

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 5 (1977/1978)

Številka 3

Strani 179-182

Sergej Pahor:

## SKOK V VIŠINO IN SKOK OB PALICI PO FIZIKALNO

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/5/5-3-Pahor.pdf>

© 1978 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



## SKOK V VIŠINO IN SKOK OB PALICI PO FIZIKALNO

Osnovni fizikalni zakoni in izreki ne veljajo samo za točkasta in toga telesa, o katerih v šoli največ slišimo. Prav tako veljajo naprimer za kislo mleko in človeško telo. Zato si lahko pomagamo s fiziko tudi v športu. Kot primer si oglejmo skok v višino in skok ob palici.

Skok v višino lahko razdelimo na te tri faze: kratek zalet, rahel počep, odriv in prosti let čez prečko. Vodoravna hitrost, ki jo skakalec pridobi v kratkem zaletu, služi predvsem za to, da ta v loku preleti prečko. Ker nas zanima le višina skoka, se bomo zaradi enostavnosti zato omejili na skok z mesta. Tri faze tega skoka so shematično prikazane na prvi sliki.



Sl. 1a: Počep

Sl. 1b: Odziv

Sl. 1c: Prosti let

Opišimo ta skok po fizikalno. Predvsem nas bo zanimalo gibanje skakalčevega težišča. Ko skakalec počepne, se mu težišče zniža za  $h_1$ . Njegova začetna hitrost je enaka nič. Pri odzivu pridobiva kinetično energijo z delom mišic. Ko se odlepi od tal, ima maksimalno kinetično energijo  $mv^2/2$ . Z  $m$  smo označili skakalčevo maso in z  $v$  odzivno hitrost. Na račun te kinetične energije se dvigne težišče skakalca v prostem letu za  $h_2$ . Izrek o ohranitvi mehanske energije, ki ga v našem primeru smemo uporabiti, pove, da je  $h_2$  enak

$$h_2 = v^2/2g$$

kjer je  $g$  pospešek prostega pada. Iz tega izraza se ne vidi, da je  $h_2$  odvisna tudi od skakalčeve mase, vemo pa, da so dobri skakalci vitki. Ker je pospešek prostega pada  $g$  enak za vse ljudi, se mora odvisnost  $h_2$  od mase skakalca skrivati v hitrosti  $v$ . Takole sklepamo: hitrost  $v$  je zagotovo odvisna od globine počepa  $h_1$ . Privzemimo, da je pospešek  $a$  pri odzivanju konstanten in označimo čas odziva s  $t$ . Potem iz  $v = at$  in  $h_1 = at^2/2$  sledi

$$v = 2h_1/t$$

Sedaj že vidimo, kako je  $v$  odvisen od mase skakalca: nasploh bo pri težjem skakalcu odzivni čas daljši in hitrost  $v$  zato manjša.

Sami se lahko prepričamo s poskusom, da se pri skoku v višino ne spleča počepniti do tal. Res povečamo s tem  $h_1$ , še bolj pa povečamo odzivni čas  $t$  in končna hitrost  $v$  se zmanjša. Poskusi so pokazali, da je smiseln počep za 1,85m visokega skakalca okrog 0,40m. Toliko lahko vsak počepne. Tisto, kar naredi dobrega skakalca, je kratek odzivni čas  $t$ . Še kar dobra vrednost za  $t$  je 0,25s. Pri teh  $h_1$  in  $t$  je končna hitrost  $v$

$$v = 3,2\text{m/s}$$

in dvig težišča  $h_2$

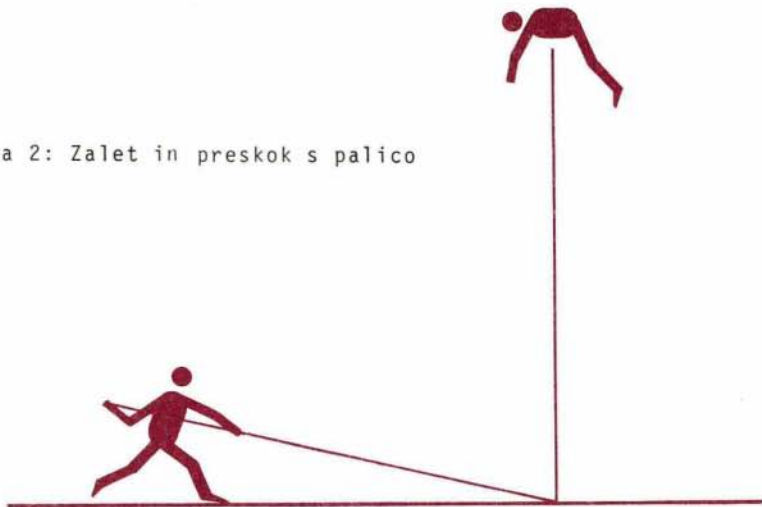
$$h_2 = 0,52\text{m}$$

Pri poskusu z 270 študenti na Columbijski univerzi je ležal  $h_2$  v razmeroma ozkem intervalu od 0,3 do 0,6m. Dober skakalec

moraš biti, da s skokom dvigneš svoje težišče za 0,7m. Težišče 1,85m visokega stoječega človeka je približno 1,1m nad tlemi. Prištejmo k temu še 0,7m in dobimo višino 1,8m. Dober skakalec pa preskoči tudi višino 2,1m in več. Pri tako visokem skoku je torej težišče skakalca v najvišji legi približno 0,3m pod prečko! Spoznali smo, da mora imeti dober skakalec v višino ne samo kratek odzivni čas, ampak se mora znati med skokom tako previjati nad prečko, da je njegovo težišče ves čas čim nižje. Zdi se, da je za to najbolj primeren tako imenovani Fosburyjev način skakanja, ko leti skakalec s hrbtom navzdol.

Oglejmo si še skok ob palici. Tudi skakalcu ob palici ne škodi, če se zna lepo previjati nad prečko. V tem primeru je to seveda malo težje kot pri skoku v višino. Kdor obdrži v najvišji legi svoje težišče vsaj 0,25m pod prečko, je že kar dober. S tem se pa podobnost s skokom v višino konča. Za skakalca ob palici hiter odziv z nogami ni tako važen, mora pa znati hitro teči. Zakaj? Za razliko od skakalca v višino si skakalec ob palici pridobi potrebno kinetično energijo predvsem s hitrim tekom. S palico pretvori to kinetično energijo v potencialno.

Slika 2: Zalet in preskok s palico



Kako hitro mora skakalec priteči, da bo dosegel svetovni rekord 5,70m? Privzemimo, da pretvori 1,85m visok skakalec v svojo kinetično energijo v potencialno (v resnici je nekaj manj) in da gre njegovo težišče v najvišji legi 0,25m pod prečko. Upoštevajmo, da je pri hitrem teku skakalec nagnjen in je zato njegovo težišče približno 1,0m visoko. Iz enačb, ki smo jih že zapisali, sledi, da mora skakalec priteči s hitrostjo 9,3m/s. Povprečna hitrost teka na 100m (brez palice!) je za svetovni rekord 10m/s. Težko verjamemo, da lahko celo svetovni rekorder v skoku ob palici tako hitro teče. Dobljeni rezultat je zato prav poučen. Ne smemo slepo verjeti vsaki številki, ki jo izračunamo, ampak jo moramo še oceniti "po zdravi pameti". V našem računanju smo nekaj zanemarili, česar ne bi smeli! Najbrž je to delo rok. Pri svetovnih rekordih pa je treba upoštevati tudi takšne "malenkosti". No, ne glede na napako, ki smo jo storili v našem za svetovni rekord preveč poenostavljenem računu, vidimo, da ne bo lahko izboljšati svetovni rekord 5,7m pri skoku ob palici.

---

*Sergej Pahor*

---