

# PASTIČKOMOBILY

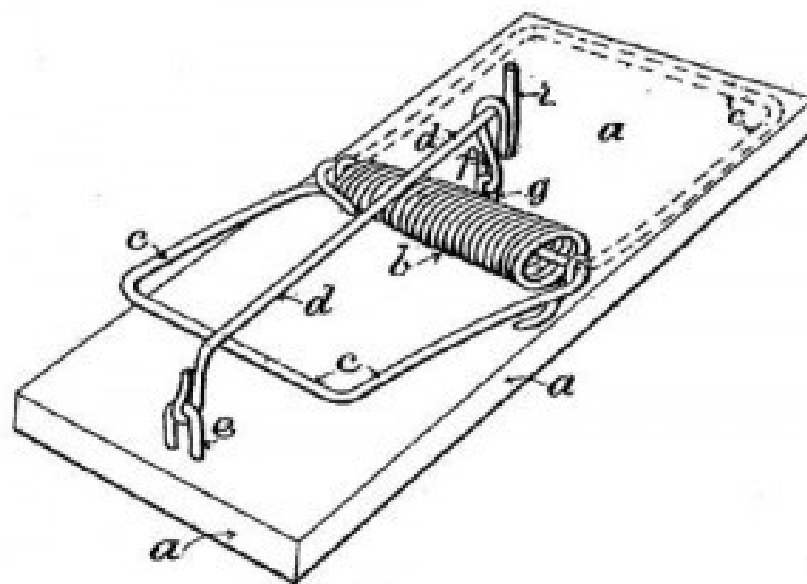
*aneb*

*voztka poháněná pastičkou na myši*

Předem upozorňuji, že jsem pastičkomo-  
bily ani nevymyslel ani nezlepšil.  
Internet je plný textů, fotografií  
a videí zaměřených na tyto vozítka  
- doporučuji zadat „mousetrap car“  
do Googlu nebo do Youtube.

Pastičkomobily jsou stavěny buďto  
na co největší dojezd nebo na  
rychlost (běžně se měří 5m úsek).

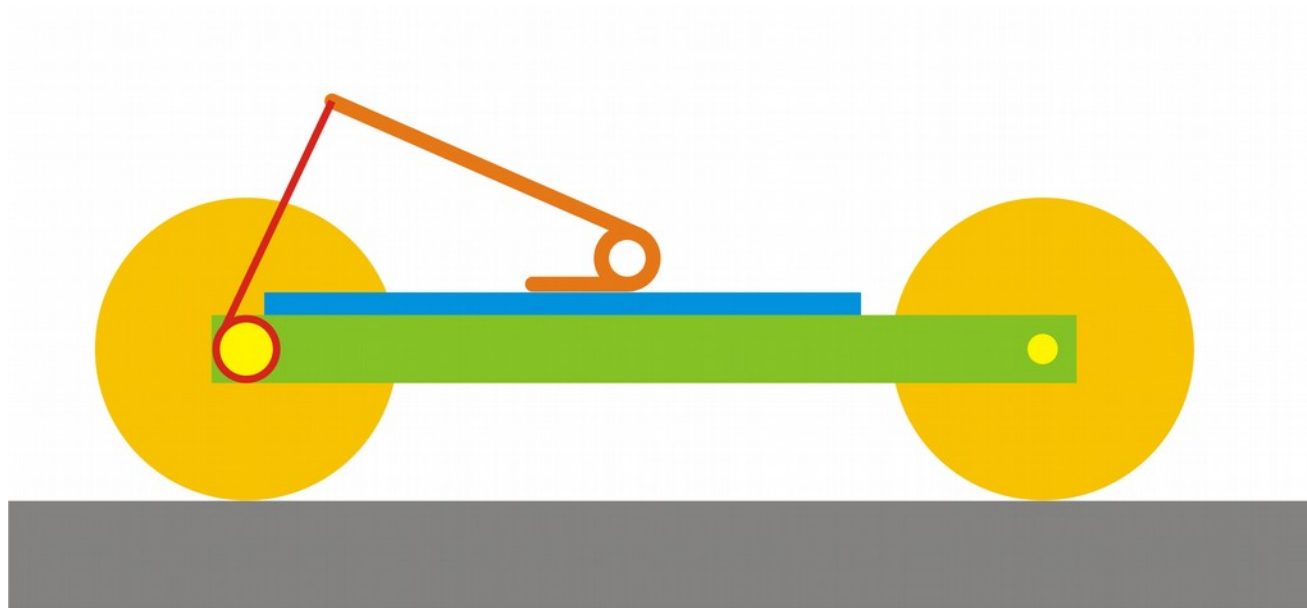
Kouzlem těchto vozítek je jasně definovaný pohon s omezenou  
dávkou energie - proměřil jsem síly působící při natahování  
pastičky a dopočítal jsem se k energii 0,75 J!



obrázek převzat z [www.godsowncounty.co.uk](http://www.godsowncounty.co.uk)

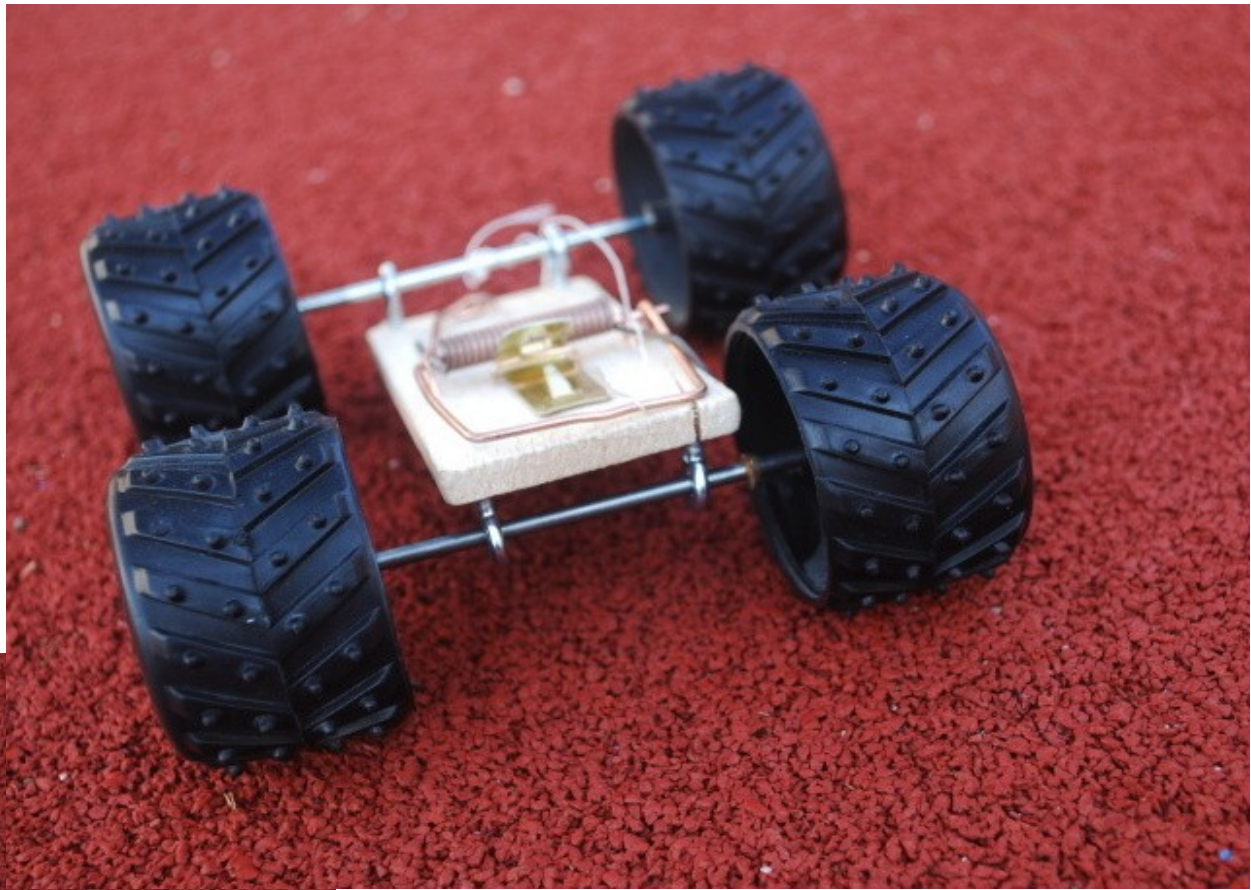
## Základní principy:

Pohonnou jednotkou jsou pružinové pastičky na myši. K ramenu pastičky se přiváže provázek, který je omotaný kolem osy zadních kol. Když pastičku uvedeme do chodu, začne se odmotávat provázek z osky - autíčko se rozjede.



## Typ UPV

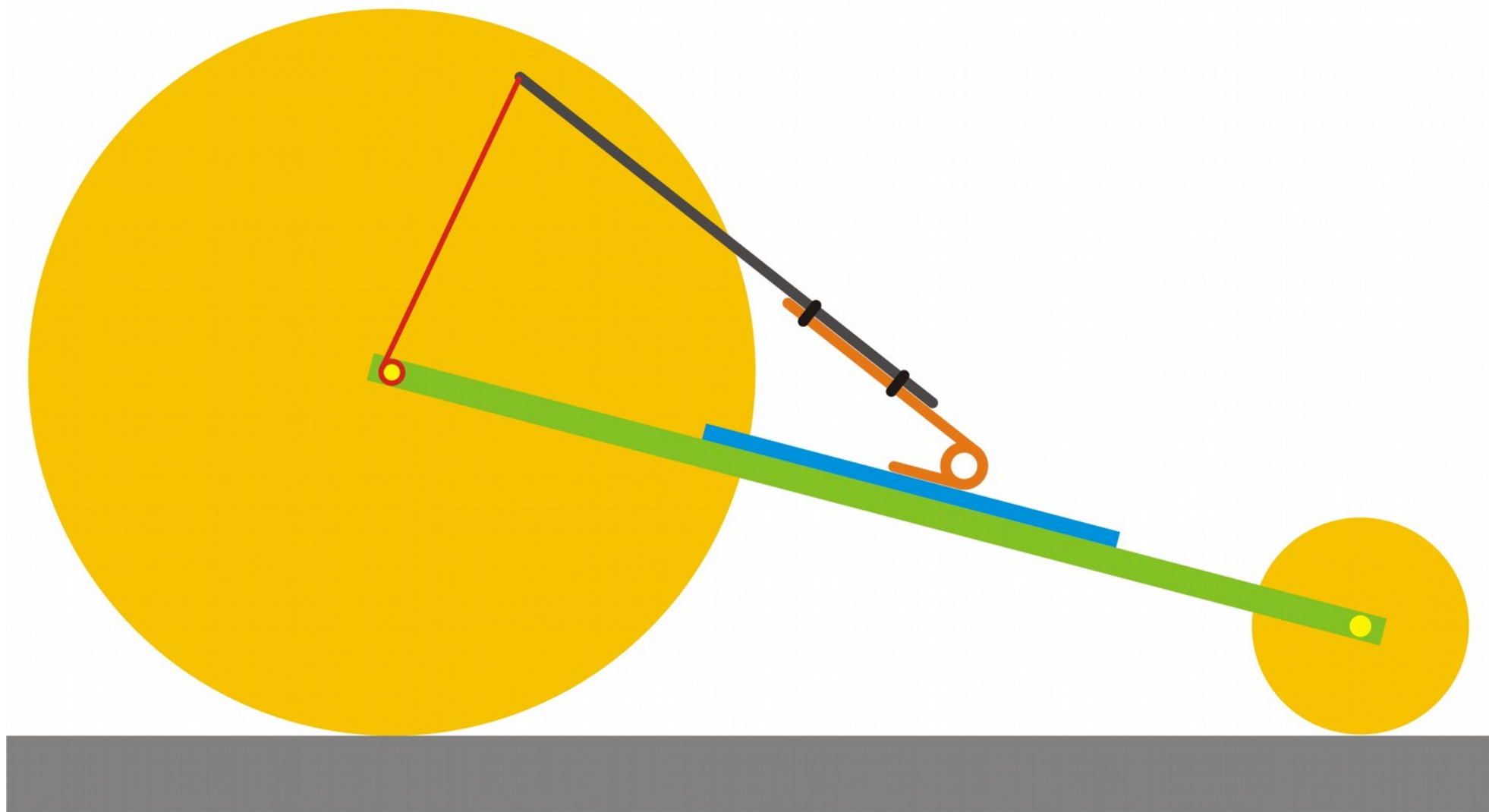
Přímo do pastičky  
jsem přivrtal 4 očka,  
jimi prochází osky.  
Jezdí strašně, ale  
jezdí!



(UPV = úplně pitomá  
varianta)

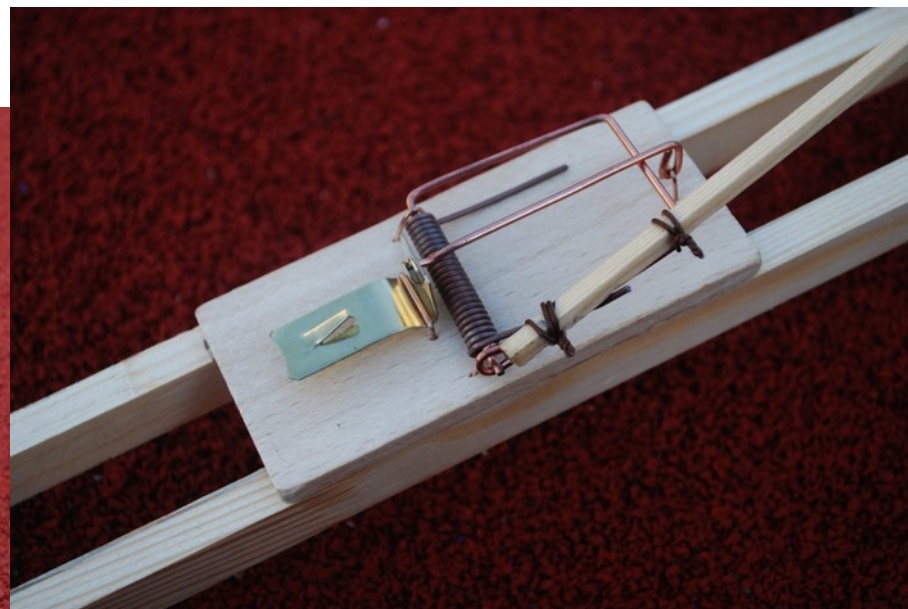
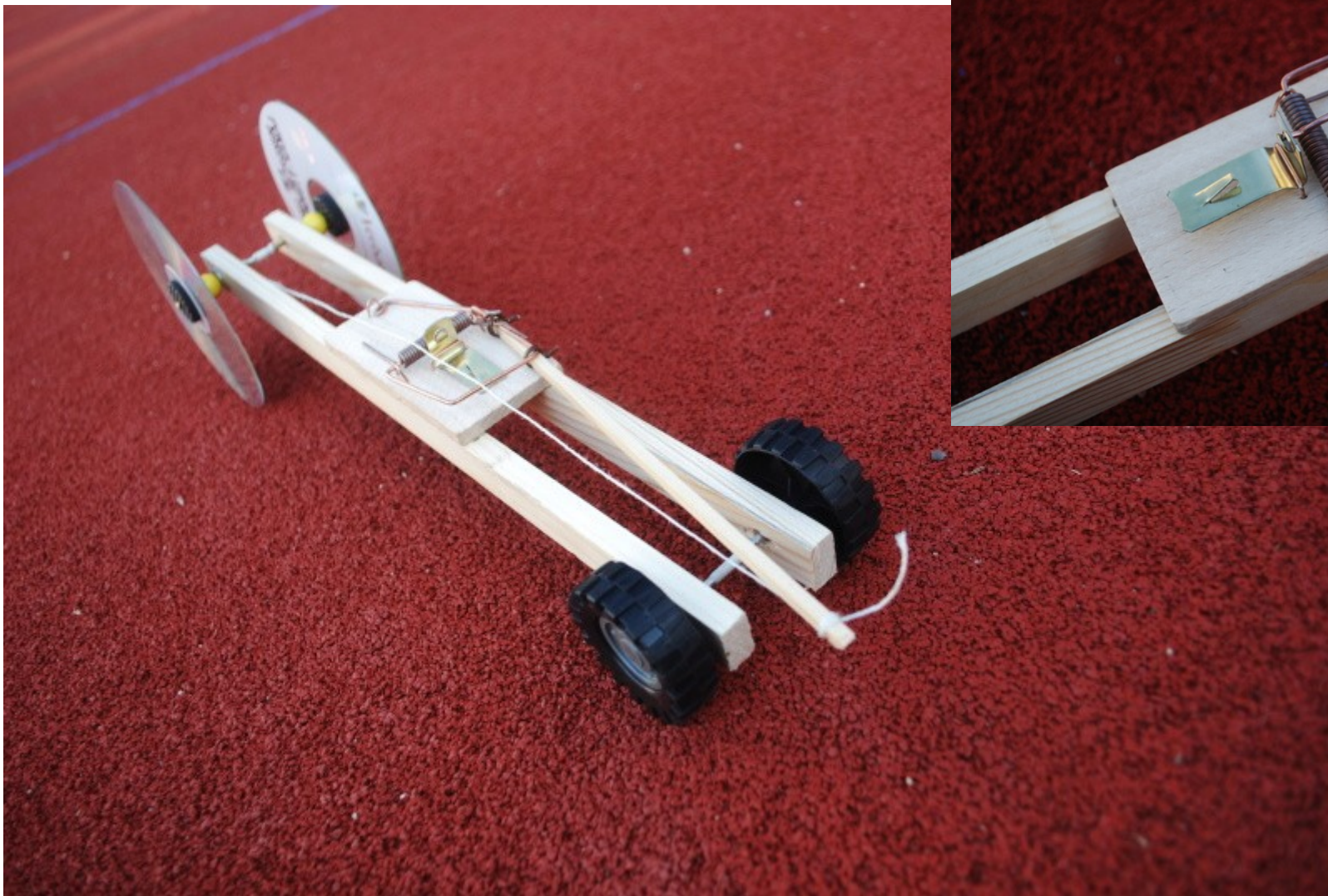


Autíčka s přímo poháněnou oskou většinou trpí prokluzováním zadní nápravy. Často se proto na zadní nápravu montují větší kola a pastička se nastavuje pevným ramenem.



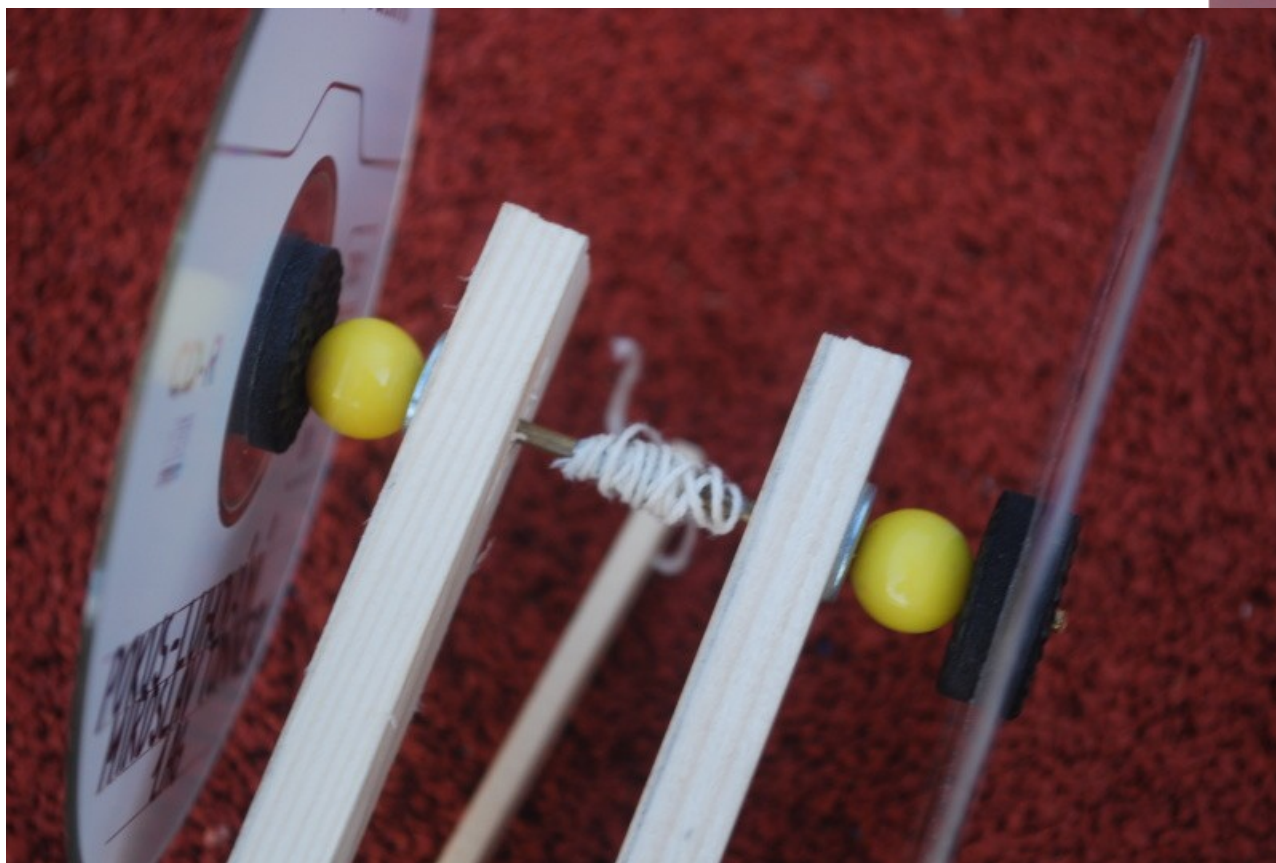
## Typ MSV (mírně sofistikovaná varianta)

Rám tvoří dvě latky přilepené k pastičce. Pastička je nastavena tenkým dřevěným hranolkem.



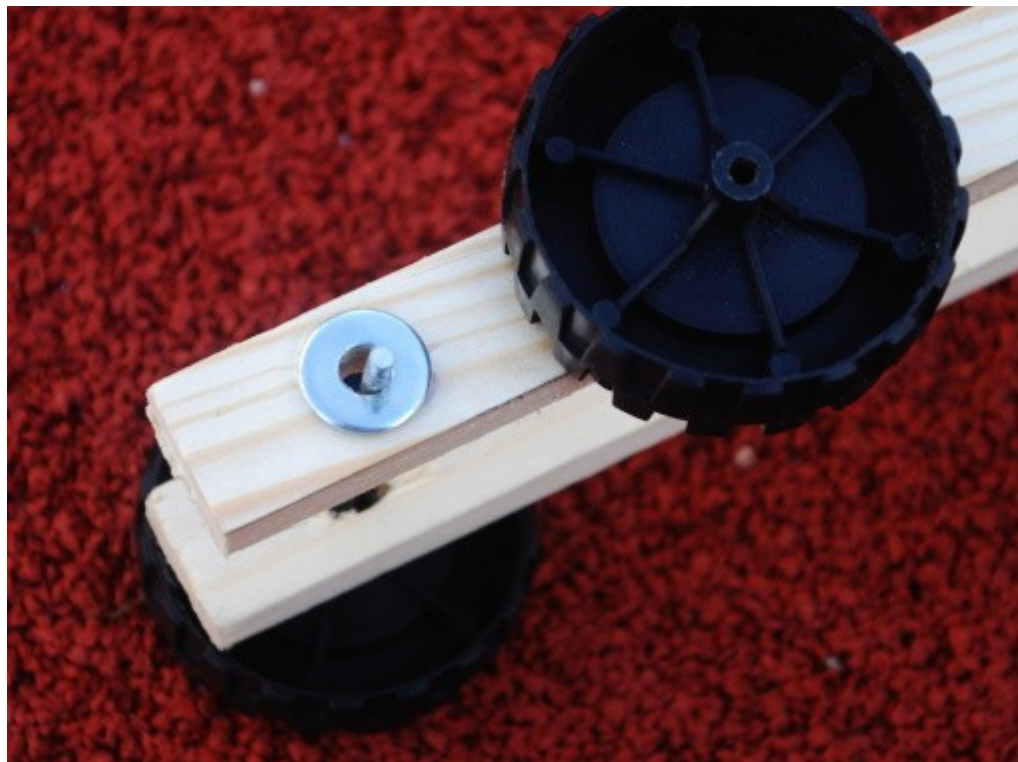


Přední kolečka jsou z rozbitého autíčka, zadní z CDček. Na kovovou osu jsou uchycena pomocí samolepících gumových podlepek na židle, do jejichž středů jsou propíchnuté otvory.





Základem ložisek jsou otvory vyvrtané v laťce. Na ně jsem přilepil ocelové podložky, takže osky třou o ocel.



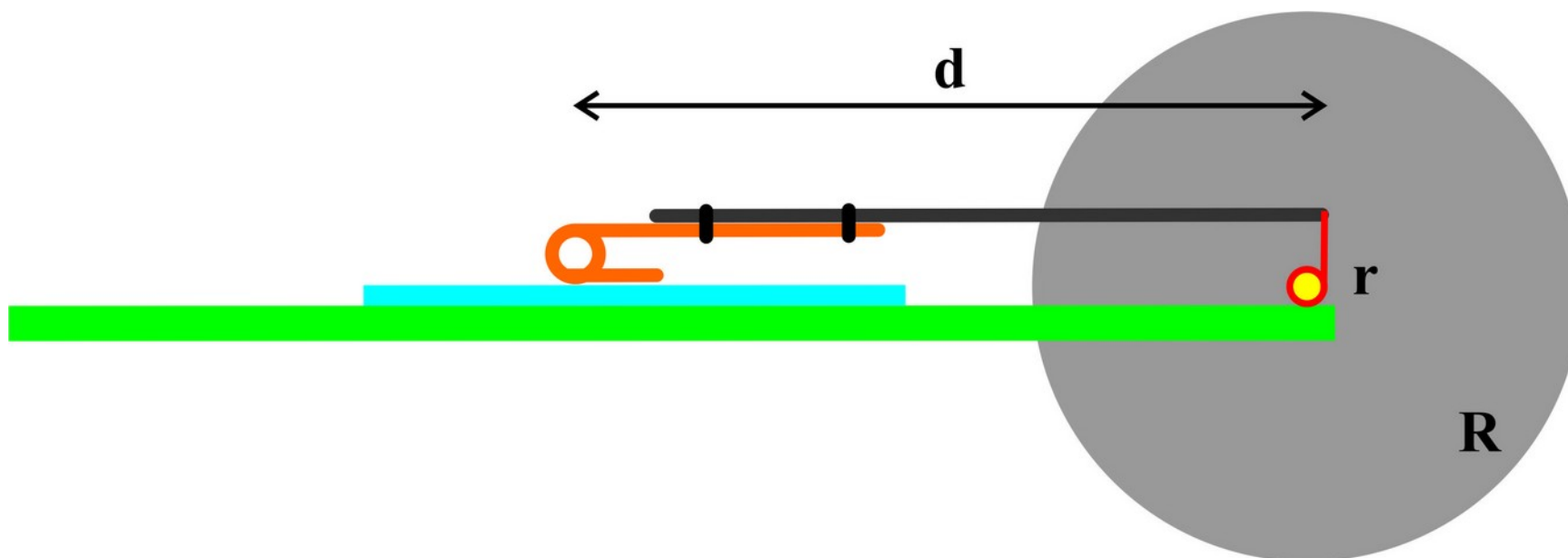
Tento typ už jezdí pěkně.





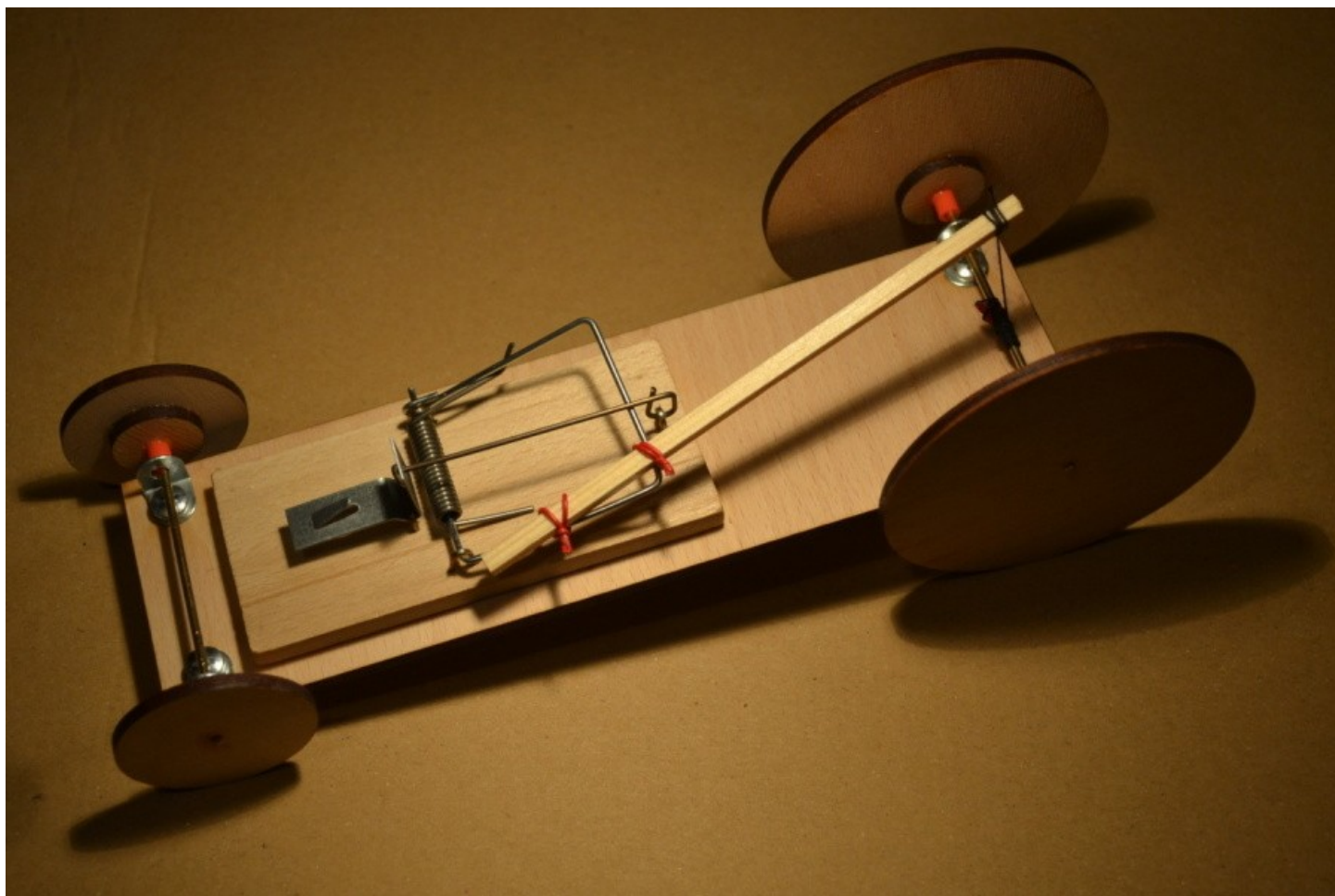
Stavebnice pastičkomobilu, kterou jsem připravil pro regionální centra Nadace Depositum Bonum (<http://centrandb.cz>), mě donutila vytvořit podrobný rozbor vozítka.

Podstatnými parametry vozítka je délka ramene  $d$ , poloměr hnané osky  $r$  a poloměr hnaného kola  $R$ .



Na snímku je pastičkomobil postavený z této stavebnice.

Parametry:  $d = 100 \text{ mm}$ ,  $r = 1 \text{ mm}$ ,  $R = 40 \text{ mm}$



Pomocí digitálního siloměru Vernier jsem změřil sílu, kterou působí konec ramene ve „sklapnutém“ a v „nataženém“ stavu pastičky ... síla naroste z 0,75 N na 2,75 N.

Toto měření lze snadno provést i pomocí pružinového siloměru.

Můžeme spočítat energii pastičky. Při natahování se koná práce po půlkružnici o poloměru 10 cm (tj. na dráze 0,31 m). Budu předpokládat, že síla je přímo úměrná úhlu natočení pastičky, mohu tedy počítat s průměrnou silou  $(2,75 + 0,75) / 2 = 1,75$  N.

$$W = F \cdot s = 1,75 \cdot 0,31 = 0,54 \text{ J}$$

K přesnější hodnotě práce dospějeme, když změříme velikost síly po 5 stupních natočení pastičky a práce v jednotlivých úsecích sečteme.



Takže máme k dispozici vozík, kde známe počáteční energii.

Dále můžeme propočítat působící síly. Nit je v napnuté poloze napínána silou 2,75 N, to dává při délce ramene 10 cm moment síly natažené pastičky  $M = F \cdot d = 0,275 \text{ Nm}$ .

Tato síla prostřednictvím nitě roztáčí osku s poloměrem 1 mm, tj. působí momentem síly  $2,75 \text{ N} \cdot 0,001 \text{ m} = 0,00275 \text{ N} \cdot \text{m}$ . K osce je pevně uchyceno kolo o poloměru 4 cm, při tomto momentu působí na jeho obvodu síla  $F = M / R = 0,00275 / 0,04 = 0,069 \text{ N}$ .

Tento výpočet jsem ověřil měřením - na obvod kola jsem izolepou připevnil nit, natáhnul pastičku a siloměrem změřil sílu nutnou k udržení kola v klidu. Vyšlo 0,07 N.

Síla na obvodu kola působí vozík na podložku, stejně velká síla ho proto uvádí do pohybu. Vozík má hmotnost 110 g, to odpovídá zrychlení  $a = F / m = 0,069 \text{ N} / 0,11 \text{ kg} = 0,63 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

Natáhnul jsem vozík, postavil k němu sonar Vernier (GO-motion) a proměřil rozjezd. Během první sekundy kolísalo zrychlení mezi 0,6 a 1,0  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ , což velmi slušně odpovídá výpočtu (vyšší hodnota zrychlení může být způsobena tím, že nit nebyla navinuta přímo na osce, ale přes jiný závit nitě). Navíc je vidět, že lze zanedbat tření v ložiscích vozíku.

Výpočty pro další fáze pohybu jsou mnohem složitější - nit už není kolmá na rameno, moment pastičky se postupně zmenšuje.

## Návrhy pro použití ve výuce:

1. Přeměny energie (z elastické na kinetickou)
2. Měření energie pastičky na myši
3. Výpočty sil a momentů sil, ověření měřením
4. Výpočty kola na hřídeli
5. Výpočty zrychlení a ověření měřením
  
6. Žákovská soutěž pastičkomobilů
7. Rodičovská soutěž pastičkomobilů
  
8. Maturitní projekt- optimalizace pastičkomobilu



S vozítkem se dá soutěžit na sprint nebo dojezd.

Teoretické výpočty pro nataženou polohu:

- pastička má moment síly  $M_o$ , rameno  $d$
- hnaná osa má poloměr  $r$ , hnané kolo má průměr  $R$

Výpočtem (jeho obdoba viz výše) dostáváme pro výslednou sílu:

$$F = \frac{M_o}{d} \cdot \frac{r}{R}$$

Pro maximální zrychlení je potřeba mít co největší sílu a co nejmenší hmotnost. Síla roste, pokud zkracujeme rameno pastičky (její moment je daný pružinou) a použijeme malá hnaná kola na tlusté osce (tím ale naroste tření).

Při stavbě vozíku pro sprint se často stává, že síla  $F$  překročí hodnotu klidového tření a kolečko se prosmýkne. Klidové tření můžeme zvýšit zatížením hnané osy případně oblepením kolečka drsným materiálem. V každém případě naladit ideální výsledek není snadné.

Při stavbě vytrvalce na dojezd jde o to vymotávat nit co nejdéle a pak nechat vozík volně jet. Je tedy potřeba použít co nejdelší rameno pastičky, co nejužší hnanou osku a co největší hnaná kola.

**Můj bývalý student Martin Ptáček před lety postavil  
pastičkomobil, který ujel 70 metrů (na normální pastičku).**

