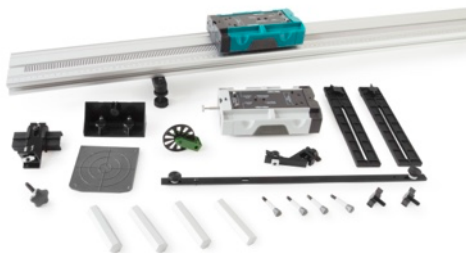


# Vernierov dynamický vozíčkový systém

(Kód DTS)



Vernierov dynamický vozíčkový systém pozostáva z dráhy, dvoch vozíčkov a príslušenstva. Systém je zhotovený za účelom experimentov s pohybom a energiou na hodinách fyziky a fyzikálnych vied.

Vernierov dynamický vozíčkový systém sa dá používať s rozličnými nástrojmi zberu údajov. Napríklad s Vernierovým detektorom pohybu, Go! Motion detektorom pohybu, Vernierovou fotobránou a interfejsom Vernier LabQuest. Tieto senzory, ani podporné interfejsy a softvér nie sú súčasťou Vernierovho dynamického vozíčkového systému.

Pomocou prídavnej optickej sady (kód OEK) môžete dráhu premeniť na optickú lavicu. Je k dispozícii aj dráha dĺžky 2,2 m.

Príklady typických experimentov, ktoré sa dajú robiť s týmto systémom

- Pohyb s nulovým zrýchlením
- Pohyb s konštantným zrýchlením na naklonenej rovine
- Nepružné zrážky pomocou priložených vankúšikov zo suchého zipsu
- Pružné zrážky pomocou priložených magnetických nárazníkov

## Súčasti dodávané s Vernierovým dynamickým vozíčkovým systémom

- Štandardný vozík s 2 magnetickými a 4 plochými nárazníkmi.
- Vozík s piestom s 2 magnetickými a 4 plochými nárazníkmi.
- Závažia vozíka 4 ks po 125 g.
- Kombinovaná 1,2 m dynamická dráha/optická lavica s kódovacím pásom
- Nastaviteľné vyrovnávacie nožičky
- Príslušenstvo na namontovanie dvojzrsohového senzora sily a senzora nízkych zrýchlení (2 veľké a 4 malé skrutky)
- Nastaviteľný koncový doraz
- Držiak detektora pohybu
- Odrážová plocha pre detektor pohybu s 2 magnetickými upevňovacími plochami
- 2 držiaky fotobrány
- Úchyt na tyč
- Imbusový kľúč 3/32"
- Kladka z nízkym trením
- Držiak kladky

## Držiak fotobrány

Držiaky fotobrány sa montujú na bok dráhy. Štvorhrannú maticu čiastočne naskrutkovanú na skrutke s držiakom tvaru T vsuňte do bočného kanálu na dráhe. Namontujte fotobránu pomocou priloženej krídlovej skrutky do dlhého výrezu na držiaku. Nastavte výšku fotobrány tak, aby jej lúč bol v oblasti požadovaného objektu merania.



## Držiak detektora pohybu

Pomocou priloženého držiaka detektora pohybu je možné upevniť akýkoľvek Vernierov detektor pohybu s výklopnou hlavicou. Na držiaku detektora pohybu je kovový pin, ktorý slúži na zaistenie polohy detektora pohybu na držiaku. Na upevnenie držiaka na spodok dráhy je na držiaku skrutka s podložkou, ďalšia skrutka a závitový otvor v blízkosti kovového pinu. Pri montáži položte detektor pohybu zadnou stenou na pin na držiaku. Cez vybranie v držiaku vložte skrutku do otvoru so závitom v detektore tak, aby záves hlavice detektora smeroval k dráhe, a skrutku utiahnite. Vložte držiak do drážky na spodku dráhy podľa obrázku. Keď na držiaku nie je namontovaný detektor pohybu, upevňovaciu skrutku môžete uložiť do závitového otvoru v blízkosti pinu.



Väčšina Vernierových detektorov pohybu (zelený alebo čierny s nastaviteľnou citlivosťou) sa dajú upevniť tak, že senzor je vzdialený 15 cm od konca dráhy. Vozíky je potom možné detegovať po celej dĺžke dráhy. Na dynamickom systéme používajte dráhový režim detektora pohybu. Staršie detektory pohybu bez prepínača citlivosti je tiež možné použiť, vozíky však musia byť o nich vzdialené najmenej 45 cm, čo je ich minimálna pracovná vzdialenosť.



## Odrazová plocha pre detektor pohybu

Pri použití ultrazvukového detektora pohybu je niekedy vhodné zlepšiť odrazivosť vozíka. Dá sa na to použiť odrazová plocha, meranie je potom menej citlivé na umiestnenie detektora pohybu.



Odrazová plocha pre detektor pohybu sa nasadzuje na tmavošedú stranu vozíka. Do vozíka dajte magnetické nárazníky a odrazovú plochu priložte kovovými vložkami smerom k týmto nárazníkom. Položte vozík na dráhu tak, aby odrazová plocha smerovala k detektoru pohybu.

## Nastaviteľné vyrovnávacie nožičky

Nastaviteľné vyrovnávacie nožičky sa montujú do stredne drážky dole na dráhe. Môžete pomocou nich nastaviť potrebnú výšku a rovinu dráhy. Nožičky montujte ešte pred namontovaním držiaka detektora pohybu.



## Nastaviteľný koncový doraz

Nastaviteľný koncový doraz sa montuje do hornej drážky na koniec dráhy. Môžete nastaviť jeho polohu podľa potreby. Ak je to potrebné, vložte do nárazníkov koncového dorazu magnety.



## Držiak na tyč

Držiak na tyč sa používa na upevnenie dráhy na bežný laboratórny stojan. Je možné použiť stojan s tyčou priemeru maximálne 12 mm. Maticu držiaka vsuňte do bočnej drážky dráhy. Nastavte požadovaný sklon dráhy.



## Montážne príslušenstvo

Priložené montážne príslušenstvo sa používa na upevnenie rôznych zariadení na vozík, napríklad senzor sily, senzor zrýchlenia alebo bezdrôtový dynamický senzorový systém.



## Prídavné závažia

Na zmenu hmotnosti vozíka pri dynamických experimentoch je možné použiť štyri závažia po 125 g. Vozík má menovitou hmotnosť 250 g. Prídavné súčiastky, ako sú magnety, nárazníky so suchými zipsami a senzory zvyšujú jeho hmotnosť. Ak je pri experimente dôležitá hmotnosť vozíka, je lepšie ho zväžiť na váhe.



Štyri prídavné závažia sa dajú použiť po jednom, alebo aj v rôznych kombináciách. Vybrania na závažia po stranách vozíka umožňujú pridávať závažia bez odmontovania senzorov. Nie je nevyhnutné, aby bol vozík závažiami stranovo vyvážený.

## Držiak kladky a kladka

Držiak kladky a kladka sa dajú namontovať na koniec dráhy a dá sa nimi pomocou prídavného lanka a závaží vytvoriť polovičný Atwoodov stroj. Dá sa to zostaviť buď s fotobránu na meranie pohybu, alebo bez nej.



Štvorhrannú maticu vsuňte do spodnej drážky dráhy a pritiahnite skrutku. Na namontovanie kladky bez fotobrány použite krátku skrutku. Nastavte výšku kladky tak, aby bolo lanko nad dráhou vodorovne. Ak chcete namontovať fotobránu, nasuňte jej plastový držiak na vertikálnu časť držiaka kladky tak, aby jeho otvorená časť smerovala vonku a hore. Vložte Vernierovu fotobránu do držiaka, presuňte dlhšiu skrutku cez držiak a fotobránu, a zaskrutkujte ju do závitov v kladke.

## Nárazníky

Vernierove dynamické vozíky sú vybavené magnetmi a vankúšikmi zo suchého zipsu. Tieto časti sa montujú pomocou odoberateľných nárazníkov. Magnety môžu prekážať pri niektorých experimentoch, napríklad pri použití senzora sily na vozíkoch, nainštalujte ich preto len vtedy, keď je to potrebné.



Magnety sú užitočné pri štúdiu zrážok vozíkov, pri umiestnení magnetov s rovnakou polaritou na oboch vozíkoch. Magnety sa budú navzájom odpudzovať, môžete tak robiť zrážky vozíkov, pričom sa vozíky v skutočnosti nedotknú. Takáto zrážka bude na rozdiel od zrážok s použitím pružín alebo iných kontaktných zrážok s veľkým priblížením elastickou zrážkou.

Odoberateľné nárazníky majú dve strany. Na jednej strane je značka N, druhá je plochá. Plochá strana sa používa na plochy zo suchého zipsu.

Nárazníky sa dajú vložiť do vozíka dvoma spôsobmi, s odkrytými alebo zakrytými suchými zipsami. Ak chcete robiť experimenty bez magnetov, odoberte nárazníky.

Magnety môžu byť aj v koncovom doraze. Pamätajte, že vozík vo svojej dráhe udržiava len zrážky s koncovým dorazom pri nízkych rýchlostiach.

Magnety namontujete do koncového dorazu takto:

1. Odmontujte kryty tvaru kvapky z vozíka alebo z koncového dorazu.
2. Vložte do krytu striebriстый magnet (dodaný s vozíkom) orientovaný tak, aby vonkajšia strana krytu v tvare kvapky priťahovala ihlu kompasu smerujúcu na juh.
3. Do krytu v tvare kvapky vložte penovú zátku (dodanú s vozíkom).
4. Znovu vložte kryty v tvare kvapky do koncového dorazu a upevnite ho skrutkou.

Ak chcete, môžete skontrolovať, či sú magnety v koncovom doraze alebo vo vozíku v rovnakej polohe tak, že k nim priblížite kompas. Koniec ihly, ktorý normálne smeruje na juh, má vozík priťahovať.

Magnety môžete kedykoľvek opačným postupom vymontovať. Magnety ukladajte ďalej od počítačov.

Ak chcete študovať neelastické zrážky, umiestnite na konce krytov nárazníkov bez magnetu vankúšiky zo suchého zipsu. V smere pohľadu na koniec vozíka umiestnite na ľavý nárazník vankúšik s háčikmi a na pravý nárazník vankúšik s mäkkou časťou suchého zipsu. Vankúšiky umiestnite na stred kruhovej časti nárazníkov. Takýmto spôsobom každý vozík s nárazníkmi so suchým zipsom sa bude spájať s ktorýmkoľvek iným vozíkom. Vozíky s nárazníkmi so suchým zipsom sa spoja a vytvoria úplne neelastickú zrážku.

## Vozík s piestom

Jeden z vozíkov má na zrážky pružinový piest. Piest pripravíte tak, že súčasne stlačíte horizontálne tlačidlo, ktoré je nad piestom, a piest, až kým sa neuzamkne v stlačenej polohe. Piest uvoľníte stlačením pinu hore na vozíku. Sila piestu sa dá nastaviť. Silu piestu nastavíte jeho otáčaním vo vysunutej polohe. Zospodu vozíka je viditeľná nekalibrovaná stupnica. Pomocou tejto stupnice si môžete zapamätať pôvodné nastavenie piestu.

S vozíkom s piestom môžete robiť aj superelastické zrážky. Tento režim umožníte tak, že pomocou malého skrutkovača odomknete tmavošedý plastový výstupok, ktorý je pod hlavným piestom. Stlačte tento výstupok malým skrutkovačom a odomknite ho pootočením o pol otáčky v smere proti pohybu hodinových ručičiek. Výstupok sa vysunie asi o 2 mm.

Natiahnite a uzamknite piest hore popísaným spôsobom. Pri zrážke najprv narazí výstupok a spustí piest.

Superelastický režim vypnete tak, že výstupok malým skrutkovačom stlačíte a uzamknete ho pootočením o pol otáčky v smere pohybu hodinových ručičiek. Uzamkne sa v stlačenej polohe.

Vozík s piestom má menovitú hmotnosť 250 g. Pridaním príslušenstva, ako sú senzory alebo magnety, sa hmotnosť zmení.

## Použitie prídavného príslušenstva a senzorov

Nasledujúce príklady uvádzajú rozličné senzory namontované na Vernierovom dynamickom vozíku. Senzory nie sú súčasťou balenia dynamického vozíčkového systému.

### Namontovanie dvojzrňahového senzora sily (DFS)

1. Položte senzor na dva strieborné výstupky podľa vyobrazenia hore na vozíku. Pri starších



- senzoroch je potrebné posunúť výstupky do širšej polohy.
2. Pomocou veľkej skrutky upevnite senzor k vozíku podľa vyobrazenia.
  3. Nakonfigurujte senzor podľa potreby (háč, nárazník alebo magnet).

#### **Namontovanie senzora nízkeho zrýchlenia (LGA)**

Senzor zrýchlenia ma hore na vozíku montážne otvory.

1. Položte senzor zrýchlenia na tieto otvory hore na vozík podľa vyobrazenia na vrchu vozíka.
2. Pomocou dvoch malých skrutiek ho podľa obrázku upevnite.



#### **Namontovanie kombinácie DFS a LGA**

DFS (dvojrozsahový senzor sily) a LGA (senzor nízkeho zrýchlenia) je možné súčasne použiť rovnakými postupmi.



#### **Bezdrôtový dynamický senzorový systém**

Ak chcete namontovať bezdrôtový dynamický senzorový systém (WDSS), odstráňte a odložte dva strieborné výstupky používané na dvojrozsahový senzor sily. Položte WDSS hore na vozík a pomocou veľkej skrutky ho na vozíku upevnite.

#### **Všeobecné rady pre Vernierov dynamický vozíčkový systém**

- Neinštaluje magnety, ak ich nebudete potrebovať. Budú prekážať pri experimentoch so senzorom sily na vozíku, pretože senzor sily nebude udávať celkovú silu pôsobiacu na vozík.
- Magnety sú určené na jemné kolízie. Ak sa vozík pohybuje príliš rýchlo, magnetické sily ho môžu vyhodiť z dráhy nabok. Ak sa to stane, použite menšiu počiatočnú rýchlosť vozíka.
- Udržujte dráhu v čistote, ak je znečistená, vozíky sa nebudú pohybovať plynulo.
- Používajte radšej menšie rýchlosti a menšie sklony dráhy ako by ste si mysleli, fyzika bude rovnaká ale študenti budú mať viac času pozorovať čo sa deje.
- Pred vložením držiaka detektora pohybu vložte nožičky dráhy a posuňte ich do vzdialenosti asi 30 cm.
- Prezrite si pozorne obrázok s držiakom detektora pohybu a všimnite si, že držiak je vsunutý do spodnej časti dráhy. Obvyklá chyba je jeho montáž do hornej drážky na dráhe.

## Príklady experimentov

### Meranie zrýchlenia vozíka

Môžete študovať základný pohyb vozíka na naklonenej rovine. Urobte si napríklad experiment 3 zo zbierky *Physics with Vernier*, „Vozík na naklonenej rovine“. Alebo si zopakujte Galileov experiment stanovenia  $g$  s použitím telesa na naklonenej rovine. Je to experiment 4 zo zbierky *Physics with Vernier*, „Stanovenie  $g$  na naklonenej rovine“.

### Druhý Newtonov zákon

Keď použijete senzor sily na vozíku, môžete zaznamenávať pôsobiacu silu aj zrýchlenie. Tieto veličiny sú navzájom priamo úmerné.

Alebo si urobte polovičný Atwoodov stroj tak, že na konci dráhy upevníte kladku a na lanko ťahajúce vozík zaveste závažie. Merajte zrýchlenie vozíka ako funkciu hmotnosti zaveseného závažia.

### Meranie zrýchlenia vozíka s ventilátorom

Ak použijete vozík s ventilátorom a s kódovaním (kód CART-F), môžete študovať pohyb vozíka pri konštantnom ťahu.

### Meranie zrýchlenia vozíka pri pôsobení trenia

Pridajte k vozíku trecí element (kód DTS-PAD) a pozorujte pohyb vozíka pri rôznych silách trenia.

### Hybnosť a impulz

Pomocou senzora sily a sady nárazníkov a odrazov (kód BLK) môžete študovať vzťah medzi hybnosťou a impulzom. Impulz stanovte integráciou grafu závislosti sily od času.

### Zachovanie energie

Pomocou dvoch detektorov pohybu pozorujte zmenu energie pri zrážke dvoch vozíkov.

### Zachovanie hybnosti

Pomocou dvoch detektorov pohybu pozorujte zmenu hybnosti pri zrážke dvoch vozíkov. Skúste rôzne zrážky, elastickú, neelastickú a úplne neelastickú.

## Výrobky súvisiace s Vernierovým dynamickým vozíčkovým systémom.

### Vernierov dynamický vozíčkový systém s optickým kódovaním (kód DTS-EC)

Vernierov dynamický systém je kombináciou 1,2 m dráhy s nízkym trením a optickej lavice. Je určený na experimenty z kinematiky, dynamiky a optiky. Obsahuje dva vozíky. Táto verzia obsahuje systém optického kódovania pohybu, nový systém na meranie polohy vozíka bez komplikácií, ktoré môže spôsobovať ultrazvukový detektor pohybu.

### Vernierov dynamický vozíčkový systém s dlhou dráhou (kód DTS-LONG)

Dlhá verzia Vernierovho dynamického vozíčkového systému má namiesto 1,2 m dráhy dráhu dĺžky 2,2 m.

## **Dráha (kód TRACK)**

Kombinácia 1,2 m dráhy a optickej lavice sa dodáva s nainštalovaným pásom optického kódovania.

## **Vylepšenie Vernierovho dynamického vozíčkového systému**

Dynamický vozíčkový systém je možné vylepšiť pridaním systému optického kódovania polohy. Dráha už obsahuje rastrovany pás používaný na optické kódovanie.

### **Vozík s optickým kódovaním a prijímač kódovania (kód DTS-MEC)**

Toto je najjednoduchšie vylepšenie, obsahuje úplný vozík s optickým kódovaním a prijímač optického kódovania.

### **Zostava vozíka s optickým kódovaním (kód DTS-MEU)**

Zostava umožňuje prestavbu existujúceho vozíka na vozík s optickým kódovaním polohy. Obsahuje tiež prijímač optického kódovania.

## **Náhradné diely**

### **Štandardný vozík (kód DTS-CART-S)**

### **Vozík s piestom (kód DTS-CART-P)**

### **Kladka s nízkym trením (kód SPA)**

Kladka sa dá namontovať na koniec dráhy pomocou držiaka kladky a urobiť tak polovičný Atwoodov stroj.

### **Držiak kladky (kód BSPA)**

Držiak kladky umožňuje namontovanie kladky s nízkym trením na koniec Vernierovej dráhy.



## **Vhodné príslušenstvo**

### **Sada nárazníkov a odrazov (kód BLK)**

Sada nárazníkov a odrazov obsahuje príslušenstvo na integráciu dvojzrosahového senzora sily (DFS-BTA) s Vernierovým dynamickým vozíčkovým systémom, ktoré umožňuje veľa zaujímavých experimentov pri štúdiu hybnosti a impulzu.

### **Pravítko vozíka (kód PF-CART)**

Pravítko s čiernobielym rastrom na nasadenie na vozík pre sledovanie jeho pohybu fotobránou. Používa sa na presné meranie rýchlosti a zrýchlenia.

### **Dvojzrosahový senzor sily (kód DFS-BTA)**

Dvojzrosahový senzor sily meria ťahovú a tlakovú silu do 50 N.

### **Bezdrôtový dynamický senzorový systém (kód WDSS)**

WDSS je bezdrôtový senzorový systém senzora sily, troch senzorov zrýchlenia a barometrického senzora výšky.



### **Trecí element vozíka DTS (kód DTS-PAD)**

Trecí element vozíka DTS sa montuje na vozík s využitím vybraní pre nárazníky. Element vytvára kontrolovateľnú treciu silu pohybu vozíka. Používa sa na štúdiu trecích síl.

### **Vozík s ventilátorom (kód CART-F)**

Veľký ventilátor s nastaviteľným ťahom v troch úrovniach namontovaný na ľahkom vozíku. Umožňuje robiť kinematické a dynamické experimenty s konštantným zrýchlením, meniteľnou hmotnosťou, meniteľným ťahom a meniteľným uhlom ťahu.

### **Prídavná optická rozširujúca súprava (kód OEK)**

Vernierova prídavná optická rozširujúca súprava je rozšírením Vernierovho dynamického vozíčkového systému na optické experimenty.

### **Sada zmiešavania farieb (kód CM-OEK)**

Vernierova sada zmiešavania farieb pozostáva z osvetľovacej jednotky s tromi farebnými LED zdrojmi osvetlenia, napájania, šošovky a dvojstranného tienidla. Pomocou tejto sady môžete robiť experimenty s aditívnym a subtraktívnym miešaním farieb. Osvetľovacia jednotka umožňuje plynulo meniť intenzitu červených, modrých a zelených LED.

### **Súprava pre difrakciu (kód OEK)**

Umožňuje mapovanie intenzity osvetlenia podľa polohy, používa sa na difrakčné experimenty so štrbinami rôznych tvarov.

## **Záruka**

Záručné podmienky na území Slovenska sa riadia podmienkami vydanými distribútorom výrobkov Vernier na Slovensku, ktoré sú súčasťou dodávky výrobku, a ostatnými platnými zákonmi. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na bežné opotrebovanie a spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje.



**Vernier Software & Technology**  
13979 SW Millikan Way  
Beaverton, OR 97005-2886  
[www.vernier.com](http://www.vernier.com)

**Slovensko: PMS Delta s,r,o,**  
Fándlyho 1  
07101 Michalovce  
[www.pmsdelta.sk](http://www.pmsdelta.sk)



Preklad: Peter Spišák, 2016

Rev. 7. 1. 2016

Vernier LabQuest a iné , tu uvedené značky, sú v Spojených štátoch našimi ochrannými známkami alebo registrovanými ochrannými známkami.

Všetky ostatné tu uvedené značky, ktoré nie sú našim vlastníctvom, sú majetkom svojich vlastníkov, ktorí môžu alebo nemusia s nami súvisieť, byť s nami v spojení alebo byť nami sponzorovaní.