

VYSOKÉ UČENIE TECHNICKÉ V BRNE

Fakulta informačných technológií



Modelovanie a simulácie
2020/2021

Simulačná správa

Epidemiologické modely na makro-úrovni

Varianta číslo 2

Martin Škorupa (xskoru00)
Diana Barnová (xbarno00)

7. decembra 2020

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Riešitelia a zdroje informácií	1
1.2	Overenie validity modelu	1
2	Rozbor témy a metodika	1
2.1	Postupy a technológie	2
3	Koncepcia	2
3.1	Popis konceptuálneho modelu	2
3.2	Forma konceptuálneho modelu	3
4	Architektúra simulačného modelu	5
4.1	Popis jednotlivých metód a triedy <code>Population</code>	6
4.1.1	Trieda <code>Population</code>	6
5	Simulačné experimenty	7
5.1	Experimenty	8
5.1.1	Experiment 1	8
5.1.2	Experiment 2	9
5.1.3	Experiment 3	9
5.2	Záver vyplývajúci z experimentov	9
6	Záver	11

1 Úvod

Táto práca bola vytvorená ako projekt z predmetu Modelovanie a simulácie. Téma tejto práce sú epidemiologické modely na makro-úrovni. V tejto práci je riešený proces zostavenia simulačného modelu pre implementáciu priebehu ochorenia COVID-19, ktoré je spôsobené novým typom koronavírusu s odborným označením SARS-CoV-2, na území Českej republiky a jeho nasledovnej simulácie. Priebeh tohoto ochorenia bude znázornený na základe série experimentov spúšťaných nad modelom. Zmyslom projektu je demonštrovať priebeh rozšírenia epidémie s dôrazom na preskúmanie nutnosti jednotlivých opatrení.

1.1 Riešitelia a zdroje informácií

Autormi tohoto projektu ako aj simulačnej štúdie sú Diana Barnová a Martin Škorupa. Zdroje informácií ako aj dát, ktoré sú využité v tejto práci sme čerpali hlavne z oficiálnych stránok Českého štatistického úradu a Ministerstva zdravotníctva ČR.

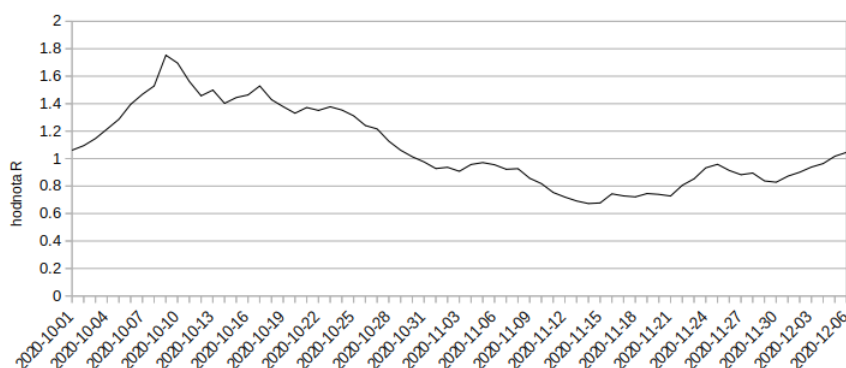
1.2 Overenie validity modelu

Naša práca sa drží oficiálnych informácií, ktoré sú zverejnené na stránke mzcr.cz ako aj ostatných vedeckých článkov, ktoré sú uvedené na konci tejto štúdie v sekcii Literatúra.

2 Rozbor témy a metodika

Jedná sa o epidemiologický model, ktorý popisuje vývoj akútneho infekčného respiračného ochorenia. Reprezentuje dynamiku tohto ochorenia v populácii, ktorá sa vyznačuje reprodukčným číslom.

Reprodukčné číslo (R) je štatistický výpočet, ktorý označuje koľko ľudí môže priemerne nakaziť jeden nainfikovaný pacient. Aby sa pandémia šírila je potrebné aby číslo R bolo väčšie ako 1, pokiaľ je toto číslo pod hodnotou 1 znamená to, že je pandémia na ústupe. Všeobecné reprodukčné číslo ochorenia SARS-CoV-2 je v rozmedzí 2.4 a 3.3, toto číslo sa líši vzhľadom k pohybu obyvateľstva, zavádzaniu opatrení, náchylnosti populácie, atď. V tomto pohľade to znamená, že každý nainfikovaný človek môže preniesť nákazu na ďalších 2 až 3 ľudí¹.



Obr. 1: Vývoj reprodukčného čísla za uplynulé dva mesiace na území ČR.

¹Peiris et al., 2004; Zhu et al., 2020

V proti-epidemickom systéme ČR (PES)[1], ktorý označuje stupeň pohotovosti podľa aktuálnej epidemiologickej situácie, vstupuje do výpočtu indexu rizika² v súlade s publikovanou metodikou zjednodušený odhad reprodukčného čísla, ktorý predstavuje prostý podiel sedmi denných okien vzájomne posunutých o užívanou priemernú dĺžku sériového intervalu (5 dní). Nadobúda v bodovom hodnotení možných hodnôt od 0 (minimálne riziko) do 100 (maximálne riziko). Od stupňa pohotovosti sa potom odvíjajú jednotlivé opatrenia na zastavenie šírenia ochorenia ako napríklad:

Udržiavanie rozstupov	R o 75% menšie [2]
Domáca izolácia (zatvorenie škôl, home-office)	zníženie kontaktu s ľuďmi o 75% [6]
Dezinfekcia	69% zníženie rizika nákazy [6]
Nosenie rúšok	74% až 90% zníženie rizika nákazy [3]

Tabuľka 1: Základné opatrenia.

Podľa niektorých štúdií, cirka 25% až 50% osôb s ochorením COVID-19 má slabé príznaky alebo sú úplne asymptomatický³, takýto ľudia, môžu byť teda najaktívnejšími prenášačmi ochorenia[4].

Liečba trvá približne 7 až 10 dní[6].

2.1 Postupy a technológie

Na implementáciu sme využili programovací jazyk C++, ktorý umožňuje objektový návrh. Tiež sme využili knižnice, ktoré tento jazyk ponúka ako napríklad *cstdlib* alebo *random*. Keďže náš model nie je systémom hromadnej obsluhy, nebolo nutné použiť žiadnu knižnicu určenú na simulovanie.

3 Konceptia

Konceptuálny model je založený na stretávaní sa ľudí podľa priemernej hustoty zaľudnenia. Každý človek sa potom môže podľa rôznych kritérií (ako napríklad dodržiavanie alebo nedodržiavanie opatrení, náchylnosť na ochorenie,...) nakaziť.

3.1 Popis konceptuálneho modelu

Jedinci v populácii sa v každom okamihu nachádzajú v jednom zo stavov (kompartmentov), čiže sa jedná o stavový (kompartmentový) model. Tento model sa delí na tri základné kategórie podľa obmedzenia pohybu, čiže schopnosti šíriť nákazu na:

- voľný pohyb - zdravý alebo bezpríznakový
- hospitalizovaný
- v domácej karanténe

Populácia začína šíriť nákazu pri stretnutí sa. Ak sa človek nakazí, môže mať buď to slabé príznaky, silné príznaky alebo môže byť bezpríznakový prenášač. Podľa tohoto rozdelenia sa ďalej správa:

²Hodnoty indexu rizika sú podkladom pre týždenné vyhodnotenie epidemickej situácie, ktorého výstupom je stanovenie stupňa pohotovosti pre ČR, prípadne pre jednotlivé kraje.

³nevykazujú žiadne príznaky ochorenia

- slabé príznaky - takto nakazený človek sa s istou pravdepodobnosťou rozhodne či sa izoluje alebo bude ignorovať skutočnosť nákazy
- silné príznaky - pacient okamžite žiada o hospitalizáciu do nemocnice a pokiaľ nemá dosť kapacity tak sa o to pacient pokúša znova, kým sa mu neuvoľní lôžko[8]
- bezpríznakový - vracia sa do spoločnosti, voľne sa pohybuje a je prenášačom

Do nemocnice (stav hospitalizovaný) sa môže dostať pacient aj z domácej karantény⁴. Pri liečení sa, či už v nemocnici alebo doma, môžu nastať dva scenáre a to že sa pacient vylieči alebo zomrie⁵

Vyliečený pacienti sa vrátia do spoločnosti alebo ostanú doma v izolácii aj naďalej (prechod paranoidný⁶).

3.2 Forma konceptuálneho modelu

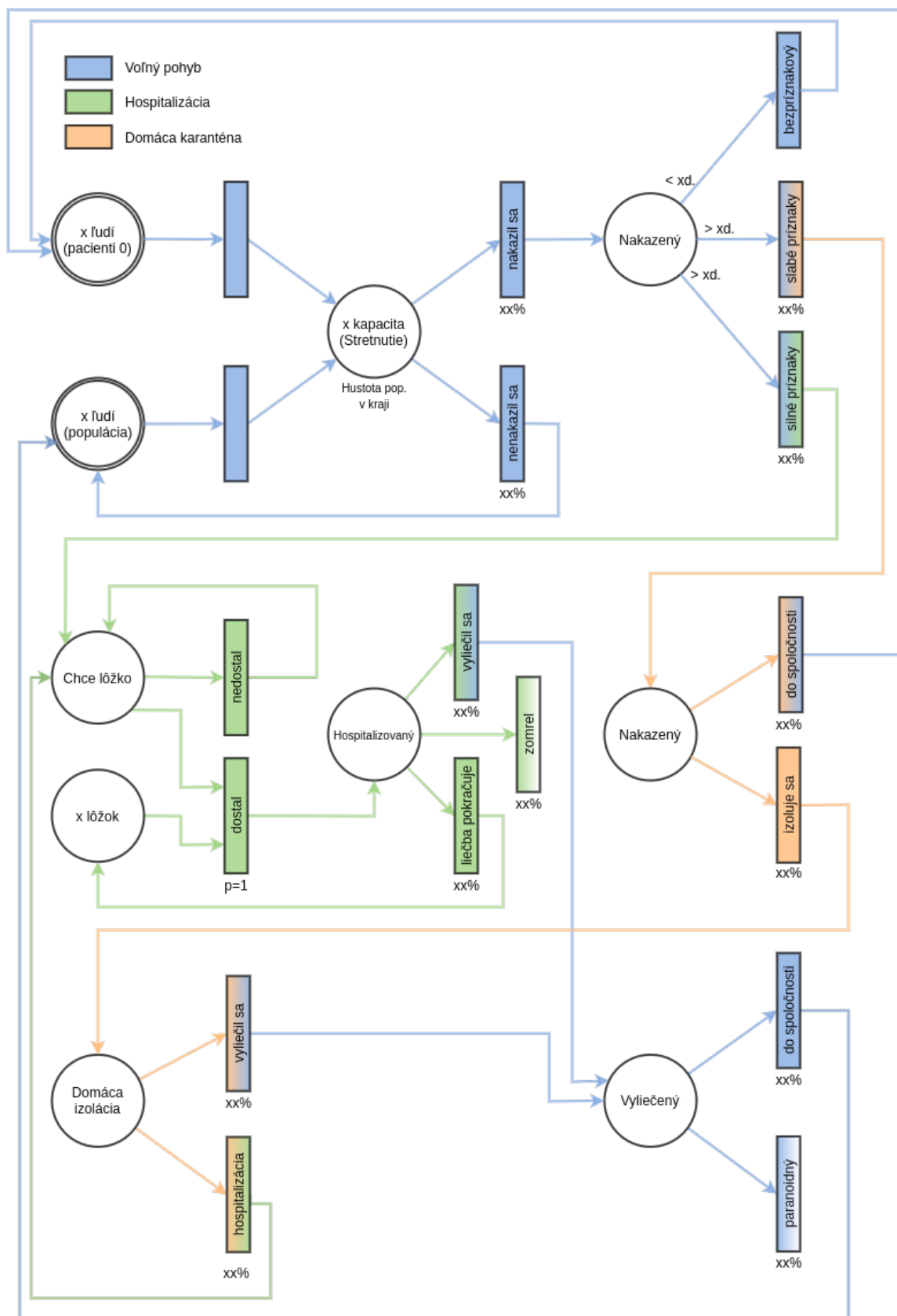
Na základe údajov a faktov uvedených vyššie bol vytvorený konceptuálny model šírenia ochorenia Covid-19.

⁴Po týždni môže pacient, kvôli zhoršeniu dýchania vyžadovať hospitalizáciu - približne u 20% pacientov, ktorý sa liečia v domácej karanténe[6]

⁵Priemerná celosvetová mortalita sú 3%[6].

⁶pre zjednodušenie modelu sme uvažovali, že si svoje rozhodnutie nerozmýšlia a zostanú doma počas celej doby trvania simulácie

Obr. 2: Konceptuálny epidemiologický model.



4 Architektúra simulačného modelu

Implementácia bola vytvorená na základe konceptuálneho (abstraktného) modelu a dát získaných z oficiálnej stránky PES[1]. V simulačnom programe je možné niektoré hodnoty ovplyvňujúce priebeh zmeniť pomocou parametrov.

Program prijíma nasledujúce argumenty a to s hodnotami celých nezáporných čísiel:

- `simDays` - Dĺžka simulácie v dňoch
- `population` - Celková populácia
- `initSick` - Počet chorých ľudí v prvý deň simulácie
- `incubPeriod` - Doba, po ktorej ľudia nadobudnú mierne alebo vážne známky choroby
- `infectSince` - Počet dní choroby, po ktorých sa človek stáva nákazlivým.
- `avgDailyInter` - Počet náhodných ľudí, ktorých za deň človek stretne na verejnosti
- `hospCap` - Celková lôžková kapacita v nemocniciach
- `CgetSick` - Šanca infikovania po styku s infekčnou osobou (v %)
- `ChealthyAtHome` - Šanca preventívnej dobrovoľnej domácej karantény po stretnutí s infekčnou osobou (v %)
- `CmildSympt` - Šanca nadobudnutia miernych známk choroby po uplynutí inkubačnej doby (v %)
- `CmildSymAtHome` - Šanca dobrovoľnej karantény po nadobudnutí miernych známk ochorenia (v %)
- `ChospitalRec` - Šanca zotavenia sa po pobyte v nemocnici (v %)
- `ChospitalDeath` - Šanca smrti po pobyte v nemocnici (v %)
- `ChomeRec` - Šanca zotavenia sa v domácej izolácii (v %)
- `Cprp` - Šanca paranoie po zotavení (zotrvanie doma až do konca simulácie) (v %)

V prípade, že argument nebol použitý tak bude použitá na jeho mieste hodnota z vzorového príkladu (Praha ako obec nad milión obyvateľov odo dňa 12.11. na 7 dní)

Ďalšie pravdepodobnosti sú vydedukované zo zadaných argumentov:

- $\star 100\%$ - $CgetSick\%$ - Šanca zotrvania v zdravom stave po kontakte s infekčnou osobou
- $\star 100\%$ - $ChealthyAtHome\%$ - Šanca, že sa bude osoba aj naďalej pohybovať na verejnosti a to aj napriek minulému stretu s infekčnou osobou
- $\star 100\%$ - $CmildSympt\%$ - Šanca nadobudnutia vážnych príznakov choroby po uplynutí inkubačnej doby a nutnosti hospitalizácie
- $\star 100\%$ - $CmildSymAtHome\%$ - Šanca zotrvania v pohybe po verejnosti aj po nadobudnutí miernych príznakov choroby

- * 100% - $\text{ChospitalRec\%} - \text{ChospitalDeath\%}$ - Šanca odolania chorobe pri stretnutí s infekčnou osobou
- * 100% - ChomeRec\% - Šanca nadobudnutia vážnych príznakov choroby pri domácej izolácii a nutnosti hospitalizácie
- * 100% - Cprp\% - Šanca návratu do spoločnosti po prekonaní choroby

4.1 Popis jednotlivých metód a triedy **Population**

4.1.1 Trieda **Population**

Táto trieda je počas priebehu programu inštancovaná a hrá rolu jedného dňa simulácia. Udržiava si údaje dôležité pre archiváciu a zhodnotenie priebehu po konci simulácie. Po skončení jedného dňa (iterácie) simulácie sa obsah tejto triedy skopíruje do novo vytvorenej inštancie v poli `archive`, z ktorého sa na konci exportuje súbor `data.dat`. Tento súbor môže byť použitý na vytvorenie grafu vo formáte `.png`, čo je implementované v `Makefile` a dostupné po spustení `make run` (alebo `graph-only` v prípade, že dáta zo simulácie sú už dostupné)

Konkrétne obsahuje okrem informácií zadaných vrámci programových argumentov aj informácie o poradí dňa v simulácii, počet zomrelých, aktuálny počet zdravých v domácej izolácii a na verejnosti, aktuálny počet ľudí s miernymi príznakmi v domácej izolácii a na verejnosti, počet dostupných nemocničných lôžok ako aj na ne čakajúcich pacientov a počet hospitalizovaných pacientov.

Na základe informácií uložených v tejto triede a informácii o pravdepodobnosti javov (tiež zadané vrámci programových argumentov) sa vykonávajú kalkulácie metódach

- `number_of_simulationq_days`
- `CalculateInteractions`
- `HomeQuarantine`
- `IllnessAdvances`
- `Hospital,`

ktoré simulujú dianie vo svete. Posledná metóda `Report` vypisuje aktuálne dáta inštancie triedy.

Prvá metóda volaná v každej iterácii je metóda `CalculateInteractions`. Táto metóda na základe inkubačnej doby, prvého dňa infekčnosti a počtu už nakazených ľudí na verejnosti zhromaždí všetkých ľudí, ktorí sa budú účastníť komunitného prenosu. Na základe priemerného počtu denných stretnutí náhodne zostaví skupinky ľudí zdravých a infekčných ľudí. V každej skupine, v ktorej sa nachádza aspoň jeden infekčný človek sa pre každého zdravého na základe pravdepodobnosti ochorenia určí, či sa nakazil alebo nie. Nakazený človek nadobudne asymptomatické ochorenie a je zaradený do inkubačného radu. Pre každého je potom na základe šance preventívnej dobrovoľnej domácej karantény po stretnutí s infekčnou osobou rozhodnuté, či naďalej zotrvá vo verejnej spoločnosti.

Nasleduje metóda, ktorá sa venuje vyhodnoteniu domácej karantény. Pre každého asymptomatického a zdravého človeka, ktorí sú v domácej izolácii sa na základe šance zotavenia sa v domácej izolácii rozhodne, či sa vráti do spoločnosti alebo či bude potrebovať hospitalizáciu.

Predposledná metóda v cykle je metóda `IllnessAdvances`. V tejto metóde sa počítajú zhoršujúci sa stav asymptomatických, mierne symptomatických a ľudí, ktorí práve ukončili svoju inkubačnú dobu. V prípade asymptomatických sa na základe šance nadobudnutia miernych známkov choroby po

uplynutí inkubačnej doby rozhodne, či nadobudnú mierne známky a dostanú šancu domácej izolácie alebo či budú pokračovať v živote na verejnosti, a to na základe šance dobrovoľnej karantény po nadobudnutí miernych známkoch ochorenia. Pri jedincoch s miernymi známkami ochorenia je možné že zotrvá v jeho momentálnom stave a rozhodne sa, či bude pokračovať v domácej karanténe alebo na verejnosti. Môže však nadobudnúť aj vážnych príznakov ochorenia a v takom prípade čaká na lôžko v nemocnici. V tomto kroku sa prepočítava aj stav ľudí v dňoch inkubačnej doby. Každá skupina sa posunie o deň ďalej a tí, ktorí týmto dňom ukončili svoju inkubačnú dobu na základe šance nadobudnutia miernych známkoch choroby po uplynutí inkubačnej doby nadobudnú mierne alebo vážne známky. V prípade miernych majú šancu odísť do domácej izolácie alebo ostať na verejnosti, no v prípade vážnych začínajú čakať na lôžko v nemocnici.

Posledná metóda každej iterácie, metóda *Hospital*, napĺňa funkcie nemocnice. Ako prvé zhodnotí všetkých existujúcich pacientov v nemocničných lôžkoch a na základe šancí zotavenia sa a smrti po pobyte v nemocnici rozhodne, či sa daný človek zotavil, uvoľňuje nemocničné lôžko a odchádza z nemocnice, či podľahol chorobe a zomrel alebo či pokračuje v pobyte v nemocnici. Tí ktorí sa zotavili na základe šance paranoje po zotavení sa buď vrátia do spoločnosti alebo odchádzajú do domácej izolácie do konca simulácie. Následne po uvoľnení lôžok nemocnica prijme ľudí čakajúcich na nemocničné lôžko a to do naplnenia nemocničnej kapacity alebo do vyčerpania množstva čakajúcich ľudí.

5 Simulačné experimenty

	populácia	V %	Hustota ob na km ²
obce nad 1 000 000	1,324,277	12.38	2,669
obce nad 100 000 pod 1 000 000	1,049,621	9.82	1,326
obce nad 10 000 pod 100 000	3,127,080	29.24	585
obce nad 1 000 pod 10 000	3,390,835	31.71	119
obce nad 100 pod 1 000	1,771,163	16.56	43
obce pod 100	30,963	0.29	11
celá ČR:	10,693,939	100	136

Tabuľka 2: Prepočet hustoty obyvateľstva podľa veľkosti obcí[9].

Obce podľa počtu obyvateľov	podľa veku			v %		
	65+	15 - 64	0 - 14	65+	15 - 64	0 - 14
Obce nad 1 000 000	251,166	862,264	210,847	18,97	65,11	15,92
obce nad 100 000 pod 1 000 000	216,807	669,363	163,451	20,66	63,77	15,57
obce nad 10 000 pod 100 000	666,867	2,017,461	488,398	21,02	63,59	15,39
obce nad 1 000 pod 10 000	713,479	2,345,832	604,836	19,47	64,02	16,51
obce nad 100 pod 1 000	278,144	942,728	239,275	19,05	64,56	16,39
obce pod 100	5,167	14,459	3,395	22,44	62,81	14,75
celá ČR	2,131,630	6,852,107	1,710,202	19,93	64,08	15,99

Tabuľka 3: Prepočet obyvateľov podľa veku a veľkosti obcí[9].

5.1 Experimenty

5.1.1 Experiment 1

V prvom experimente modelujeme jeden týždeň ochorenie z kategórie obec nad 1 000 000 obyvateľov.

Začiatok týždňa: 12.11. 0:00	
Nakazený	6835
Hospitalizovaných	689
Úroveň opatrení	4 (52 bodov)
Reprodukčné číslo	0,8

Tabuľka 4: Vstupné dáta.

spustenie simulácie:

```
./main --simDays 7 --population 1324277 --initSick 6834 --incubPeriod 5  
--infectSince 4 --avgDailyInter 200 --hospCap 836 --CgetSick -0.8  
--ChealthyAtHome 95 --CmildSympt 80 --CmildSymAtHome 95  
--ChospitalRec 95 --ChospitalDeath 3 --ChomeRec 85 --Cprp 15
```

Koniec týždňa: 18.11. 23:59	Počty
Nakazený	4840
- novo nakazený za týždeň	353
Hospitalizovaný	649
Úroveň opatrení	4 (→ 47 bodov)
Reprodukčné číslo	0,72
Úmrtia za týždeň	64

Tabuľka 5: Výstupné dáta real-live.

===== REPORT ON DAY 7 =====	
Total population:	1.324.277
- infected:	2.315
- dead:	13
Healthy:	1.321.949
- At home:	1.320.106
- In public:	1.843
Asymptomatic:	16
- At home:	8
- In public:	8
Mild symptoms:	1.704
- At home:	1.702
- In public:	2
Severe symptoms:	595
- Waiting for a hospital bed:	0
- In a hospital bed:	595
===== END OF REPORT =====	

Tabuľka 6: Výstup nášho simulátora.

Ako môžeme vidieť výsledky zo simulácie sú omnoho pozitívnejšie ako výsledky z reálnych meraní. Dôvodom je ľudský faktor, nie všetci ľudia dodržiavajú opatrenia na 100 percent.

5.1.2 Experiment 2

Ako prebieha nakazenie v obciach pod 100 obyvateľov po 3 mesiacoch:

Spustenie s parametrami:

```
./main --simDays 90 --population 30963 --initSick 170 --incubPeriod 5  
--infectSince 1 --avgDailyInter 110 --hospCap 836 --CgetSick 50  
--ChealthyAtHome 35 --CmildSympt 85 --CmildSymAtHome 95  
--ChospitalRec 95 --ChospitalDeath 13 --ChomeRec 65 --Cprp 15
```

===== REPORT ON DAY 90 =====	
Total population:	30963
- infected:	482
- dead:	1499
Healthy:	28982
- At home:	28834
- In public:	148
Asymptomatic:	281
- At home:	34
- In public:	247
Mild symptoms:	114
- At home:	108
- In public:	6
Severe symptoms:	87
- Waiting for a hospital bed:	0
- In a hospital bed:	87
===== END OF REPORT =====	

Tabuľka 7: Výstup nášho simulátora.

Keďže v obciach do 100 obyvateľov je najväčší percentuálny podiel ľudí nad 65 rokov, tak aj mortalita ako môžeme vidieť je o dosť vyššia keď sa dostanú do kontaktu s infikovanou osobou.

5.1.3 Experiment 3

Experiment - bez špeciálnych opatrení pri zvýšenej koncentrácii seniorov.

Spustenie s parametrami:

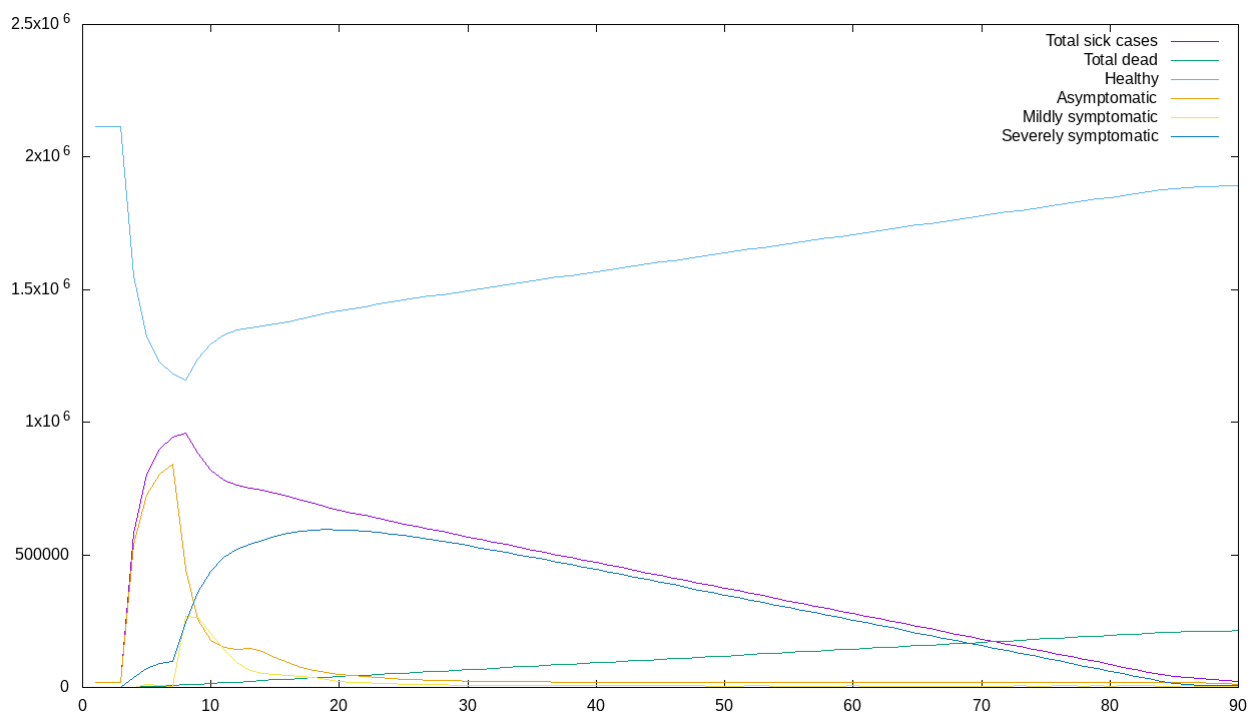
```
./main --simDays 90 --population 2131630 --initSick 17546 --incubPeriod  
5 --infectSince 4 --avgDailyInter 26679 --hospCap 25836 --CgetSick 30  
--ChealthyAtHome 35 --CmildSympt 65 --CmildSymAtHome 98 --ChospitalRec  
80 --ChospitalDeath 80 --ChomeRec 65 --Cprp 15
```

5.2 Záver vyplývajúci z experimentov

Experimentami sme dokázali, že pre úspešné boje s ochorením Covid-19 je nutné dodržiavanie opatrení ideálne celou populáciou štátu. Najvýhodnejšie opatrenie je tzv. lockdown, ktorý síce z pohľadu šírenia nákazy je veľmi výhodný avšak z pohľadu ekonomiky krajiny nie je dlhodobým riešením.

===== REPORT ON DAY 90 =====	
Total population:	2131630
- infected:	24509
- dead:	213736
Healthy:	1893385
- At home:	1883285
- In public:	10100
Asymptomatic:	12588
- At home:	1396
- In public:	11192
Mild symptoms:	5540
- At home:	5484
- In public:	56
Severe symptoms:	6381
- Waiting for a hospital bed:	0
- In a hospital bed:	6381
===== END OF REPORT =====	

Tabuľka 8: Výstup nášho simulátora.



Obr. 3: Graf reprezentujúci daný výstup.

6 Záver

Simulačný model ako aj experimenty dokázali, že opatrenia, ktoré máme sú naozaj dôležité. Chránime tým nie len seba ale aj ľudí okolo, ktorí možno majú slabšiu imunitu alebo sú starší. Predikcie do budúcnosti môžu byť dobré ak sa budeme držať aj naďalej týchto opatrení.

Literatúra

- [1] Onemocnění aktuálně: Přehled aktuálních informací o nemocech v České republice. [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2020. *Dostupné z* <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/>, [vid. 03.12.2020].
- [2] Alberto A. et al. Modeling the impact of social distancing, testing, contact tracing and household quarantine on second-wave scenarios of the covid-19 epidemic. [online], May 2020. *Dostupné z* www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.06.20092841v1, [vid. 27.11.2020].
- [3] Asadi S. Cappa C.D. et al. Efficacy of masks and face coverings in controlling outward aerosol particle emission from expiratory activities. *Scientific Reports*, 10(1):15665, 10 2020. *Dostupné z* www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7510705/#R18, [vid. 03.12.2020].
- [4] Chughtai A. A. et al. Effectiveness of cloth masks for protection against severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Emerging Infectious Diseases*, 26(10), 10 2020. *Dostupné z* www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7510705/#R18, [vid. 03.12.2020].
- [5] Májek O. Ngo O. et al. Metodický popis užívaných stochastických modelů pro predikce pravděpodobného vývoje epidemie covid-19 v ČR. [online], April 2020. *Dostupné z* <https://www.uzis.cz/res/file/covid/covid-19-prediktivni-modely-metodika.pdf>, [vid. 03.12.2020].
- [6] Ortiz-Prado E. et al. Clinical, molecular, and epidemiological characterization of the sars-cov-2 virus and the coronavirus disease 2019 (covid-19), a comprehensive literature review. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 98(1):115094, 9 2020. *Dostupné z* www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7260568/, [vid. 03.12.2020].
- [7] Peringer P. Hrubý M. Modelování a simulace, text k přednáškám kursu modelování a simulace na fit vut v brně. [online], September 2020. *Dostupné z* <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>, [vid. 03.12.2020].
- [8] Bláha M. Kapacita nemocnic. [online], November 2020. *Dostupné z* www.hlidacstatu.cz/kapacitanemocnic, [vid. 27.11.2020].
- [9] Český statistický úřad. Národní katalog otevřených dat. [online], 2020. *Dostupné z* data.gov.cz/datov%C3%A1-sada?iri=https%3A%2F%2Fdata.gov.cz%2Fzdroj%2Fdatov%C3%A9-sady%2Fhttp---vdb.czso.cz-pll-eweb-package_show-id-340129, [vid. 03.12.2020].