

Kodutöö aines Modelleerimise alused, ainekood EMR0050

Rait Rand

1. Sissejuhatus, töö eesmärk.

Kasutatavas automaatses testsüsteemis on tarvilik mõõta käigukasti lüliti (Pilt. Nr 1) elektrilise lülituspunkti asukohta ning kuuli vastusurve tugevust.

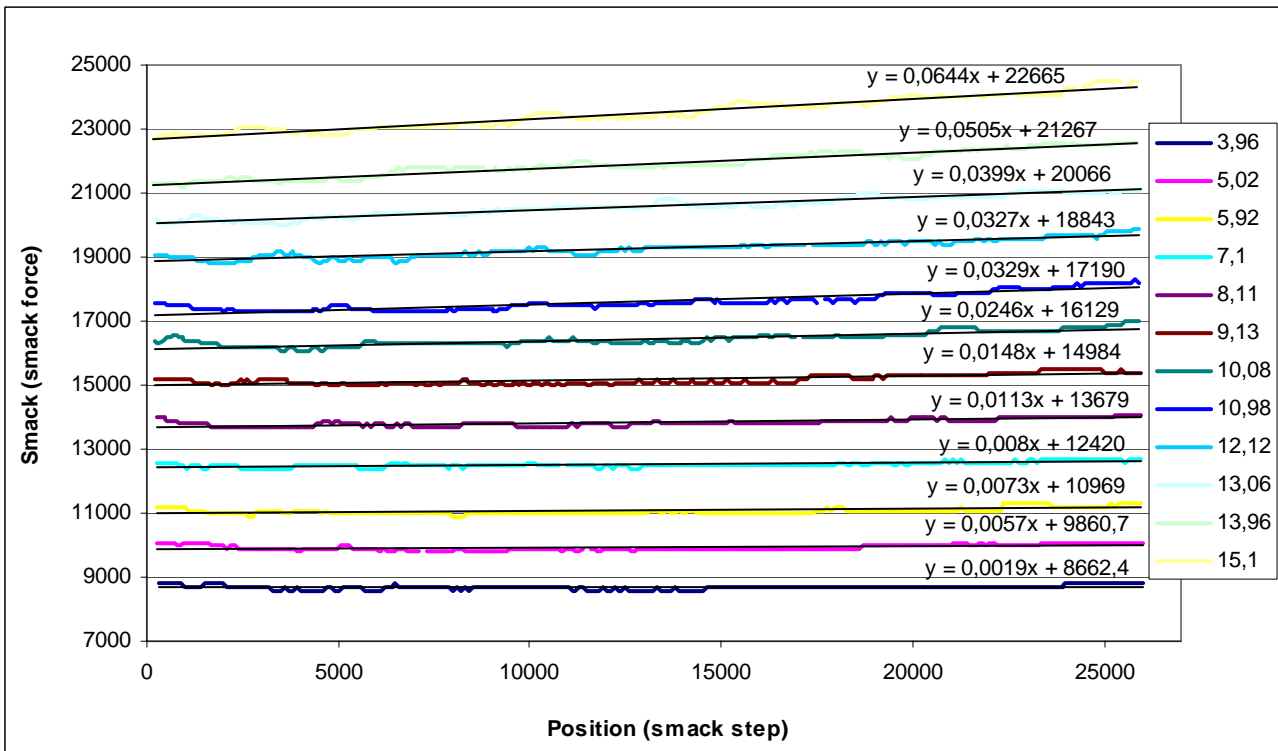
Mõõteriistana kasutusel olev Smack mõõdab distantspulgaga üles-alla sõites (sammuga 1 μm , graafikutel 'Smack step') pulga liigutamiseks kasutatud jõudu. Väljastatav tulemuse ühik on nn. 'Smack Unit', ning sõltub mõõdetavast positsioonist, mis tõenäoliselt on seoses mõõtepulga enda raskus-jõuga. Eesmärk on luua matemaatiline mudel sellele süsteemile, mille põhjal teisendada väljastatav ühik newtoniks ning kompenseerida erinevatel kõrgustel toimuva mõõtmiste hälvet.



Pilt Nr. 1 Käigukasti lüliti

2. Graafiline mudel

Katsemõõtmiseks rakendati mõõtesüsteemile diskreetsed jõud vahemikus 3,96N kuni 15,1N (kalibreeritud raskuse näol) ning mõõdeti jõudu erinevatel kõrgustel. Saadud graafikud, koos analüütiliste (lineaarsed) mudelitega on näha graafikul nr. 1



Graafik Nr. 1 Mõõdetud jõud graafiline ja analüütiline mudel sõltuvalt kaugusest

3. Analüütiline mudel

Analüütiline mudel avaldub üldisel kujul järgnevalt:

$y = t \cdot x + v$ (Valem nr. 1), kus kasutan järgmisi tähiseid

y - Smack jõud t – graafiku tõus x – Smack position v – vabaliige

Tabelis nr. 1 on välja toodud kõik diskreetsedel raskustel saadud analüütilised mudelid.

Raskus (N)	Graafiku analüütiline kuju	Vabaliige (v)	Tõus (t)
3,96	$y=0,0019x+8662,4$	8662,4	0,0019
5,02	$y=0,0057x+9860,7$	9860,7	0,0057
5,92	$y=0,0073x+10969$	10969	0,0073
7,10	$y=0,008x+12420$	12420	0,008
8,11	$y=0,0113x+13676$	13679	0,0113
9,13	$y=0,0148x+14984$	14984	0,0148
10,08	$y=0,0246x+16129$	16129	0,0246
10,98	$y=0,0329x+17190$	17190	0,0329
12,12	$y=0,0327x+18843$	18843	0,0327
13,06	$y=0,0399x+20066$	20066	0,0399
13,96	$y=0,0505x+21267$	21267	0,0505
15,10	$y=0,0644x+22665$	22665	0,0644

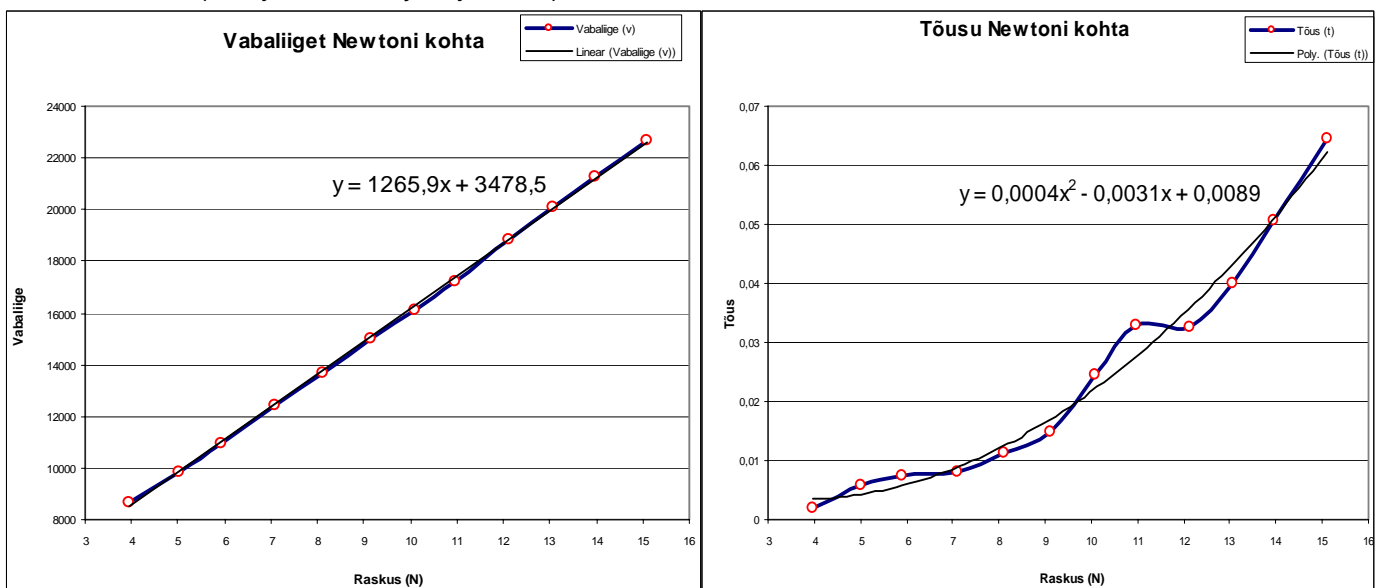
Tabel nr. 1 Graafikute analüütilised kujud

4. Mudelite analüüs, ning tegeliku jõu valemi koostamine

Nii graafikutelt kui analüütilistest avaldistest on näha, et tegeliku jõu leidmiseks peab kasutama nii Smack positsiooni kui ka smack jõudu, kuna graafikute analüütilistel mudelitel tõus ei ole 0, ning tõus ka diferentseerub, olenevalt rakendatud raskusest.

Et siduda tegelik jõud, smack jõud ning smack positsioon kogu raskusvahemiku ulatuses koostame graafilised ja analüütilised mudelid mis seovad vabaliikme ja tõusu vastavusse tegeliku jõu ühikuga. Vabaliikme ning tõusu väärtused saan tabelist nr. 1

Leidmaks analüütilised mudelid mis seovad vabaliikme ning tõusu rakendatud raskusega, selleks koostan graafilised mudelid "vabaliiget raskuse kohta" (x-teljel raskus, y-teljel vabaliige) ning "tõusu raskuse kohta" (x-teljel raskus, y-teljel tõus)



Graafik nr. 2. Vabaliiget jõu kohta ja tõusu jõu kohta.

Kirjutades analüütilised avaldised välja õigete tähistega saame:

$$v = 1265,9F + 3478,5 \quad (\text{Valem nr. 2}) \quad t = 0,0004F^2 - 0,0031F + 0,0089 \quad (\text{Valem nr. 3})$$

Asendades vabaliikme (v) ja tõusu (t) valemisse nr. 1 saame võrrandi mis seob omavahel tegeliku jõu (F), smack positsiooni ja smack jõu.

$$y = (0,0004 \cdot F^2 - 0,0031 \cdot F + 0,0089) \cdot x + (1265,9F + 3478,5) \quad (\text{Valem nr. 4})$$

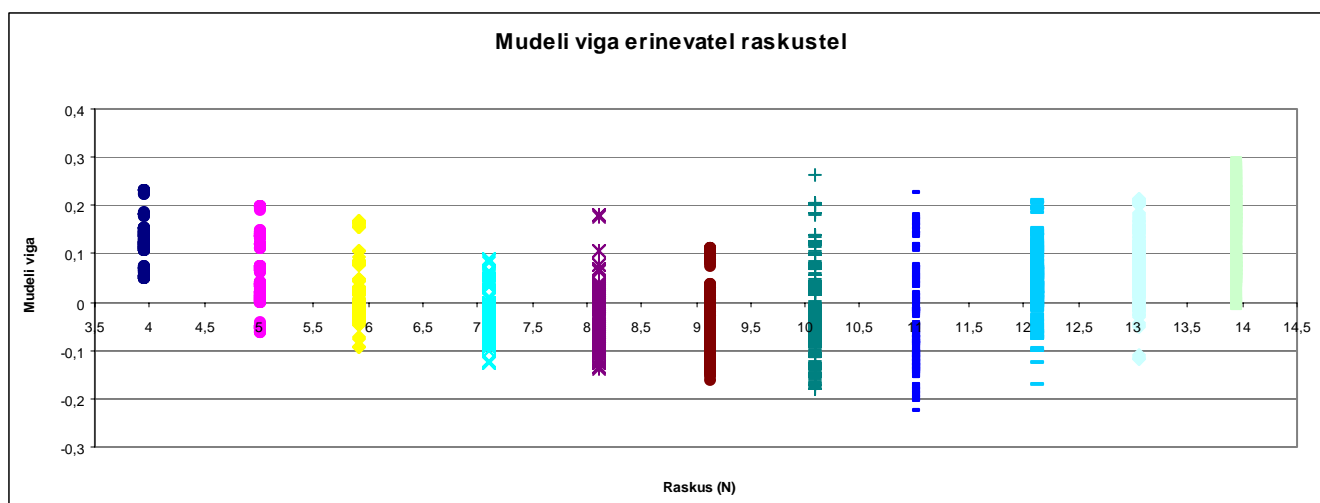
Kus y – Smack jõud (asendan tähisega S); x – Smack positsioon (asendan tähisega P); F – tegelik jõud (N)

Lahendades ruutvõrrandi F suhtes saan aksepteeritavaks lahendiks:

$$F = \frac{-1,58238 \cdot 10^6 + 3,875 \cdot P + 2,68968 \sqrt{3,46113 \cdot 10^{11} - 2,89723 \cdot 10^6 \cdot P - P^2 + 345,572 \cdot P \cdot S}}{P}$$

5. Mudeli paikapidavus erinevatel raskustel

Mudeli paikapidavuse kontrolliks leidsin mudeliga saadud eksimuse võrreldes reaalse rakendatud raskusega.



Graafik nr. 3. Mudeliga arvutatud raskuse erinevus reaalsest rakendatud raskusest

Arvestades, et limiitide vahemik on 8,9 Newtonit (4,4N kuni 13,3N) ning suurim eksimus on 0,3N mis moodustab 3,4% seatud limiidi vahemikust. Arvestades ka mõõteriista määramatust, võib hinnata mudeli tulemuse piisavalt heaks et alustada tootmises Capability analüüsi ning teostada Measuring System analyse.