

Kuo fizikams įdomus žmonių elgesys?

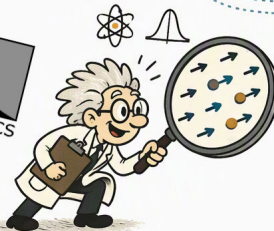
Aleksejus Kononovičius

✉ aleksejus.kononovicius@tfai.vu.lt

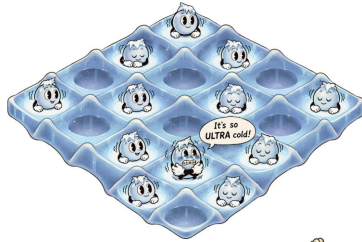
🌐 kononovicius.lt 🌐 rf.mokslasplus.lt



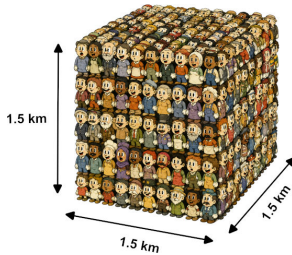
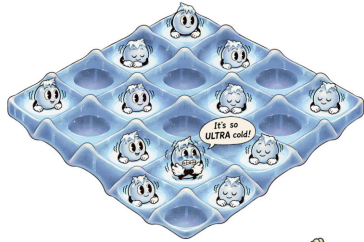
**Fizikos
fakultetas**



Teorinė fizika ir astronomija



Teorinė fizika ir astronomija, ir “kompleksinės” sistemos



“Žmonijos kubas” yra įmanomas, nes...

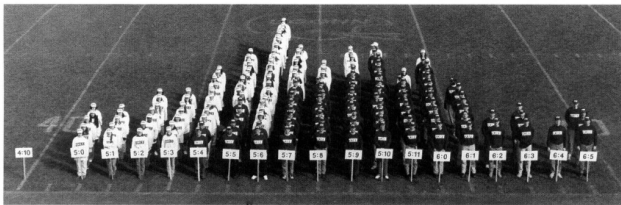
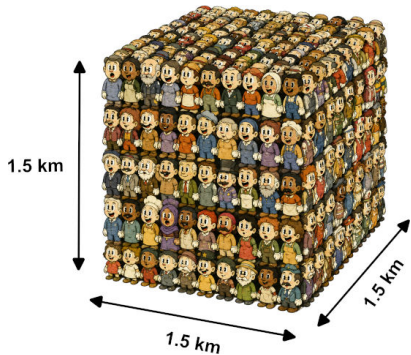
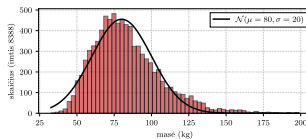
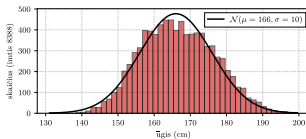


Figure 7. Living histogram of 143 student heights at University of Connecticut.



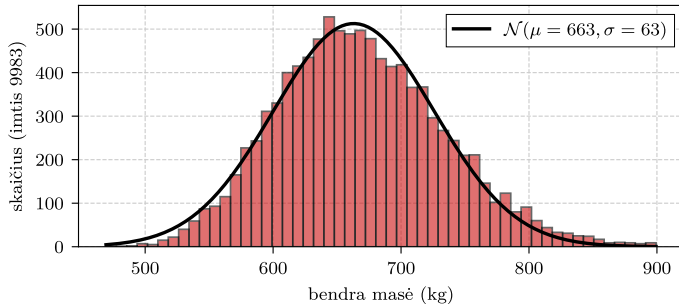
... beveik kiekvieno žmogaus ūgis yra $\mu \pm 3\sigma$.

□ Paveiksle $\mathcal{N}$ žymi normalųjį (Gauso) skirstinį (μ – vidurkis, σ – std. nuokrypis)

📺 DI, [Schilling et al.(2012)], AK 📊 NHANES 2018(Kaggle)

“Normalumas” yra patogus

Jei 8 atsitiktiniai žmonės lipa į liftą, tai...



O jei žmonės būtų kaip miestai...

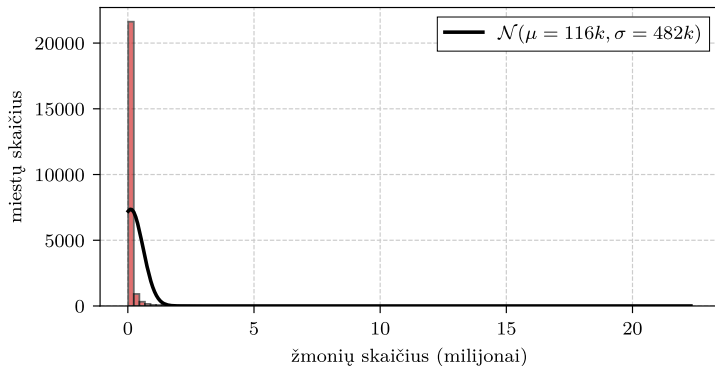
8 (beveik) atsitiktiniai miestai:

- Balezino (~ 17k)
- Gartenstadt (~ 18k)
- Shrirangapattana (~ 24k)
- Pocito (~ 41k)
- Macclesfield (~ 64k)
- Hasuda (~ 65k)
- Vilnius (~ 542k)
- Mexico (~ 12.3M)

Viso: ~ 13M.

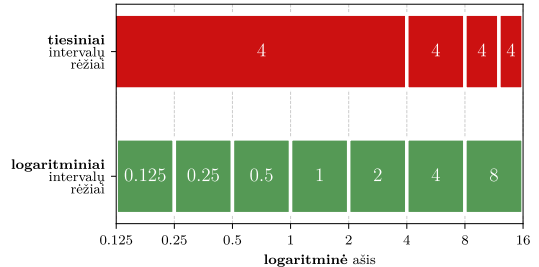
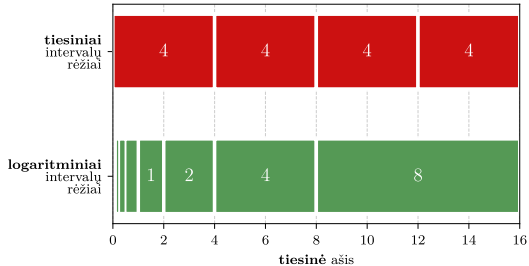


Miestai nėra “normalūs”!

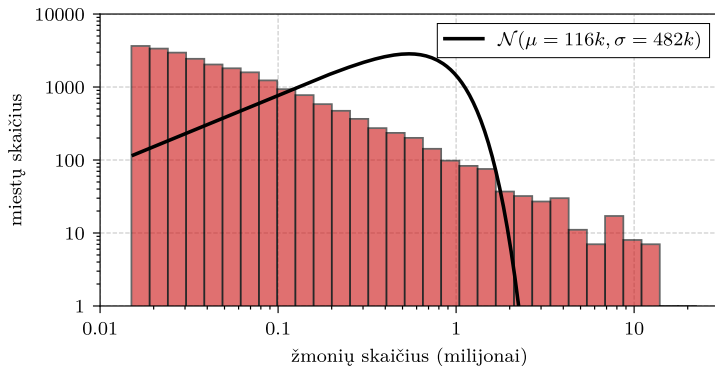


Kaip pažvelgti detaliau?

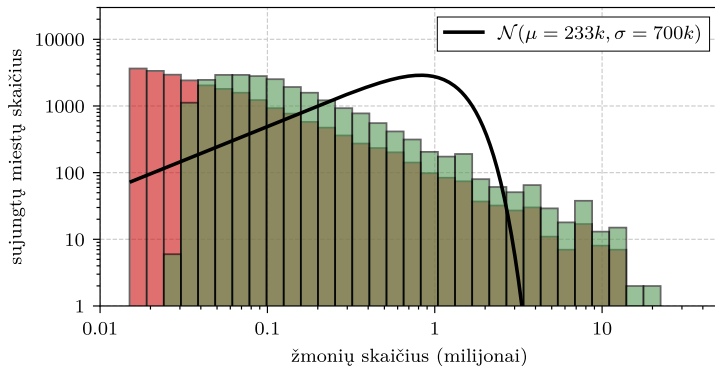
Pakeiskime **histogramos intervalų režius** ir **paveikslo ašis**.



Įdomusnis paveikslas



Kai “uodegos” yra “storos”, tai sudėtis veikia kitaip



Kodėl mūsų miestai yra tokie keisti?



Malthus'o augimo modelis

XVIII a. pabaigoje *Thomas Malthus* pasiūlė žmonijos augimo modelį. Jį užrašykime

$$X_{t+1} = X_t + \alpha X_t, \quad \text{arba} \quad \Delta X_t = \alpha X_t.$$

Čia matematiniai žymėjimai:

- X_t yra žmonių skaičius laiko momentu t ,
- ΔX_t yra žmonių skaičiaus pokytis laiko momentu t (t.y., $\Delta X_t = X_{t+1} - X_t$),
- α yra savitas augimo greitis.

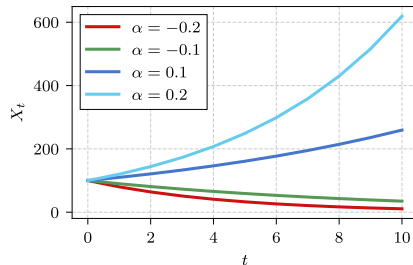


Malthus'o modelis yra nuobodus

Modelis turi vieną pusiausvyros ($\Delta X = 0$) tašką,

$$0 = \alpha P \quad \Rightarrow \quad P = 0.$$

Ar žmonija augs (iki begalybės), ar išmirs, nulemia tik α vertė.



Pasaulio pabaiga 2026?

← Delfi

Naujienos

Sportas

Verslas

Veidai

Laisvalaikis

Delfi TV

Delfi fone

MOKSLAS | Mokslas LOGIN

Tik dabar visas turinys 1,05 €/mėn.

NORIU

Delfi › Mokslas › Mokslas

2026.10.03 16:43

ATNAUJINTA 2026.10.07 09:29

Mokslininkai prieš 66 metus apskaičiavo pasaulio pabaigos datą – ir ji bus jau kitą mėnesį (18)



Parengė Indrė Kochmanaitė-Buran

Šaltinis: Delfi



Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026

At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millennia.

Heinz von Foerster, Patricia M. Mora, Lawrence W. Amiot

Among the many different aspects which may be of interest in the study of biological populations (I) is the one in which attempts are made to estimate the past and the future of such a population in terms of the number of its elements, if the behavior of this population is observable over a reasonable period of time.

All such attempts make use of two fundamental facts concerning an individual element of a closed biological population—namely, (i) that each element comes into existence by a sexual or asexual process performed by another element of this population ("birth"), and (ii) that after a finite time each element will cease to be a distinguishable member of this popula-

tion and has to be excluded from the population count ("death").

Under conditions which come close to being paradise—that is, no environmental hazards, unlimited food supply, and no detrimental interaction between elements—the fate of a biological population as a whole is completely determined at all times by reference to the two fundamental properties of an individual element: its fertility and its mortality. Assume, for simplicity, a fictitious population in which all elements behave identically (equivariant population, 2) displaying a fertility of γ , offspring per element per unit time and having a mortality $\theta_0 \equiv 1/t_m$, derived from the life span for an individual element of t_m units of time. Clearly, the

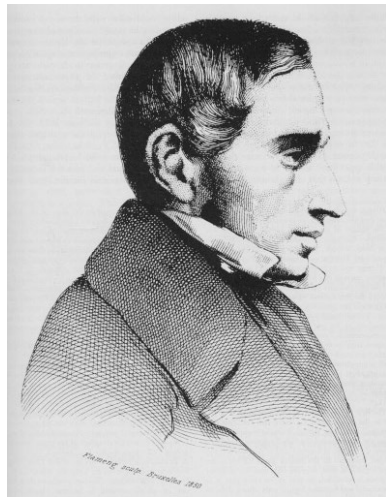
[delfi.lt], [Foerster et al. (1960)]

Verhulst'o apriboto augimo modelis

XIX a. viduryje *Pierre Verhulst* pasiūlė Malthus'o augimo modelio **patobulinimą**,

$$\Delta X_t = \alpha X_t (K - X_t).$$

Čia, naujas žymėjimas, K žymi “talpą”.



Verhulst'o modelis yra įdomesnis

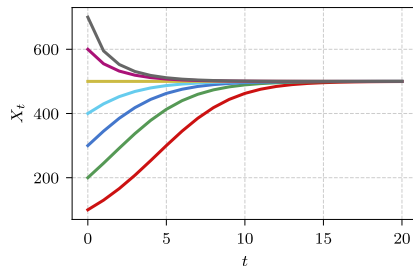
ieškodami pusiausvyros taškų,

$$0 = \alpha P (K - P),$$

randame du taškus:

$$P_{(1)} = 0, \quad P_{(2)} = K.$$

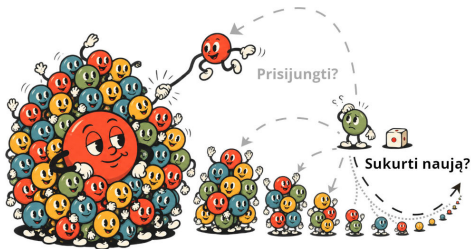
Po ilgo laiko, nepriklausomai nuo pradinės vertės, žmonių skaičius nusistovės ties K .



Skirtingiems pradžios taškams (X_0) žmonių skaičius laikui bėgant pasiekia vertę K .

Simon'o prisijungimo pagal populiarumą modelis

XX a. viduryje *Herbert A. Simon* pasiūlė modelį, kurį nesunku pritaikyti miestams.



☐ Panašų modelį kiek anksčiau pasiūlė *Udny Yule* 📖 [Simon model (Wikipedia)] 📷 DI, Wikimedia

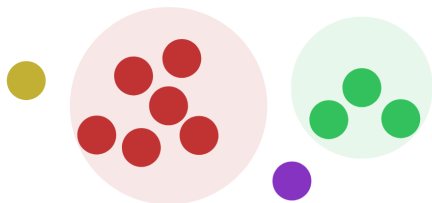
Simon'o modelis yra tai ko pakanka

Miesto dydžio modeliavimas (Simon'o modelis)

Kiekvienas naujas gyventojas arba (1) įkūria naują miestą, arba (2) pasirenka seną gyventoją ir apsigyvena tame pačiame mieste.

Naujo miesto įkūrimo tikimybė α 0.10 Greitis 1/s

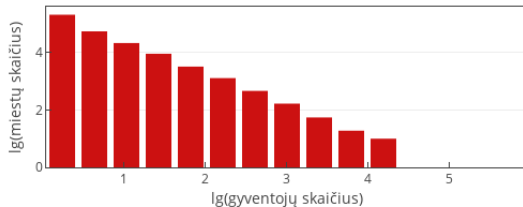
Naujas gyventojas #11 pasirinko kurti naują miestą, Miestą #4.



Užveskite pelę ant miesto, kad pamatytumėte miesto informaciją.

○ naujas gyventojas ○ jo pasirinktas senas gyventojas

gyventojų 11 miestų 4 didžiausias miestas 6 (54.5% nuo visų gyventojų) vidutinis miesto dydis 2.8

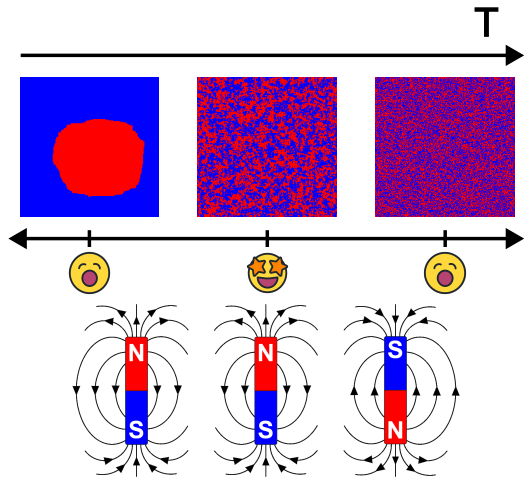


Gyventojų: 3017001 Miestų: 302287 Didžiausias: #1 (854025 gyv.)
Vidutinis: 10.0

α =

Panašų vaizdą matėme duomenyse!

Tai kuo fizikams įdomus žmonių elgesys?



- Pavieniai žmonės yra “normalūs”, nors ir nuspėjami.
- Didelės žmonių grupės gali būti “keistos”, bet nuspėjamos.
- Lygiai kaip ir įprasti fizikų tyrinėjami objektai.

“Visi modeliai yra klaidingi, bet kai kurie jų yra naudingi” (George Box)

Dėkui už dėmesį! Klausimų?

 Physics of Risk [About](#) [Students](#)

Binomial distribution

October 06, 2026 [Rytis Kazakevičius](#) [Aleksejus Kononovičius](#) [#interactive](#) [#statistics](#)

Suppose that a box contains N balls, of which M are red ("success") and $N - M$ are of another color ("failure"). We now draw balls *with replacement* (notably, if we draw *without replacement*, we would end up with [hypergeometric distribution](#)), so that after each draw the selected ball is returned to the box before the next draw. Consequently, each draw is independent, and the probability of success remains constant,

$$p = \frac{M}{N}. \quad (1)$$

Let Y denote the number of red balls drawn ("successes") in the n draws ("experiments"). We wish to determine the probability that exactly k of the n (all) draws are successes.



The introduction to probability density

[kazakevicius](#) [Aleksejus Kononovicius](#) [#interactive](#) [#statistics](#) [#students](#) [#Heaviside theta function](#)



Risk
Physics

Physics of risk, complexity and socio-economic systems.

- Subscribe via RSS feed
- Follow on Facebook
- Content @ GitHub
- Theme @ GitHub

Vilnius University
Faculty of Physics
Institute of Theoretical Physics and Astronomy
COST P10 meeting in Vilnius

Daugiau "Rizikos fizikoje" ( ir  rf.mokslasplus.lt).



Fizikos
fakultetas



Aleksejus Kononovičius

VU FF TFAI

 kononovicius.lt

STUDENTAS VIENAI DIENAI

Dėkojame, kad dalyvavote VU
renginyje „Studentas vienai dienai“

Savo atsiliepimą galite palikti
nuskanavę QR kodą.

