

2020

SIR:
(COVID-19) epidemiologinis modelis paprastai



Raimondas Kuodis

LB, VU

[Versija 1.1, 2020.12.17, pastaboms]

Turinys

Įvadas į tragediją.....	2
SIR modelio esmė	3
SIR lygtys	4
SIR lygčių interpretacija.....	5
Epidemiologinės politikos kryptys	7
Kiek kainuoja šios klaidos.....	8
SIR modelis Excel'yje.....	10
Išplėstinis SIR modelis Github su patogią grafine simuliacija.....	11

Įvadas į tragediją

- Gyvename **COVID-19 tragedijos** situacijoje. Lietuvos politikai, deja, **prarado situacijos kontrolę** 2-osios bangos metu – **retai apgyvendinta** LT šturmuoja **pasaulio rekordus**.
- Todėl svarbu suprasti, **ką politikai padarė blogai**. Mano (modeliu besiremiančia) ir viešai komunikuota nuomone¹, galimos priežastys yra dvi:
 - polit-technologinis motyvas **vaizduot „normalizaciją“** prieš spalio rinkimus;
 - (galbūt) **nepilnas supratimas** užkrečiamųjų ligų plitimo dinamikos subtilybių.
- Tas subtilybes parodo klasikinis epidemiologinis modelis SIR.

¹ Pavyzdžiui, rugpjūčio 31 d. interviu „Žinių radijui“, siūlant iš esmės net „nedaryti rugsėjo 1-osios“ [<https://www.delfi.lt/verslas/verslas/kuodis-lietuva-yra-savo-pirmines-sekmes-kovoje-su-covid-19-auka.d?id=85114185>]

SIR modelio esmė

■ SIR **santrumpa** reiškia:

- Susceptible – kiek žmonių (tarkim, LT visuomenėje) yra potencialiai užkrečiami;
- Infected – kiek žmonių užsikrėtę;
- Recovered – kiek žmonių pasveiko/mirė, todėl kitų nebeužkrečia. Jei imunitetas laikui bėgant dingsta, modelis gali būti modifikuotas į SIRS tipą, kur S vėl didėja (po kelių mėnesių, tame tarpe ir dėl vakcinės veiksmingumo išnykimo).

■ SIR modelis yra 3-jų diferencialinių lygčių sistema, parodanti kaip keisis žmonių skaičius šiose 3-jose kategorijose. Žmonių skaičiaus šiose kategorijose suma lygi populiacijos skaičiui N .

SIR lygtys

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{-\beta SI}{N}$$

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I$$

$$\frac{\partial R}{\partial t} = \gamma I$$

$$\dot{S} + \dot{I} + \dot{R} = 0$$

Bazinis reprodukcijos dydis (basic reproduction rate): $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$

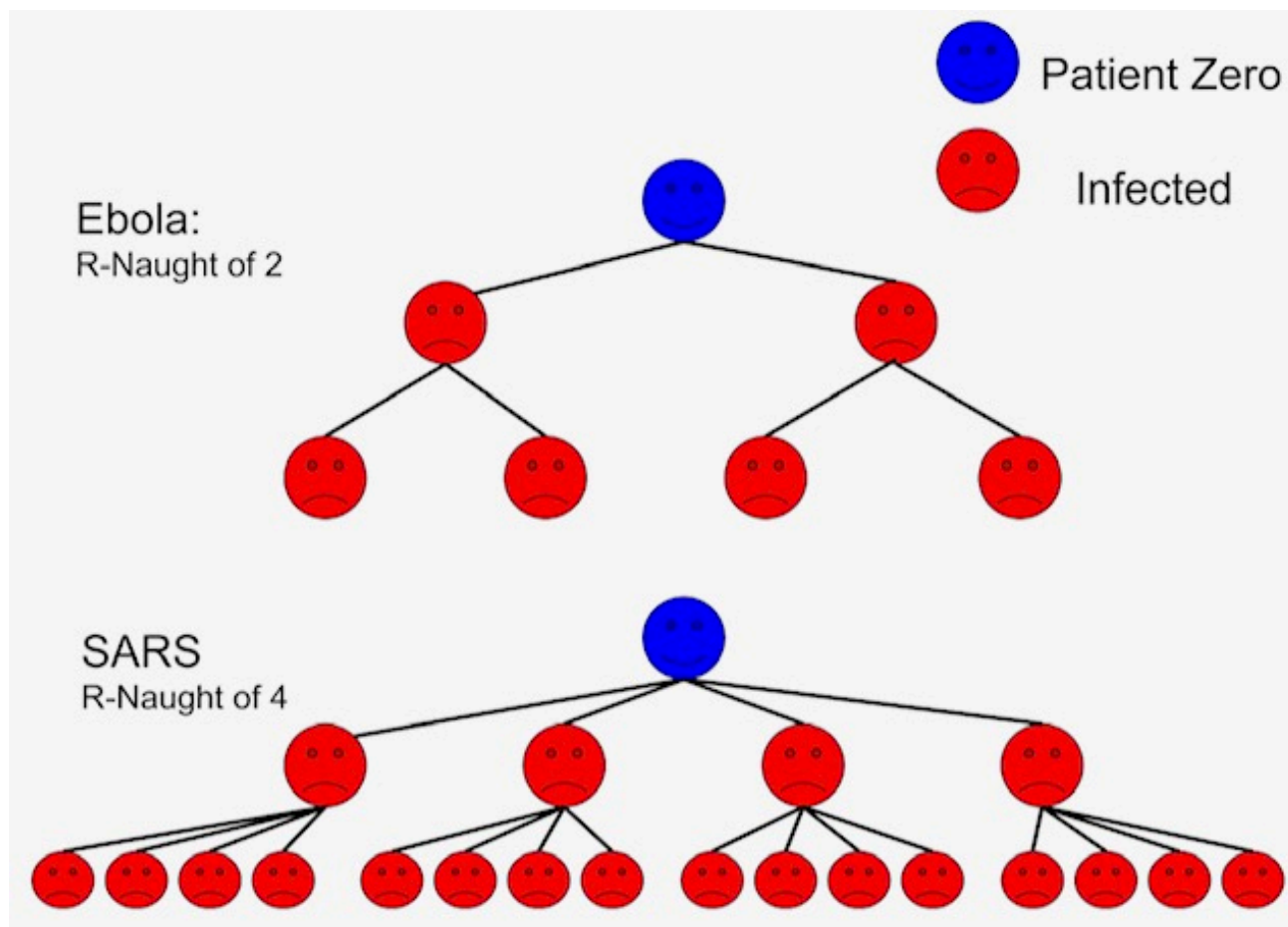
kur įprastas žymėjimas: $\dot{x} = \frac{\partial x}{\partial t}$

SIR lygčių interpretacija

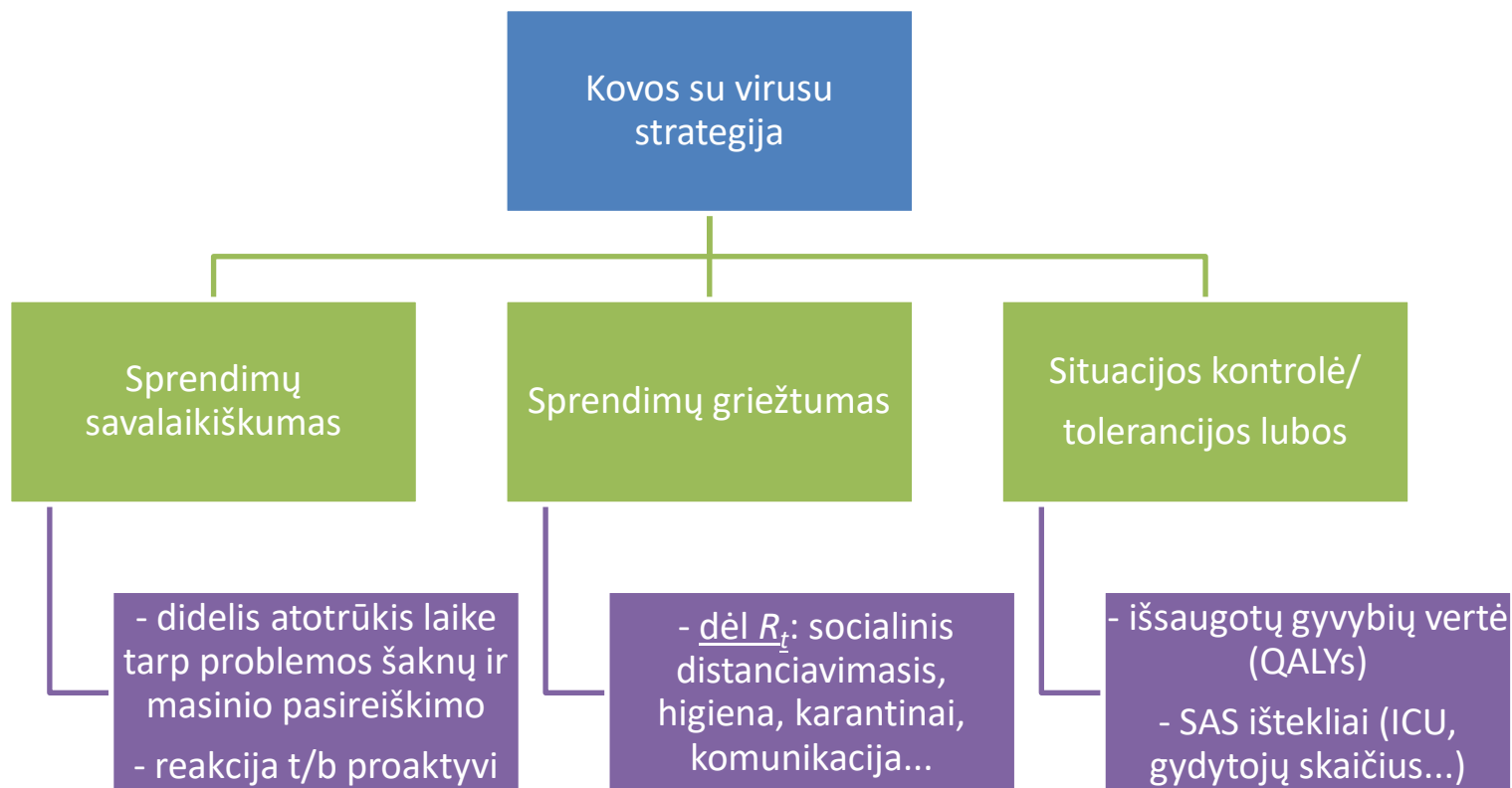
- Sandauga SI byloja, kad:
 - virusas plinta eksponentiškai;
 - pradžioje I mažas dėl santykinai mažo užsikrėtusių skaičiaus...
 - ... bet sprogimas ateina labai greitai, pasiekus reikšmingesnę I ;
 - politiškai gali būti komplikauta „spaut ant stabdžių“ su karantinais ir pan. tada, kai, visuomenei atrodo, kad čia tik „keliasdešimt atvejų per dieną“;
 - jei virusas išplinta, tada I tampa didelis, bet S ima mažėti, nes didelė dalis visuomenės jau persirgo – čia esmė kontraversiškos Švedijos strategijos.

- R_0 reiškia natūralų viruso plitimo tempą, t.y. koks jis būtų be atsakomųjų politikos priemonių (žr. paveikslą iliustracijai).

- Nepainiokit R_0 su R_t , nes pastarasis paveikiamas sveikatos politikos priemonėmis. Jei $R_t < 1$, virusas ima trauktis, todėl politikos tikslas ir yra sumažinti R_t .



Epidemiologinės politikos kryptys



- Taigi, svarbu ne tik “kažką daryti”, buvę valdantieji, bet ir daryti tai laiku, visuomenei (apimant opoziciją, verslininkus etc.) gal net nesuprantant „kam to reikia“.
- Būtent nesavalaikiai sprendimai iškėlė Lietuvą į gėdingą pasaulio mastu poziciją. Ir čia būnant retai apgyvendintai šaliai...

Kiek kainuoja politikavimo klaidos

- Tarkime, kad vienų QALYs (quality-adjusted life years) vertė Lietuvoje yra (mano vertinimu) 25000€, vidutinis nuo COVID-19 miręs dar būtų gyvenęs 10 metų, ir mirčių bus 4000 (apimant kelių šimtų perteklinių mirčių (excess deaths) dėl kitos pagalbos nesuteikimo etc.).

- Tada:

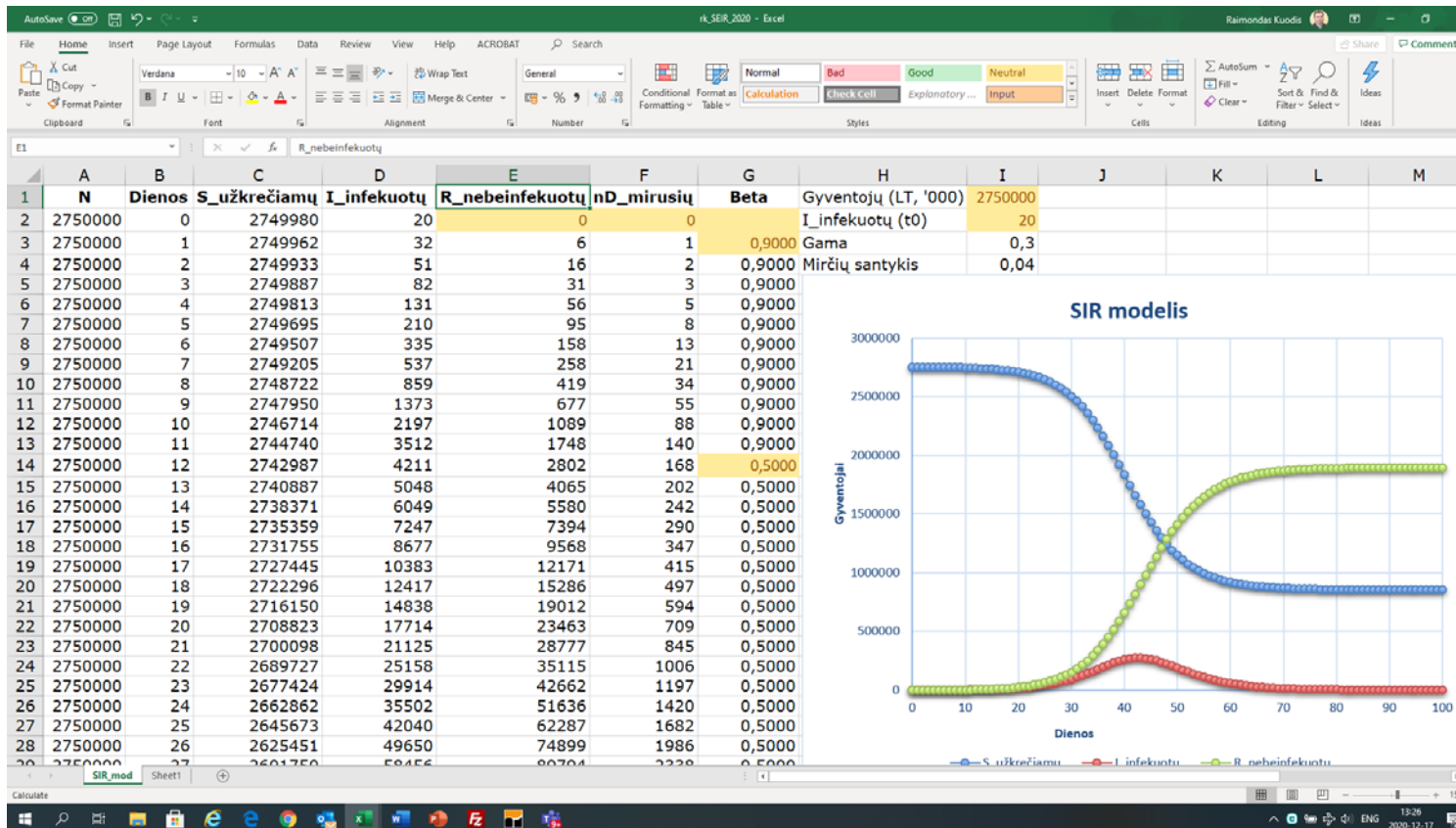
$$25 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^1 \cdot 4 \cdot 10^3 = 1 \cdot 10^9 = \text{€1 mlrd.},$$

neskaičiuojant persirgusių, bet nemirusių (permanentinio) sveikatos netekimo.

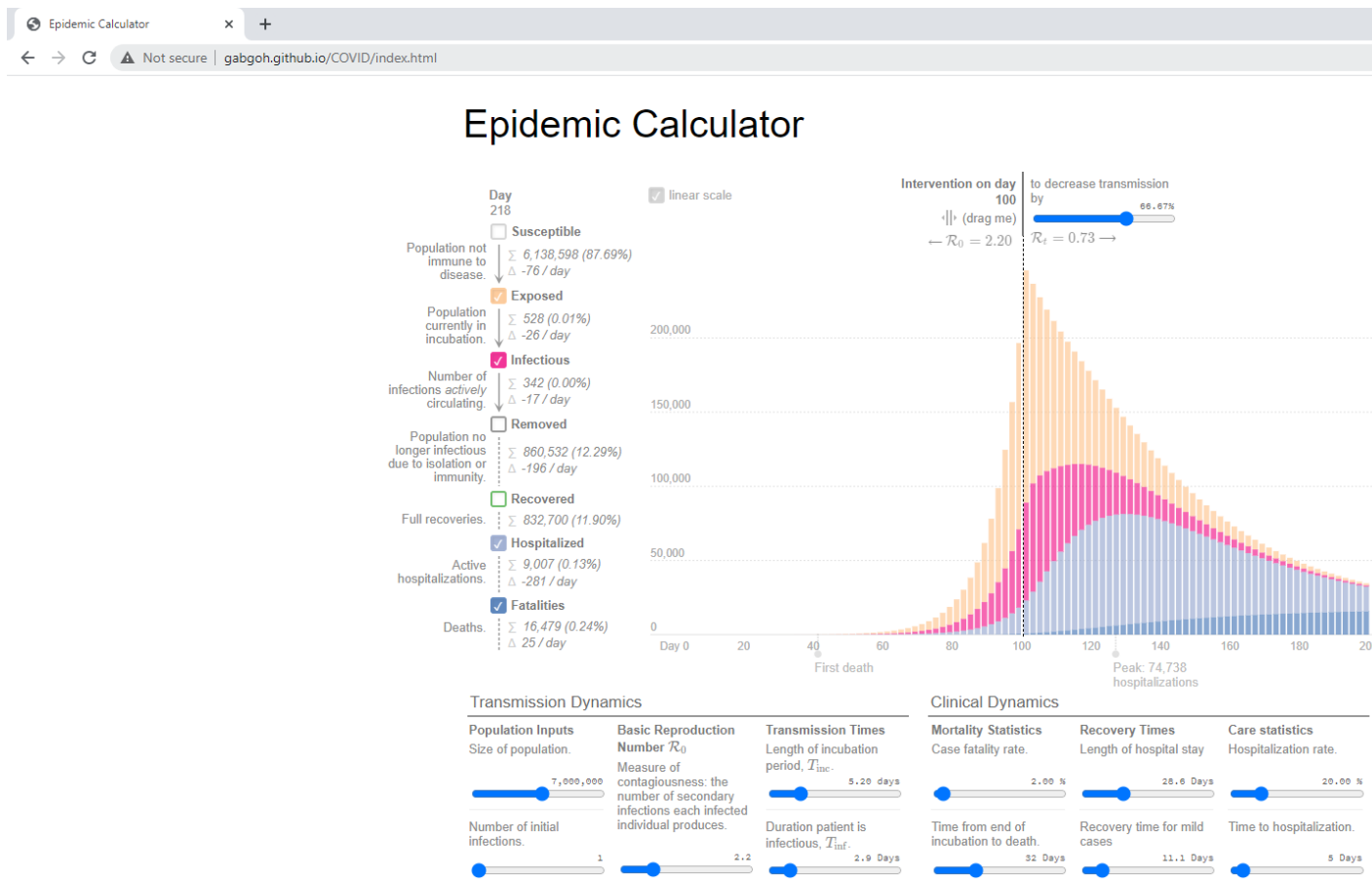
Išvados

- Polit-technologų valdomas **polikavimo** procesas, apimant **reitingų** vaikymąsi, **ekspertų** rekomendacijų neklausymą ir t.t., Lietuvai kainuos milijardus.
- Visuomenė nebegali to daugiau **toleruoti**. Tai turi būti **sustabdyta**.

SIR modelis Excel'yje



Išplėstinis SIR modelis Github su patogiu grafine simuliacija



At the time of writing, the coronavirus disease of 2019 remains a global health crisis of grave and uncertain magnitude. To the non-expert (such as myself), contextualizing the numbers, forecasts and epidemiological parameters described in the media and literature can be challenging. I created this calculator as an attempt to address this gap in understanding.