

Zetetika

~ 9 ~

Staša Vujičić Stanković

Mere i red veličine

Sredstva za merenje

- Sredstvo kojim se vrši merenje mora biti prilagođeno merenju koje treba obaviti!
- Primeri?
 - Ne koristimo školski lenjir da izmerimo debljinu vlasi kose
Nije dovoljno precizan!
 - Ali ni da premerimo dužinu ulice
Male greške se akumuliraju i daju pogrešan rezultat

Preciznost merenja

- Voditi računa o grešci u merenju je nerazdvojno svojstvo načina merenja
- Primeri:
 - nikakav popis ne može dati precizan broj populacije do na jedinicu (ipak, u Srbiji 2002. 7.498.001 stanovnika, a samo 1.128.000 goveda!)
 - površina svetlosne mrlje: gde su granice mrlje?



Preciznost merenja primeri

- Arno Penzijas i Robert Vilson (Nobelova nagrada 1978. za otkriće kosmičkog pozadinskog zračenja) daju eksperimentalnu potvrdu hipoteze Gamova (Džordž Gamov, 1948.) da i danas postoji pozadinsko zračenje („eho“) kao posledica Velikog praska.
- Merenja preko komunikacione antene BEL-a su stalno detektovala šuštanje koje se nije moglo otkloniti.



Preciznost merenja – primeri

- Šum je eho Velikog praska čime je ova hipoteza dobila potvrdu u odnosu na stacionarni model.
- Veliki prasak je trajao 10-30 sekundi, a današnja vasiona je široka milion milion miliona milja! Metavasiona (nevidljiva vasiona) je mnogo veća (broj svetlosnih godina do njenog ruba se izražava možda sa milion nula!)

Preciznost merenja – primeri

- U dijagramu Sunčevog sistema, ako se Zemlja prikaže kao zrno graška, Jupiter se nalazi 300 m, a Pluton 2.5 km dalje. Najbliža zvezda, Proksima Kentauri bi bila 16.000 km daleko!



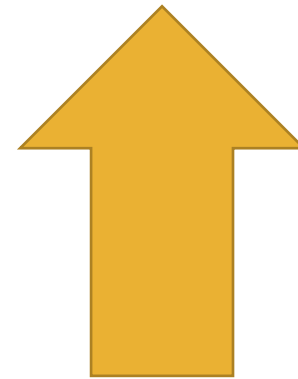
Универзитет у Београду

Математички факултет



Preciznost merenja – primeri

- Ako se Jupiter smanji na veličinu tačke u ovoj rečenici, Pluton bi imao dimenzije atoma i bio bi udaljen više od 10 metara.



Veliki brojevi

- Na nivou mora, na 0°C , u cm^3 vazduha ima 45 milijardi milijardi molekula!
- Paramecijum je širok oko 2 mikrona! Da bi se paramecijum video kako pliva u kapi vode, kap bi morala da bude bar 12 m. Da bi se videli i atomi u kapi vode, kap bi morala biti široka 24 km!

Preciznost računa

Važna je opreznost i u odnosu na način merenja!

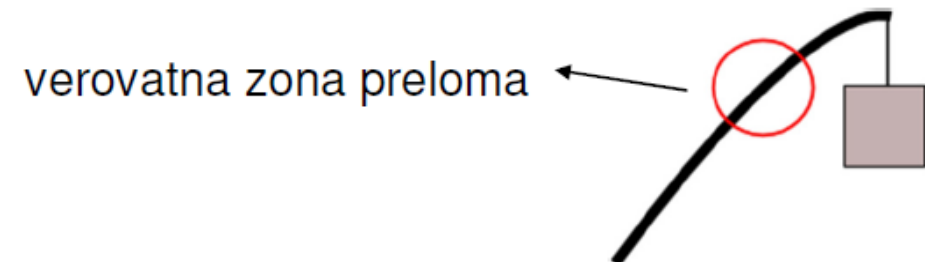
- Primeri:

- Ne može se precizno izraziti rastojanje Zemlja-Mesec do na metar

Mesec je jedini Zemljin prirodni satelit i ujedno najbliže nebesko telo, udaljeno

u proseku 384.400 km, tako da svetlost s Meseca na Zemlju stiže za 1,25 sekunde.

- Nema preciznosti na milimetar ako želimo da ukažemo na tačku u kojoj će se prelomiti štap na koji je okačen teret...



Red veličine

Ne gubiti iz vida fizičke fenomene u modeliranju.

- Primeri:
 - točak bicikla sa prečnikom od 20 km
 - temperatura od -4000°C
 - visoki homeopatski rastvori

Skala i njen značaj

Neophodno je imati skalu da bi se poredili rezultati merenja.

- Primeri:

- $20^{\circ}\text{C} \Rightarrow 40^{\circ}\text{C}$: dva puta toplije

definicija Celzijusovog stepena; tačnije u Kelvinima ($0^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$)

- $500\text{m} \Rightarrow 1\text{km}$: dva puta duže
uvek tačno!

Skala

Izvesne pretpostavke nisu više tačne ako se promeni red veličine.

- Primeri:

- Statički elektricitet je zanemarljiv za težinu čoveka, ali ne i za komadić papira ili mrvu
- $\pi = 3,1416$: OK da se podesi kazaljka na časovniku, ali ne i za lansiranje satelita
- jedna čaša pirinča na 1.5 čašu vode
(šta se dešava u slučaju ako hoćemo da skuvamo naprstak pirinča?)

Megaliti

- Mlađe kameno/starije bronzano doba
- Evropa: Stounhendž
- Princip skale primenjen na velike kamene blokove
 - skupo klesanje kamena
 - veliki blok → veliki blok = mala površina za tesanje
 - zdanje od velikih blokova je stabilno i ne mora da bude povezano cementom
- Dakle, reč je o racionalnom izboru s obzirom na raspoloživa sredstva i ideja o „super-civilizaciji“ nije potrebna!

Stounhendž





Kamene skulpture Moai

- Uskršnje ostrvo (Čile)
- Najviši ima 10 metara i 75 tona, a najteži 86 tona.



Moai

- Naseljavanje ostrva u Pacifiku je počelo oko 5. veka n.e. u dva talasa. Oko 1680.g. ostrvo ima oko 8.000 stanovnika koji preterano eksploatišu prirodna bogatstva i izazivaju ekološku katastrofu. (Ovaj podatak je izveden iz proučavanja polena u sukcesivnim slojevima đubriva.)
Posledica: građanski rat!
- Pobednici su oborili veliki broj Moaija, a platforme na kojima su bili postavljeni su postale mesto za druge obrede.

Moai

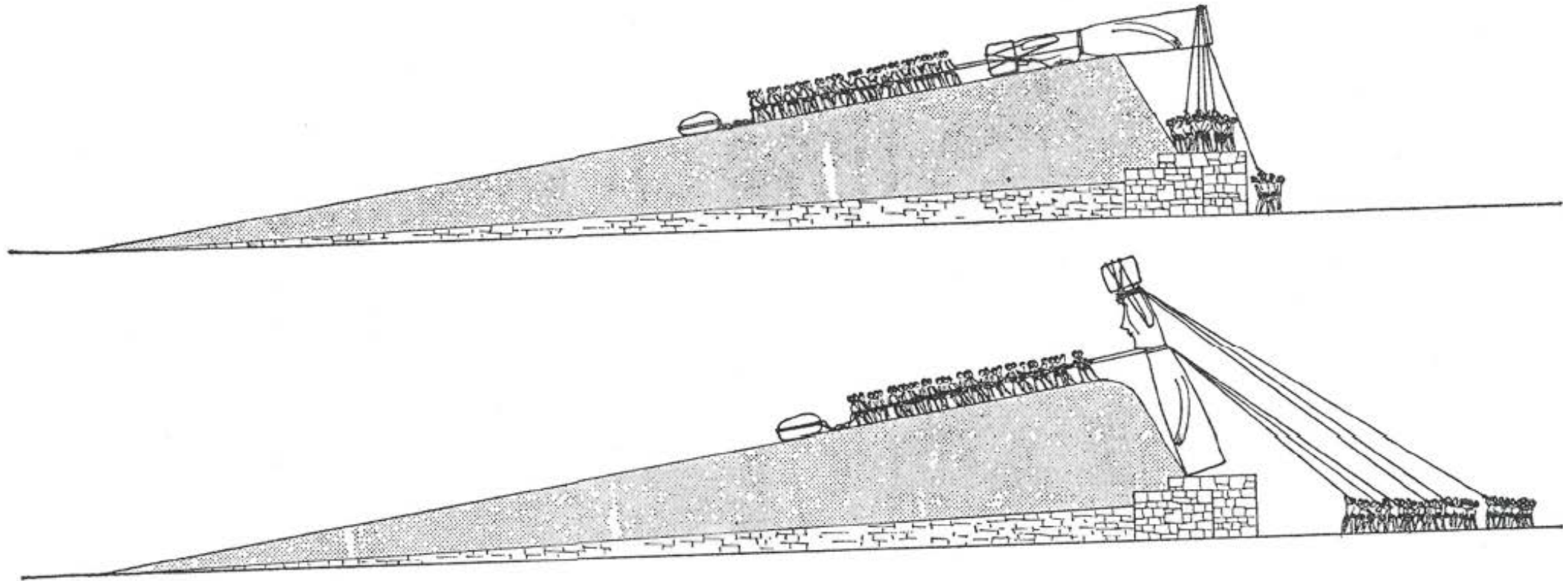
- Materijal dolazi sa vulkana Rano Raraku. Figure su isklesane od vulkanskih stena. Vreme potrebno za klesanje jedne statue srednje veličine je otprilike mesec dana.
- Hipoteze o prenosu:
 - kotrljanje: statue su bile postavljene na drvene balvane
 - klizanje: na masi od izgnječenog voća
 - ljučenje: pomera se na osloncima od drveta i kamena

Moai

Rano Raraku - Rapa Nui (stanovnici)



Moai

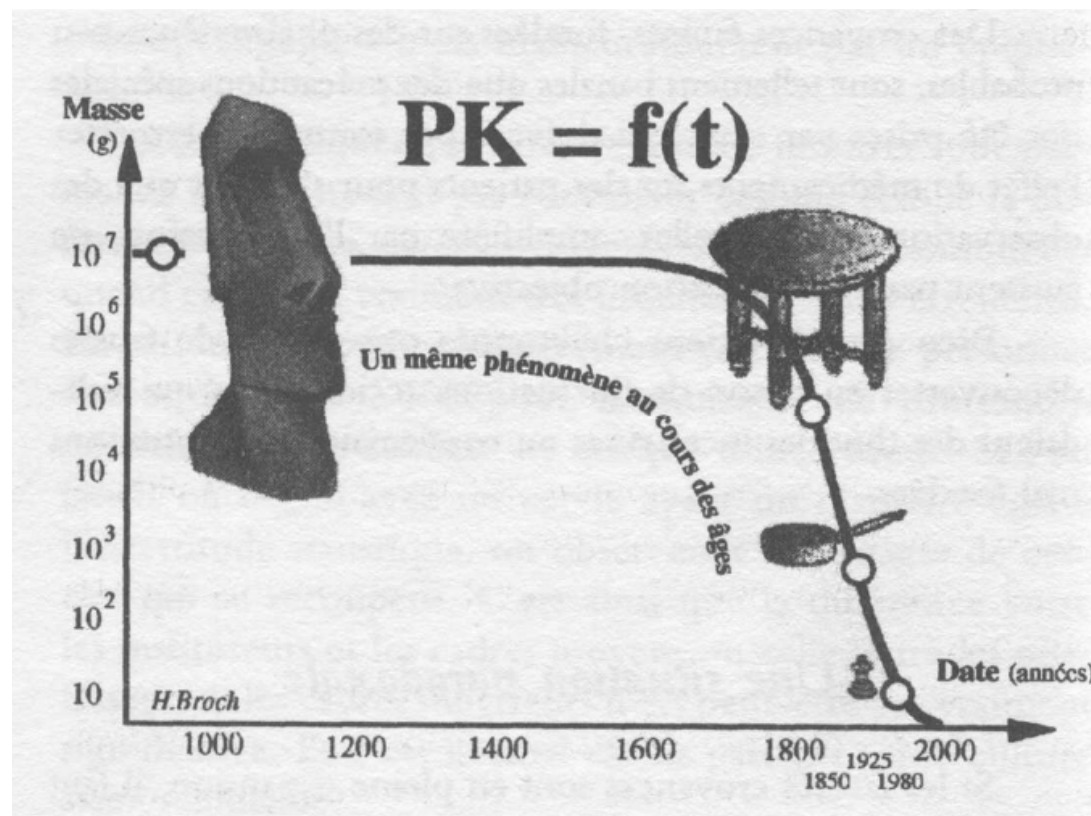


0 5 10 m

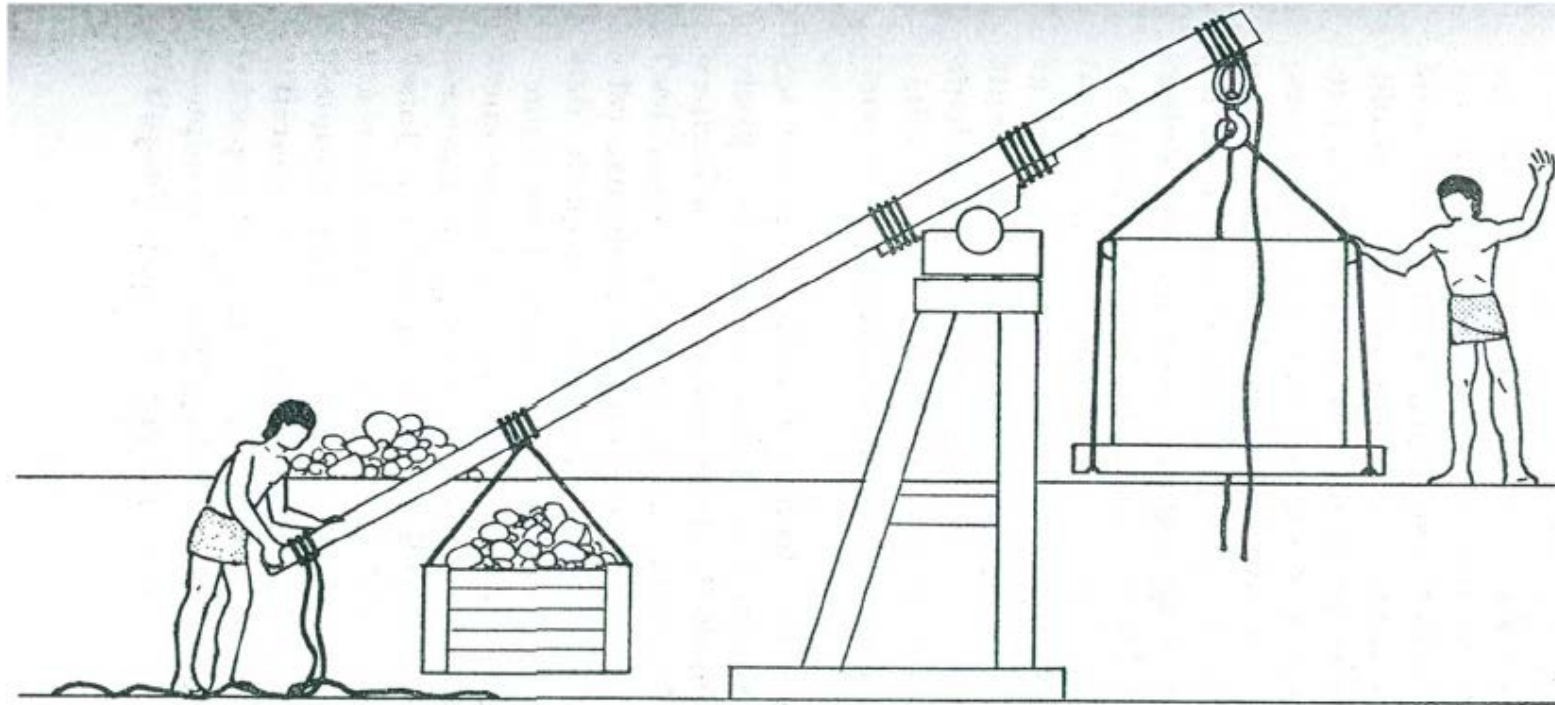
J.-P. Adam.

Telekineza

ali...

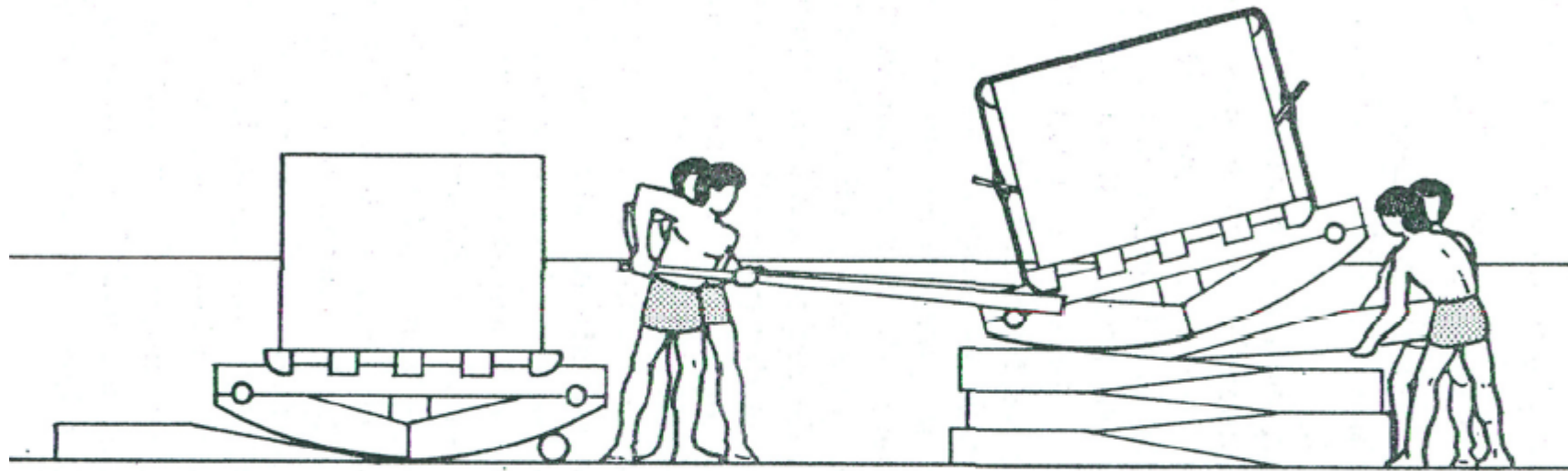


Piramide



Podizanje bloka pomoću tereta

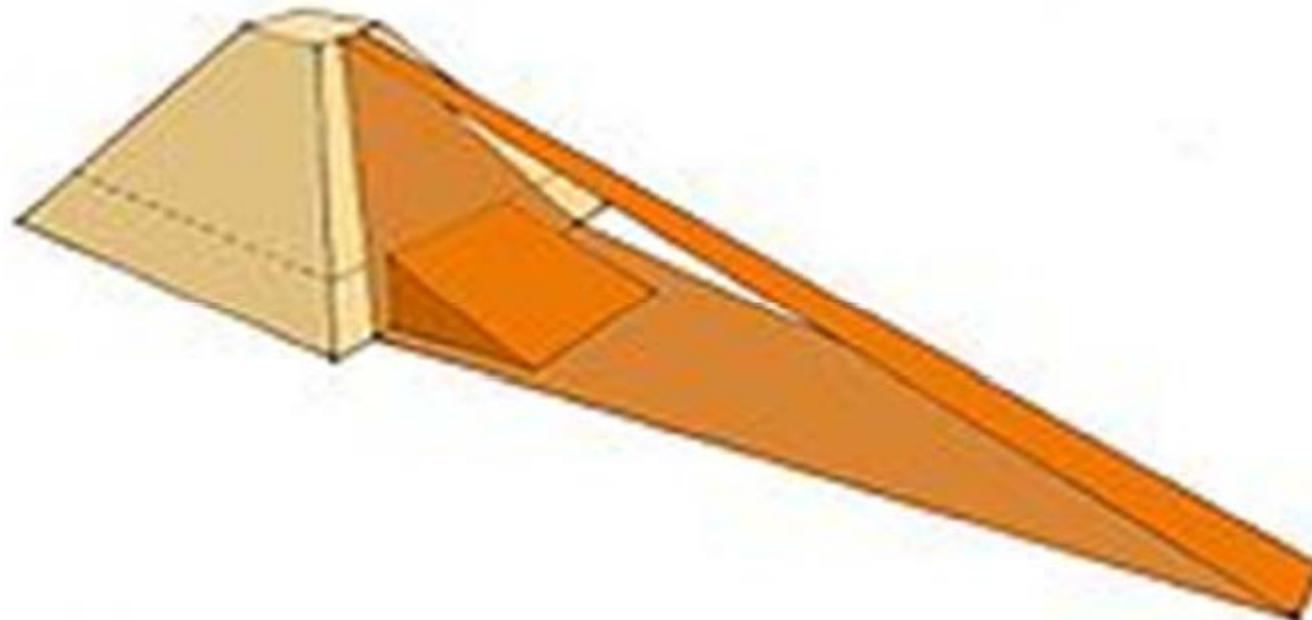
Piramide



Podizanje bloka sa oscilujućim ležištem

Keopsova piramida

Teorija frontalne rampe



[Pogledati i...](#)

Hvala



Staša Vujičić Stanković



stasa@math.rs



www.matf.bg.ac.rs/~stasa