

Naslov članka/Article:

# Raziskovanje enakomernega gibanja robotskega vozila z merilnim vozičkom Vernier Go Direct Sensor Cart

Uporaba merilne opreme Vernier pri pouku fizike

## Investigating Uniform Motion of Robotic Vehicle With Vernier Go Direct Sensor Cart

Vernier Measurement Equipment in Physics Classrooms

Avtor/Author:

Gregor Nemeč

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



Fizika v šoli 1/2025, letnik 30

ISSN 1318-6388

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2025

Spletna stran revije:

<https://www.zrss.si/strokovne-revije/fizika-v-soli/>

# Raziskovanje enakomernega gibanja robotskega vozila z merilnim vozičkom Vernier Go Direct Sensor Cart

Uporaba merilne opreme Vernier pri pouku fizike

Investigating Uniform Motion of Robotic Vehicle With Vernier Go Direct Sensor Cart  
Vernier Measurement Equipment in Physics Classrooms

**Gregor Nemeč**

Osnovna šola Puconci

---

## Izvelek

Pri pouku fizike v 8. razredu osnovne šole smo za obravnavo enakomernega gibanja z učenci analizirali gibanje robotskega vozila. Pri merjenju smo uporabili merilni voziček (Vernier Go Direct Sensor Cart), ki smo ga pripeli neposredno za robotsko vozilo. Dotaknili smo se prednosti pomena demonstracijskega poskusa z uporabo računalniškega merilnega sistema. V prispevku podrobno obravnavamo in predstavimo izkušnjo uporabe merilnega vozička ter zmožnosti programske opreme za zbiranje in analizo podatkov (Vernier Graphical Analysis). Programska oprema je pregledna in preprosta za uporabo. Zajeli smo vse faze poskusa, od tehnične priprave, nastavitve za zbiranje podatkov, pregleda podatkov, analize podatkov z uporabo funkcije za prilagajanje krivulje ipd. V posameznih korakih izpostavljamo tako motivacijski moment uporabe robotskega vozila kot prednosti uporabe merilnega vozička, podkrepljene z didaktičnimi priporočili. Zaključimo s povzetkom prednosti uporabe takšnega merilnega sistema ter izpostavimo tudi nekatere manjkajoče zmožnosti. Sklenemo lahko, da je uporaba merilnega sistema preprosta, nazorna, merilni voziček je uporaben pri številnih fizikalnih temah in v pouk fizike vnaša sodobno obravnavo vsebin.

**Ključne besede:** enakomerno gibanje, demonstracijski poskus, merilniki, robotsko vozilo, Vernier

## Abstract

This study explores the use of a Vernier Go Direct Sensor Cart mounted on a robotic vehicle to investigate uniform motion in an eighth-grade physics lesson. We emphasise the importance of demonstration experiments supported by computer-based measurement systems. The paper details our experience with the sensor cart and the Vernier Graphical Analysis software, highlighting its clarity and user-friendliness. We describe every aspect of the experiment, including technical set-up, data collection, data review, analysis using curve fitting functions, etc. The motivational impact of the robotic vehicle is highlighted, as are the didactic advantages of the sensor cart. In conclusion, we provide an overview of the strengths and limitations of this system. Overall, this approach offers a clear and engaging method for teaching uniform motion and can be adapted to various physics topics, thereby enriching the classroom experience.

**Keywords:** uniform motion, demonstration experiment, gauge devices, robotic vehicle, Vernier

---

## Uvod

Premo in enakomerno gibanje učenci podrobneje obravnavajo v 8. razredu osnovne šole. Učni načrt predvideva operativni cilj, da učenci znajo narisati graf, ki prikazuje pot ali hitrost v odvisnosti od časa, z grafom znajo prebrati podat-

ke, jih razložiti in razumeti. S pomočjo grafa znajo razložiti, za katero vrsto gibanja gre [1]. Učni načrt v svojih didaktičnih priporočilih predlaga tudi poskus.

Čeprav pri pouku fizike obravnavo nove teme pogosto začnemo z zares osnovnim primerom, kot je npr. enakomerno gibanje, pa njegovo razumevanje pri učencih ni povsem samoumevno. Pogosto jim težavo povzroča razumevanje spremembe vrednosti fizikalnih količin in njihove medsebojne odvisnosti. Demonstracijski poskus z računalniško podprtim merjenjem poti in časa pri vožnji ter nazornim prikazom pridobljenih podatkov v realnem času zagotovo pomaga k boljšemu razumevanju tega gibanja. Z uporabo sodobnih računalniških tehnologij in možnostmi merilnih sistemov pri pouku se iz klasičnega demonstracijskega poskusa premaknemo v interaktivni poskus, kjer učenci opazujejo, lahko tudi napovedujejo gibanje, podatke analizirajo in jih povezujejo s fizikalnimi zakonitostmi. Na novo pridobljeno znanje tako uporabijo pri novem primeru poskusa [2].

Enakomerno gibanje v naravi ni ravno pogosto, zato si pri njegovem raziskovanju pomagamo z robotskim vozilom, ki je naše opazovano telo. Prednost tega je, da lahko poljubno spremenjamo hitrost vozila in optimiramo podatke tako, da so primerni za nadaljnjo analizo v 8. razredu.

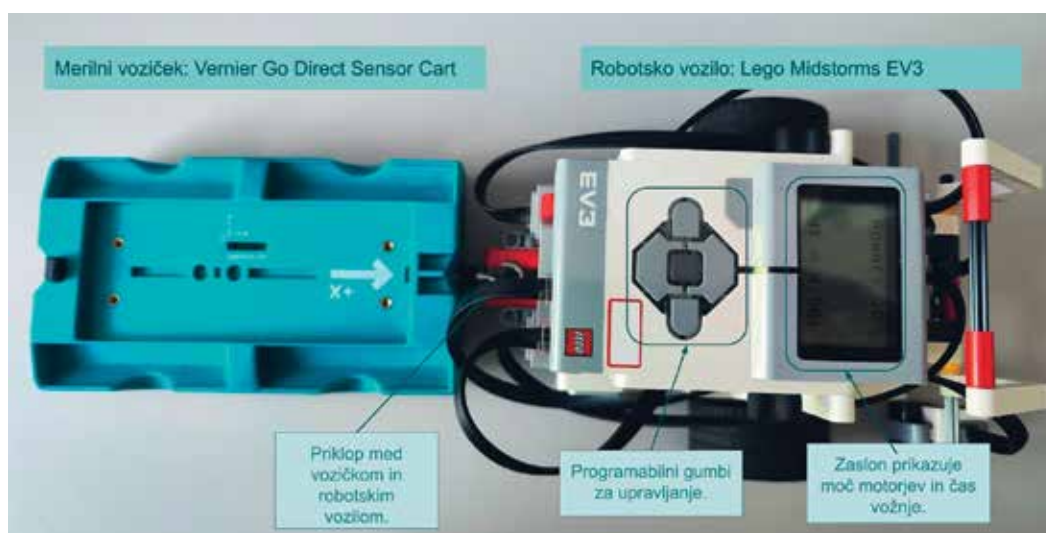
V prispevku smo se osredotočili na tehnično pripravo in izvedbo poskusa ter želimo predstaviti možnosti, ki jih ponujajo brezžični merilniki Vernier Go Direct. Najprej smo povzeli potek ure in umestili demonstracijski poskus v njeno središče. Opisali smo voziček s senzorji (Go Direct Sensor Cart) ter uporabo programske opreme Vernier Graphical Analysis. Predstavili smo povezovanje merilne opreme, uporabniški vmesnik ter nastavitve za izvedbo poskusa. Podrobno smo raziskali možnosti programske opreme za analizo pridobljenih podatkov. Na koncu smo povzeli izkušnjo uporabe merilne opreme pri pouku.

## Potek in postavitve poskusa

V predhodni uri smo z učenci že obravnavali premo enakomerno gibanje ter podali definicijo povprečne hitrosti kot količnik med prevoženo potjo in časom. Podatke za računanje hitrosti so učenci pridobili na podlagi demonstracijske vožnje robotskega vozila, kjer so s svojimi mobilnimi napravami merili čas vožnje. Prevožena pot je bila prednastavljena in vedno enaka 1 m. Učenci so tako lažje pridobili občutek vpliva obratnega sorazmerja časa glede na hitrost vožnje. Naredili smo dve do tri vožnje, podatke so zapisovali v tabelo in računali hitrosti. Dotaknili smo se tudi merske napake, saj je vsak izmed njih izmeril nekoliko drugačen čas. Izpostavili smo, zakaj pride do razlik izmerjenega časa med njimi in kako bi meritev lahko izboljšali. Seveda jih je na koncu najbolj zanimalo, kakšna je maksimalna hitrost robotskega vozila.

Po uri utrjevanja in reševanju nalog je sledila ura obravnave grafov poti in hitrosti v odvisnosti od časa. Ponovno smo uporabili robotsko vozilo za raziskovanje enakomerne gibanja, z bi-

Podatke za računanje hitrosti so učenci pridobili na podlagi demonstracijske vožnje robotskega vozila, kjer so s svojimi mobilnimi napravami merili čas vožnje.



Slika 1: Postavitev poskusa z robotskim vozilom in merilnim vozičkom Vernier Go Direct Sensor. CartRobotsko vozilo EV3

stveno razliko, da časa nismo več merili ročno s štoparico na mobilni napravi, temveč smo za robotsko vozilo priklopili Vernierjev voziček Go Direct s senzorji, s katerim smo v živo lahko pridobili in prikazovali podatke o vožnji. Postavitev vozička in robotskega vozila je predstavljena na Sliki 1. Poskus smo izvedli neposredno na demonstracijskem pultu in ne zahteva uporabe drče. Spremenili smo tudi način vožnje: če je bila vožnja v predhodni uri določena s točno razdaljo poti, smo sedaj trajanje vožnje omejili na čas 4 s. Učenci v tem primeru pridobijo neposredno izkušnjo sorazmerja med hitrostjo in prevoženo potjo. V eni šolski uri nam uspe izpeljati dva teka vožnje robotskega vozila ter analizirati grafe poti in hitrosti v odvisnosti od časa. Učenci si po vsaki vožnji dopišejo pridobljene podatke, izračunajo zahtevane količine, ki jih nato primerjamo z izmerjenimi vrednostmi na grafih.

## Robotsko vozilo EV3

Tako kot smo že omenili, smo pri raziskovanju enakomernega gibanja uporabili robotsko vozilo seta Lego Mindstorm EV3. Pri tem bi si lahko pomagali s kakršnikoli robotskim vozilom, pri katerem je mogoče nastaviti hitrost. Kompleti Mindstorms EV3 že nekaj časa niso več v prodaji, saj so jih zamenjali novejši model, zato morebiti ni odveč povprašati pri kolegih učiteljih tehnike ali računalništva, ali je kakšen tak komplet še na voljo in bi ga lahko uporabili za pouk fizike. EV3 omogoča programiranje pametne kocke z blokvnim programskim jezikom, podobnim Scratchu [3]. Slika 2 prikazuje program robotskega vozila. Program

Poskus smo izvedli neposredno na demonstracijskem pultu in ne zahteva uporabe drče. Spremenili smo tudi način vožnje: če je bila vožnja v predhodni uri določena s točno razdaljo poti, smo sedaj trajanje vožnje omejili na čas 4 s.



Slika 2: Programska koda robotskega vozila EV3. Vernierjevi senzorji Go Direct

robotskega vozila nam omogoča spreminjanje hitrosti, in sicer, da spremenimo moč delovanja motorjev, ki je podana z enoto odstotkov moči. V programu smo spreminjanje hitrosti določili z gumbi (levo zmanjša hitrost, desno hitrost poveča), ki so na samem vozilu. Z gumbom gor zaženemo program vožnje, kjer je trajanje vožnje določeno s senzorjem za svetlobo. Vožnja traja, dokler senzor ne zazna črne barve. To možnost smo uporabili v uvodni uri, kjer je pot bila omejena z dvema črnima izolirnim trakovoma.

S pritiskom gumba dol poženemo tek robotskega vozila, ki je omejen s časom vožnje, ki je bil v našem primeru 4 s. Po koncu vsake vožnje se na zaslonu robotskega vozila izpiše čas vožnje, ki nam v tem primeru služi kot referenca pri poskusu.

## Vernierjevi senzorji Go Direct

Senzorji Vernier Go Direct delujejo kot samostojne enote in ne potrebujejo zunanjega vmesnika, preko katerega bi komunicirali z osebnim računalnikom. Senzorji imajo že vgrajen

Senzorji Vernier Go Direct delujejo kot samostojne enote in ne potrebujejo zunanjega vmesnika, preko katerega bi komunicirali z osebnim računalnikom.

vmesnik, ki se poveže z osebnim, prenosnim (PC ali MAC) ter tabličnim računalnikom (iOS ali Android). Povezava je možna preko USB-kabla ali brezžično s tehnologijo Bluetooth [4]. Za gostiteljski računalnik lahko uporabljamo opremo, ki nam je na šoli že na voljo. Merilniki in programska oprema omogočajo, da hkrati priključimo več naprav, s katerih prikazujemo podatke in opravljamo meritve.

### Voziček Go Direct Sensor Cart

Kljub širokemu naboru različnih senzorjev smo se v tem prispevku posvetili uporabi vozička Go Direct Sensor Cart, prikazanega na Sliki 3. Voziček odlikujejo že vgrajeni senzori za določanje oz. sporočanje lege (dodatni kolesček na spodnji strani), merilnik sile (kavelj na sprednji strani) in vgrajen pospeškometer, ki meri pospešek v vse tri smeri. V spodnji tabeli je prikazana natančnost merilnikov.

Tabela 1: Podatki o merilnikih na vozičku

Merilnik	Obseg merjenja	Ločljivost
Ločljivost merilnika lege	Neomejeno v pozitivno in negativno smer	0,25 mm (1 mm privzeto)
Maksimalna obremenitev silomera	$\pm 50$ N (potiskanje in vleka)	0,01 N
Maksimalna vrednost pospeškometra v smeri $x, y, z$	$\pm 160 \frac{m}{s^2}$	$0,01 \frac{m}{s^2}$

Voziček je na kolesih, ki zagotavljajo nizko trenje. Z vozičkom lahko opravljamo različne poskuse, kot je enakomerno in enakomerno pospešeno gibanje, raziskujemo sile trenja ter drugi Newtonov zakon itd. [5]



Programsko opremo Vernier Graphical Analysis brezplačno prenesemo s spleta in jo lahko namestimo v različnih operacijskih sistemih.

Slika 3: Opis vozička. Prikazana sta zgornji in spodnji del vozička Go Direct Sensor Cart.

### Uporaba programske opreme Vernier Graphical Analysis

Programsko opremo Vernier Graphical Analysis brezplačno prenesemo s spleta in jo lahko namestimo v različnih operacijskih sistemih [6]. Program je na voljo v slovenskem jeziku. Programsko opremo smo uporabili z brezplačno osnovno licenco, ki je zadostovala za naše delo. Za ceno letne ali triletne naročnine je mogoče nadgraditi programsko opremo na profesionalno različico, ki odklene naprednejše funkcije programske opreme pri prikazu in analizi podatkov.

### Povezava vozička s programsko opremo

Takoj po vklopu je voziček v načinu povezovanja in je pripravljen za povezavo s programsko opremo s tehnologijo Bluetooth. Po zagonu programa sledi izbira načina za zbiranje podatkov, kar je prikazano na Sliki 4. Iz uvodnega menija izberemo prvo možnost »Zbiranje podatkov s

senzorji«. V drugem koraku se prikažejo brezžične naprave v bližini, napravo lahko izberemo ročno ali omogočimo samodejno povezavo naprave v bližini. Zadnji korak nam omogoči izbiro merilnih kanalov senzorjev oz. katere podatke bomo prikazovali v aplikaciji. Za naš poskus smo zbrali le »Pozicijo«. Ena izmed velikih prednosti je ravno brezžibna, hitra in tehnično nezahtevna povezava merilnikov, kar je ključnega pomena za uporabo meritev pri poskusih.

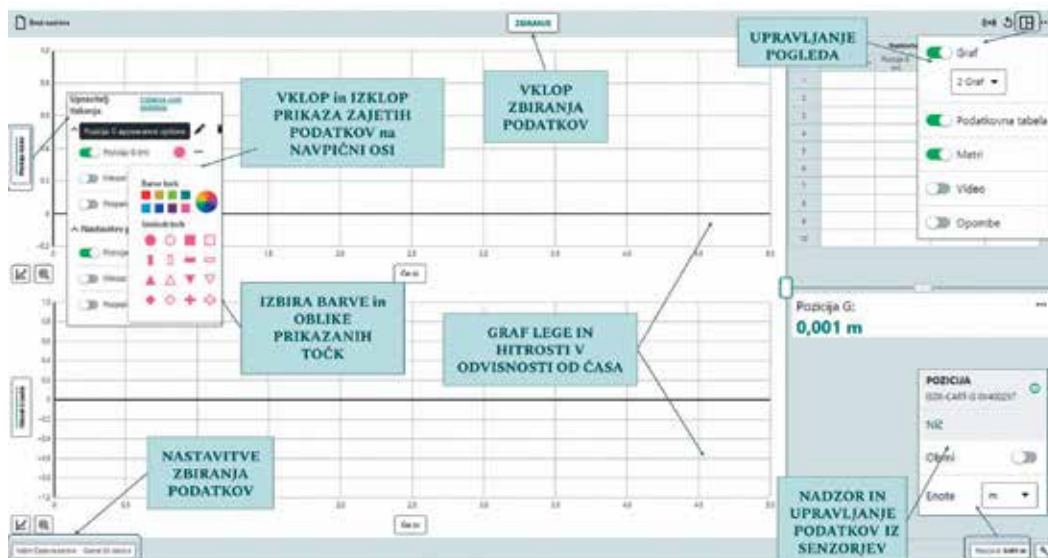


Slika 4: Vernier Graphical Analysis: uvodni čarovnik za povezovanje.

### Uporabniški vmesnik

Uporabniški vmesnik je pregleden in intuitiven. V nastavitvah lahko povečamo pisavo in prikazane elemente, kar je še posebej primerno za uporabo na interaktivnih zaslonih v učilnicah, kar učencem omogoča dobro vidljivost. Čeprav je uporabniški vmesnik v slovenščini, so nekateri prevodi nerodni ali slabi, saj imamo zanje lepše oz. primernejše slovenske izraze. Slika 5 prikazuje uporabniški vmesnik s posameznimi elementi.

- **Upravljanje pogleda:** Omogoča izbiro, kaj bomo prikazovali, včasih želimo prikazovati le trenutne podatke iz senzorjev, kar je še posebej koristno, če želimo prikazati npr. silo ali trenutno temperaturo – to možnost vključimo z »Metri«. Prikazujemo lahko tudi podatke meritev z vklopom »Podatkovna tabela«. Hkrati lahko prikazujemo do tri grafe, kar izberemo v spustnem meniju.
- **Nadzor in upravljanje podatkov iz senzorjev:** Podatke z merilnikov nastavimo na 0, npr. lego nastavimo na nič pred novo meritvijo, da se podatki na grafu rišejo iz izhodišča.
- **Zbiranje podatkov:** Gumb za vklop zajema podatkov.
- **Graf lege in hitrosti v odvisnosti od časa:** V osrednjem delu so prikazani grafi.



Slika 5: Vernier Graphical Analysis: uporabniški vmesnik programa

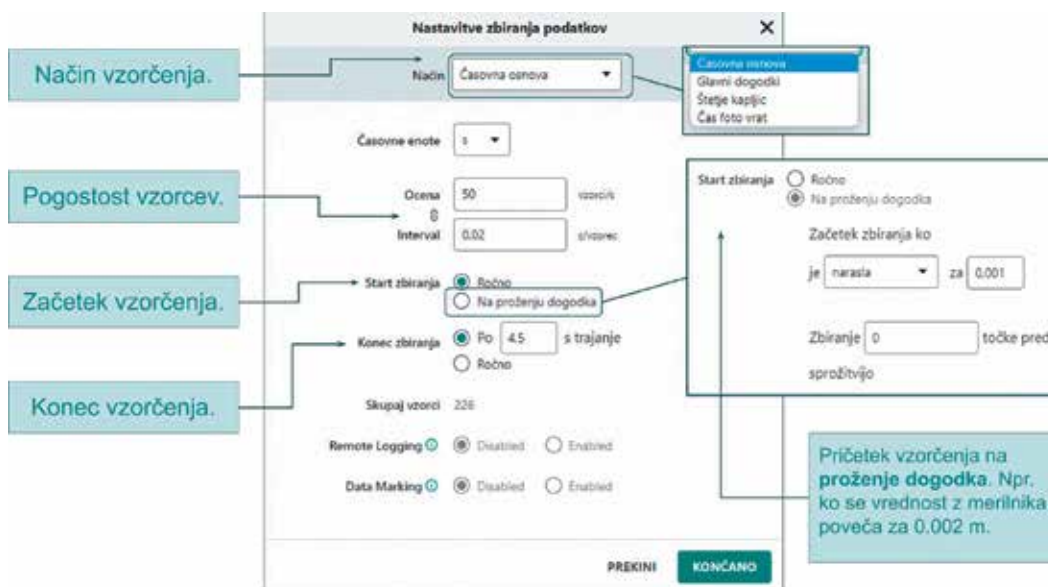
- **Vklop in izklop podatkov na navpični osi:** S klikom na podatke abscisne osi izbiramo prikazane podatke, spreminjamo jim lahko barvo ter prikazni simbol za točko.
- **Nastavitve zbiranja podatkov:** Podrobne nastavitve za zbiranje podatkov, kot so pričetek in pogostost vzorčenja, proženje in trajanje meritve.

### Nastavitve in izvedba poskusa

Najprej smo si nastavili pogled le dveh grafov (nastavimo v »Upravljanje pogledov«), saj bomo prikazovali lego in hitrost v odvisnosti od časa. Ostale prikaze lahko pustimo prikrite.

Eden najpomembnejših korakov so »Nastavitve zbiranja podatkov«, ki smo jih prikazali na Sliki 6. Izberemo časovno osnovo, saj želimo fizikalne količine prikazovati v odvisnosti od časa. V primeru našega poskusa smo pustili to nastavitvev nespremenjeno. Nastavitev »Pogostost vzorcev« smo pustili takšno, kot je, saj nam 50 vzorcev na sekundo zadostuje. Pri »Začetek vzorčenja« imamo možnost nastavitve proženja »Ročno«, kar pomeni, da se vzorčenje prične po pritisku na gumb »Zbiranje podatkov«. V primeru zaporednih voženj in merenj to lahko pomeni, da se čas med pričetkom zbiranja podatkov in aktiviranja vožnje robotskega vozila med posameznimi teki razlikuje in je pričetek meritev na grafih različno zamaknjen, zato smo se odločili, da izberemo možnost »Na proženju dogodka«. Ta možnost zažene zbiranje podatkov, ko se na vhodnih podatkih merilnika zgodi sprememba. Nastavimo le velikost spremembe. Merjenje je trajalo 4,5 s, saj je vožnja robotskega vozila nastavljena na 4 s. Opisane nastavitve opravimo v nekaj minutah pred pričetkom ure.

Vse smo pripravili za prvo meritev. Pred pričetkom ponastavimo vrednost lege iz senzorja na nič. Učence smo predhodno opozorili na osi obeh grafov ter njihovo pozornost usmerili v pričetek merjenja. Po pritisku na gumb »Zbiranje podatkov« uporabniški vmesnik čaka na premik merilnega vozička, kar pomeni spremembo podatkov iz senzorja. Takoj zatem smo sprožili gibanje robotskega vozila. Med gibanjem vozila so se podatki o legi risali na grafu. Tako smo opravili meritve dveh tekov, prvič se je robotsko vozilo gibalo z močjo motorjev 20 odstotkov in drugič z močjo 40 odstotkov.



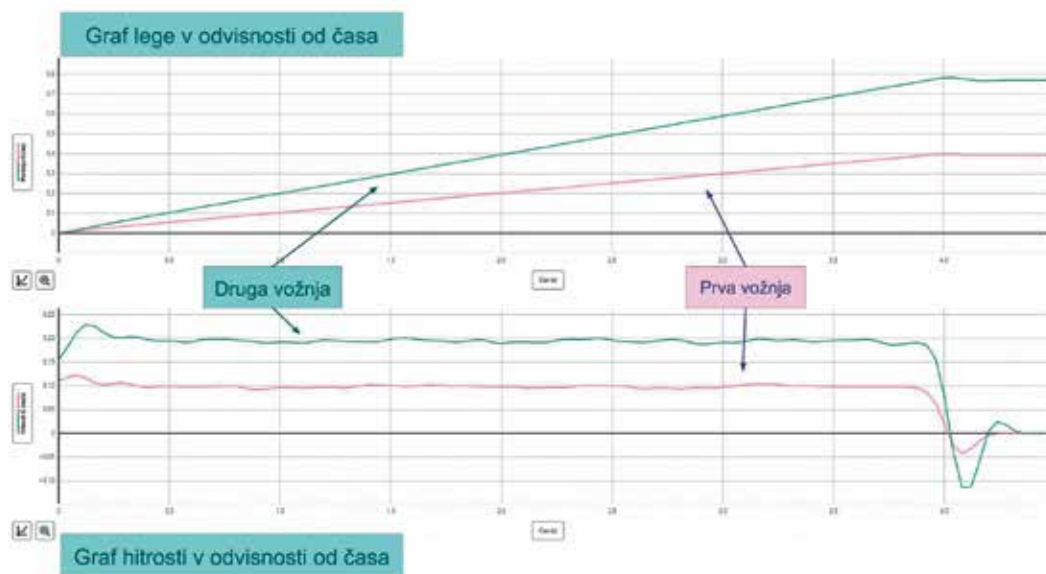
Slika 6: Vernier Graphical Analysis: nastavitve zbiranja podatkov

### Analiza pridobljenih podatkov

Čeprav je analiza podatkov pri urni potekala sproti, saj so učenci svoje ugotovitve zapisovali na delovni list po vsakem teku, smo analizo podatkov s programsko opremo v članku predstavili po obeh tekih.

Na Sliki 7 sta predstavljena oba zaključna grafa, kjer je vključen pogled obeh tekov. Na zgornji strani je graf lege v odvisnosti od časa. Na njem so prikazani podatki neposredno iz merilnika lege vozička. Pod grafom lege je graf hitrosti v odvisnosti od časa, ki prikazuje numerično pridobljene podatke, izračunane iz lege in časa. Z nastavitvijo avtomatskega proženja smo

dosegli, da se oba teka začeta pri času 0 s, zato je na začetku nekoliko odsekan graf hitrosti v odvisnosti od časa. Ena izmed prednosti merjenja lege s pomočjo kolesčka je ravno natančnost zajema podatkov, kar je za demonstracijske namene pri pouku fizike v osnovni šoli izjemnega pomena, saj učenci pričakujejo natančne podatke. Z drugimi merilnimi sistemi, kot je npr. ultrazvočni senzor, je tako natančne in zvezne podatke težko pridobiti, pogosto zaradi različnih odbojev zvoka ter nižje frekvence zajema podatkov.



**Slika 7:** Vernier Graphical Analysis: prikaz grafov poti (zgoraj) in hitrosti (spodaj) v odvisnosti od časa za oba teka.

Pri koraku pregleda podatkov smo izkoristili priložnost in učencem pokazali, da podatki z merjenja vedno vsebujejo mersko negotovost. Pri poskusu lahko pride tudi do drugih motenj, ko hrapava podlaga ali robotsko vozilo ne zagotavljata v vsakem trenutku konstante moči motorčka ali pa se spreminja trenje zaradi podlage ter koles ipd. To je še posebej dobro vidno na grafu hitrosti v odvisnosti od časa, kjer podatki ne sledijo popolnoma ravni črti, ampak nekoliko plavajo ob povprečju.

Vsakokrat smo se najprej lotili analize podatkov grafa lege v odvisnosti od časa. Pogled smo spremenili tako, da je bil prikazan le posamezni graf. Hitro prilagajanje pogleda nam omogoči nazoren prikaz grafov, ki jih želimo prikazati v ospredju.

S klikom na podatke grafa ob želenem času se izpišejo vrednosti lege za oba teka. Primer na Sliki 8 prikazuje lego ob času dveh sekund. S podatki so učenci dopolnili tabelo in izračunali hitrost. Med posameznimi teki so predvidevali novo hitrost pri dvojno povečani moči robotskega vozila.

Prvi način, s katerim lahko preverimo izračunano vrednost hitrosti, je, da opravimo linearno prilagajanje funkcije na grafu lege v odvisnosti od časa. Do možnosti prilagajanja krivulje dostopamo tako, da označimo podatke od izhodišča in do časa, ko so podatki še linearni. Nato z desnim miškinim gumbom prikažemo podmeni z dodatnimi možnostmi, tako kot je prikazano na Sliki 8 (označeno z 1). Izberemo »Uporabi prilagoditev krivulje« in v naslednjem podmeniju (označeno z 2) pustimo možnost »Linearno«. Po potrditvi izbire se prikažejo podatki analize prilagajanja linearne funkcije. Odčitali smo vrednost koeficienta, ki je označen z malo črko  $m$ . Linearno prilagajanje funkcije pride še posebej prav v 9. razredu pri obravnavi enakomerno pospešenega gibanja, ko učenci že bolje poznajo matematične osnove in je to lahko iztočnica za dodatno medpredmetno povezovanje.

V dodatnih možnostih podmenija imamo še nekaj naprednih možnosti za analizo podatkov, kot je integral pod grafom, Fourierova transformacija ali npr. izris histograma. Žal so nekatere funkcije na voljo le s profesionalno licenco programske opreme, ki zahteva plačilo letne naročnine.

Čprav smo prikazali zmožnost linearne prilagajanja krivulje in pridobitve podatka o hitrosti na grafu lege, smo se v 8. razredu raje lotili analize grafov hitrosti, ki je za predznanje učencev in doseganje zastavljenih učnih ciljev primernejša.



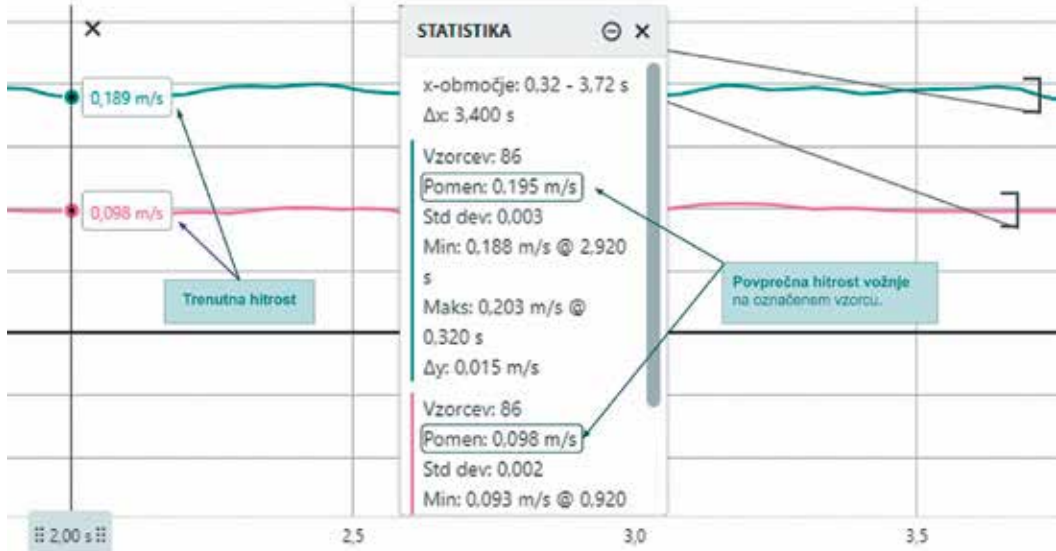
Slika 8: Vernier Graphical Analysis: analiza podatkov grafa lege v odvisnosti od časa. Na levi so prikazani podatki lege ob točno določenem času, na desni pa so rezultati linearnega prilagajanja funkcije.

Omogočili smo prikaz podatkov hitrosti v odvisnosti od časa. S klikom na graf smo prikazali podatke izračunane trenutne hitrosti ob času npr. 2 s, kar je prikazano na Sliki 9. Tu smo izkoristili priložnost za diskusijo o razliki med trenutno in povprečno hitrostjo.

Bolj kot trenutna hitrost nas je zanimala povprečna hitrost. Do prikaza povprečne vrednosti hitrosti dostopamo podobno kot prej pri prilagajanju krivulje, označili smo podatke za analizo, s tem, da smo tukaj upoštevali le podatke, ki ustrezajo enakomernemu delu gibanja in so blizu povprečja, kar je na grafu dobro vidno. Z desnim klikom prikličemo podmeni in izberemo možnost »Pregled statistike«. Povprečna vrednost se je prikazala v podoknu »STATISTIKA«, povprečno vrednost najdemo pod postavko »Pomen«, kar je sicer nekoliko nerodno prevedeno. Prikazani so število vzorcev, standardni odklon, maksimalna in minimalna vrednost. Z učenci smo preverili, kako bi ročno izračunali povprečje ter kako nam računalniški program pri tem pomaga.

Učenci so načrtali še oba teka hitrosti na svojih delovnih listih. Vrednosti, ki smo jih izmerili, smo seveda zaokrožili na  $0,1 \frac{m}{s}$  za prvi in  $0,2 \frac{m}{s}$  za drugi tek. Zaključili smo s prikazom izračuna poti na grafu hitrosti v odvisnosti od časa.

Iz pregleda analize podatkov lahko povemo, da nam programska oprema ponuja več kot dovolj kakovostna orodja in različne prikaze podatkov, da jih lahko nazorno uporabimo pri demonstracijskih poskusih v osnovni šoli.



Slika 9: Vernier Graphical Analysis: analiza podatkov grafa hitrosti v odvisnosti od časa. Na istem grafu sta prikazani trenutna hitrost in analiza statistike podatkov.

## Zaključek

Delo z merilnim vozičkom Vernier Go Sensor Cart je preprosto in omogoča hitro ter zanesljivo merjenje pri pouku fizike v osnovni šoli. Programska oprema je pregledna, njen uporabniški vmesnik pa prilagodljiv ter omogoča prikaz na tabličnih računalnikih, računalniku, interaktivnem zaslonu ali pametni tabli. Z nekaj prakse učitelj hitro usvoji uporabniški vmesnik in merjenje z različnimi vmesniki, kar mu omogoča, da uporabo merilnikov vpelje v pouk. Zbrani podatki iz merilnega vozička so natančni in zvezni, saj omogočajo gladek prikaz podatkov na grafih. Proženje zbiranja podatkov je možno nastaviti na številne načine. Podatke prikažemo na različne načine, ključnega pomena pa se zdita nastavljanje pogleda med enim in več grafi ter prosta izbira fizikalnih količin, ki naj se prikazujejo, kar res omogoča osredotočen in nazoren prikaz. Orodja za analizo podatkov so več kot ustrezna za delo v osnovni šoli. Prikažemo lahko posamezne vrednosti podatkov na grafih, uporabimo prilagajanje funkcije (linearne in drugih) ter prikažemo statistične podatke, ko je npr. povprečna vrednost, za katere imajo osnovnošolci že dovolj predznanja.

Izpostavimo še nekaj opaženih slabosti merilnega sistema. V uporabniškem vmesniku so nekateri izrazi slabo prevedeni, npr. »Pozicija«, boljši izraz bi bil »položaj« ali »lega«, ali npr. že omenjeni »Pomen«, ki predstavlja povprečno vrednost. Nerodni izrazi zahtevajo nekaj več pojasnjevanja pri učencih. Prej smo omenili rešitev proženja zbiranja podatkov glede na dogodek, kar nam je zagotovilo istočasni začetek meritev pri več zaporednih tekih. Pri analizi oz., bolje, urejanju podatkov smo pogrešali obrezovanje podatkov oz. prilagajanje podatkov glede na časovno os.

Na spletu najdemo ogromno demonstracijskih posnetkov uporabe Vernierjeve opreme, vendar je dostop do uradnih gradiv omejen oz. jih je treba dokupiti v obliki priložnic oz. knjig z zbirkami poskusov. Verjamem pa, da smo učitelji fizike dovolj iznajdljivi, da to ne predstavlja večje ovire.

Tukaj je še plačljiva licenca programske opreme, ki zahteva naročnino. Čeprav so nam bile osnovne funkcije obdelave in analize podatkov več kot dovolj, bi si želeli še nekaterih naprednih funkcij. Ena izmed njih je zagotovo vključevanje in analiza videoposnetkov v poskuse. V plačljivi različici obstaja modul, kjer je možna analiza gibanja na podlagi videoposnetka. Funkcionalnost, ki bi jo z veseljem uvedli v pouk, je tudi deljenje podatkov v živo. Podatki demonstracijskega poskusa se pretakajo in prikazujejo na učenčevih (tabličnih) računalnikih ali mobilnih napravah v realnem času. Podatke lahko analizirajo sami in s tem še dodatno krepijo digitalne kompetence, za katere je pri pouku fizike več kot dovolj priložnosti.

Cena merilnikov je razmeroma visoka, vendar če upoštevamo preprostost ter širok spekter uporabe, motivacijski moment za učence, popestritev pouka, nazornost podatkov in dolgotrajno rabo naprave, je investicija več kot upravičena.

Delo z merilnim vozičkom Vernier Go Sensor Cart je preprosto in omogoča hitro ter zanesljivo merjenje pri pouku fizike v osnovni šoli. Programska oprema je pregledna, njen uporabniški vmesnik pa prilagodljiv ter omogoča prikaz na tabličnih računalnikih, računalniku, interaktivnem zaslonu ali pametni tabli.

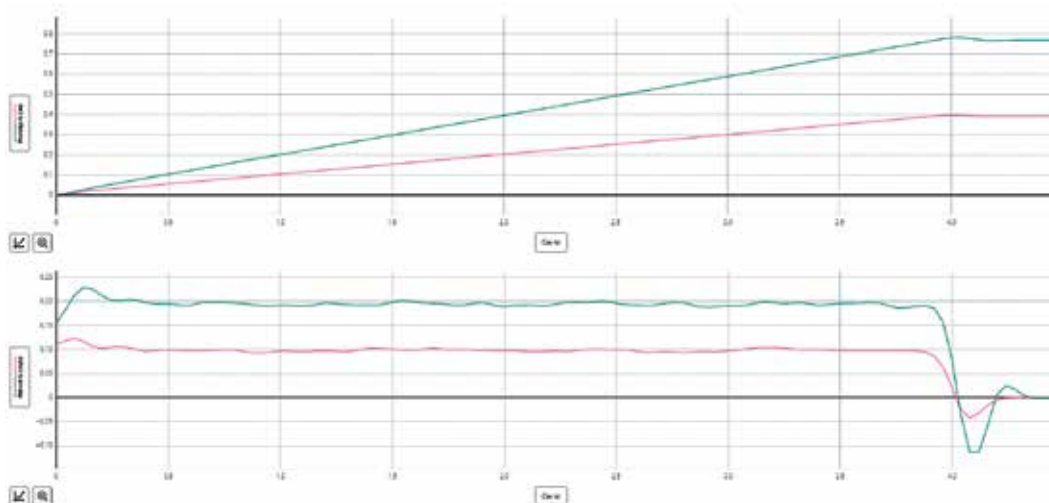
## Viri in literatura

- [1] Verovnik, I., idr. (2011). *Učni načrt. Program osnovna šola. Fizika. Zavod RS za šolstvo.*
- [2] Planinšič, G. (2011). *Didaktika fizike – Aktivno učenje ob poskusih, I. Mehanika in termodinamika. DMFA.*
- [3] *Lego education.* (2025). EV3 Classroom App v. 1.5.3. <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software/> (29. 1. 2025).
- [4] *Vernier.* (2024). *Vernier Science Education. International Catalog 2024*
- [5] *Go Direct Sensor Cart.* <https://www.vernier.com/product/go-direct-sensor-cart/?srsltid=AfmBOor-fYLf4jdSrxLiljyAGi49loIDTQnt1C9-9WmV3-BaMHwhe77Y> (29. 1. 2025).
- [6] *Download Vernier Graphical Analysis.* [https://www.vernier.com/downloads/graphical-analysis/?srsltid=AfmBOopb76Oo2wE25q\\_UC60ox\\_mtzfONo3DOIStygDbFbGljuL6mcagk](https://www.vernier.com/downloads/graphical-analysis/?srsltid=AfmBOopb76Oo2wE25q_UC60ox_mtzfONo3DOIStygDbFbGljuL6mcagk) (29. 1. 2025).

### Grafi enakomerne gibanja vožnje robotskega vozila

1. Vpiši podatke za meritev voženj					2. Nariši graf lege v odvisnosti od časa	3. Nariši graf hitrosti v odvisnosti od časa
TEK 1	čas	lega	trenutna hitrost	povprečna hitrost		
	$t [s]$	$x [m]$	$v [\frac{m}{s}]$	$\bar{v} [\frac{m}{s}]$		
	1					
	2					
	3					
TEK 2	$t [s]$	$x [m]$	$v [\frac{m}{s}]$	$\bar{v} [\frac{m}{s}]$		
	1					
	2					
	3					
	4					
<p><b>Namig:</b> <i>Trenutno hitrost</i> izračunamo iz vsake točke lege in časa. <i>Povprečna hitrost</i> je predstavljena kot količnik med celotno prevoženo potjo in časom.</p>					<p><b>Pomni:</b> Hitrost je na grafu lege v odvisnosti od časa predstavljena kot strmina premice. Višja ko je hitrost, strmejša je premica, in obratno.</p>	<p><b>Pomni:</b> Pot je na grafu hitrosti v odvisnosti od časa predstavljena kot ploščina pravokotnika pod grafom in ustreza enačbi, <math>s = v \cdot t</math>.</p>
Primer izračuna trenutne hitrosti.					Izračun povprečne hitrosti.	Izračun prevožene poti z grafa $v(t)$ .

### Meritev gibanja robotskega vozila pri moči motorjev 20 % (roza barva) in 40 % (modra barva)



Kaj je značilno za enakomerno gibanje?	Ali je gibanje RV enakomerno ves čas vožnje?	Kako na grafih prepoznamo mirovanje RV?