

# **2. VAJA**

## **STOJEČE VALOVANJE NA VRVI**

Uvod, materiali in metode dela so opisane na priloženem listu.

## REZULTATI

**1. naloga:** Izmeri valovno dolžino stoječega valovanja s šestimi različnimi uteži. Po enačbi  $c = \lambda v$  izračunaj hitrost valovanja za vsako meritev in nariši graf  $c_d(F)$ . Kakšno krivuljo dobiš?

m [kg]	$F_g$ [N]	l [m]	$\lambda_d$ [m]	$c_d$ [m/s]
0,01	0,0981	0,12	0,24	12
0,02	0,1962	0,17	0,34	17
0,03	0,2943	0,22	0,44	22
0,04	0,3924	0,25	0,50	25
0,05	0,4905	0,275	0,55	27,5
0,06	0,5886	0,31	0,62	31

### Oznake:

$m$  (masa uteži) v kg

$F$  (sila ki napenja vrv) =  $F_g$  (teža uteži) =  $m \times g$  [N]

l (razdalja med dvema vozlova)

$\lambda_d$  (valovna dolžina stoječega valovanja debele vrvice)  $2l$  [m]

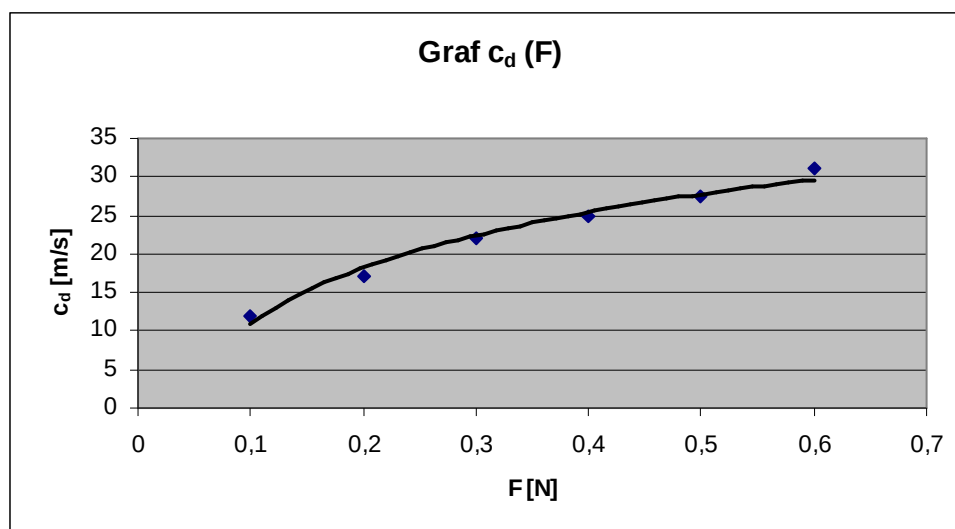
$c_d$  (hitrost širjenja valovanja po debeli vrvici) =  $\lambda_d \times v$  [m/s]

### Podatki:

$g$  (težni pospešek) = 9,81 m/s

$v$  (stalna frekvenca, s katero vzbujamo nihanje) = 50 Hz

### Graf:



### Komentar h grafu:

Graf  $c(F)$  je krivulja korenske funkcije ( $c \propto \sqrt{F}$ ). Na grafu se lepo opazijo merske napake, ki so bile prisotne pri tokratni vaji. Najverjetneje so vzrok za to, moje nenatančne meritve in zaokroževanje na 0,5cm natančno..

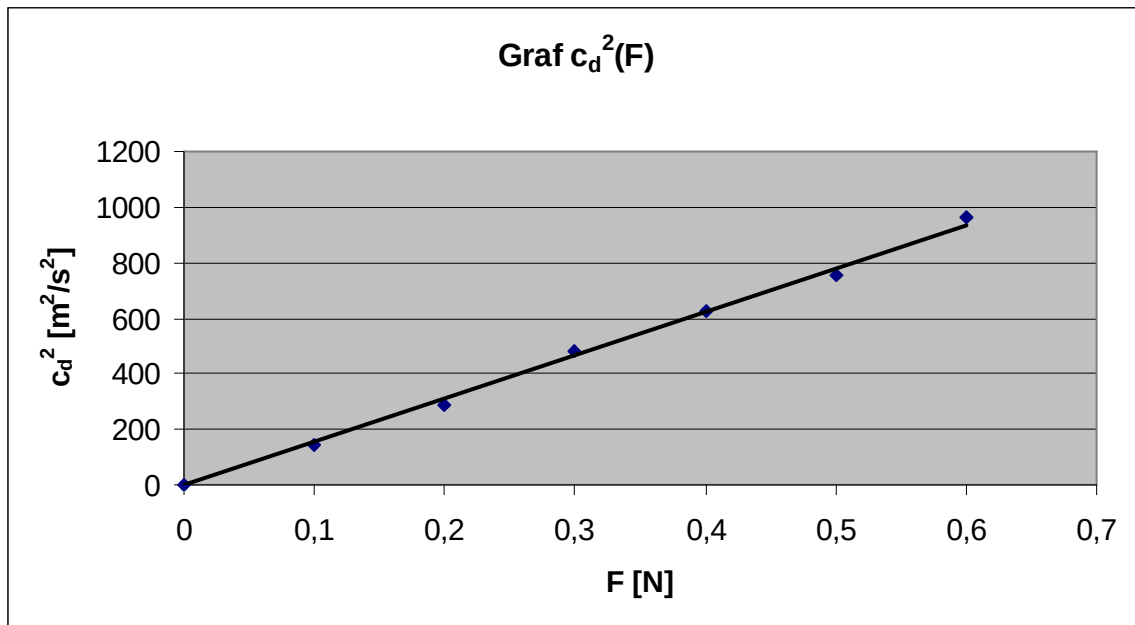
### 2. naloga: Nariši graf $c^2(F)$ in ga komentiraj.

m [kg]	$c_d^2$ [m/s]
0,01	144
0,02	289
0,03	484
0,04	625
0,05	756
0,06	961

### Oznake:

$c_d^2$  (kvadrat hitrosti širjenja valovanja po debeli vrvici) v  $(\text{m/s})^2$

### Graf:



### Komentar:

Tudi iz tega grafa je razvidno, da je kvadrat hitrosti valovanja premo sorazmeren sili, ki napenja vrv, zato je graf  $c(F)$  premica ( $c \propto F$ ). Tudi na tem grafu so vidna majhna odstopanja od premice.

**3. naloga** Izračunaj hitrost po enačbi  $c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  tako, da z meritvijo določiš  $\mu$ ! Katere meritve so bolj natančne?

	m [kg]	F <sub>g</sub> [N]	c <sub>d</sub> [m/s]	c <sub>d1</sub> [m/s]	Absolutna napaka [m/s]	Relativna napaka [%]
	0,01	0,0981	12	11,83	0,16	1,4
	0,02	0,1962	17	16,75	0,25	1,5
	0,03	0,2943	22	20,5	1,50	7,3
	0,04	0,3924	25	23,6	1,32	5,6
	0,05	0,4905	27,5	26,5	1,00	3,8
	0,06	0,5886	31	29,0	2,00	6,7
<b>Povprečno</b>					<b>** Expression is faulty **</b>	<b>** Expression is faulty **</b>

### Oznake:

F (sila, ki napenja vrv) v N

c<sub>d</sub> (hitrost širjenja valovanja po debeli vrvici, izračunana glede na izmerjene podatke)

c<sub>d1</sub>(izračunana hitrost širjena valovanja po debeli vrvici) =  $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$  [m/s]

**Absolutna napaka** (absolutna napaka c<sub>d</sub> glede na c<sub>d1</sub>) v m/s

**Relativna napaka** (relativna napaka c<sub>d</sub> glede na c<sub>d1</sub>) v %

### Podatki:

l (dolžina vrvice) = 1 m

1,5m vrvice tehta 1,05g

### Izračun $\mu$ :

1,5m vrvice tehta 1,05g

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{0,00105 \text{ kg}}{1,5 \text{ m}} = \underline{\underline{0,0007 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}}$$

### Komentar:

Povprečna relativna napaka mojih meritev glede na izračunane meritve po enačbi za c<sub>d1</sub> je 4,38%. To tudi pojasnjuje ne popolnoma ravni premici na grafih c(F) in c<sup>2</sup>(F). Iz table je tudi razvidno, da so napake pri večjih valovnih dolžinah večje.

**4. naloga:** Ponovi nalogo 1 pri drugi debelini vrvice in nariši graf  $c(F)$  na isti graf kot pri nalogi 1. Kaj opaziš?

$m$ [kg]	$F_g$ [N]	$l$ [m]	$\lambda_t$ [m]	$c_t$ [m/s]
0,01	0,0981	0,30	0,60	30
0,02	0,1962	0,42	0,84	42
0,03	0,2943	0,49	0,98	49
0,04	0,3924	0,58	1,16	58
0,05	0,4905	0,65	1,30	65
0,06	0,5886	0,71	1,42	71

**Oznake:**

$m$  (masa uteži) v kg

$F$  (sila ki napenja vrv) =  $F_g$  (teža uteži) =  $m \times g$  [N]

$l$  (razdalja med dvema vozlova)

$\lambda_t$  (valovna dolžina stoječega valovanja tanke vrvice) [m]

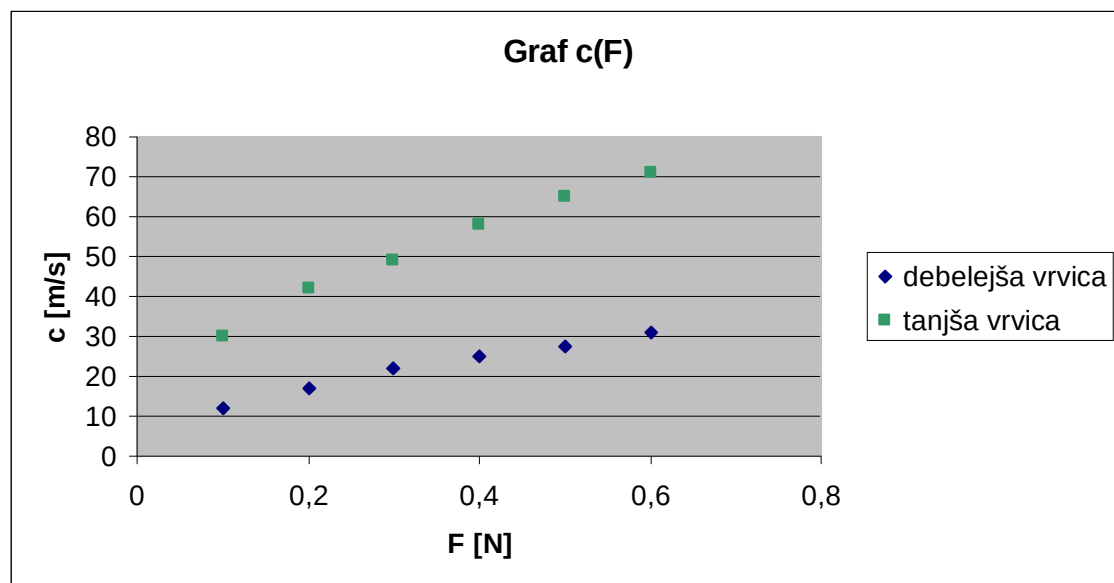
$c_t$  (hitrost širjenja valovanja po tanki vrvici) =  $\lambda_t \nu$  [m/s]

**Podatki:**

$g$  (težni pospešek) = 9,81 m/s

$\nu$  (stalna frekvenca, s katero vzbujamo nihanje) = 50 Hz

**Graf:**



**Ugotovitve:**

Iz grafa je lepo razvidno, da je hitrost valovanja pri tanjši (lažji) vrvici veliko višja (več kot  $2 \times$  višja). Torej masa vrvice resnično vpliva na hitrost valovanja. Tudi funkcija grafa  $c(F)$  za lažjo vrvico naj bi bila korenska, kar pa se iz dobljenih točk ne vidi najlepše.

**5. naloga:** Pri izbrani uteži (20g) in vrvici spreminjaj razmik med brnačem in škripcem tako, da dobiš vsaj dvakrat celo število polovičnih valovnih dolžin ter vsakokrat izračunaj hitrost valovanja! Kaj ugotoviš?

l (m)	m (kg)	c (m/s)
0,55	0,00039	16,6
0,70	0,00050	16,6

**Oznake:**

$$c \text{ (hitrost širjena valovanja po vrvici)} = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad [\text{m/s}]$$

$$\mu = \frac{m(1m)}{l(1m)} \quad [\text{kg}]$$

l (dolžina vrvice) v m

**Podatki:**

$$F \text{ (sila, ki napenja vrv)} = mg = 0,1962 \text{ N}$$

**Ugotovitve:**

Izračunana hitrost valovanja je v obeh primerih enaka, ne glede na dolžino vrvi. Valovna dolžina je venomer ista, ne glede na razdaljo med brnačem in škripcem. Hitrost valovanja je namreč odvisna od frekvence in valovne dolžine. Frekvence nismo spreminjali in zato je torej hitrost valovanja vse skozi enaka.

Glede na drugo enačbo, ki pravi, da je hitrost valovanja odvisna le od mase vrvice, sile, ki jo napenja in dolžine vrvice, pa bi rezultat pojasnil tako: Sile, ki napenja vrvico nisem spreminjal, masa in dolžina vrvice pa sta premo sorazmerni količini, zato je razmerje med njima ves čas konstantno. Iz tega torej sledi, da če skrajšamo vrvico, hkrati zmanjšamo tudi maso in hitrost valovanja se ne spremeni, ostane ista.