

```
using Main.DN3
```

1 Matematično nihalo

Martin Starič

Kotni odmik $\theta(t)$ (v radianih) pri nedušenem nihanju nitnega nihala opišemo z diferencialno enačbo

$$\frac{g}{l} \sin(\theta(t)) + \theta''(t) = 0, \theta(0) = \theta_0, \theta'(t) = \theta'_0$$

Kjer je g težni pospešek l pa dolžina nihala. Zgornjo diferencialno enačbo drugega reda je treba spremeniti v diferencialno enačbo prvega reda in sicer

$$\begin{aligned} \theta'(t) &= v(t) \\ v'(t) &= -\frac{g}{l} \sin(\theta(t)) \end{aligned}$$

Za izračun naslednjega približka θ in θ' bomo na DE prve stopnje uporabili Runge-Kutta četrtega reda.

Uporaba približka odmika na nihalu dolžine 1 ob času 10s, začetnem kotnem odkliku $\frac{\pi}{2}$, kotnem pospešku 0 in $n = 1000$.

```
l = 100.0
t = 10.0
theta0 = pi/2
dtheta0 = 0.0
n = 10000
nihalo(l,t,theta0,dtheta0,n)
```

```
| -1.4047199227643241
```

Sedaj primerjajmo Matematično in Harmonično nihalo s pomočjo grafov časa odvisnosti od energije tako, da imata obe nihali ista začetna pogoja in seveda dolžino.

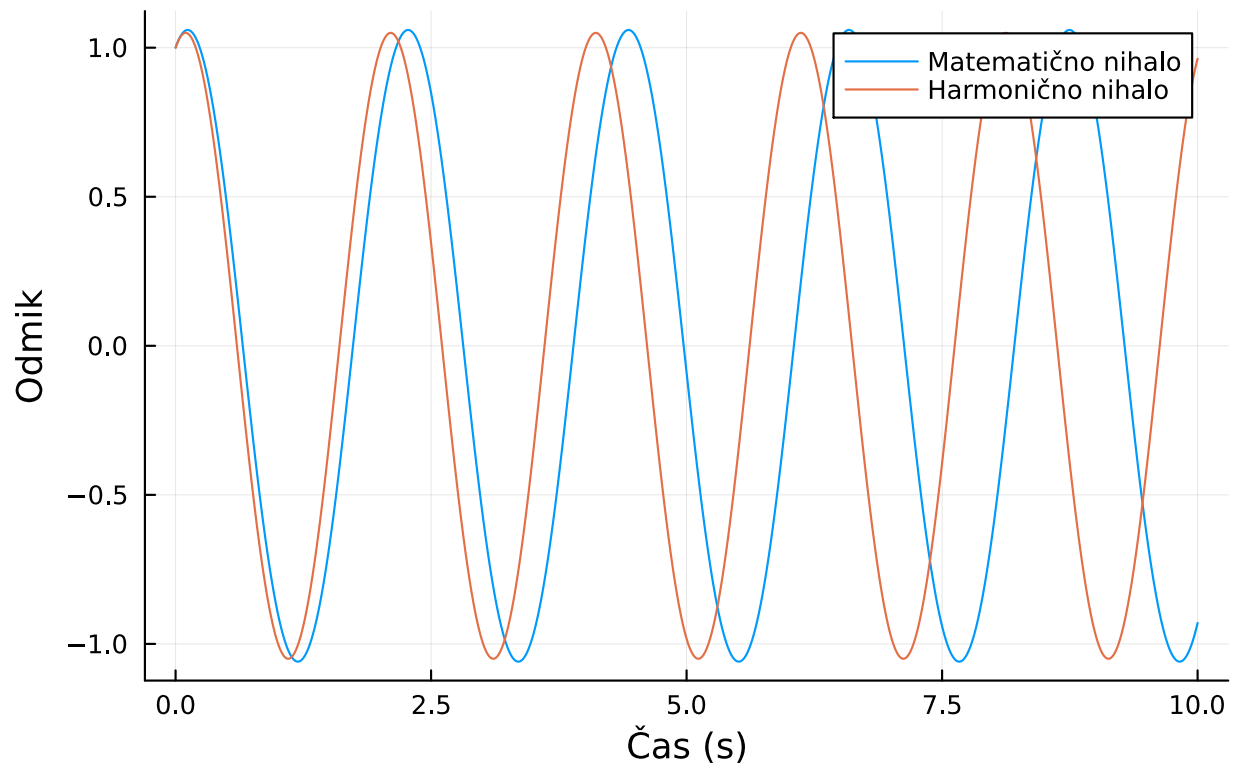
```
using Plots
odmiki,hitrosti = veckratno_nihalo(1.0,10.0,1.0,1.0,n)
harmonicniodmiki, harmonicnehitrosti = veckratno_harmonicno_nihalo(1.0,10.0,1.0,1.0,n)
size = range(0,stop = 10.0, length = n+1)
```

```
| 0.0:0.001:10.0
```

Sprva ustvarimo graf časa odvisnosti od odmika.

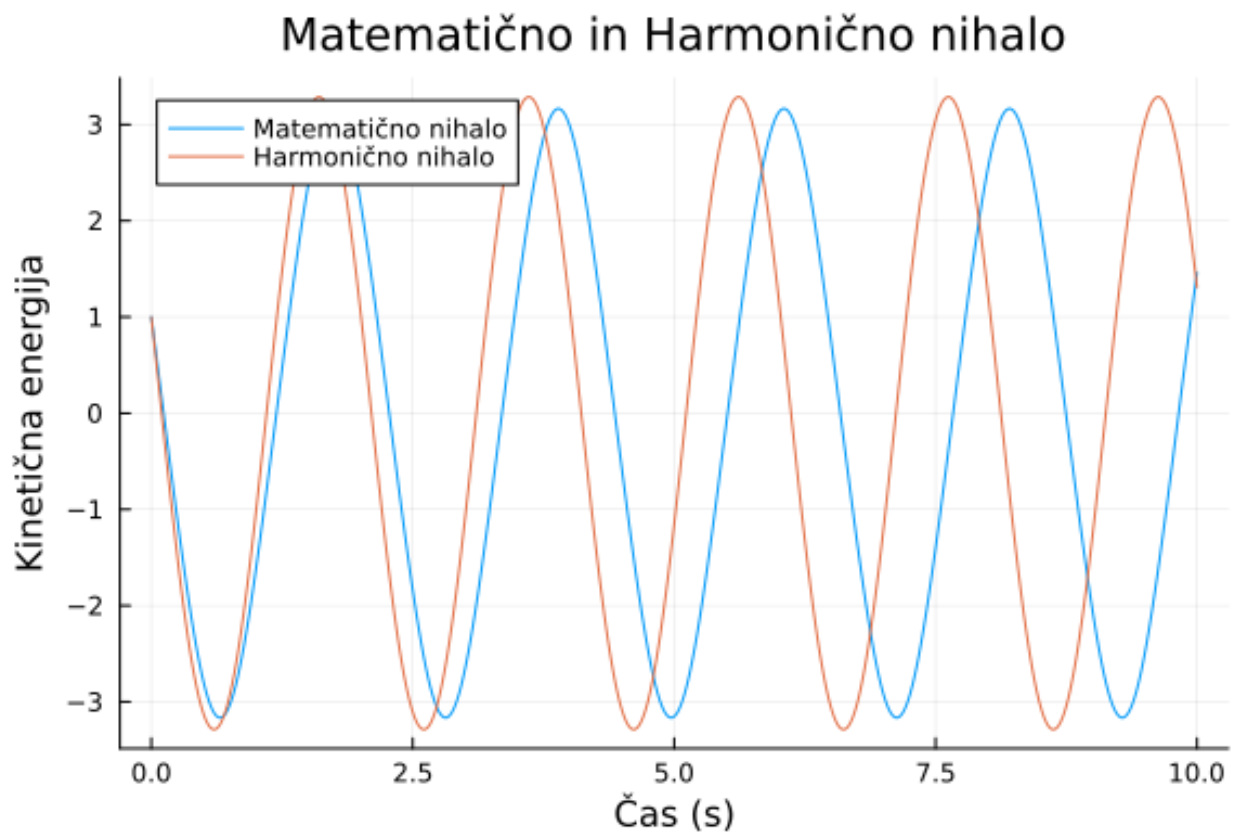
```
p = plot(size, odmiki, xlabel="Čas (s)", ylabel="Odmik", title="Matematično in Harmonično ni
plot!(p, size, harmonicniodmiki, label="Harmonično nihalo")
```

Matematično in Harmonično nihalo



Sedaj pa še graf časa odvisnosti od Kinetične energije.

```
p = plot(size, hitrosti, xlabel="Čas (s)", ylabel="Kinetična energija", title="Matematično i  
plot!(p, size, harmonicnehitrosti, label="Harmonično nihalo")  
display(p)
```



Oglejmo si še, kako se nihajni čas spreminja ob različnih začetnih pogojih pri matematičnem nihalu.

```

zacetni_odmiki = range(0.0, stop=1.0, length=5)
zacetne_hitrosti = range(0.1, stop=1.0, length=5)
casi = zeros(length(zacetni_odmiki), length(zacetne_hitrosti))

for i in 1:length(zacetni_odmiki)
    for j in 1:length(zacetne_hitrosti)
        casi[i,j] = nihajni_cas(1.0,10.0,zacetni_odmiki[i],zacetne_hitrosti[j],n)
    end
end

p = plot(zacetni_odmiki, casi[:, 1], xlabel="Začetni odmik (rad)", ylabel="Nihajni čas (s)",
for j in 2:length(zacetne_hitrosti)
    plot!(p, zacetni_odmiki, casi[:, j], label="v=$(zacetne_hitrosti[j])")
    scatter!(p, zacetni_odmiki, casi[:, j], marker=:circle, label="")
end

plot(p, title="Nihajni čas za različne začetne pogoje", legend=:topright)
display(p)

```

