

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2
1000 Ljubljana

SEMINAR
KOEFICIENT LEPENJA

smer: Geodezija in geoinformatika
predmet: Fizika
študijsko leto: 2009/2010

Grega Šoič

KOEFICIENT LEPENJA

1. Teorija

Zaradi ravnovesja sil na mirujoče telo na klancu, ki z vodoravnico oklepa kot φ , velja v smeri vzporedno s klancem enačba $F_{g d} = m \cdot g \cdot \sin \varphi = F_l$, ki nam pove, da je dinamična komponenta sile teže $F_{g d}$ enaka sili lepenja F_l . Obenem velja tudi, da se z večanjem kota φ sila lepenja povečuje. Pri nekem kotu φ tako doseže maksimalno vrednost $F_{l max} = k_l \cdot N = k_l \cdot m \cdot g \cdot \sin \varphi$. Če upoštevamo še ravnovesno enačbo za silo lepenja, dobimo enačbo za koeficient lepenja k_l :

$$k_l = \tan \varphi$$

Koeficient lepenja med površino klanca in telesom, ki leži na njem, lahko torej izmerimo tako, da poiščemo največji kot φ pri katerem telo po klancu še ne zdrsne.

Za izvedbo preprostega poskusa torej potrebujem na primer leseno desko dolžine d , ki jo položimo na tla in na katero postavimo telo, ki mu želimo izmeriti koeficient lepenja v tem primeru na leseni podlagi. Desko počasi dvigujemo in opazujemo kdaj telo zdrsne. Takoj ko se to zgodi, prenehamo z dviganjem in izmerimo višino h od roba deske do tal. Poskus večkrat ponovimo v enaki kombinacije podlage in telesa. Torej nam deska, ki oklepa s tlemi kot φ , in višina predstavljata dve stranici pravokotnega trikotnika. Tretja stranica, ki jo označimo z x , je projekcija deske na tla. Tangens kota φ v tem trikotniku je torej:

$$\frac{h}{x} = \tan \varphi = k_l$$

Po Pitagorovem izreku lahko izpeljemo še $x = \sqrt{d^2 - h^2}$ in ko to vstavimo v zgornjo enačbo ter jo še malo preoblikujemo, dobimo enačbo za koeficient trenja k_l :

$$k_l = \sqrt{\frac{h^2}{d^2 - h^2}}$$

2. Meritve

dolžina deske:

$$d = 187,6 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm} = 187,6 \text{ cm} (1 \pm 0,1 \%)$$

različne kombinacije materialov so zapisane po smislu PODLAGA / TELO

les / les

$$\begin{aligned} h_1 &= 64 \text{ cm} \\ h_2 &= 66 \text{ cm} \\ h_3 &= 70 \text{ cm} \\ h_4 &= 72 \text{ cm} \\ h_5 &= 70 \text{ cm} \\ h_6 &= 65 \text{ cm} \end{aligned}$$

les / glazirana opeka

$$\begin{aligned} h_1 &= 35 \text{ cm} \\ h_2 &= 37 \text{ cm} \\ h_3 &= 33 \text{ cm} \\ h_4 &= 32 \text{ cm} \\ h_5 &= 30 \text{ cm} \\ h_6 &= 31 \text{ cm} \end{aligned}$$

blago / guma

$$\begin{aligned} h_1 &= 120 \text{ cm} \\ h_2 &= 117 \text{ cm} \\ h_3 &= 117 \text{ cm} \\ h_4 &= 119 \text{ cm} \\ h_5 &= 118 \text{ cm} \\ h_6 &= 116 \text{ cm} \end{aligned}$$

les / guma

$$\begin{aligned} h_1 &= 115 \text{ cm} \\ h_2 &= 121 \text{ cm} \\ h_3 &= 118 \text{ cm} \\ h_4 &= 115 \text{ cm} \\ h_5 &= 118 \text{ cm} \\ h_6 &= 112 \text{ cm} \end{aligned}$$

blago / les

$$\begin{aligned} h_1 &= 83 \text{ cm} \\ h_2 &= 84 \text{ cm} \\ h_3 &= 83 \text{ cm} \\ h_4 &= 79 \text{ cm} \\ h_5 &= 75 \text{ cm} \\ h_6 &= 76 \text{ cm} \end{aligned}$$

blago / glazirana opeka

$$\begin{aligned} h_1 &= 60 \text{ cm} \\ h_2 &= 60 \text{ cm} \\ h_3 &= 61 \text{ cm} \\ h_4 &= 55 \text{ cm} \\ h_5 &= 56 \text{ cm} \\ h_6 &= 55 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Postopek računanja

$$d^2 = 35193,76 \text{ cm}^2 (1 \pm 0,2 \%)$$

$$d^2 = 35190 \text{ cm}^2 \pm 70 \text{ cm}^2 = 35190 \text{ cm}^2 (1 \pm 0,2 \%)$$

prikazan je postopek v primeru les / les:

$$\begin{aligned} h_1 &= 64 \text{ cm} & |h_1 - h_P| &= |\Delta h_1| = \del{3,83 \text{ cm}} \\ h_2 &= 66 \text{ cm} & |h_2 - h_P| &= |\Delta h_2| = 1,83 \text{ cm} \\ h_3 &= 70 \text{ cm} & |h_3 - h_P| &= |\Delta h_3| = 2,17 \text{ cm} \\ h_4 &= 72 \text{ cm} & |h_4 - h_P| &= |\Delta h_4| = \del{4,17 \text{ cm}} \\ h_5 &= 70 \text{ cm} & |h_5 - h_P| &= |\Delta h_5| = 2,17 \text{ cm} \\ h_6 &= 65 \text{ cm} & |h_6 - h_P| &= |\Delta h_6| = 2,83 \text{ cm} \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \Delta h = 3 \text{ cm}$$

$$h_P = \frac{\sum_{i=1}^6 h_i}{6}$$

$$h_P = 67,83 \text{ cm}$$

$$h = 68 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm} = 68 \text{ cm} (1 \pm 4 \%)$$

$$h^2 = 4624 \text{ cm}^2 (1 \pm 8 \%)$$

$$h^2 = 4600 \text{ cm}^2 \pm 400 \text{ cm}^2 = 4600 \text{ cm}^2 (1 \pm 8 \%)$$

$$d^2 - h^2 = 30600 \text{ cm}^2 \pm 500 \text{ cm}^2 = 30600 \text{ cm}^2 (1 \pm 2 \%)$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{h^2}{d^2 - h^2}}$$

$$k_1 = 0,3877 (1 \pm 5 \%)$$

$$\underline{k_1 = 0,39 \pm 0,02 = 0,39 (1 \pm 5 \%)}$$

4. Rezultati

les / les

$$k_1 = 0,39 \pm 0,02 = 0,39 (1 \pm 5 \%)$$

les / guma

$$k_1 = 0,80 \pm 0,03 = 0,80 (1 \pm 4 \%)$$

les / glazirana opeka

$$k_1 = 0,18 \pm 0,01 = 0,18 (1 \pm 6 \%)$$

blago / les

$$k_1 = 0,47 \pm 0,03 = 0,47 (1 \pm 6 \%)$$

blago / guma

$$k_1 = 0,81 \pm 0,02 = 0,81 (1 \pm 2 \%)$$

blago / glazirana opeka

$$k_1 = 0,33 \pm 0,02 = 0,33 (1 \pm 6 \%)$$