanje osi grafa

Osi lahko spremenimo na več načinov:

1. Avtomatska nastavev z ikono







2. Graf lahko premikamo gor in dol ali levo in desno s "kačico" , ter ga raztegujemo ali krčimo s "kačicama"  ali . "Kačice" se pojavijo ob oseh, ko gremo z miško mimo osi.


3. S pritisnjeno levo tipko na miški s kurzorjem  označimo del diagrama in ga povečamo s pritiskom na ikono .


4. Kliknemo na največjo zapisano vrednost na osi in vpišemo novo želeno vrednost.

C Zajemanje meritev na povelje (če ne merimo časovne odvisnosti)

1. Kliknemo ikono za nastavitev zajemanja meritev .
2. Nato v oknu Data Collection, vrstici Mode, namesto **Time Based** izberemo **Events With Entry**.
3. Vpišemo vse tri podatke za našo količino in kliknemo **Done**.
4. Pričnemo meritev z gumbom .
5. Z klikom na gumb  zajamemo količino, ki jo meri vmesnik, tisto, ki jo merimo ročno, pa vpišemo v pripravljeni prostor. (Zgornji gumb nadomesti ukaza **Experiment\Keep**)
6. Nato pri poskusu spremenimo izmerjeni količini in zopet zajamemo prvo količino z gumbom , drugo pa vpišemo.
7. Meritve zaključimo z gumbom .
8. Program povezuje točke z daljicami po vrstnem redu merenj, zato raje napravimo postopek, ki je opisan v tem navodilu pod točko A, da vidimo samo izmerjene vrednosti.
9. Skozi točke narišemo prilagoditveno krivuljo, postopek je opisan v tem navodilu pod točko Č

Č Iskanje prilagoditvene krivulje

S pritisnjeno levo tipko na miški s kurzorjem  označimo izmerjene vrednosti, skozi katere želimo narisati krivuljo.

Izberemo ikono .

Na seznamu izberemo ustrezno enačbo in kliknemo **Try Fit**

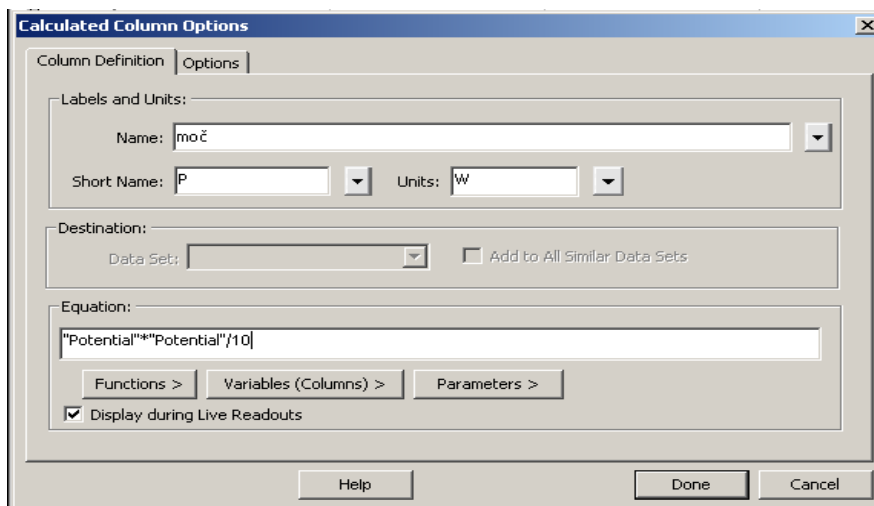
Če smo zadovoljni, kliknemo **OK** ter tako prilagoditveno krivuljo, funkcijo in koeficiente prenesemo na graf.

Če funkcije ni na seznamu, jo lahko sestavimo sami: kliknemo **Define Function**, jo zapišemo po vzoru ponujenih funkcij in potrdimo **OK**, nato pa **Try Fit**.

D Vstavljanje novega izračunanega stolpca v tabelo

V ukazni vrstici izberemo **Data\ New Calculated Column**

V novoodprto okno nato vpišemo vse tri podatke za novo količino. (če hočemo npr. vstaviti izračunano kolono za moč $P = U^2 / R$, $R = 10 \Omega$) :



V vrstico **Equation** vpišemo količine, ki jih izbiramo izmed **Variables**, pri čemer lahko uporabljamo računske znake $+$, $-$, $*$, $/$ iz numeričnega dela tipkovnice ali pa uporabimo izbrane funkcije **Functions**.

Če hočemo npr. vstaviti izračunano kolono za moč $P = U^2 / R$ ($R = 10 \Omega$), izberemo izmed **variables** "Potential", tako da je v vrstici zapisano:

"Potential" * "Potential" /10 in potrdimo z **Done**.

Odpre se nov stolpec izračunanih vrednosti.

Če želimo še graf, v menijski vrstici izberemo **Insert, Graph**.

E Meritve na terenu - brez računalnika

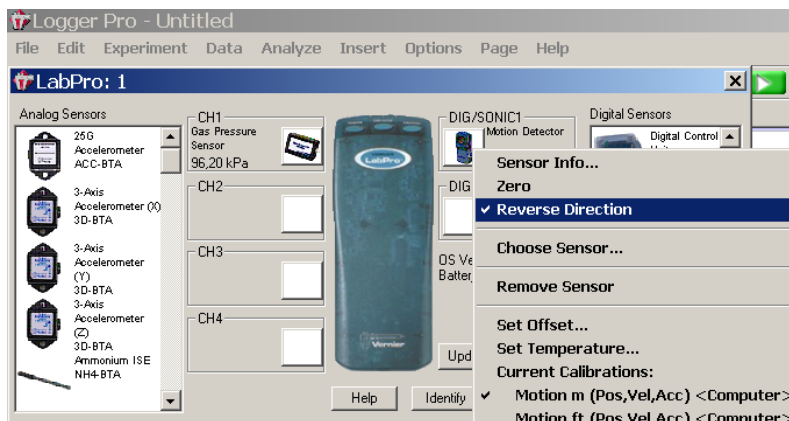
Samo z vmesnikom in senzorji (brez računalnika) je mogoče narediti 12 000 meritev.

1. V vmesnik vstavimo baterije.
2. Nastavimo vse potrebno in ob računalniku poskusimo, če vmesnik meri želene količine.
3. Nato izberemo **Experiment\Remote\Remote Setup\ Lab Pro 1** in pritisnemo **OK**.
4. Na desni strani novoodprtega okna se izpišejo nastavitve. Če so ustrezne, jih potrdimo
5. Ko na vmesniku zasveti rumena lučka, ga odklopimo od računalnika in napajalnika. Meritev pričnemo s tipko START/STOP na vmesniku. Po končani meritvi odpremo datoteko, ki smo jo uporabljali pri nastavljanju vmesnika. Vmesnik priklopimo na napajalnik in računalnik in prenesemo podatke.

F Ikona za nastavitve senzorjev

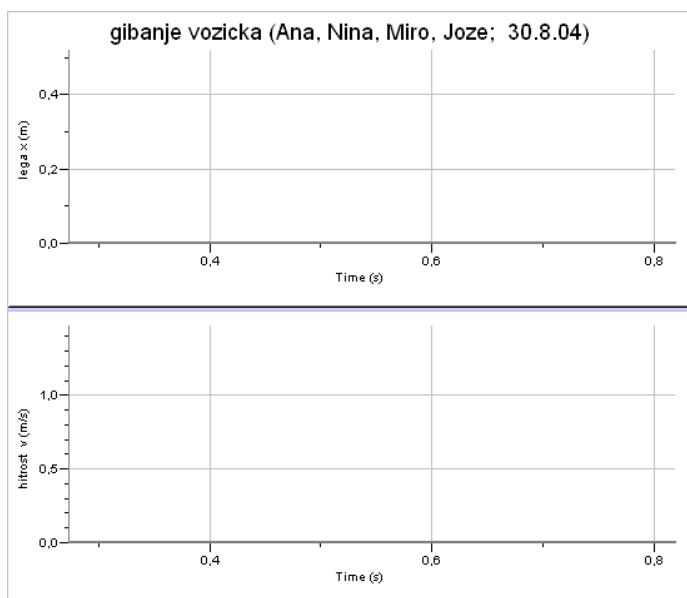


V Logger Pro 3.3 in višje je ikona za izbiro in lastnosti senzorjev spremenjena glede na verzijo 3.2 in se nahaja pod orodno vrstico. Ko kliknemo nanjo, se nam odpre okno za nastavitve senzorjev.



Če smo senzor izbrali ročno ali samodejno, je senzor prikazan v poljih zraven slike vmesnika (v našem primeru sta izbrana Gas Pressure Sensor in Motion Detector). Če kliknemo po senzorju, se nam prikaže ruletni meni. Na zgornji sliki vidimo, kaj vse lahko izberemo pri senzorju gibanja.

Kako si izdelamo PREDLOGO za meritve pri vajah dijakov



Dijaki so precej bolj motivirani, če že pri prvi vaji z računalnikom izvedejo kompletno meritev in izrišejo lepe diagrame, mučno pa bi jim bilo, če bi morali najprej nekaj ur učiti uporabo programa. Zato jim pri prvih nekaj vajah pomagamo s predlogami, ki jih izdelamo sami.

KAKO IZDELAMO PREDLOGO:

Ko nam meritev uspe in nam računalnik izriše lepe diagrame, naše izmerke in krivulje izbrišemo z ukazom **Data/ Clear All Data**. Tako datoteko potem shranimo pod ime npr. PREDLOGA_vozicek.

Tej datoteki nato spremenimo lastnosti tako, da je »Samo za branje«, da je dijaki

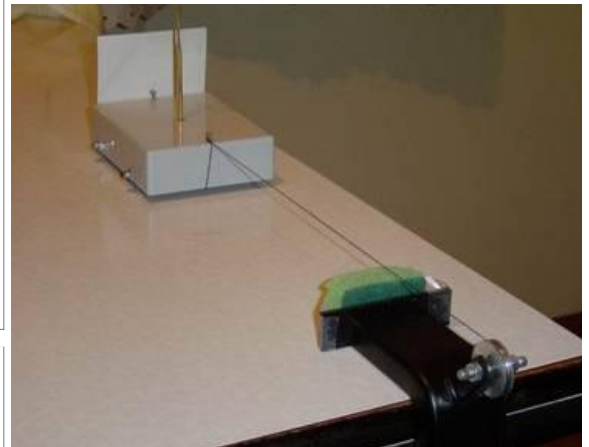
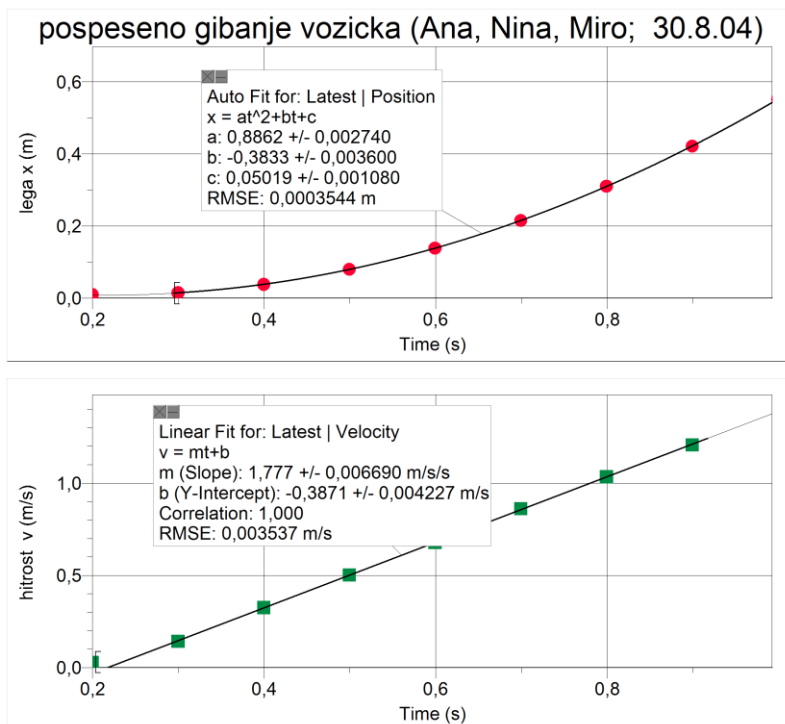
»ne povežijo« => na datoteko kliknemo z desno tipko, nato **Lastnosti** in odklikujemo »Samo za branje«. Dijakom nato v navodilih napišemo, da naj v mapi npr. VERNIER_GIBANJE poiščejo datoteko **PREDLOGA_vozicek** in začnejo z meritvami.

REPROSTE VAJE ZA UTRJEVANJE UPORABE VMESNIKA IN PROGRAMA:

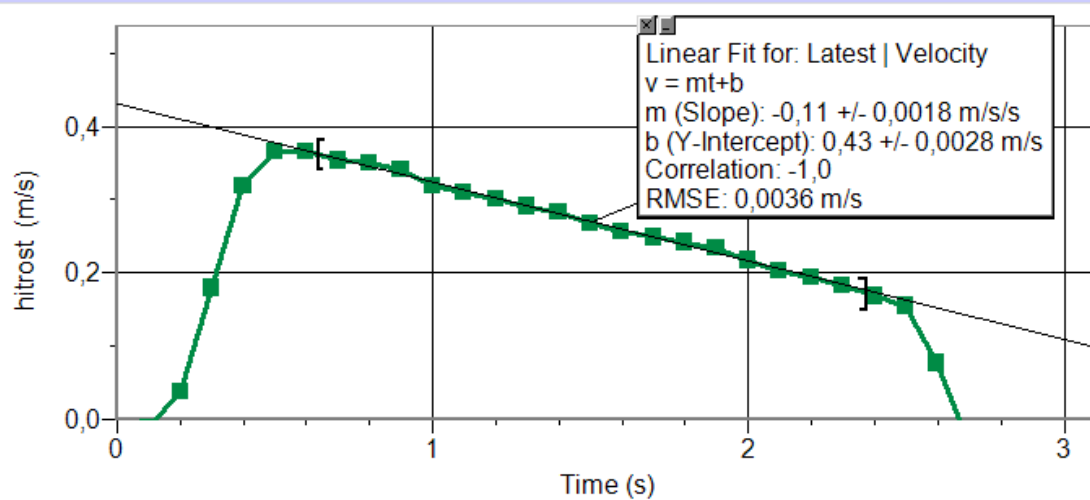
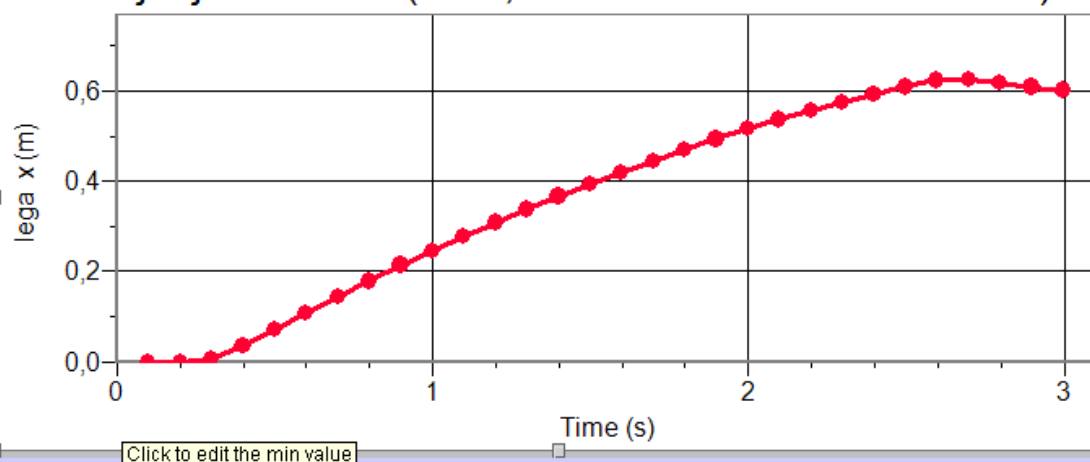
1. VAJA - MERITVE Z ULTRAZVOČNIM SLEDNIKOM

- a) Izriši diagrama $x(t)$ in $v(t)$ in iz strmine določi pospešek za (pred poskusom nastavi ničlo – **Experiment/Zero**), [glej str. 5]
- enakomerno pospešeno gibanje vozička,
 - zaustavljanje vozička, ko ga potisnemo z roko,
 - izračunaj koeficient trenja pri gibanju vozička (poskus iz prejšnje alineje),
- b) Izriši diagrama $x(t)$ in $v(t)$ za nihanje nihala na vijačno vzmet.
- pred poskusom nastavi ničlo – **Experiment/Zero**)
 - nastavi začetek meritve tako, [glej **triggering**, str. 5] , da bo $x(t)$ sinusna krivulja

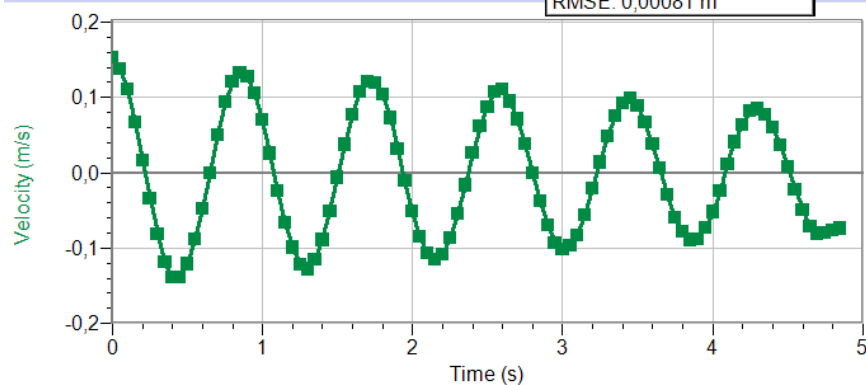
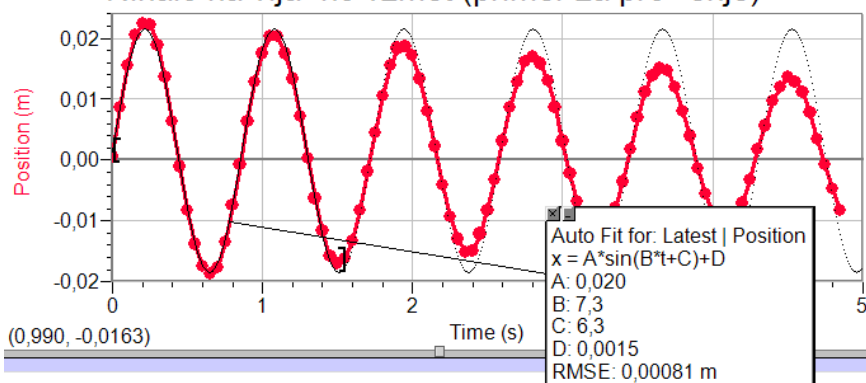
Rešitve – rezultati



ustavljanje vozička (Ana,30.8.04)



Nihalo na vijačno vzmet (primer za proženje)



2. VAJA - MERITVE Z ULTRAZVOČNIM SLEDNIKOM

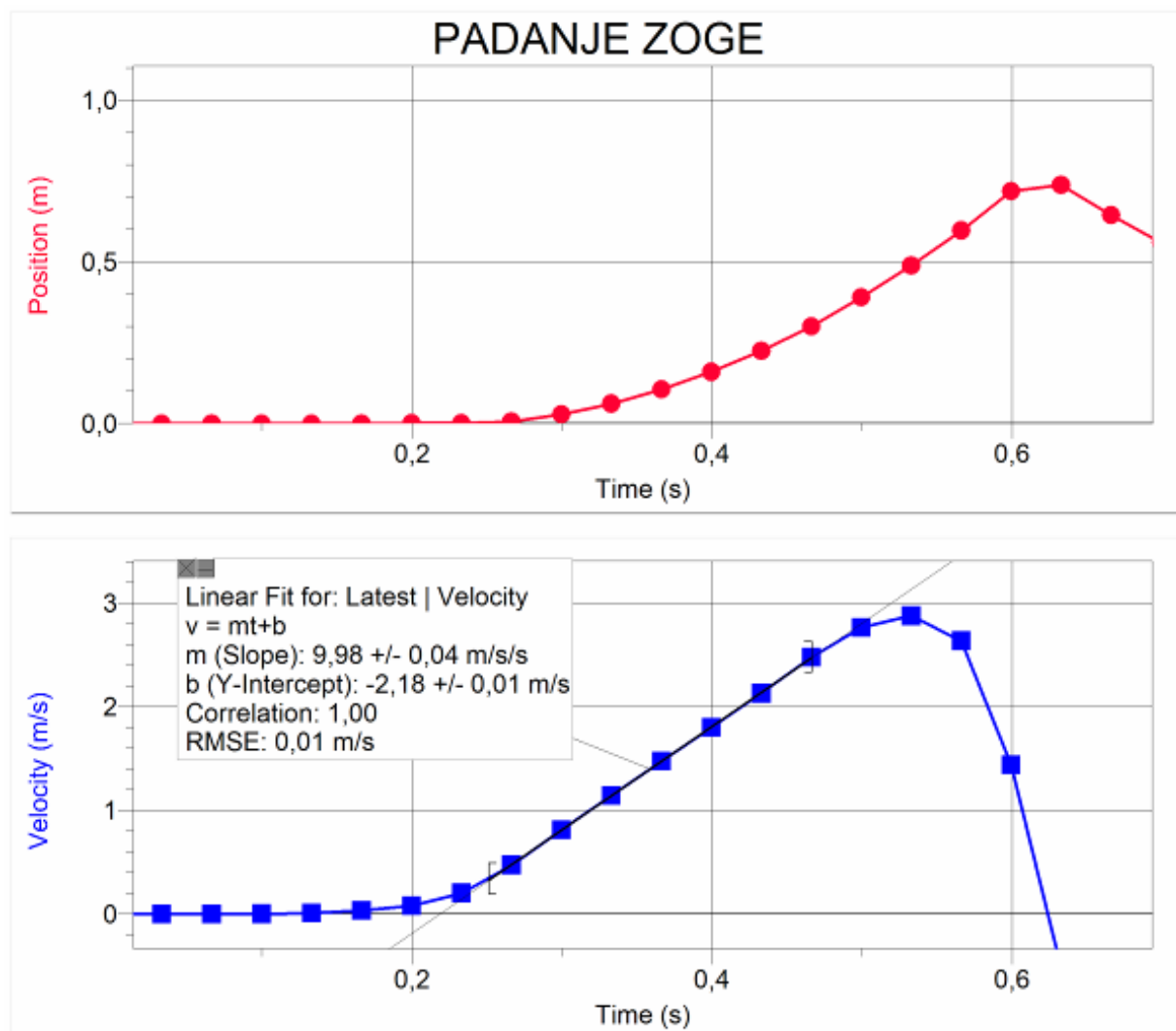
a) Izriši diagrama $x(t)$ in $v(t)$ ter iz strmine v diagramu $v(t)$ določi težni pospešek za :
(pred poskusom nastavi ničlo – Experiment/Zero)

1. padanje žoge
2. odbijanje žoge
3. skok navzgor

Pri meritvah 2 in 3 spremeni tudi usmerjenost koordinatnega sistema => **Reverse direction**, [glej str. 5]

b) V diagramu $x(t)$ pri ODBIJANJU ŽOGE iz prilagoditvene krivulje za parabolo določi težni pospešek.

Rešitve – rezultati



- Rezultata meritev za več odbojev žoge in skok navzgor sta na strani 3.