Model F

Martin Šmíd, Milan Zajíček, Aleš Kuběna, Vít Tuček

s díky za pomoc mnohým dalším

ÚTIA AV ČR, UI, BISOP

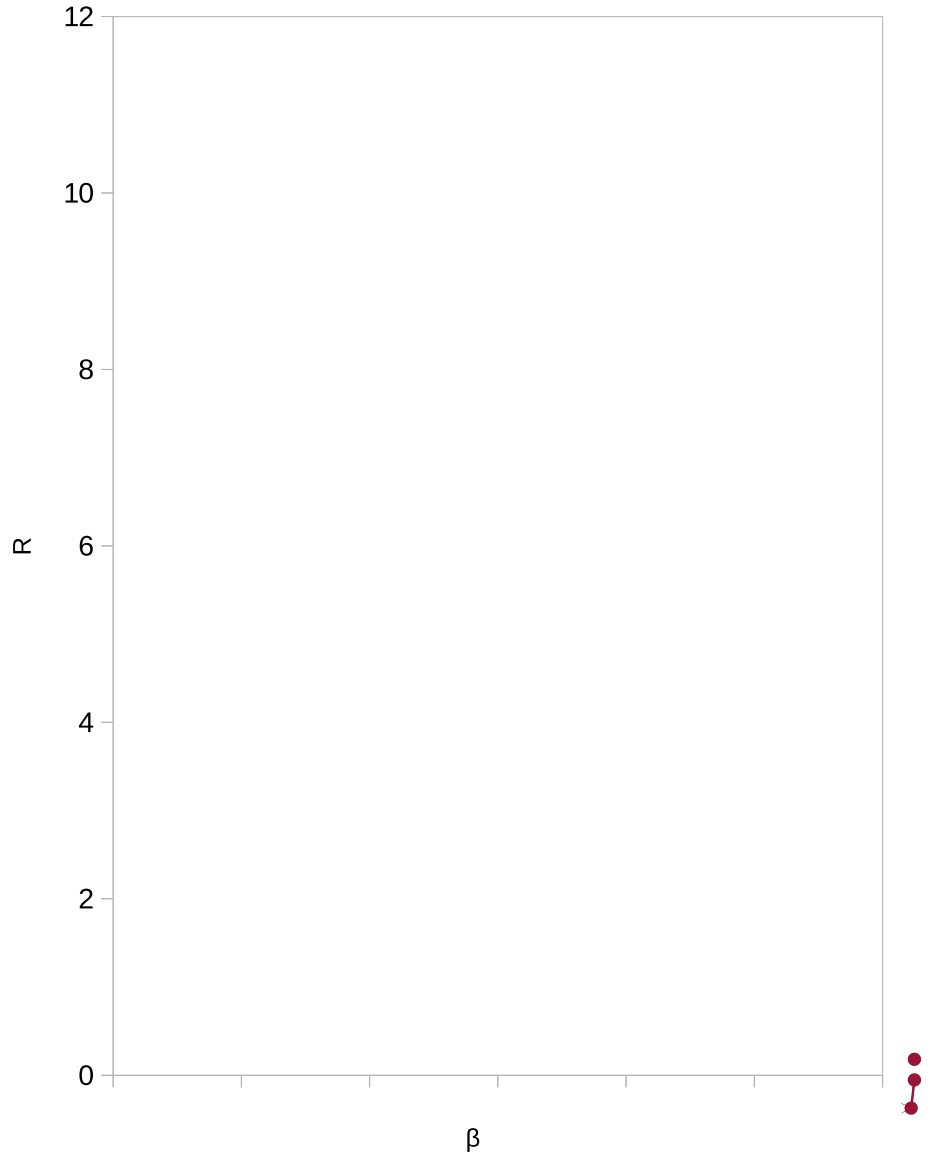
13. listopadu 2020

Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků

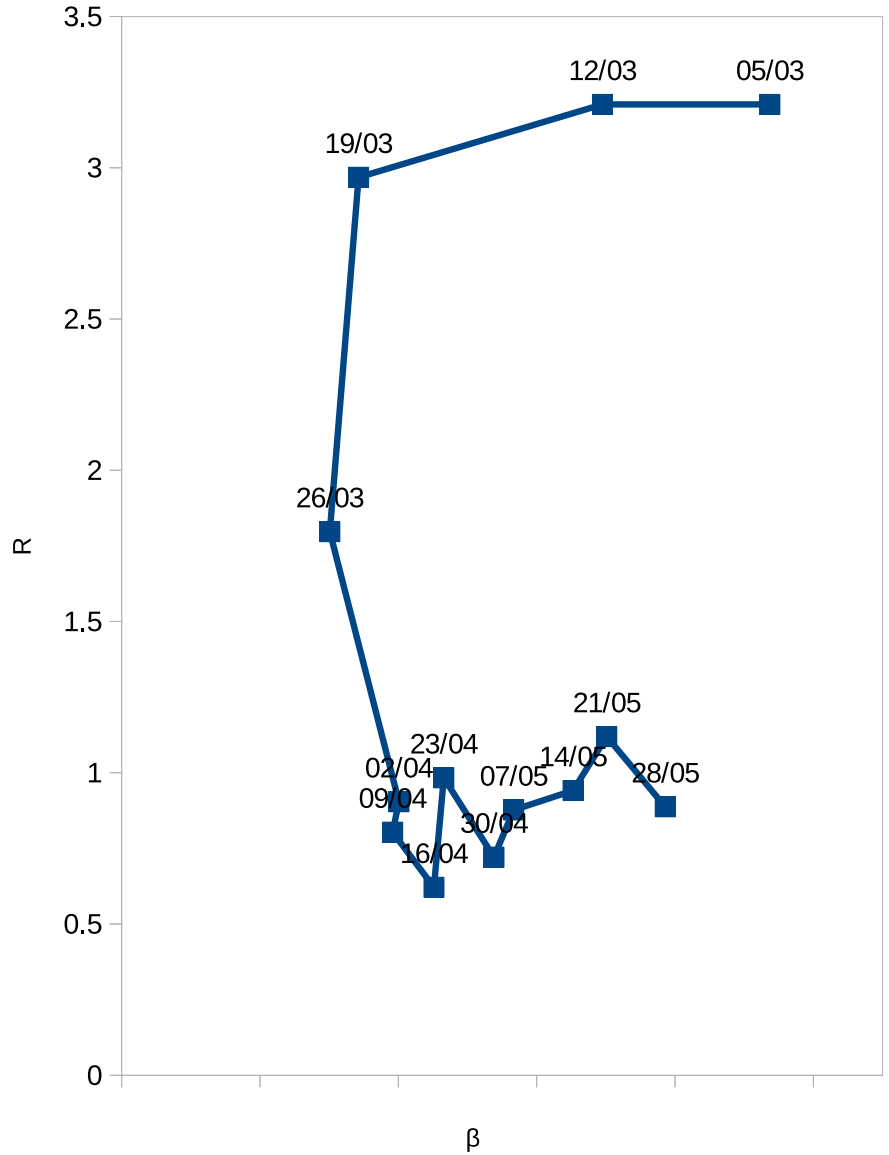


Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků

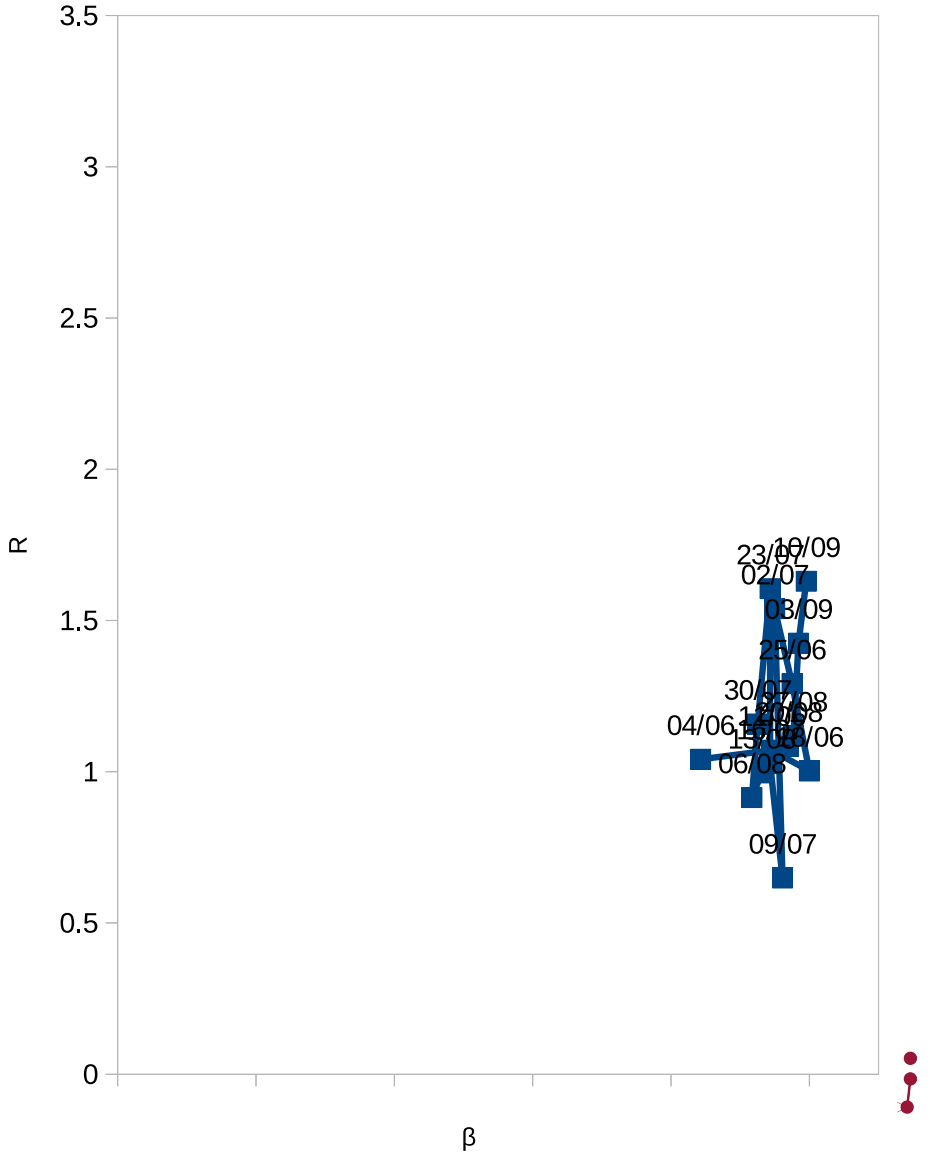


Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků

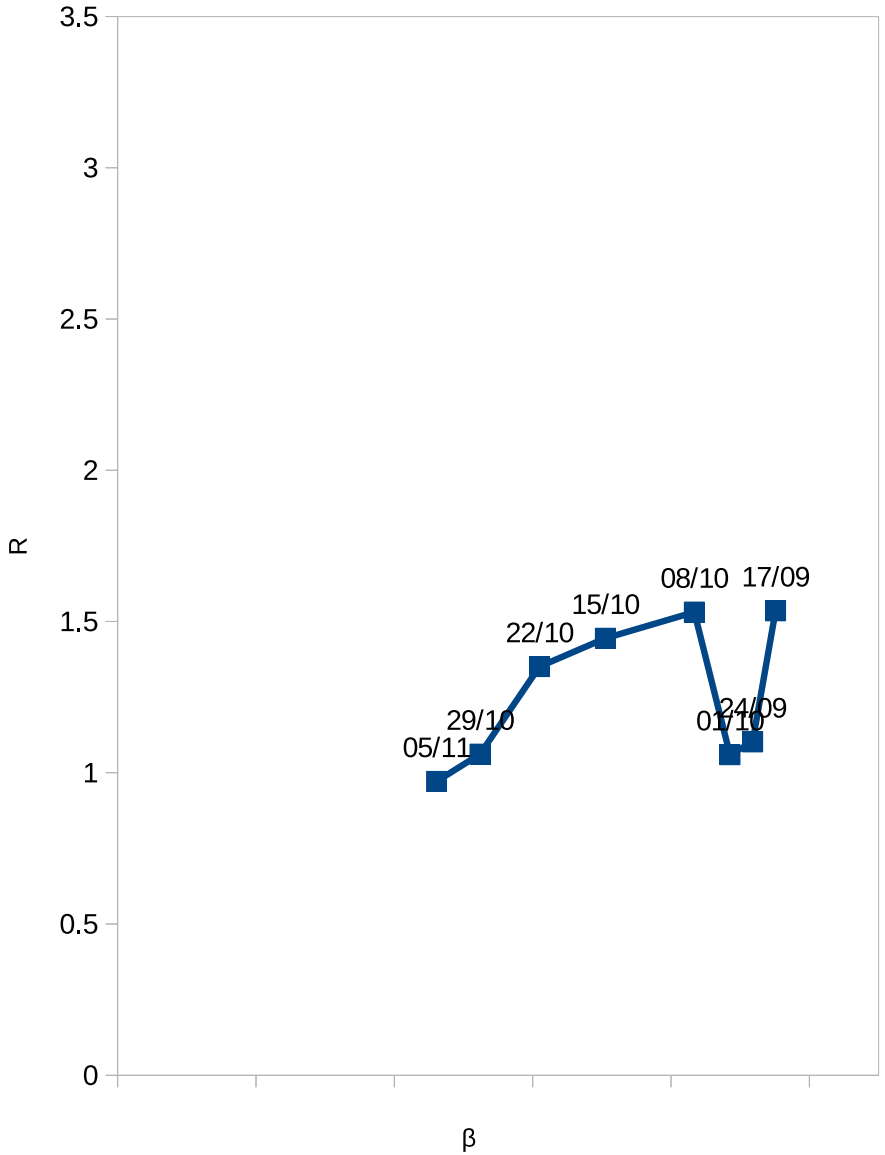


Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků

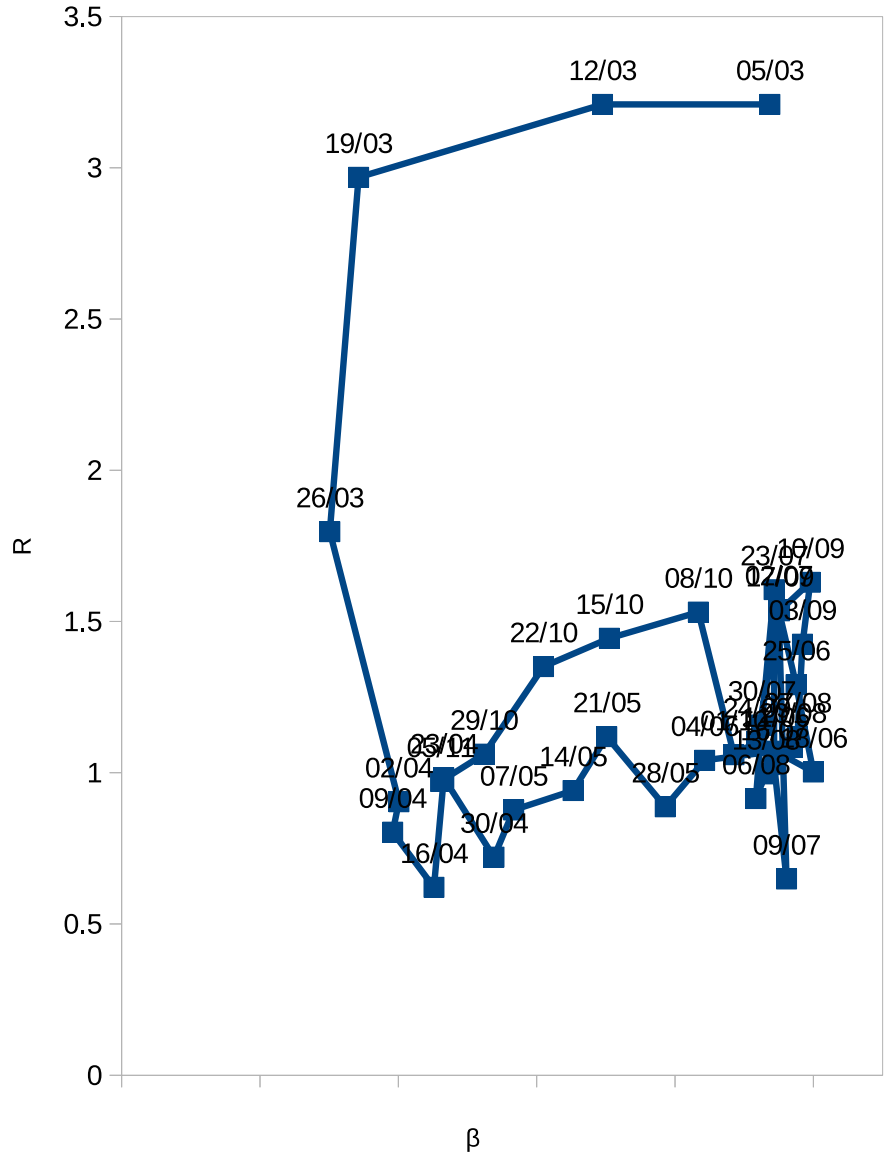


Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků

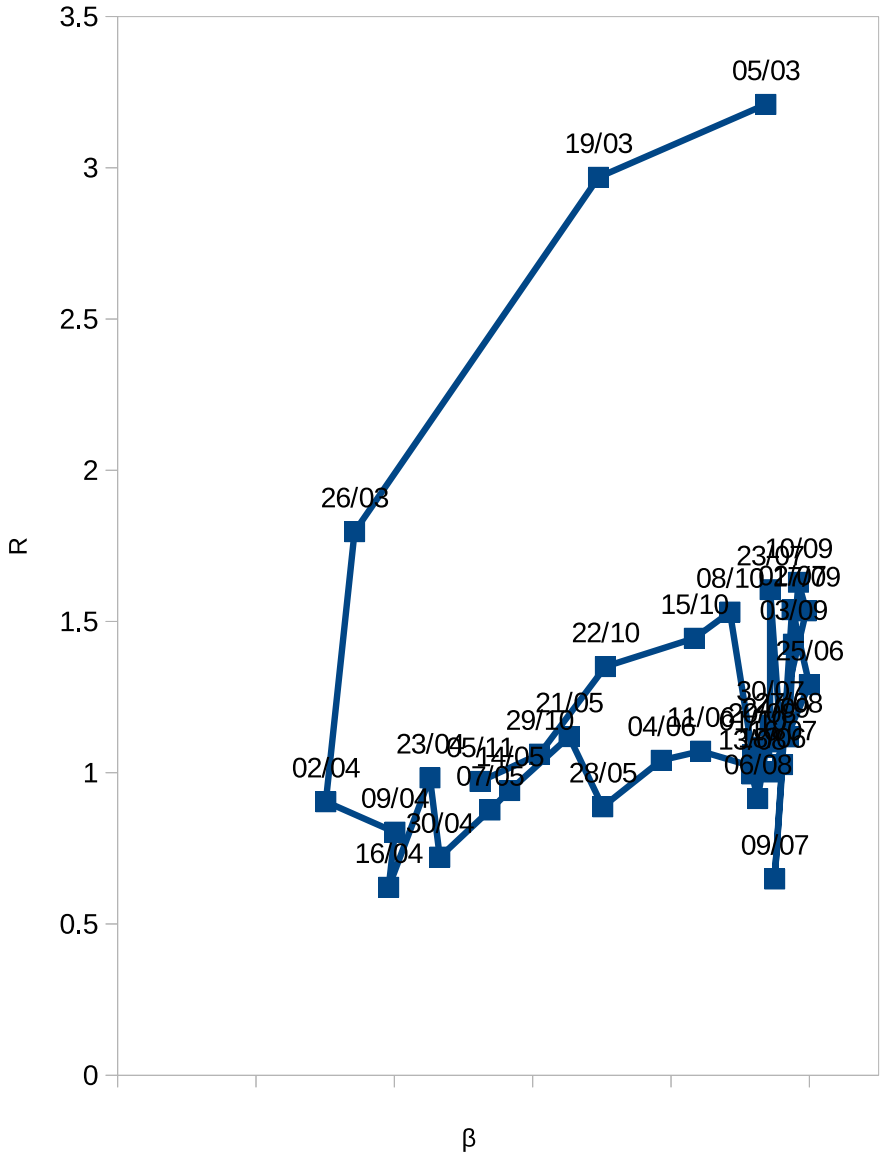


Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před týdnem

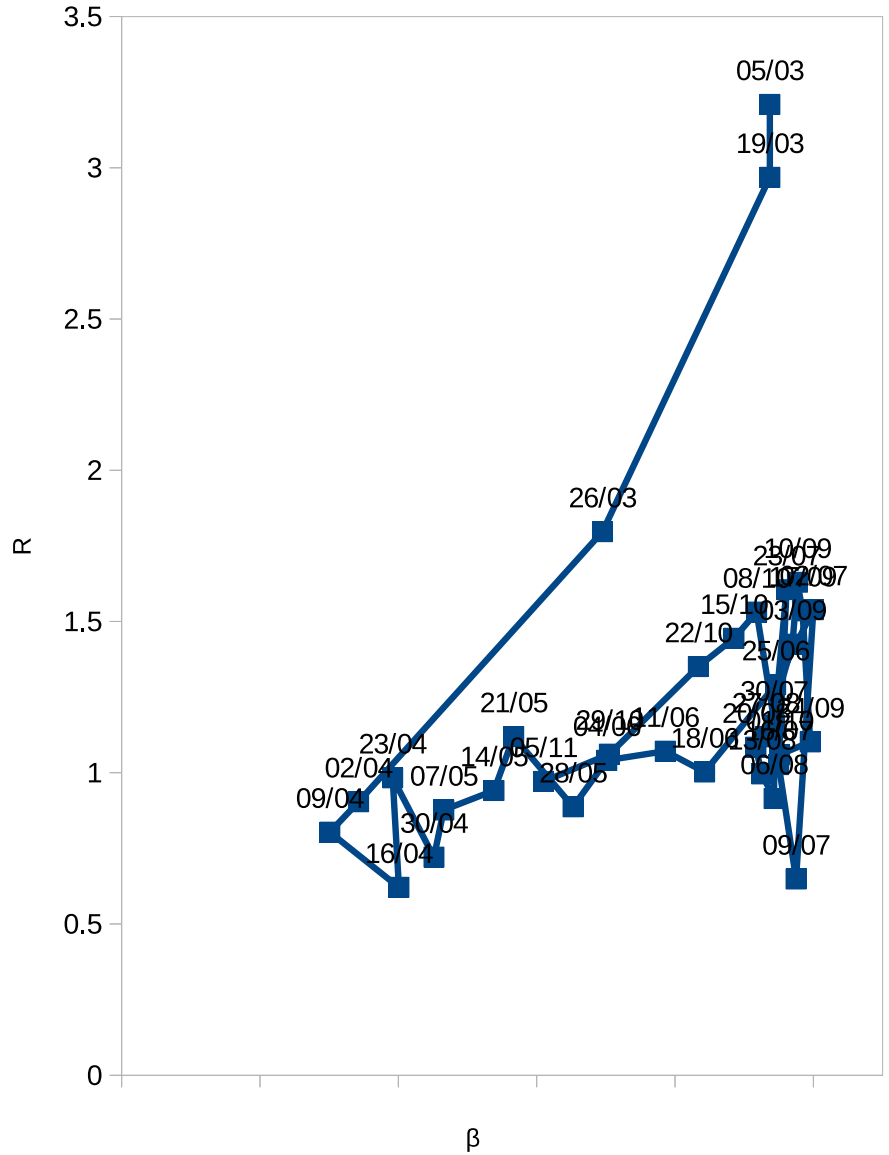


Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny



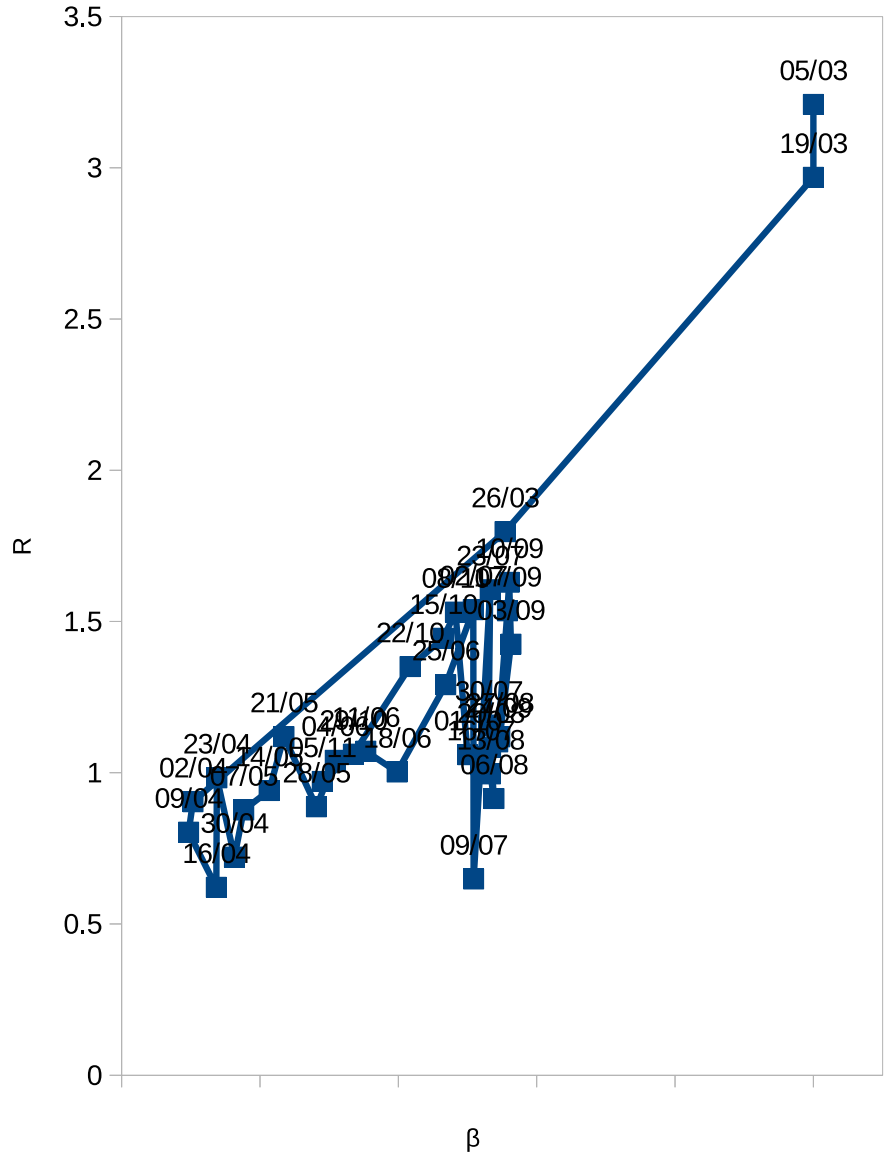
Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny

$\times$ osobní ochrana



Model S

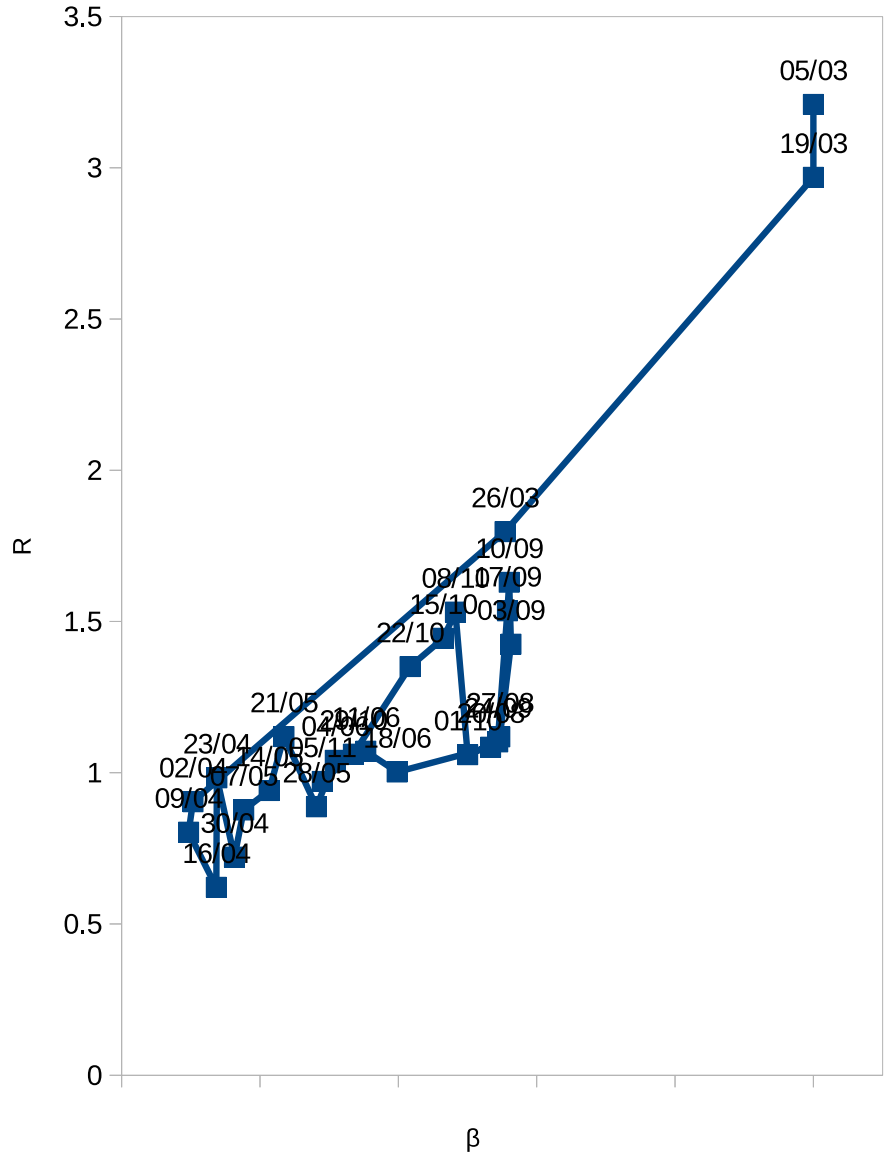
$$R \doteq \beta\alpha$$

$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny

$\times$ osobní ochrana

bez lokálních "vzplanutí"



Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

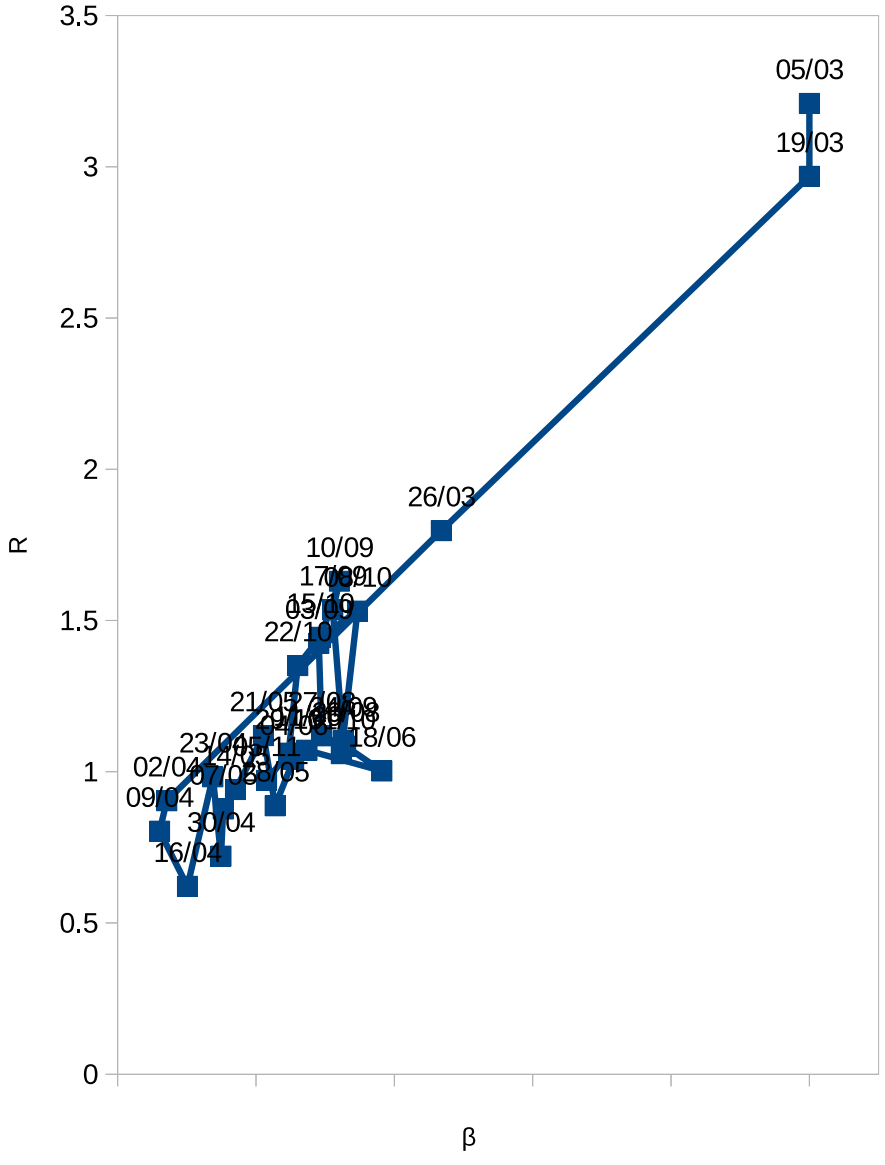
$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny

$\times$ osobní ochrana

bez lokálních "vzplanutí"

$\beta = \beta - c \times$ google parks



Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

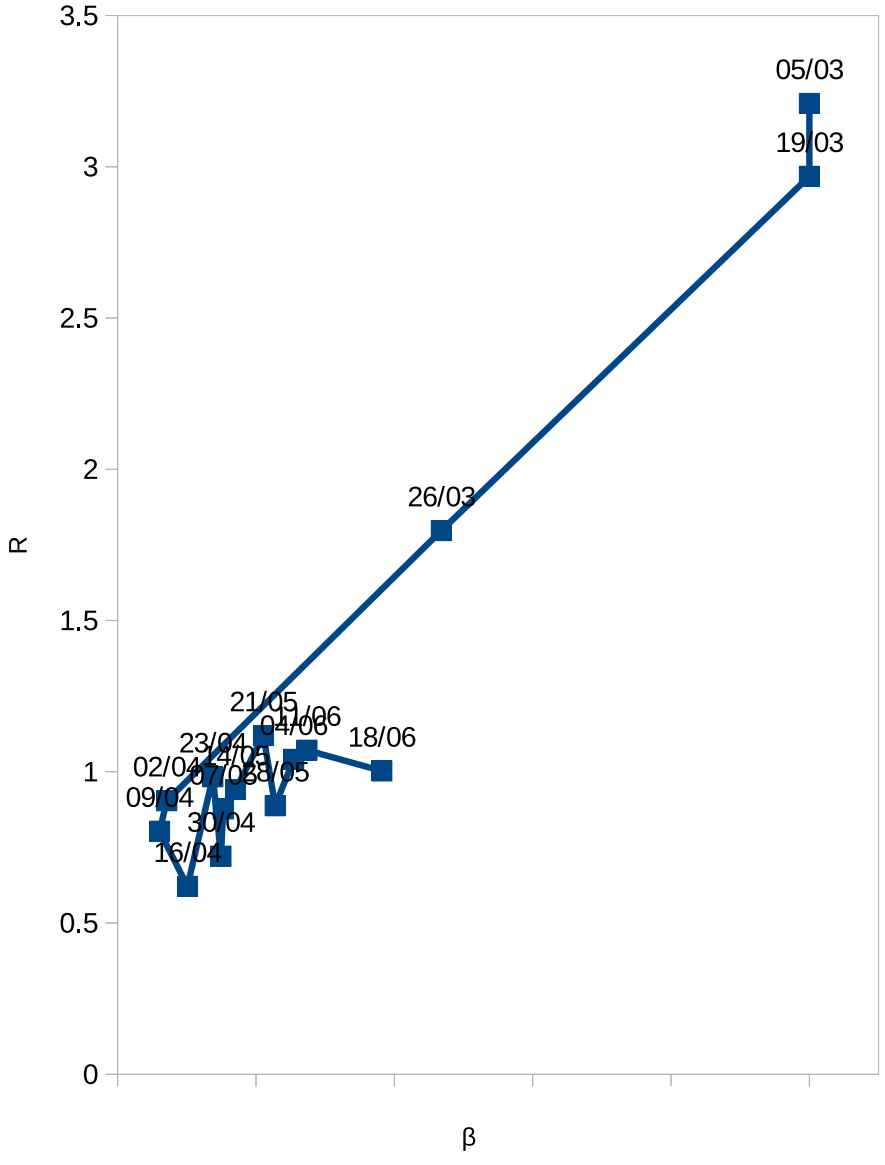
$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny

$\times$ osobní ochrana

bez lokálních "vzplanutí"

$\beta = \beta - c \times$ google parks



Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

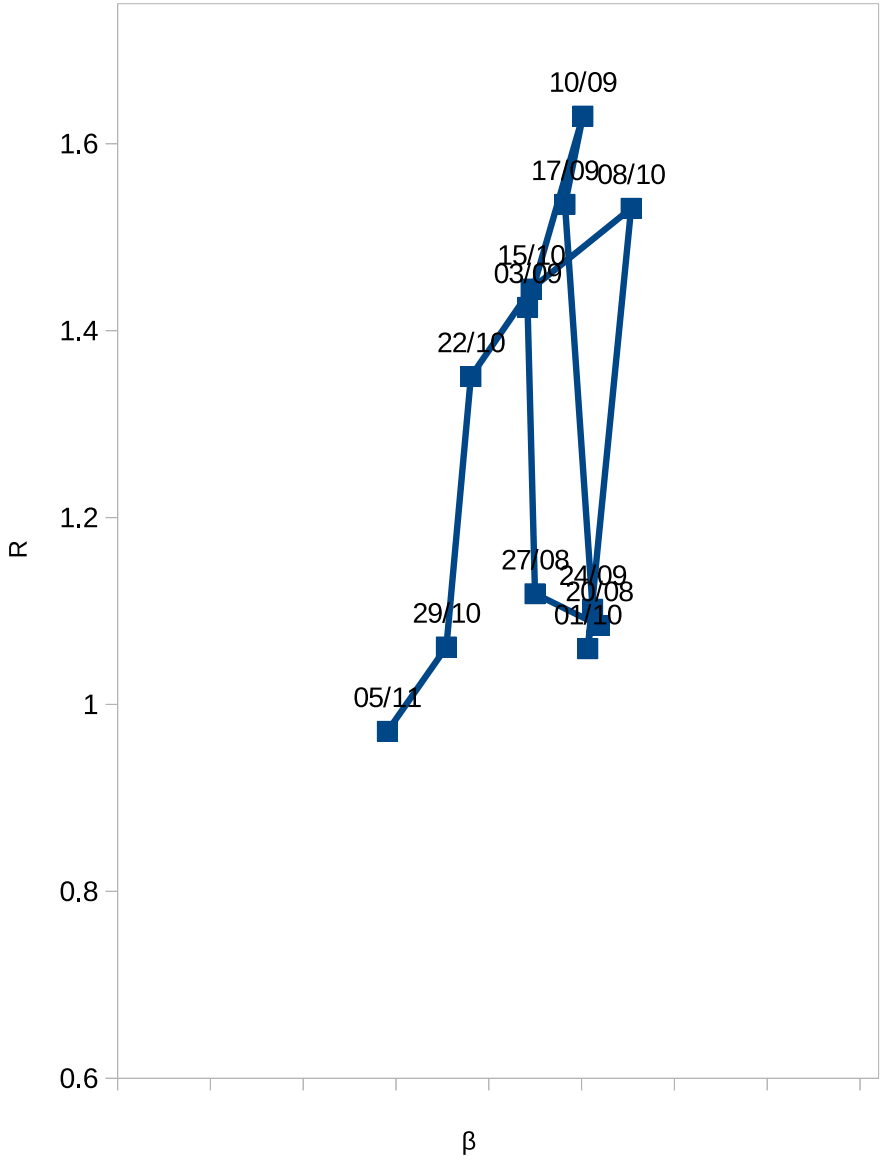
$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny

$\times$ osobní ochrana

bez lokálních "vzplanutí"

$\beta = \beta - c \times$ google parks



Model S

$$R \doteq \beta\alpha$$

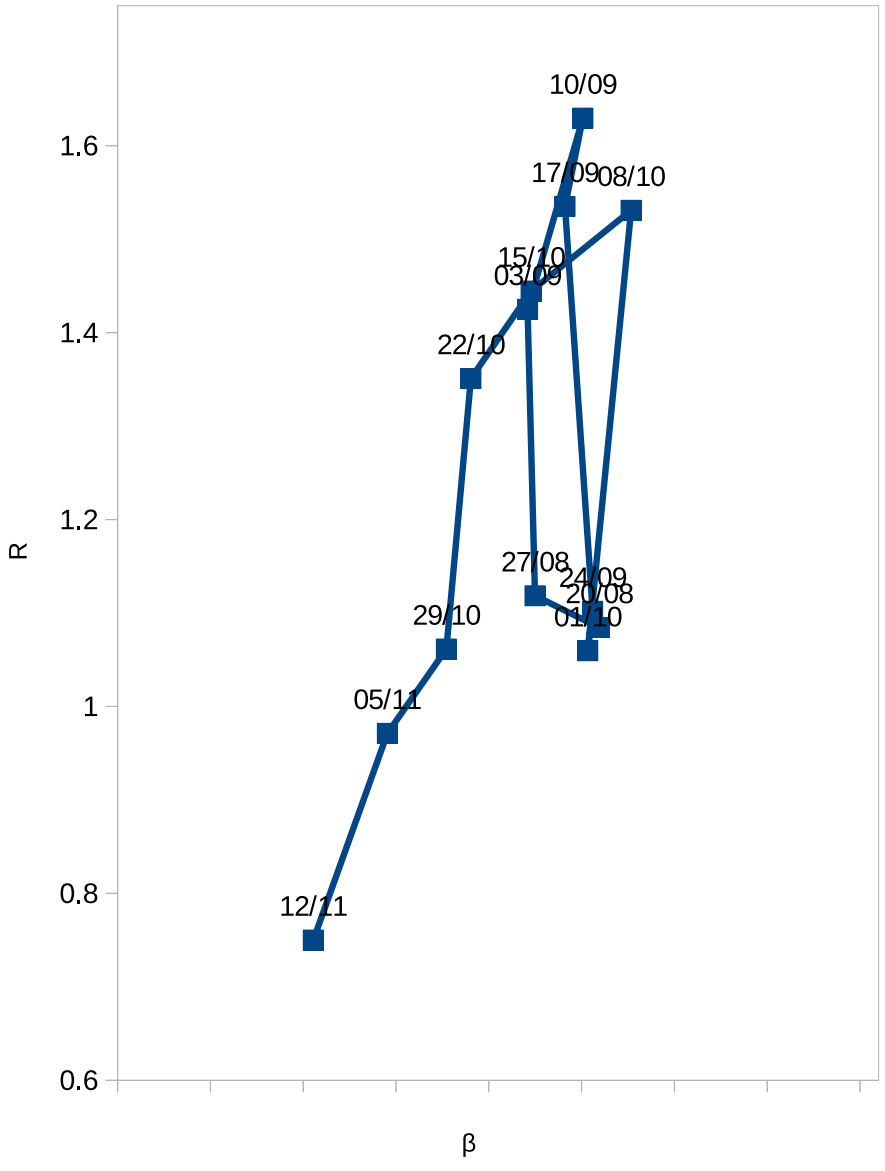
$\alpha \doteq$ doba infekčnosti

$\beta \sim \#$ kontatků před 2 týdny

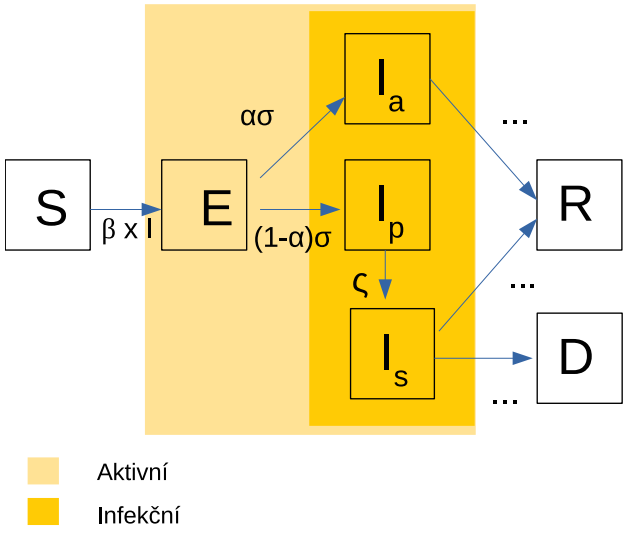
$\times$ osobní ochrana

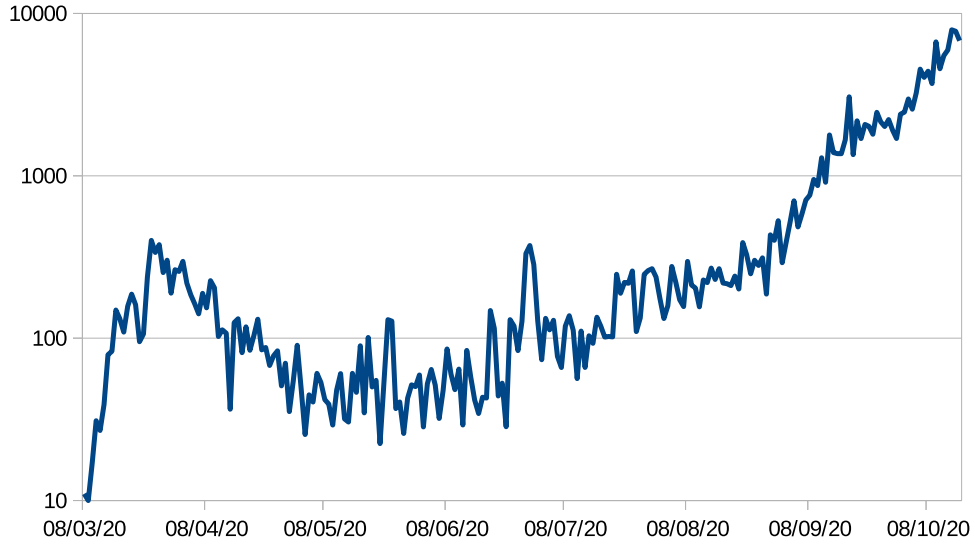
bez lokálních "vzplanutí"

$\beta = \beta - c \times$ google parks



Model F (heteroskedastický Kalmanův filtr)





$\beta_t = b \times c_t \times e^{-\omega p_t}$ – intenzita nákazy

c_t – redukce kontaktů

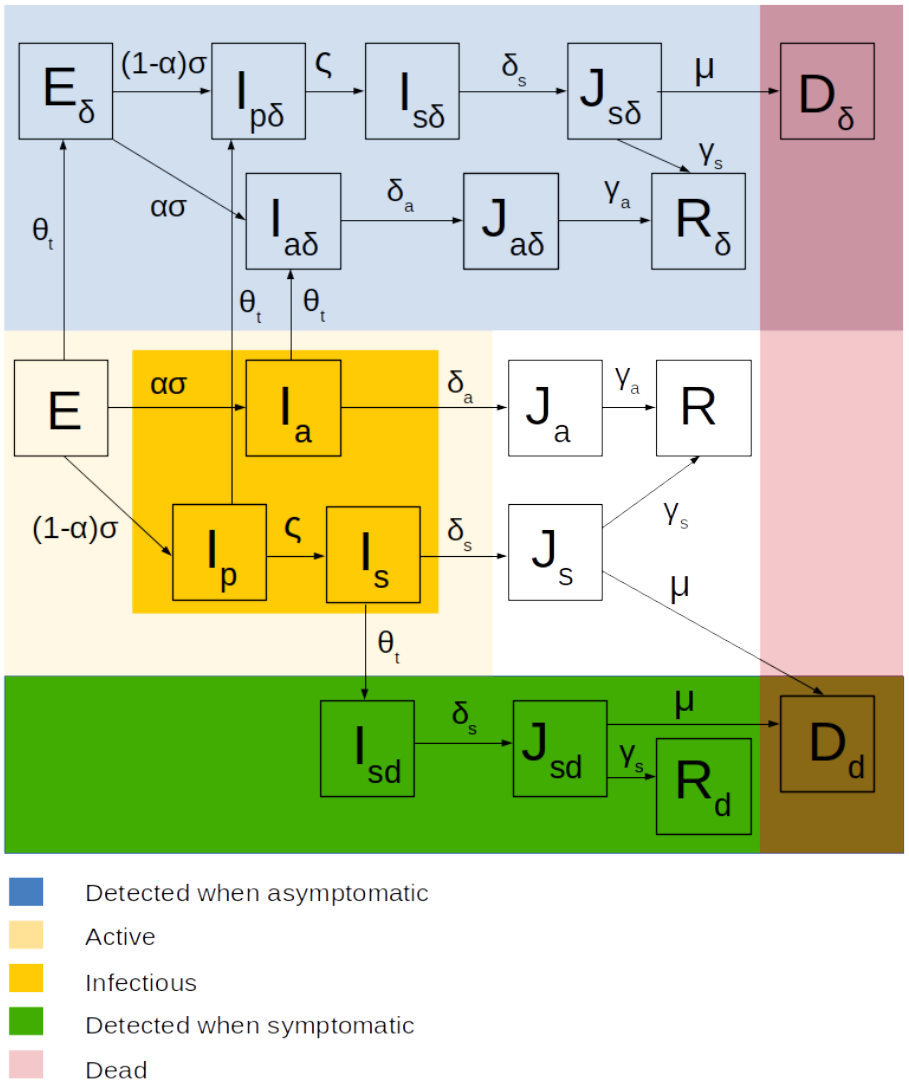
p_t – míra osobní ochrany

α – (daný) podíl asymptomatických,

ω – (odhadovaný) parametr

σ, ς, b – parametry dané povahou nemoci

Detekce a karanténa

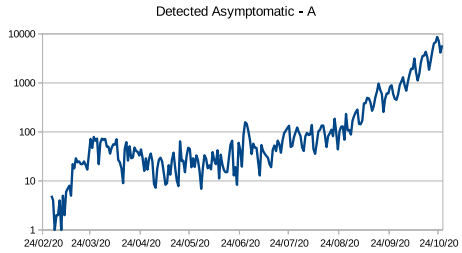


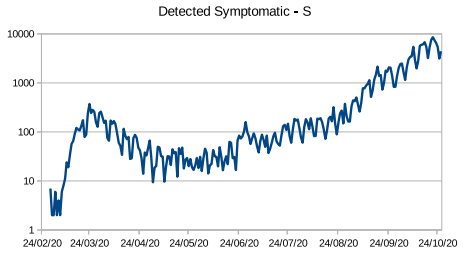
- Každý symptomatický (I_s) se s pravděpodobností η sám nechá testovat (a je detekován).
- Každý aktivní (E_a, I_a, I_p, I_s) je s pravděpodobností θ poslán do karantény (a je následně detekován).

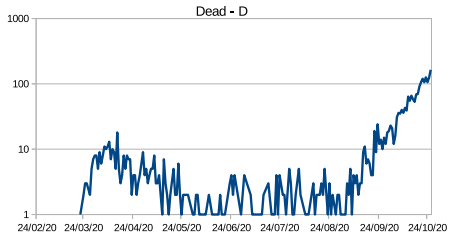
Pravděpodobnosti η a θ jsou neznámé, pro začátek konstantní.

Data

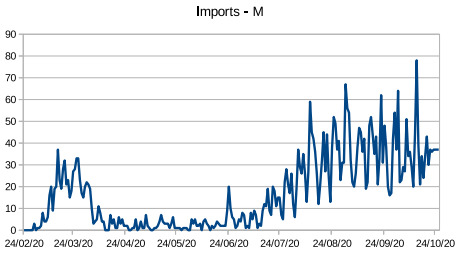
Závislé proměnné:

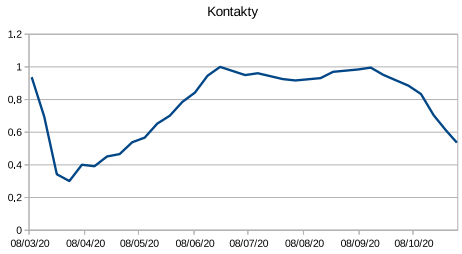


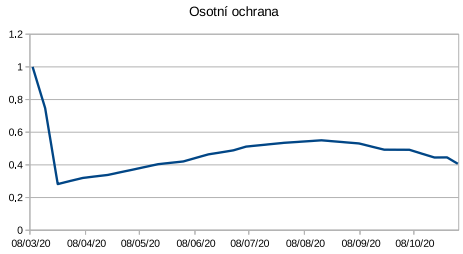




Nezávislé proměnné:





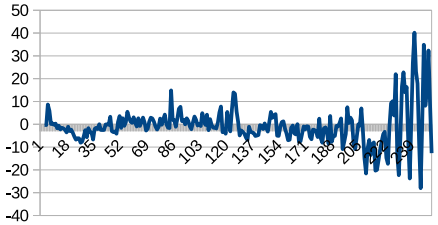
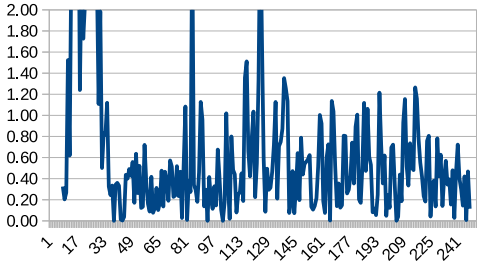
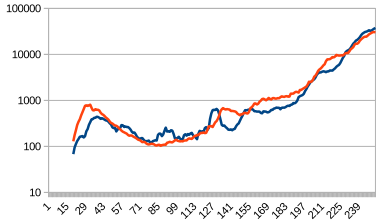
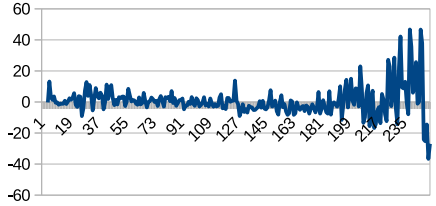
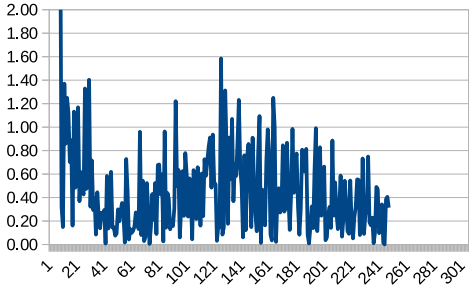
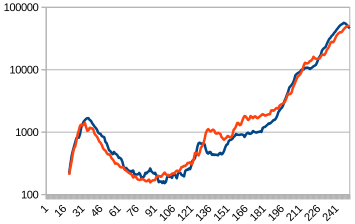
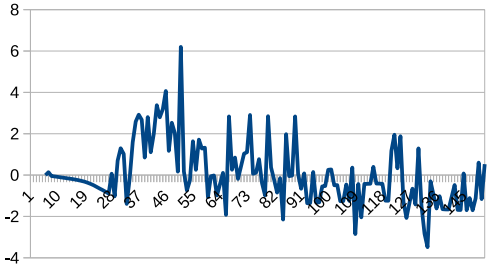
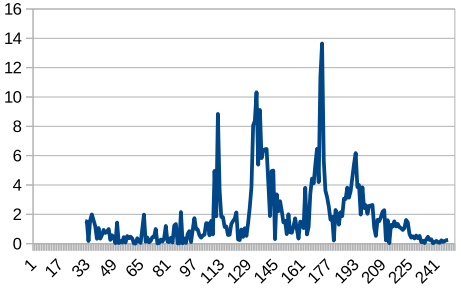
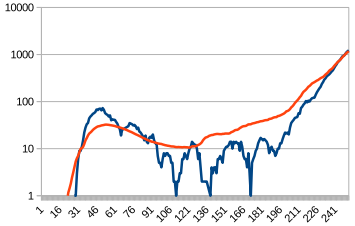


Odhad

Vážené nejmenší čtverce (váhy – průměrný přírůstek)

Par.	hodnota	"p-hodnota"	pozn
ι	1.82882	0.0000^{***}	násobek importu
b	1.19497	0.0001^{***}	$\beta = bc_t e^{-\omega p_t}$
ω	2.30022	0.0220^{**}	
Δ	5.14679	0.0000^{***}	zpoždění c_t a p_t
μ	0.00198165	0.0000^{***}	prst. úmrtí
θ	0.0347199	0.0000^{***}	izolace asymptomatických
η	0.644159	0.0000^{***}	izolace asymp.

Výsledky

	Standardní residua	Stamdardní MAE	Předpověď 7 dní
A			
S			
D			

”Issues”

- Heteroskedasticita
- Trend v úmrtích
- Kolinearita/skoroneidentifikovatelnost
- Špatné vysvětlení A (i S) v první vlně a o prázdninách

”Issues”

- Heteroskedasticita
  - Do modelu lze přidat šum závislých hodnot, pak se ale horší předpověďi. Řešení: dvoustupňový odhad
- Trend v úmrtích
- Kolinearita/skoroneidentifikovatelnost
- Špatné vysvětlení A (i S) v první vlně a o prázdninách

"Issues"

- Heteroskedasticita
  - Do modelu lze přidat šum závislých hodnot, pak se ale horší předpověďi. Řešení: dvoustupňový odhad
- Trend v úmrtích
  - Způsobeno změnou věku nemocných, vyřešilo by přidání věkových kohort (zatím není plánováno)
- Kolinearita/skoroneidentifikovatelnost

- Špatné vysvětlení A (i S) v první vlně a o prázdninách

"Issues"

- Heteroskedasticita
  - Do modelu lze přidat šum závislých hodnot, pak se ale horší předpověďi. Řešení: dvoustupňový odhad
- Trend v úmrtích
  - Způsobeno změnou věku nemocných, vyřešilo by přidání věkových kohort (zatím není plánováno)
- Kolinearita/skoroneidentifikovatelnost
  - Zafixování některých parametrů (pak ale nelze odhadovat skutečné počty nakažených)
- Špatné vysvětlení A (i S) v první vlně a o prázdninách

"Issues"

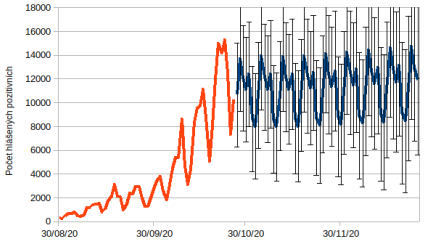
- Heteroskedasticita
  - Do modelu lze přidat šum závislých hodnot, pak se ale horší předpověďi. Řešení: dvoustupňový odhad
- Trend v úmrtích
  - Způsobeno změnou věku nemocných, vyřešilo by přidání věkových kohort (zatím není plánováno)
- Kolinearita/skoroneidentifikovatelnost
  - Zafixování některých parametrů (pak ale nelze odhadovat skutečné počty nakažených)
- Špatné vysvětlení A (i S) v první vlně a o prázdninách
  - Bohatší parametrizace θ

Aplikace 1: Scénáře vývoje od 28. října

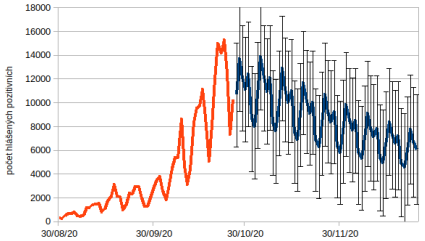
Tři varianty redukce kontaktů.

F

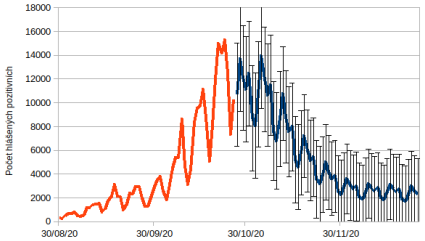
60%



50%

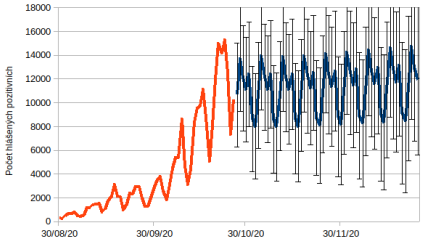
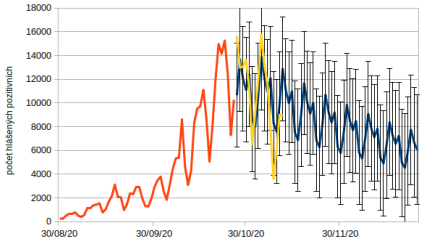
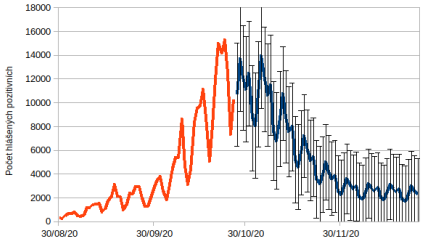


4 t 35%, pak 50%



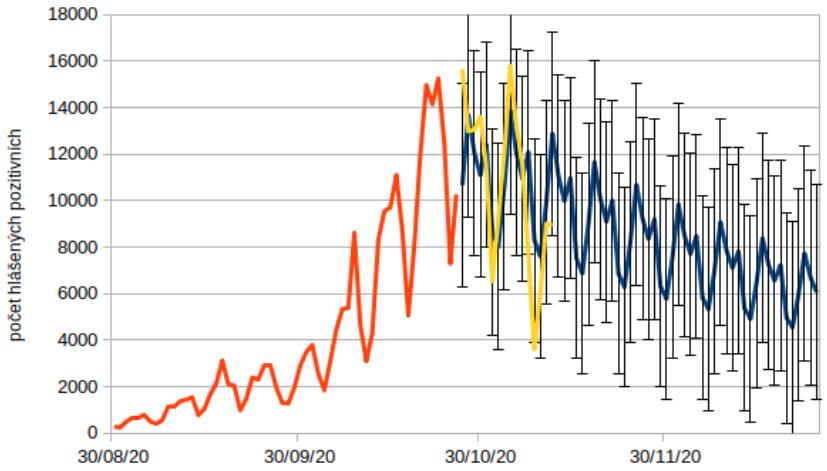
Aplikace 1: Scénáře vývoje od 28. října

Tři varianty redukce kontaktů.

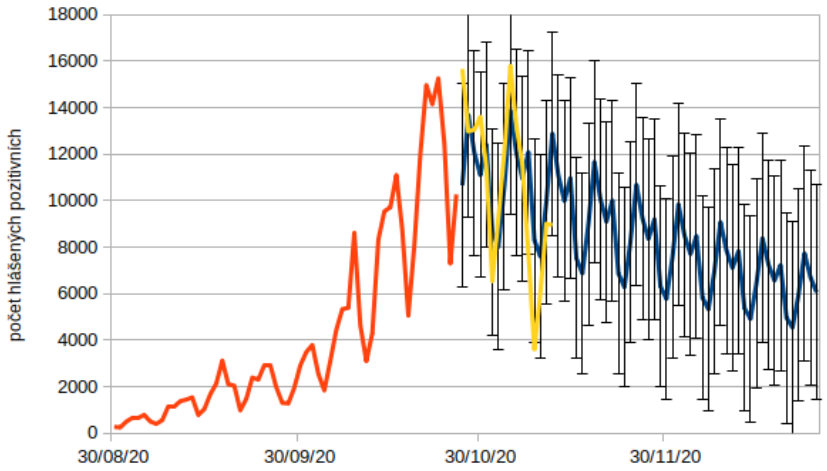
	60%	50%	4 t 35%, pak 50%
F			

Předběžné výsledky PAQ: 26.10.-1.11.: 56%, 2.11.-8.11: 53%

Aplikace 1: Scénáře vývoje od 28. října



Aplikace 1: Scénáře vývoje od 28. října



(Použita starši verze bez Δ s θ_t po částech lineární.)

Aplikace 2: Plošné testování

Úroveň kontaktů 50%, účast 70%, senzitivita testu 70%

(=49% odhalených)

Dvě varianty:

- Jedno kolo 15.11.
- Dvě kola: 15.11. a 29.11.

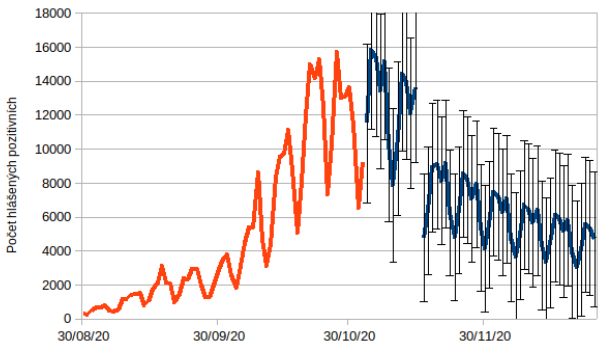
Aplikace 2: Plošné testování

Úroveň kontaktů 50%, účast 70%, senzitivita testu 70%

(=49% odhalených)

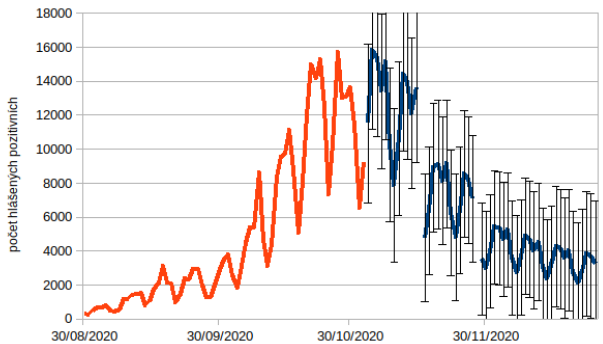
15.11.

70 tis. odhalených



15.11 a 29.11

130 tis. odhalených



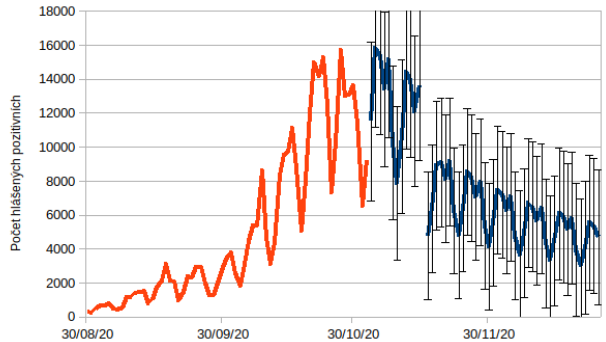
Aplikace 2: Plošné testování

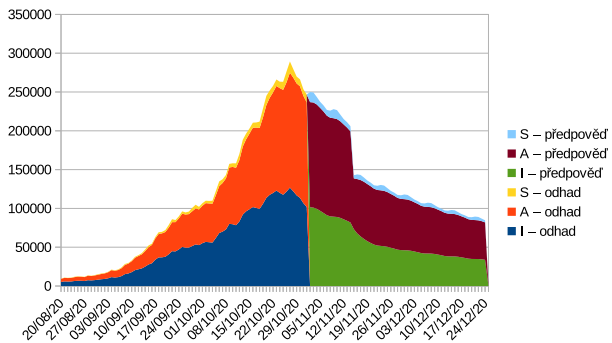
Úroveň kontaktů 50%, účast 70%, senzitivita testu 70%

(=49% odhalených)

15.11.

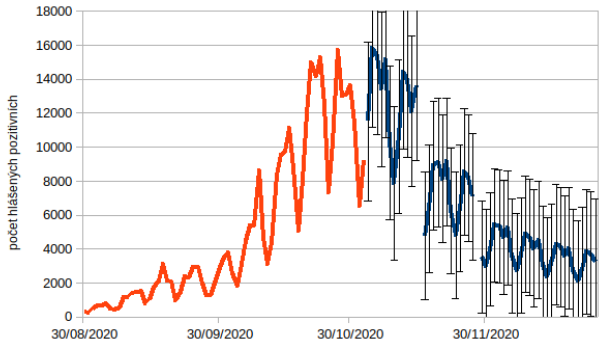
70 tis. odhalených

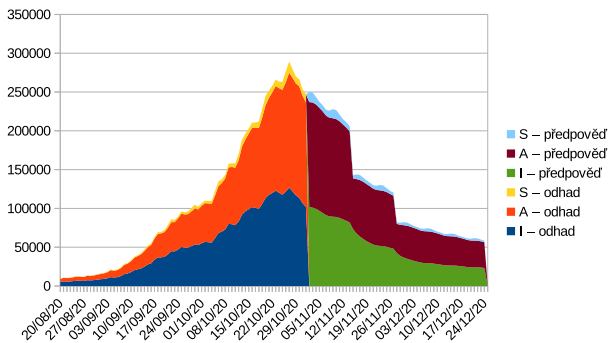




15.11 a 29.11

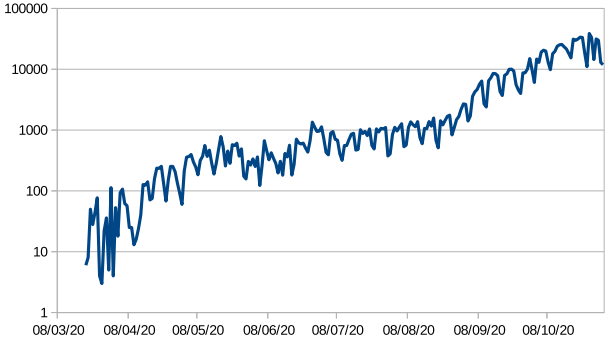
130 tis. odhalených



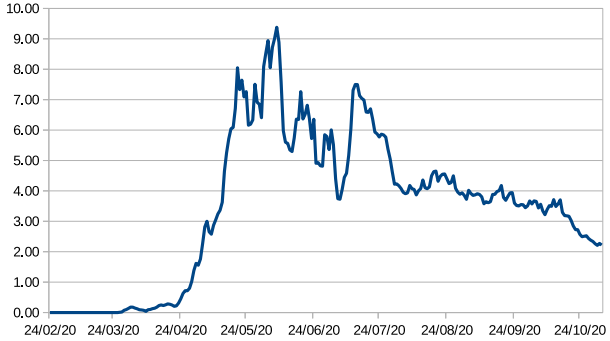


Verze s karanténou (work in progress)

volání z Daktely



volání na hlášeného

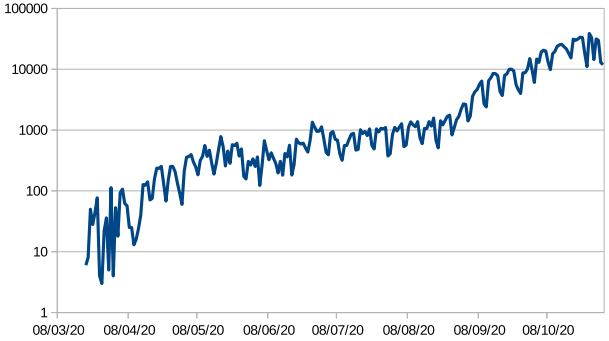


$$\theta_t = \theta_0 + \lambda(\#\text{ na hlášeného}) + f(t)$$

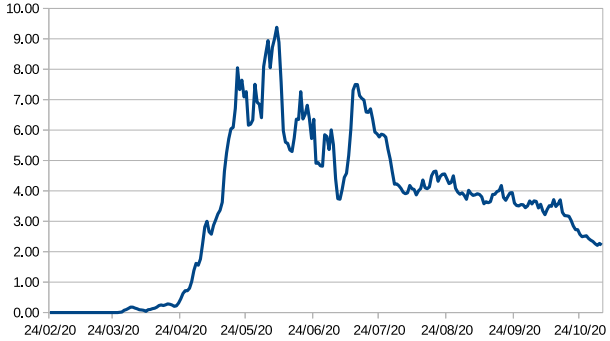
λ je parametr, $f(t)$ je odhadnutá funkce, od září nulová (callcentra se připojují postupně),

Verze s karanténou (work in progress)

volání z Daktely



volání na hlášeného



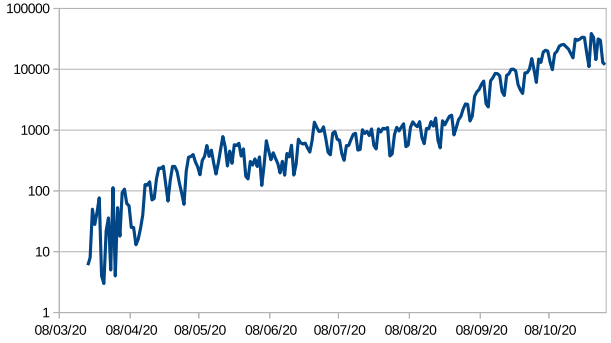
$$\theta_t = \theta_0 + \lambda(\#\text{ na hlášeného}) + f(t)$$

λ je parametr, $f(t)$ je odhadnutá funkce, od září nulová (callcentra se připojují postupně),

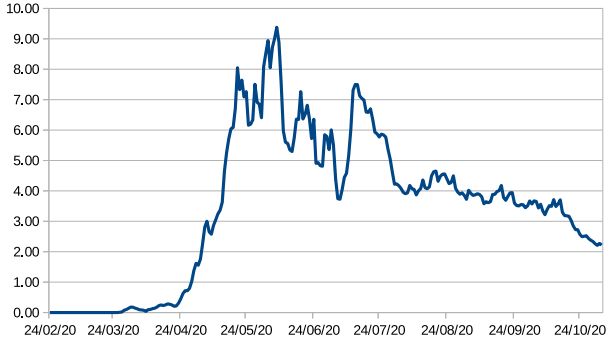
$\lambda = 0.0019(\pm 0.0002)^{***}$ - do budoucna lze modelovat i trasování.

Verze s karanténou (work in progress)

volání z Daktely

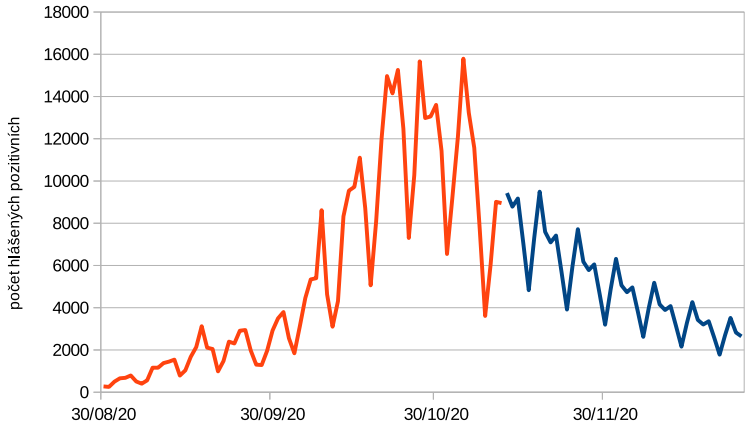


volání na hlášeného



$$\theta_t = \theta_0 + \lambda(\#\text{ na hlášeného}) + f(t)$$

λ je parametr, $f(t)$ je odhadnutá funkce, od září nulová (callcentra se připojují postupně),



Pokus s imunizací (work in progress)

$$\beta_t = b \times c_t \times e^{-\omega p_t} \times (1 - \nu m_t)$$

m_t je podil těch, co oficiálně prošli nemocí, ν je parametr

Pokus s imunizací (work in progress)

$$\beta_t = b \times c_t \times e^{-\omega p_t} \times (1 - \nu m_t)$$

m_t je podil těch, co oficiálně prošli nemocí, ν je parametr

$\nu = 0.88(\pm 0.59)^*$

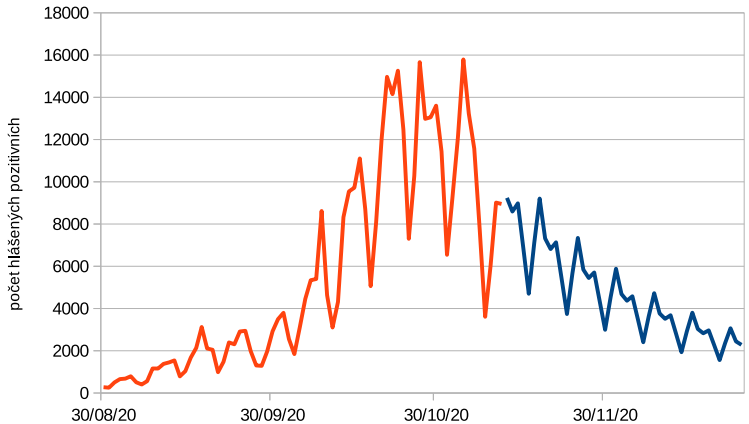
Pokus s imunizací (work in progress)

$$\beta_t = b \times c_t \times e^{-\omega p_t} \times (1 - \nu m_t)$$

m_t je podil těch, co oficiálně prošli nemocí, ν je parametr

$\nu = 0.88(\pm 0.59)^*$

Předpověď



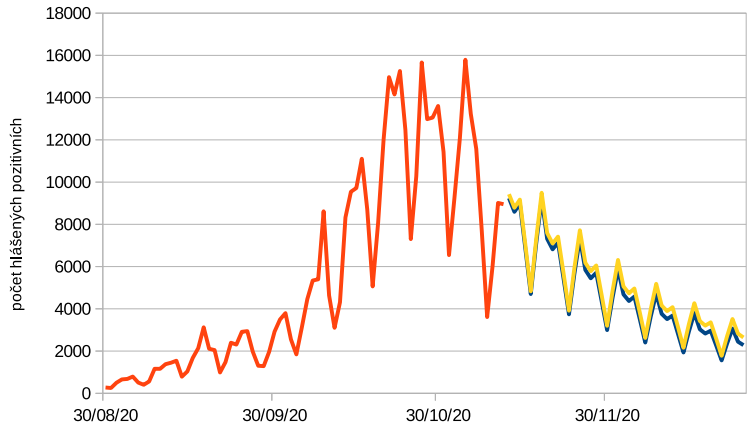
Pokus s imunizací (work in progress)

$$\beta_t = b \times c_t \times e^{-\omega p_t} \times (1 - \nu m_t)$$

m_t je podil těch, co oficiálně prošli nemocí, ν je parametr

$\nu = 0.88(\pm 0.59)^*$

Srovnání s modelem bez imunizace



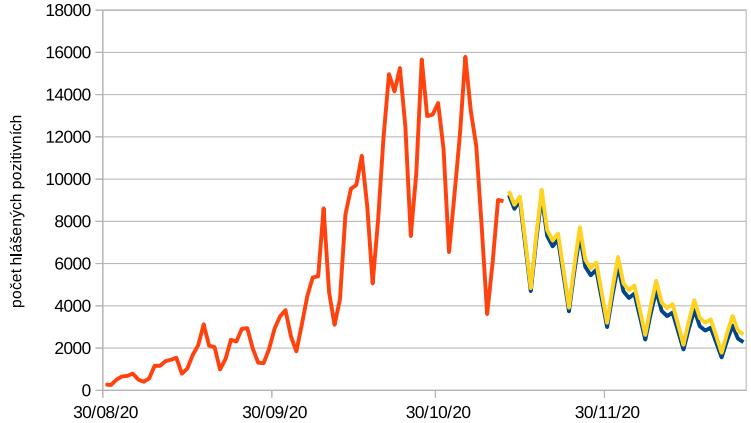
Pokus s imunizací (work in progress)

$$\beta_t = b \times c_t \times e^{-\omega p_t} \times (1 - \nu m_t)$$

m_t je podil těch, co oficiálně prošli nemocí, ν je parametr

$\nu = 0.88(\pm 0.59)^*$

Srovnání s modelem bez imunizace



$\Rightarrow$ Imunizace pomůže jen málo (větší odhadnutá nakažlivost)

Děkuji za pozornost.