

Uporaba preglednic za obdelavo podatkov

B. Golli, PeF

15. november 2010

Kazalo

1	Uvod	1
2	Zgled iz kinematike	1
2.1	Izračun hitrosti	2
2.2	Izračun povprečja in napake	4
2.3	Vrtenje	6
3	Vnos podatkov iz tekstovne datoteke	7
3.1	V operacijskem sistemu Windows	7
3.1.1	Gnumeric	7
3.1.2	Excel	8
3.1.3	Calc v paket OpenOffice	9
3.2	V operacijskem sistemu Linux	10
3.2.1	Gnumeric	10
3.2.2	Calc v paket OpenOffice	10
4	Obdelava meritev v Gnuplotu	11

1 Uvod

Pri obdelavi podatkov si lahko pomagamo s preglednicami. Najbolj razširjen program za delo s preglednicami je Excel, prav tako uporabna pa sta programa Gnumeric (<http://projects.gnome.org/gnumeric/>) in Calc v paketu OpenOffice (<http://sl.openoffice.org/>), ki imata to prednost (ali pomanjkljivost), da sta prosto dosegljiva. Na računalnikih Apple obstaja program Numbers. (Glej še <http://en.wikipedia.org/wiki/Spreadsheet>.)

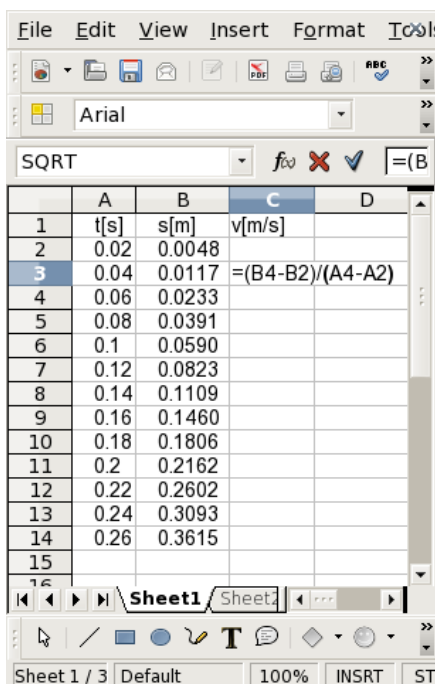
2 Zgled iz kinematike

Meritve lahko sproti vnašamo v preglednico, pogosto pa jih dobimo v tekstovni datoteki, v kateri je recimo v prvem stolpcu čas, v drugem pa lega. Lahko je tudi obratno in je v

prvem stolpcu odmik, čas pa v drugem. Kot zgled predstavimo dva primera: prosti pad z brnačem, ki smo že obdelali v vzorčnem poročilu, in enakomerno pospešeno vrtenje.

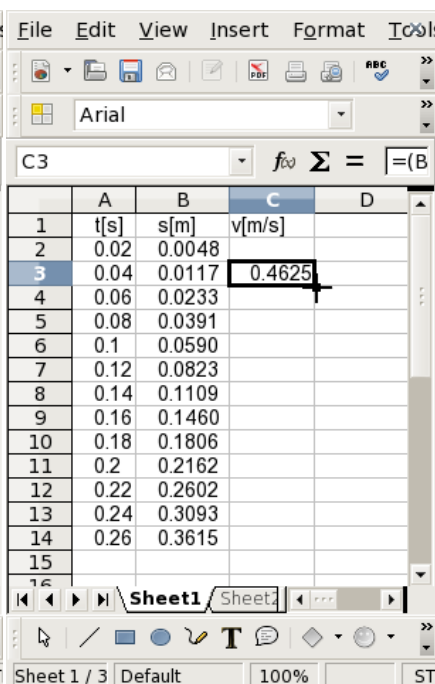
Datoteko z meritvami vnesemo v preglednico, kot je to zapisano v tretjem poglavju. V prvih dveh stolpcih se morajo pojaviti izmerki, kot kaže Slika 1. Če je potrebno, povečamo število decimalnih mest s klikanjem na ikono v orodni vrstici, kot je to opisano v tretjem poglavju za različne programe.

2.1 Izračun hitrosti



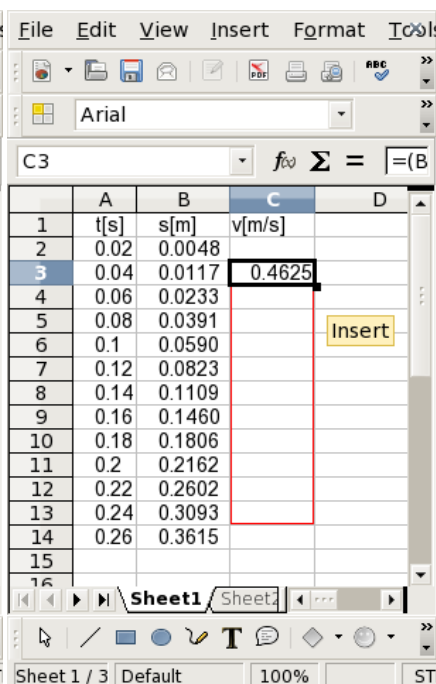
	A	B	C	D
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	
2	0.02	0.0048		
3	0.04	0.0117	=(B4-B2)/(A4-A2)	
4	0.06	0.0233		
5	0.08	0.0391		
6	0.1	0.0590		
7	0.12	0.0823		
8	0.14	0.1109		
9	0.16	0.1460		
10	0.18	0.1806		
11	0.2	0.2162		
12	0.22	0.2602		
13	0.24	0.3093		
14	0.26	0.3615		
15				

Slika 1



	A	B	C	D
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	
2	0.02	0.0048		
3	0.04	0.0117	0.4625	
4	0.06	0.0233		
5	0.08	0.0391		
6	0.1	0.0590		
7	0.12	0.0823		
8	0.14	0.1109		
9	0.16	0.1460		
10	0.18	0.1806		
11	0.2	0.2162		
12	0.22	0.2602		
13	0.24	0.3093		
14	0.26	0.3615		
15				

Slika 2



	A	B	C	D
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	
2	0.02	0.0048		
3	0.04	0.0117	0.4625	
4	0.06	0.0233		
5	0.08	0.0391		
6	0.1	0.0590		
7	0.12	0.0823		
8	0.14	0.1109		
9	0.16	0.1460		
10	0.18	0.1806		
11	0.2	0.2162		
12	0.22	0.2602		
13	0.24	0.3093		
14	0.26	0.3615		
15				

Slika 3

Najprej bomo izračunali hitrosti v stolpcu C. V prvo vrstico zapišimo v[m/s], da bomo kasneje vedeli, kaj smo računali. Uporabimo *sredinsko metodo* in hitrost ob času 0,04 s izračunamo iz podatkov za odmik ob času 0,06 s in ob času 0,02 s. Hitrosti ob času 0,02 s ne moremo izračunati, saj ne poznamo odmika ob času 0,00 s. Iz podobnega razloga bo zadnji čas, v katerem lahko še izračunamo hitrost, čas v predzadnji vrstici (0,24 s). Hitrost v tretji vrstici stolpca C torej dobimo kot

$$v(t_3) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s(t_4) - s(t_2)}{t_4 - t_2} = \frac{(B4 - B2)}{(A4 - A2)},$$

saj celici B4 ustreza odmik $s(t_4)$, ... V celico C3 zapišemo $=(B4 - B2)/(A4 - A2)$ (Slika 1). (Slike v tem delu so iz programa Calc, v Excelu so praktično identične, razlika je le v angleških izrazih.) Pritisnemo Enter in v celici se pojavi rezultat (0.4625). (Po potrebi prilagodimo število decimalnih mest, kot je opisano v tretjem poglavju.)

Sedaj postopek ponovimo za druge čase. Formule ni potrebno ponovno tipkati: ponovno kliknemo na celico C3 (Slika 2), gremo z miško v desno spodnje oglišče, da se tu pojavi znak +. Levo kliknemo in miško povlečemo navzdol do predzadnje vrstice; pri tem je leva tipka na miški ves čas pritisnjena (Slika 3). (V programu Calc v pogovornem oknu izberemo opcijo Formulas.)

	A	B	C	D
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s^2]
2	0.02	0.0048		
3	0.04	0.0117	0.4625	
4	0.06	0.0233	0.6850	
5	0.08	0.0391	0.8925	
6	0.1	0.0590	1.0800	
7	0.12	0.0823	1.2975	
8	0.14	0.1109	1.5925	
9	0.16	0.1460	1.7425	
10	0.18	0.1806	1.7550	
11	0.2	0.2162	1.9900	
12	0.22	0.2602	2.3275	
13	0.24	0.3093	2.5325	
14	0.26	0.3615		

Slika 4

	A	B	C	D	E
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s^2]	
2	0.02	0.0048			
3	0.04	0.0117	0.4625		
4	0.06	0.0233	0.6850	= (C5-C3)/(A5-A3)	
5	0.08	0.0391	0.8925		
6	0.1	0.0590	1.0800		
7	0.12	0.0823	1.2975		
8	0.14	0.1109	1.5925		
9	0.16	0.1460	1.7425		
10	0.18	0.1806	1.7550		
11	0.2	0.2162	1.9900		
12	0.22	0.2602	2.3275		
13	0.24	0.3093	2.5325		
14	0.26	0.3615			

Slika 5

V stolpcu C se sedaj pojavijo hitrosti (Slika 4).

Z enakim postopkom izračunamo še pospeške v stolpcu D. Ponovno uporabimo sredinsko metodo. Prvi čas, ob katerem lahko izračunamo pospešek, je 0.06 s (vrstica 4). Velja (Slika 5):

$$a(t_4) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(t_5) - v(t_3)}{t_5 - t_3} = \frac{(C5 - C3)}{(A5 - A3)}.$$

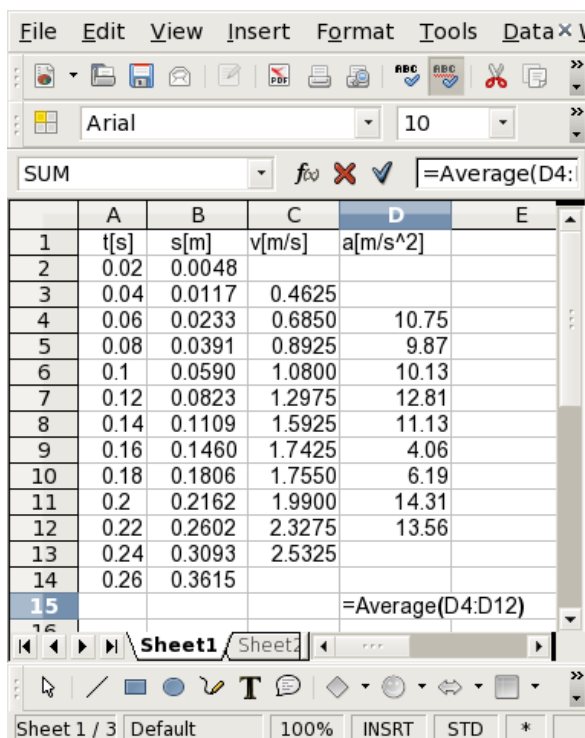
V D4 zapišemo `= (C5 - C3)/(A5 - A3)` in ponovimo prej opisani postopek. Zadnja vrstica, v kateri še računamo pospešek, je vrstica 12 (Slika 6).

Slika 6

	A	B	C	D	E
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s^2]	
2	0.02	0.0048			
3	0.04	0.0117	0.4625		
4	0.06	0.0233	0.6850	10.75	
5	0.08	0.0391	0.8925	9.87	
6	0.1	0.0590	1.0800	10.13	
7	0.12	0.0823	1.2975	12.81	
8	0.14	0.1109	1.5925	11.13	
9	0.16	0.1460	1.7425	4.06	
10	0.18	0.1806	1.7550	6.19	
11	0.2	0.2162	1.9900	14.31	
12	0.22	0.2602	2.3275	13.56	
13	0.24	0.3093	2.5325		
14	0.26	0.3615			

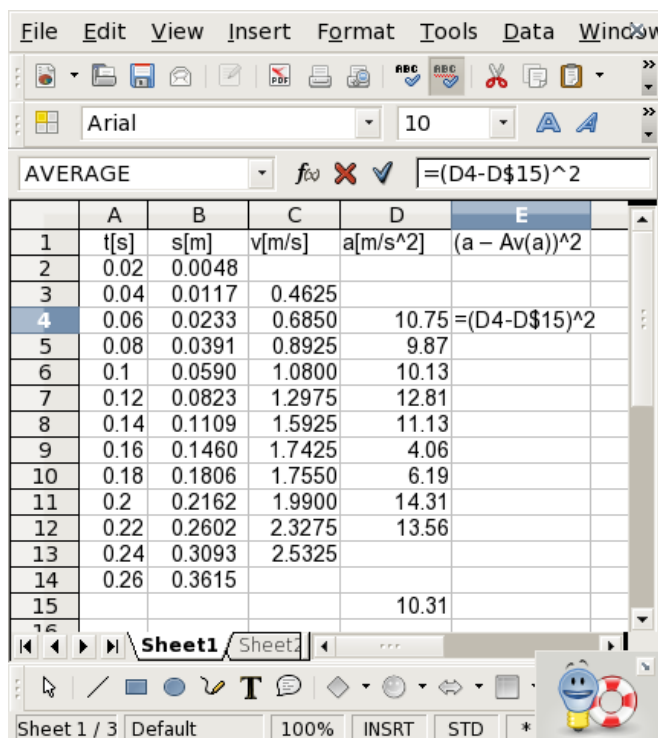
2.2 Izračun povprečja in napake

Sedaj lahko upravičeno pričakujemo, da nam bo znal računalnik izračunati še povprečno vrednost pospeškov in njeno napako. Za izračun povprečja imamo v preglednici na voljo operacijo Average. V celici D15 zapišemo `=Average(D4:D12)`, tj. povprečje vrednosti od celice D4 do D12. Dobimo 10,31, enako kot v Vzorčnem poročilu.



	A	B	C	D	E
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s^2]	
2	0.02	0.0048			
3	0.04	0.0117	0.4625		
4	0.06	0.0233	0.6850	10.75	
5	0.08	0.0391	0.8925	9.87	
6	0.1	0.0590	1.0800	10.13	
7	0.12	0.0823	1.2975	12.81	
8	0.14	0.1109	1.5925	11.13	
9	0.16	0.1460	1.7425	4.06	
10	0.18	0.1806	1.7550	6.19	
11	0.2	0.2162	1.9900	14.31	
12	0.22	0.2602	2.3275	13.56	
13	0.24	0.3093	2.5325		
14	0.26	0.3615			
15				=Average(D4:D12)	

Slika 7



	A	B	C	D	E
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s^2]	(a - Av(a))^2
2	0.02	0.0048			
3	0.04	0.0117	0.4625		
4	0.06	0.0233	0.6850	10.75	= (D4 - D\$15)^2
5	0.08	0.0391	0.8925	9.87	
6	0.1	0.0590	1.0800	10.13	
7	0.12	0.0823	1.2975	12.81	
8	0.14	0.1109	1.5925	11.13	
9	0.16	0.1460	1.7425	4.06	
10	0.18	0.1806	1.7550	6.19	
11	0.2	0.2162	1.9900	14.31	
12	0.22	0.2602	2.3275	13.56	
13	0.24	0.3093	2.5325		
14	0.26	0.3615			
15				10.31	

Slika 8

Za izračun napake povprečja uporabimo formulo

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (a_i - \bar{a})^2}$$

V našem primeru je $N = 9$, vsota pa teče od vrstice 4 do vrstice 12. Najprej izračunajmo kvadrate razlik med pospeškom v stolpcu D in povprečno vrednostjo pospeška, ki smo jo zapisali v celici D15. V celico E4 zapišimo `= (D4 - D$15)^2` (Slika 8). Z zapisom D\$15 dosežemo, da se vrednost odštevanca ne spreminja, ko račun ponavljamo v naslednjih vrsticah.

Operacijo ponovimo v celicah od E5 do E12. V naslednjem koraku vrednosti seštejemo `Sum(E4:E12)`, delimo z $N(N-1) = 9 \cdot 8$ in rezultat korenimo. V celico E15 tako zapišemo: `=SQRT(Sum(E4:E12)/9/8)` (Slika 9) in dobimo rezultat 1.12 (Slika 10).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s ²]	(a - Av(a))^2	
2	0.02	0.0048				
3	0.04	0.0117	0.4625			
4	0.06	0.0233	0.6850	10.75	0.19	
5	0.08	0.0391	0.8925	9.87	0.19	
6	0.1	0.0590	1.0800	10.13	0.04	
7	0.12	0.0823	1.2975	12.81	6.25	
8	0.14	0.1109	1.5925	11.13	0.66	
9	0.16	0.1460	1.7425	4.06	39.06	
10	0.18	0.1806	1.7550	6.19	17.02	
11	0.2	0.2162	1.9900	14.31	16	
12	0.22	0.2602	2.3275	13.56	10.56	
13	0.24	0.3093	2.5325			
14	0.26	0.3615				
15				10.31	=SQRT(Sum(E4:E12)/9/8)	

The formula bar shows: `=SQRT(Sum(E4:E12)/9/8)`

Slika 9

Določitev napake ni zanesljiva, zato nima smisla, da jo napišemo z več kot dvema števkom. Vrednost, ki smo jo dobili v celici E15 zaokrožimo na 1,1 ali 1,2, povprečno vrednost pospeška v celici D15 pa na 10,3. Končni rezultat našega računa je

$$a = (10,3 \pm 1,1) \text{ m/s}^2.$$

Postopek, opisan v tem razdelku, seveda velja za izračun povprečne vrednosti in njene napake katerega koli nabora izmerkov, recimo izmerjenih časov pri prostem padu, ki smo jih kar direktno zapisovali v preglednico.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F
1	t[s]	s[m]	v[m/s]	a[m/s ²]	(a - Av(a))^2	
2	0.02	0.0048				
3	0.04	0.0117	0.4625			
4	0.06	0.0233	0.6850	10.75	0.19	
5	0.08	0.0391	0.8925	9.87	0.19	
6	0.1	0.0590	1.0800	10.13	0.04	
7	0.12	0.0823	1.2975	12.81	6.25	
8	0.14	0.1109	1.5925	11.13	0.66	
9	0.16	0.1460	1.7425	4.06	39.06	
10	0.18	0.1806	1.7550	6.19	17.02	
11	0.2	0.2162	1.9900	14.31	16	
12	0.22	0.2602	2.3275	13.56	10.56	
13	0.24	0.3093	2.5325			
14	0.26	0.3615				
15				10.31	1.12	

The formula bar shows: `= (B14-B12)/(A14-A12)`

Slika 10

2.3 Vrtenje

Pri vrtenju telesa zajemamo podatke s pomočjo krožno ploščo, na kateri se enakomerno po 15° menjavajo prozorni in neprozorni krožni izseki. Uporabljamo enak program kot za premo gibanje, zato namesto kota 15° za razdaljo vpišemo podatek 15 mm, a se pri tem zavedamo, da 1 mm predstavlja eno kotno stopinjo. Ko podatke vnesemo v preglednico, so v prvem stolpcu (A) podatki o kotu zapisani z enoto meter, ki v našem primeru ustreza 1000° , v drugem (B) pa čas v sekundah. Najprej pretvorimo kot v radiane. Ker 1 mm ustreza 1° , ustreza 1 m 1000° , Pretvornik med radiani in stopinjami je $\pi/180^\circ$. Da dobimo kot v radianih, moramo stolpec A pomnožiti s faktorjem

$$\text{kot v radianih} = \frac{1000^\circ \pi}{180^\circ} * \text{kot v m} = 17,45329 * \text{stolpec A}$$

Rezultat zapišimo v stolpec C: najprej v celico C2 zapišemo `=A2*17.45329` in ukaz ponovimo za ves stolpec.

V naslednjem koraku izračunamo kotno hitrost v stolpcu D. Postopek je enak kot pri računanju hitrosti pri premem gibanju, le podatek o času je sedaj v stolpcu B. V celico D3 zapišemo `=(C4-C2)/(B4-B2)` in ukaz ponovimo do celice D15 (Slika 11).

Podobno izračunamo še kotni pospešek v stolpcu E ter njegovo povprečno vrednost. (Slika 12)

File

Edit

View

Insert

Format

Tools

Data

Help

Sans

10

D3

=

=(C4-C2)/(B4-B2)

	A	B	C	D	E	F
1	s/m/	t/s/	fi			
2	0	0	0			
3	0.03	0.37894	0.52360	=(C4-C2)/(B4-B2)		
4	0.06	0.56894	1.04720			
5	0.09	0.71673	1.57080			
6	0.12	0.84213	2.09439			
7	0.15	0.95281	2.61799			
8	0.18	1.0524	3.14159			
9	0.21	1.14356	3.66519			
10	0.24	1.22837	4.18879			
11	0.27	1.30795	4.71239			
12	0.3	1.38327	5.23599			
13	0.33	1.45498	5.75959			
14	0.36	1.52379	6.28318			
15	0.39	1.58981	6.80678			
16	0.42	1.65327	7.33038			
17						
18						

vrtenje

ag to auto

Sum=0

Slika 11

File

Edit

View

Insert

Format

Tools

Data

Help

Sans

10

E17

=

=average(E4:E14)

	A	B	C	D	E	F
1	s/m/	t/s/	fi	omega/s-1/	alfa/s-2/	
2	0	0	0			
3	0.03	0.37894	0.52360	1.8406		
4	0.06	0.56894	1.04720	3.1001	5.8990	
5	0.09	0.71673	1.57080	3.8332	4.8890	
6	0.12	0.84213	2.09439	4.4358	4.8587	
7	0.15	0.95281	2.61799	4.9803	5.0132	
8	0.18	1.0524	3.14159	5.4899	5.0891	
9	0.21	1.14356	3.66519	5.9510	5.0026	
10	0.24	1.22837	4.18879	6.3702	4.9241	
11	0.27	1.30795	4.71239	6.7605	4.8556	
12	0.3	1.38327	5.23599	7.1223	4.7053	
13	0.33	1.45498	5.75959	7.4523	4.5863	
14	0.36	1.52379	6.28318	7.7668	4.7127	
15	0.39	1.58981	6.80678	8.0877		
16	0.42	1.65327	7.33038			
17					4.9578	
18						

vrtenje

Sum=4.9578

Slika 12

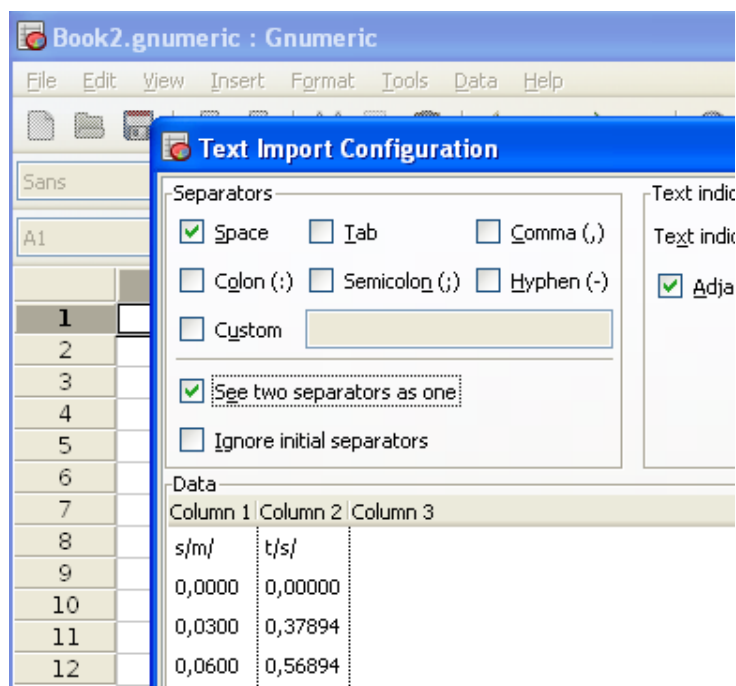
3 Vnos podatkov iz tekstovne datoteke

Če imamo podatke zbrane v tekstovni datoteki, moramo najprej preveriti, kako je z decimalnim ločilom; v slovenščini je to vejica, v angleščini pa pika. Če delamo s slovensko inačico programa, je potrebno pike predelati v vejice, kar najbolj enostavno naredimo v urejevalniku besedila (recimo kar v Beležnici (Notepadu)). Lahko pa pretvorbo naredimo med uvozom datoteke s podatki v program.

3.1 V operacijskem sistemu Windows

3.1.1 Gnumeric

Najprej v urejevalniku (Beležnici) spremenimo decimalne pike v vejice. S klikom File Open in opcijo All Files poiščemo datoteko s podatki; namesto na Open kliknemo na Advanced in izberemo Text import (configurable), text encoding ni pomemben. Kliknemo na Open in Forward in v pogovornem oknu zbrisemo Separator Comma(.), izberemo pa Space in See two separators as one (glej Sliko 13). S klikom na Forward pridemo v naslednje pogovorno okno, izberemo General in zaključimo s Finish.

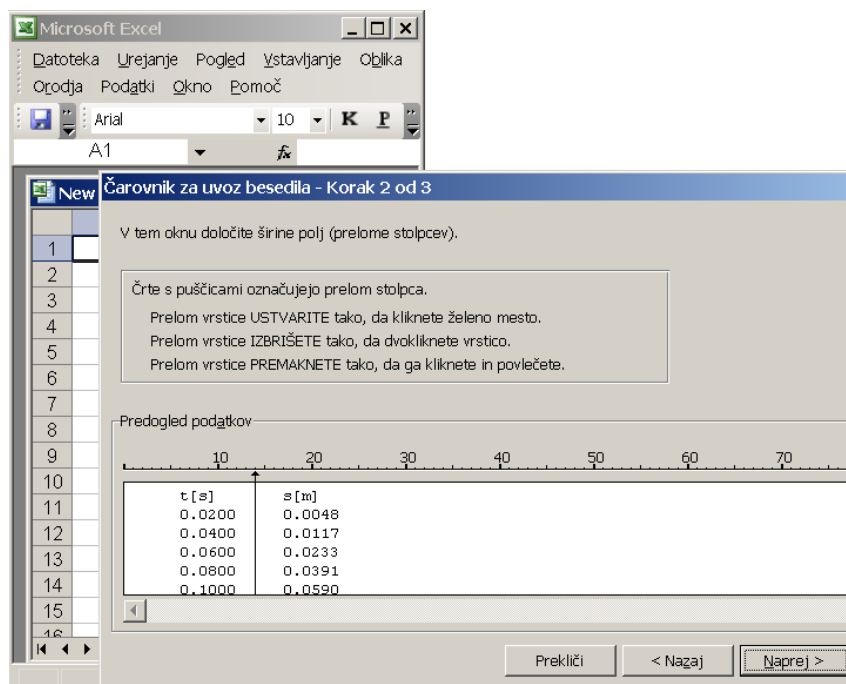


Slika 13

V orodni vrstici poiščemo Format in Cell, izberemo Number in nastavimo število decimalnih mest na primerno število (recimo 3). V nasprotnem primeru bomo pri nadaljnjih operacijah dobivali zapise števil z velikim številom nepomembnih števk. Število decimalnih mest povečamo s klikanjem na ikono $\begin{matrix} +0 \\ 00 \end{matrix}$ v orodni vrstici, zmanjšamo pa z $\begin{matrix} 00 \\ -0 \end{matrix}$.

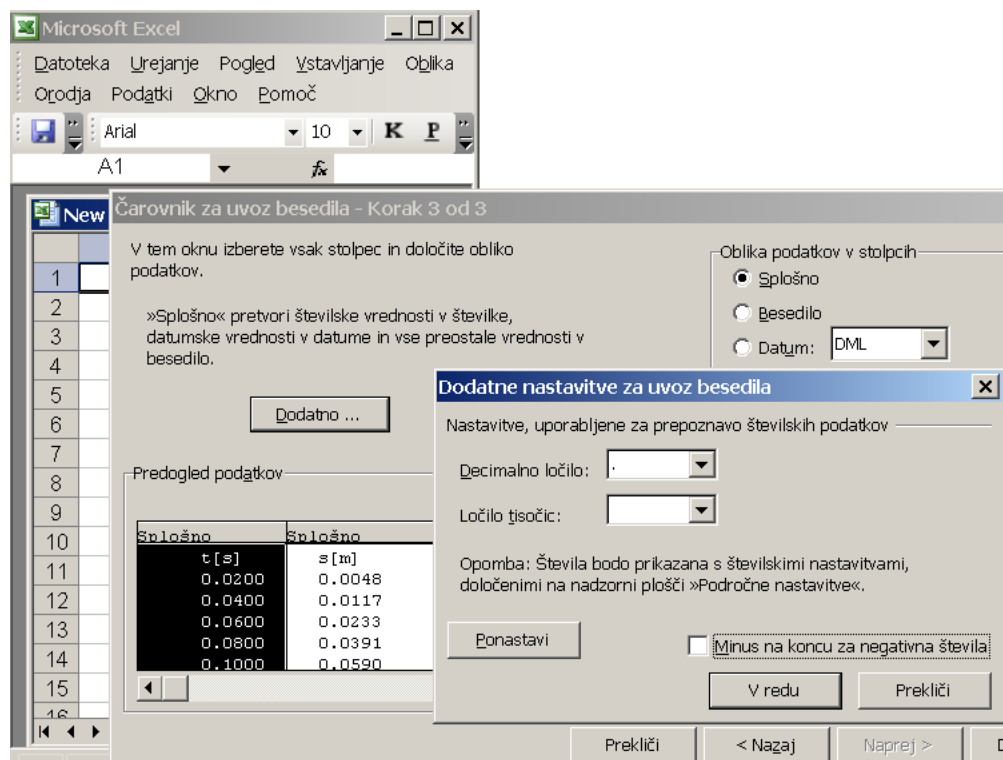
3.1.2 Excel

V slovenski inačici Excela datoteko uvozimo s klikom na Datoteka, izberemo datoteko s podatki in kliknemo Odpri; vrsta datotek naj bo Vse datoteke(*.*). V pogovornem oknu izberemo Fiksna širina in Naprej. Pojavita se dva stolpca, ločena s črto, kot kaže Slika 14.



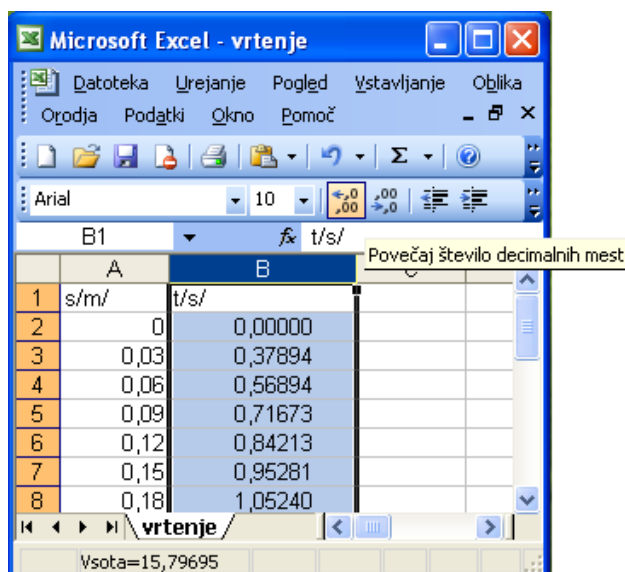
Slika 14

Kliknemo Naprej in v naslednjem pogovornem oknu zahtevamo Dodatno Pojavi se novo okno in tu izberemo za Decimalno ločilo piko, za Ločilo tisočic pa prazen prostor. (To seveda ni potrebno, če smo prej pike spremenili v vejice.) Ko pritisnemo V redu in Dokončaj, se morajo v prvih dveh stolpcih preglednice pojaviti naši podatki.



Slika 15

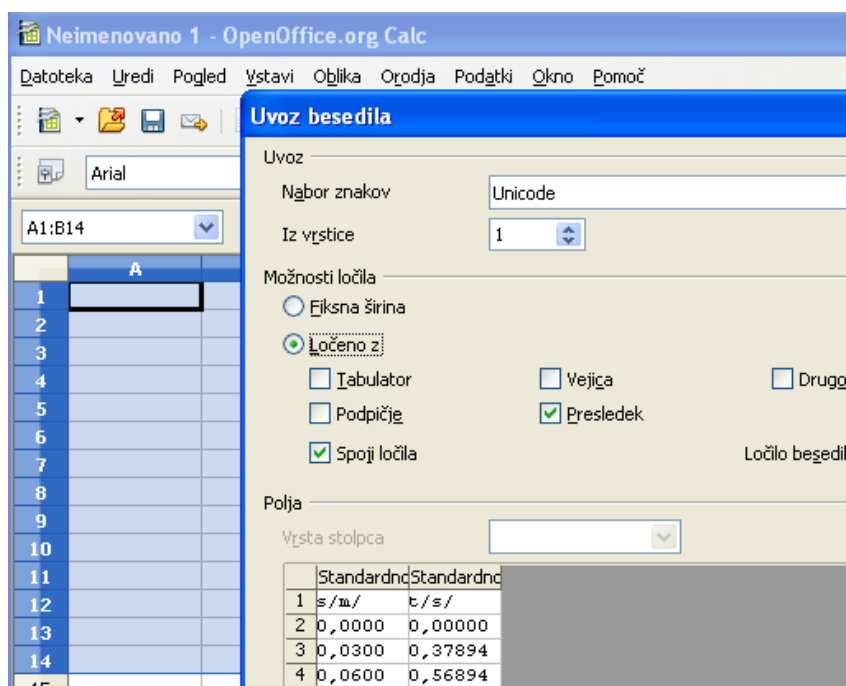
Število decimalnih mest se avtomatsko prilagaja; lahko ga povečamo ali zmanjšamo s klikanjem na ikoni $\leftarrow,0,000$ in $,00 \rightarrow,0$ (glej Sliko 16).



Slika 16

3.1.3 Calc v paket OpenOffice

Najprej v urejevalniku (Beležnici) spremenimo decimalne pike v vejice. Nato z Datoteka Kopiraj prenesmo v program Calc; ko kliknemo Datoteka Prilepi, se pojavi pogovorno okno, v meniju Ločeno z izberemo Presledek in Spoji ločila (glej Sliko 17).



Slika 17

Privzeta izbira sta dve decimalni mesti, kar je pri naših računih običajno premalo. Število decimalnih mest v izbranem stolpcu povečamo podobno kot v Excelu s klikom na ikono

$\leftarrow,0,000$ v orodni vrstici, zmanjšamo pa z $0 \times ,000$

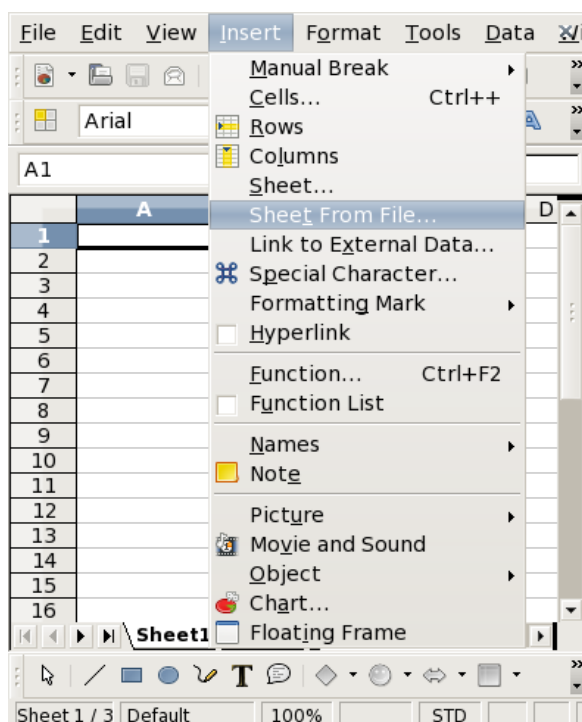
3.2 V operacijskem sistemu Linux

3.2.1 Gnumeric

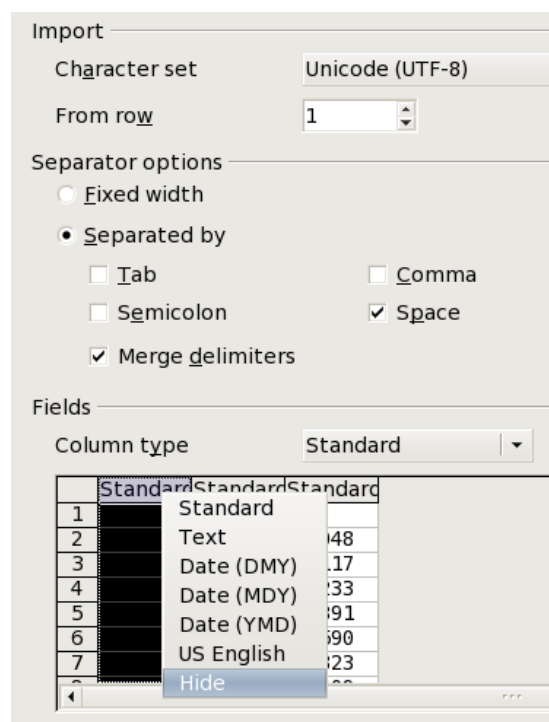
Tu je postopek najbolj enostaven. Če je v datoteki s podatki decimalno ločilo pika, datoteko uvozimo s File Open.

3.2.2 Calc v paket OpenOffice

Tu ne gre tako enostavno kot v programu gnumeric, saj tekstovno datoteko program Calc odpre v programu Writer. Datoteko vnesemo s Copy Paste, lahko pa tudi z ukazom Insert Sheet From File, kot je to prikazano na Sliki 18. V obeh primerih se odpre pogovorno okno, v katerem povemo, da so stolpci med seboj ločeni s presledki: izberemo opcijo Separated by Space in zahtevamo, da več presledkov obravnava kot enega (Merge delimiters).



Slika 18



Slika 19

Pri tem se lahko zgodi, da je prvi stolpec prazen, ter se prvi stolpec s podatki pojavi kot drugi stolpec v razpredelnici. V takšnem primeru se z miško postavimo na prazni stolpec in z desnim klikom izberemo opcijo Hide (Slika 19).

4 Obdelava meritev v Gnuplotu

Grafe sicer lahko rišemo tudi znotraj programa za delo s preglednicami, a za resno analizo takšni grafi niso prav uporabni. Pomagali si bomo raje s programom Gnuplot, ki je podrobneje opisan v posebnih navodilih. Predstavili bomo postopek, kako rezultate iz preglednice prenesemo v program, kako rezultate prikažemo in kako izračunamo pospešek iz naklona premice skozi izmerjene točke.

Z miško izberemo prve tri stolpce v razpredelnici (Slika 10), jih kopiramo v čim bolj navaden tekstovni urejevalnik, denimo v Notepad (Beležnico), in morebiti še spremenimo decimalne vejice v pike. Datoteko shranimo in ji damo ime na primer `data.dat`. Seveda je ne bomo shranili na Namizje, temveč bomo raje odprli poseben direktorij (mapo), recimo `C:\eksperimenti\poskus1`. Poženemo program Gnuplot in mu na začetku povemo, v katerem direktoriju (mapi) najde datoteko z podatki:

```
gnuplot>cd 'C:\eksperimenti\poskus1'
```

Če je decimalno ločilo v datoteki vejica, tako kot na zgledu na Sliki 20, zahtevamo

```
gnuplot>set decimalsign locale 'sl_SI.UTF-8'
```

(Kaže, da so s tem ukazom težave na nekaterih implementacijah XP-jev.) Najprej narišimo točke, ki predstavljajo izmerjene hitrosti v odvisnosti od časa

```
gnuplot>plot "data.dat" us 1:3
```

Z določilom `us 1:3` smo povedali, da je neodvisna spremenljivka (torej tista na vodoravni osi) v prvem stolpcu, odvisna pa v tretjem stolpcu.

V naslednjem koraku poiščimo premico, ki se najbolje prilega izmerjenim hitrostim. Pričakujemo, da je hitrost *linearno* odvisna od časa: $v(t) = v_0 + at$, pri čemer je v_0 hitrost ob času 0 in a iskani pospešek. V programu najprej definiramo funkcijo

```
gnuplot>v(x) = v0 + a*x
```

namesto s t neodvisno spremljivko označujemo z x . Optimalno premico skozi izmerjene točke dobimo z ukazom

```
gnuplot>fit [0.04:0.24] v(x) "data.dat" us 1:3 via v0, a
```

Tu smo z `[0.04:0.24]` navedli interval neodvisne spremenljivke, znotraj katerega naj išče optimalno rešitev, $v(x)$ je funkcija, `"data.dat" us 1:3` pove, da je neodvisna spremenljivka (čas) prvi stolpec, odvisna (hitrost) pa tretji stolpec. Na koncu z `via v0, a` povemo, katere parametre naj optimizira. Če bi navedli le `via a`, bi morali začetno hitrost predpisati. Rezultat nam program zapiše v pogovornem oknu; zapis se konča nekako takole

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
v_0 = 0.0866364	+/- 0.05098 (58.85%)
a = 10.0045	+/- 0.3319 (3.317%)

correlation matrix of the fit parameters:

	v_0	a
v_0	1.000	
a	-0.911	1.000

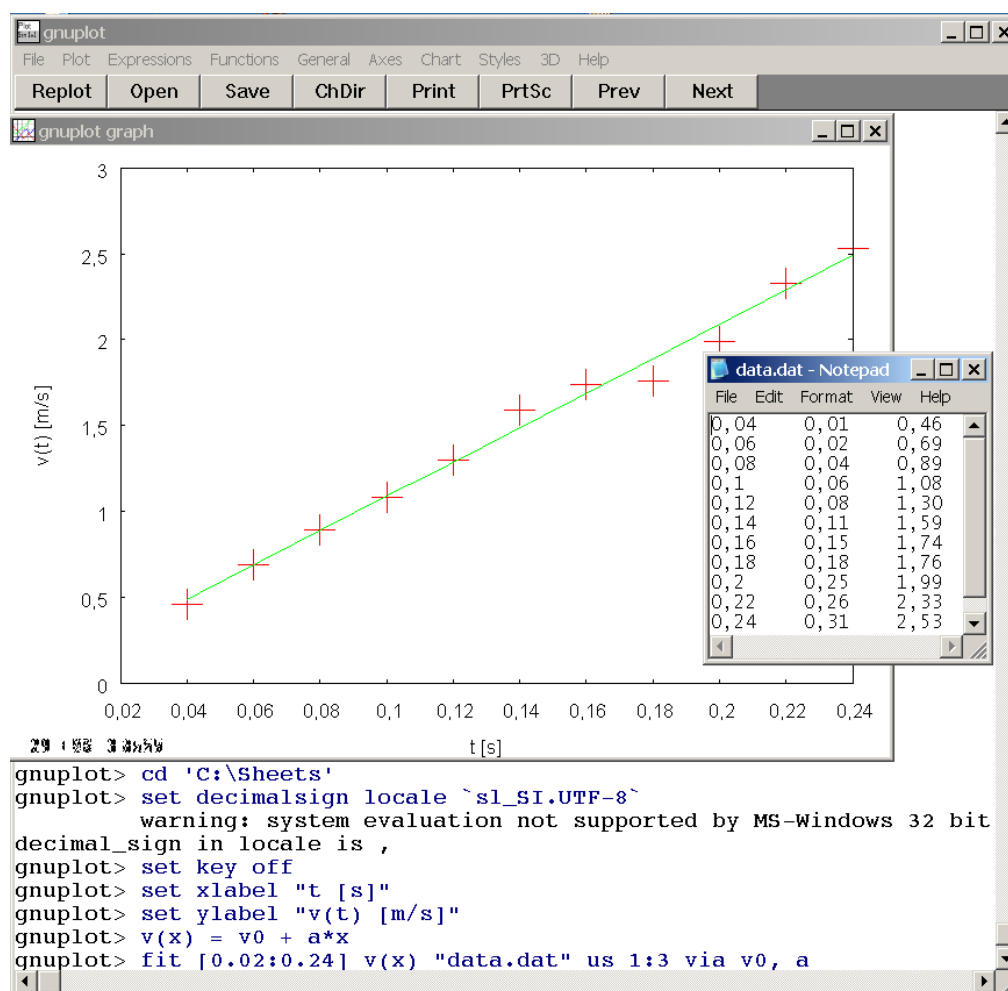
Za oba iskana parametra program navede optimalno vrednost ter njeno absolutno in relativno napako; na koncu pa še korelacijsko matriko med tema dvema količinama. Za nas je zanimiv rezultat za pospešek, enote moramo seveda določiti sami. Dobimo

$$a = (10,00 \pm 0,33) \text{ m/s}^2 = 10,00 (1 \pm 3,3) \text{ m/s}^2,$$

pri čemer smo napako zapisali z dvema pomembnima števčkama, kar implicira zapis količin na dve decimalki. Na koncu v graf narišimo še premico in graf opremimo z enotami

```
gnuplot> set key off; set xlabel "t [s]"; set ylabel "v [m/s]"
gnuplot> plot "data.dat" us 1:3 ps 3, v(x) lw 2
```

Oznake smo že pojasnili drugod. Dobimo:



Slika 20