UNIVERZA V LJUBLJANI

EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

ANALIZA TVEGANJA PANDEMIJE V OKVIRU SOLVENTNOSTI II

Ljubljana, maj 2015

JAKA KLEMENT

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani Jaka Klement, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom Analiza tveganja pandemije v okviru solventnosti II, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem dr. Alešem Ahčanom.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorski in sorodnih pravicah (Ur.l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.
S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
- poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v magistrskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
- pridobil vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisal;
- se zavedam, da je plagiatorstvo - predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih - kaznivo po Kazenskem zakoniku (Ur.l. RS, št. 55/2008 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega magistrskega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____ Podpis avtorja: _____

KAZALO

UVOD ……1
1 ZDRAVSTVENO VARSTVO IN ZDRAVSTVENI SISTEMI……2
1.1 Tipi zdravstvenih sistemov 2
1.1.1 Bismarckov sistem 2
1.1.2 Beveridgeov sistem 2
1.1.3 Tržni sistem 3
1.2 Sistem zdravstvenega varstva v Sloveniji 3
2 TVEGANJE IN LASTNOSTI PANDEMIJ……4
2.1.1 Pandemija: Pojav in širjenje 4
2.1.2 Modeliranje tveganja pandemije 5
2.1.3 Narava pandemije danes 6
2.1.4 Računalniški pristop k analizi in napovedovanju pandemije 6
2.2 Značilnosti pandemije 7
2.2.1 Osnovni zdravstveni status in rezultati umrljivosti zaradi pandemije 7
2.3 Merjenje in modeliranje pandemskega tveganja 10
3 MODEL SIR……11
3.1 Aktuarska analiza 13
3.1.1 Anuiteta v primeru hospitalizacije 13
3.1.2 Izplačilo v enkratnem znesku ob hospitalizaciji 15
3.1.3 Izplačilo ob hospitalizaciji in enkratno izplačilo ob času smrti 16
3.2 Zavarovalniške količine 16
3.2.1 Rešitev v obliki potenčne vrste 17
3.2.2 Prilagoditev premije 18
3.3 Primer: Kuga v vasi Eyam 20
4 RAZISKAVA PANDEMIJE GRIPE V ZDA……25
4.2 Metodologija 26
4.3 Pandemski scenarij 26
4.3.1 Predpostavke za pandemski scenarij 27
4.3.2 Mortaliteta 28
4.3.3 Obolevnost 28
4.4 Rezultati finančnih vplivov raziskave v ZDA 32
5 QIS 5 IN LTGA KATASTROFALNA TVEGANJA V ZDRAVSTVENEM ZAVAROVANJU……...33
5.1 Standardizirani scenariji za katastrofe v zdravstvu 33

5.1.1 Uporaba standardiziranih scenarijev za katastrofe v zdravstvu 34
5.1.2 Množična nesreča 35
5.1.3 Koncentracijski scenarij 37
5.2.1 Izračun SCR_p za primer zdravstvenega zavarovanja na potovanjih v tujini 41
5.2.2 Izračun SCR_p za primer dopolnilnega zdravstvenega zavarovanja za Slovenijo 42
SKLEP.....44
LITERATURA IN VIRI.....46

KAZALO SLIK

Slika 1: Struktura prebivalstva po starosti v Sloveniji 3
Slika 2: Zmožnost omejitve tveganja širjenja gripe. 7
Slika 3: Mortaliteta po starostnih skupinah.....9
Slika 4: Mortaliteta glede na vzrok smrti 9
Slika 5: Prehajanje med stanji v modelu SIR. 12
Slika 6: Časovna odvisnost funkcije V(t). 19
Slika 7: Funkciji števila dovzetne populacije (S) in okužene populacije (I). 22
Slika 8: Višina rezervacije(V). 24
Slika 9: Višina rezervacije(V), določena po principu ekvivalence s popravljeno premijo. 24
Slika 10: Porazdelitev števila novih primerov obolelih po tipu zdravniške oskrbe. 27
Slika 11: Shema kapitalske zahteve za zdravstvena zavarovanja 35

KAZALO TABEL

Tabela 1: Zapiski opazovanj dovzetne populacije in števila okuženih pri kugi 21
Tabela 2: Sedanja vrednost premije. 23
Tabela 3: Popravljena premija za zavarovanje. 25
Tabela 4: Porazdelitev mortalitete in števila mrtvih pri različnih scenarijih pandemije. ..30
Tabela 5: Porazdelitev obolevnosti in skupno število obolelih pri različnih scenarijih pandemije. 31
Tabela 6: Bruto stroški na državni ravni ZDA v milijonih dolarjev za zdravljenje gripe. 32
Tabela 7: Bruto stroški zdravstvenih zavarovalnic v ZDA v mio dolarjev za zdravljenje gripe 33
Tabela 8: Možna stanja e in odstotki za vsako od teh stanj 36
Tabela 9: Tip koriščenja zdravstvenega sistema in delež koriščenja določene storitve. ...41
Tabela 10: Izračun povprečnega stroška zdravljenja v tujini. 42
Tabela 11: Izračun povprečnega stroška zdravljenja zavarovane osebe v Sloveniji. 43

UVOD

V magistrski nalogi bom opisal nevarnosti epidemije oziroma pandemije, njune značilnosti, pretekle izkušnje in vpliv izbruha pandemije na zdravstvo ter predvsem na zdravstveno zavarovalnico oziroma splošneje na panogo zdravstvenih zavarovanj. Cilj tega dela ni napovedovanje, kdaj se bo zgodila prihodnja pandemija, kje bo izbruhnila in kakšna bo, temveč le analiza pandemij in epidemij, ki so se že zgodile, na primer pandemija španske gripe leta 1918, epidemija kuge leta 1666 in pandemija H1N1 leta 2009.

V svojem delu bom najprej opisal osnovne značilnosti zdravstvenega varstva in sistema v Sloveniji in na splošno po svetu. Opisani bodo različni tipi zdravstvenih sistemov in demografski vpliv na zdravstveno varstvo. V nadaljevanju bom opisal osnovne značilnosti pandemije, faktorje tveganja in načine modeliranja širjenja pandemije v primeru izbruha. Predstavil bom preprost epidemiološki model, ki učinkovito opiše stanje prebivalstva ob izbruhu pandemije in prikazal, kako se ga lahko uporabi za namene zavarovalništva. Zapisal bom nekaj osnovnih enačb za izračun premije in rezervacij, nakar bom izračunal premijo za primer epidemije kuge leta 1666. Ker za Evropo ni nobene podobne raziskave, bom v nadaljevanju predstavil podrobno raziskavo izbruha pandemije gripe v ZDA in njene posledice za zavarovalništvo. Nato bom opisal tehnične specifikacije (angl. *long-term guarantees assessment,* v nadaljevanju LTGA) za izračun potrebnega kapitala za katastrofalna tveganja v zdravstvu. Na koncu bom s pomočjo LTGA naredil izračun za solventnostni kapital, ki ga zavarovalnica potrebuje, da ostane solventna po direktivi Solventnost II (angl. *Solvency II*) v primeru izbruha pandemije. V Sloveniji še ni čisto jasno, kdo bi kril stroške v primeru pandemije, saj je pandemija v vseh pogojih zavarovalnic izključena iz kritja. Vendar pa je praksa takšna, da se vsa zdravljenja, ki spadajo v določeno skupino, krijejo vedno v enakem deležu iz dopolnilnega zdravstvenega zavarovanja. V prvem primeru je kapitalska zahteva za zavarovalnice v primeru pandemije enaka nič, v drugem pa ne. Zato bom naredil izračun, kolikšna bi bila ta zahteva, če bi bilo zdravstvo v celoti financirano s strani zavarovalnic, in kolikšen delež zahtevanega kapitala za kapitalsko ustreznost odpade na vsako od ponudnic dopolnilnega zdravstvenega zavarovanja.

Magistrska naloga je sestavljena iz teoretičnega in raziskovalnega dela. V teoretičen del sodijo vse definicije in opisi širjenja patogena, teoretičen model SIR ter izračun višine rezervacij in premij. Raziskovalni del se prične s predstavitvijo raziskave, ki je bila narejena v ZDA za primer izbruha pandemije gripe, nadaljuje pa se z opisom tehničnih specifikacij za izračun solventnostnega kapitala, ki je potreben za zadostitev predpisom ob izbruhu pandemije. Na koncu raziskovalnega dela sta narejena tudi dva izračuna, prvi za povsem konkreten produkt in drugi za hipotetično situacijo v zdravstvenem sistemu, saj to vprašanje še vedno predmet razprav.

1 ZDRAVSTVENO VARSTVO IN ZDRAVSTVENI SISTEMI

Zdravstveno varstvo je sistem v celoto funkcionalno povezanih medsebojnih aktivnosti in sestavnih delov, ki so razmeroma samostojni. V Republiki Sloveniji (v nadaljevanju RS) sem spadajo predvsem:

- **državni organi:** Ministrstvo za zdravje RS, Svet za zdravje RS in Nacionalni inštitut za javno zdravje,
- **izvajalci zdravstvene dejavnosti:** javni zavodi (bolnišnice) in zasebniki s koncesijo,
- **zdravstveno zavarovanje:** Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije (v nadaljevanju ZZZS) in zavarovalnice za prostovoljno zavarovanje (Vzajemna, Adriatic Slovenica d.d. in Triglav, zdravstvena zavarovalnica, d.d.).

Sistem zdravstvenega varstva je skupek družbenih in individualnih aktivnosti in ukrepov za krepitev zdravja, preprečevanje, odkrivanje in zdravljenje bolezni. Zdravstveno varstvo obsega pravice iz zdravstvenega zavarovanja, s katerim se zagotavlja socialna varnost v primeru bolezni, poškodbe, poroda in smrti. (Sraka, 2013)

1.1 Tipi zdravstvenih sistemov

Sistemi zdravstvenega zavarovanja se med državami razlikujejo. Glede na vpletenost države in način financiranja ločimo tri modele:

- partnerski ali Bismarckov model,
- državno vodeni ali Beveridgeov model,
- tržni sistem.

1.1.1 Bismarckov sistem

Bismarckov model je partnerski model. Temelji na solidarnosti, kjer se program zdravstvenega varstva izpogaja med tremi strankami: državo, zdravstvom in prejemniki. Država predpiše pravne okvire in regulira plačila, financira se preko dajatev. Za brezposelne osebe plačuje in poskrbi država. Zdravstvena blagajna je ločena od državnega proračuna.

Primeri držav, v katerih se uporablja ta sistem, so: Nemčija, Avstrija, Belgija, Francija, Slovenija.

1.1.2 Beveridgeov sistem

Model se imenuje po angleškem ekonomistu, ki je deloval po drugi svetovni vojni. Ta sistem temelji na univerzalni pokritosti (vsi državljani so vključeni vanj); za izvajanje, financiranje in organizacijo poskrbi država, financira se preko davkov.

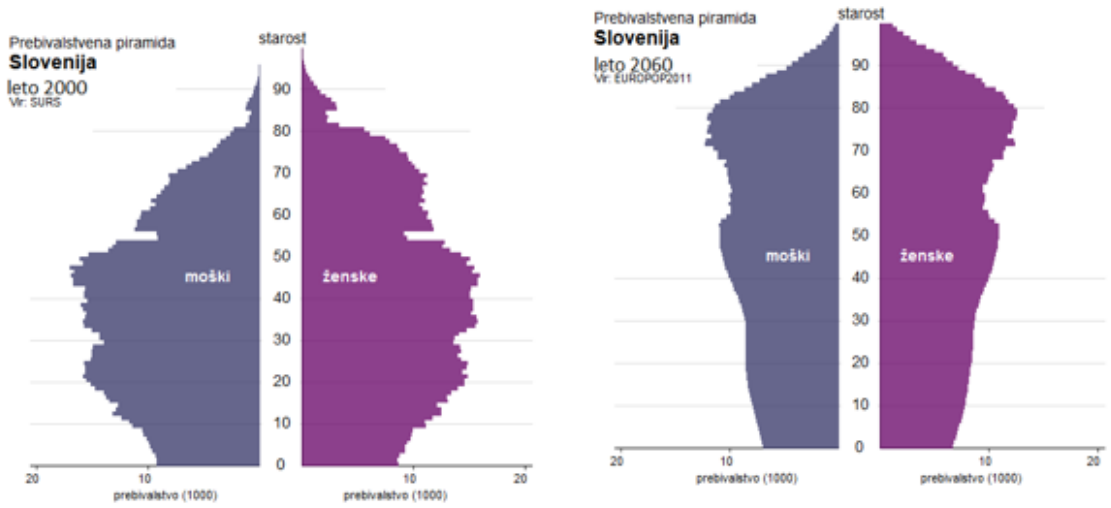
Primeri držav s tem sistemom so: Velika Britanija, Švedska, Italija, Grčija, Avstralija.

1.1.3 Tržni sistem

Ni javni sistem. Država predpiše pravne okvire, za ostalo poskrbijo zasebne zavarovalnice. Primera držav s takim sistemom sta ZDA in Švica.

Vsem sistemom je skupna podvrženost demografskim spremembam. Aktivnega prebivalstva je vedno manj, zato je posledično manj tudi prihodkov v sistem. Po drugi strani pa obseg storitev raste tako zaradi staranja prebivalstva kot tudi zaradi napredka medicine in drugih dejavnikov , kar močno vpliva na odhodke. S tem se povečuje delež bruto družbenega proizvoda (v nadaljevanju BDP), ki ga države porabijo za zdravstveno varstvo. To vodi v reforme zdravstvenih sistemov, kjer bo vedno več poudarka na elementih tekmovanja – tako med samimi ustanovami, ki nudijo zdravstveno oskrbo, kot tudi med ponudniki zdravstvenega zavarovanja. Krepi se tudi vloga zasebnega sektorja. Slika 1 prikazuje strukturo prebivalstva po starosti v Sloveniji za leto 2000 in projekcijo starostne strukture prebivalstva v letu 2060.

Slika 1: Struktura prebivalstva po starosti v Sloveniji



Vir: Statistični urad RS, Demografija prebivalstva, 2014.

1.2 Sistem zdravstvenega varstva v Sloveniji

Kot je omenjeno že v podpoglavju 1.1.1, sistem zdravstvenega varstva v Sloveniji temelji na Bismarckovem modelu. Tako zagotavlja visoko socialno varnost ob bolezni ali poškodbi.
Sestavljen je iz dveh sklopov: obvezno zdravstveno zavarovanje (v nadaljevanju OZZ) in prostovoljno zdravstveno zavarovanje (v nadaljevanju PZZ).

Izvajanje urejata:

- Zakon o zdravstvenem varstvu in zdravstvenem zavarovanju (Ur.l. RS, št. 126/03, v nadaljevanju ZZVZZ) – obe zavarovanji,
- Zakon o zavarovalništvu (Ur.l. RS, št. 99/10, v nadaljevanju ZZavar) – prostovoljno.

Obvezno zdravstveno zavarovanje se financira iz plačanih prispevkov delodajalcev in zaposlenih in krije del zdravstvenih storitev.

Prostovoljno zdravstveno zavarovanje spada v zavarovalno skupino premoženjskih zavarovanj, v zavarovalno vrsto zdravstvena zavarovanja (Komelj, 2013). Je zavarovalniška dejavnost in se financira iz plačila premije zavarovalca; deli se v štiri podskupine:

- Dopolnilno (angl. *complementary*): zanj je značilna visoka stopnja zavarovanosti prebivalstva. Krije razliko med plačilom OZZ in polno vrednostjo zdravstvene storitve.
- Dodatno (angl. *supplementary*): za osebe, ki si želijo zagotoviti dodatne pravice, ki jih obvezno in dopolnilno zavarovanje ne krijeta.
- Vzporedno (angl. *duplicate*): krije stroške, ki bi jih krilo OZZ, vendar se uveljavljajo po drugačnih postopkih, kot jih predpisuje OZZ (čakalne dobe).
- Nadomestno (angl. *substitutive*): za osebe, ki nimajo pravic iz OZZ (pri nas so to tujci).

Opisu zdravstvenih sistemov sledi opis tveganja pandemije. Na koncu se bosta ti na videz nepovezani poglavji združili v izračunu solventnostnega kapitala, potrebnega za zadostitev regulativi Solventnost II za zdravstvene zavarovalnice v Sloveniji.

2 TVEGANJE IN LASTNOSTI PANDEMIJE

Eno pomembnejših repnih tveganj (angl. *tail risks*) tako za življenjske kot tudi premoženjske zavarovalnice predstavlja tveganje izbruha pandemije. Ocenjena škoda v primeru pandemije, ki lahko izbruhne enkrat v 200 letih, presega škodo po večjem potresu in škodo po hujših poplavah.

2.1.1 Pandemija: Pojav in širjenje

Po besedah Dr. Hollingswortha na pojav pandemskega patogena vplivajo številni biološki dejavniki, kot na primer evolucija patogena, pa tudi človeški faktorji, kot so potovalne navade, gostota naseljenosti določenih področij, način ravnanja ob izbruhu pandemije ter interakcije med vsemi naštetimi dejavniki. Biološke značilnosti patogena vplivajo na učinkovitost kontrolne strategije. Nekatere nove pandemije so posledica prehajanja patogena, ki kroži v živalski populaciji iz naravnega, primarnega gostitelja na človeško populacijo. Živalski patogen morda v začetku ni prenosljiv s človeka na človeka, vendar pa ob več prehajanjih z ene vrste na drugo lahko mutira in tako postane prenosljiv tudi na človeka. Če je patogen prenosljiv na človeka, opazujemo različne lastnosti, s pomočjo katerih je mogoče določiti, če bo patogen povzročil globalno pandemijo ali ne. Osnovno reproduktivno število R_0 je merilo za povprečno

število novih okužb z virusom med vso populacijo, ki je dovzetna, da zboli za tem virusom. To število mora biti večje od 1, da pride do pandemije. Če je blizu 1, lahko pride do kopice primerov na lokalni ravni. Take primere najverjetneje prepoznamo z rutinskim nadzorom. Primer tega je gripa H5N1, pri kateri je bilo v preteklih letih ugotovljenih veliko resnih primerov na lokalni ravni in opravljenih več priprav za primer ponovnega izbruha pandemije. Če so primeri manj resni, stopnja prehajanja virusa visoka in prehod hiter, je verjetnost za nacionalno ali celo mednarodno razširitev virusa do trenutka, ko se zavemo nevarnosti, lahko že zelo visoka. Tak je bil primer pandemije gripe H1N1 v letu 2009 (Hollingsworth, 2013, str. 4).

2.1.2 Modeliranje tveganja pandemije

Poznamo več načinov modeliranja tveganja za nastanek pandemije. V stroki že obstaja enotno mnenje o osnovnem poznavanju nalezljivih bolezni in njihovi širitvi.

Analize različnih scenarijev in testi občutljivosti so najbolj uporabni pristopi pri razumevanju najpomembnejših parametrov pandemije. To omogoča racionalnejši pristop, saj je model mogoče prilagoditi, da se pri določitvi verjetnostne porazdelitve, namesto na vse, osredotoči samo na najpomembnejše spremenljivke. Poleg tega analize omogočajo vpogled v različne razvoje scenarijev in tako pomagajo določiti primerne ukrepe za zaustavitev širjenja bolezni.

Na hitrost širjenja in resnost izbruha pandemije v populaciji vplivajo lastnosti dovzetne populacije. Zdravstveno stanje in socialno-ekonomski status populacije vplivata na faktorje, povezane s pandemijo, kot so:

- dostopnost kakovostne zdravstvene oskrbe,
- možnost karantene za okužene ljudi,
- posameznikova sposobnost, da se sooči z boleznijo in jo preboli.

Razumevanje pandemije in njen vpliv na določene skupine ljudi sta bistvenega pomena za vzpostavitev učinkovitega javnega zdravstvenega sistema, katerega del sta tudi program postopkov ob izbruhu pandemije in splošni akcijski načrt ob takem stanju.

Izdaja mortalitetnih obveznic je eden od pristopov, ki ga uporabljajo (po)zavarovalnice za zmanjševanje tveganja v primeru pandemije. Morda bi pričakovali, da bi bilo o tveganju za pandemsko mortaliteto mogoče sklepati iz sprememb med obrestnimi merami na mortalitetne katastrofalne obveznice. Izkaže se, da je glavni razlog za varianco v razlikah obrestnih mer na takšne obveznice treba iskati drugje kot pri mortalitetnem tveganju zaradi pandemije. Zahtevana razlika na take obveznice na trgu je veliko večja kot čista komponenta tveganja mortalitete. Nihanje v času je veliko bolj kot s samim pojavom tveganja pandemije povezano s splošnim kreditnim tveganjem (Hagstrom, 2013, str. 5-6).

2.1.3 Narava pandemije danes

Skozi zgodovino so beležili pandemije različnih razsežnosti, načinov prenosa in resnosti posledic. Znanstveniki so izdelali cepiva in druga zdravila za različne bolezni, ki so povzročale pandemije v preteklosti, ter tako zmanjšali smrtnost pri vseh teh boleznih. Največji problem danes predstavlja virus gripe, ki stalno mutira in se pojavlja v novih oblikah.

V preteklih desetletjih je večina z gripo povezanih pandemij izbruhnila v vzhodni Aziji. Razlog za to je verjetno v gostoti prebivalstva ter gospodarskih in podnebnih pogojih.

V novejši zgodovini je bilo največ pojavov pandemije zaradi virusa gripe, vendar pa obstajajo tudi druge nalezljive bolezni. Čeprav so mnogo manj pogoste kot virus gripe, so zaradi večje smrtnosti zahtevale več življenj.

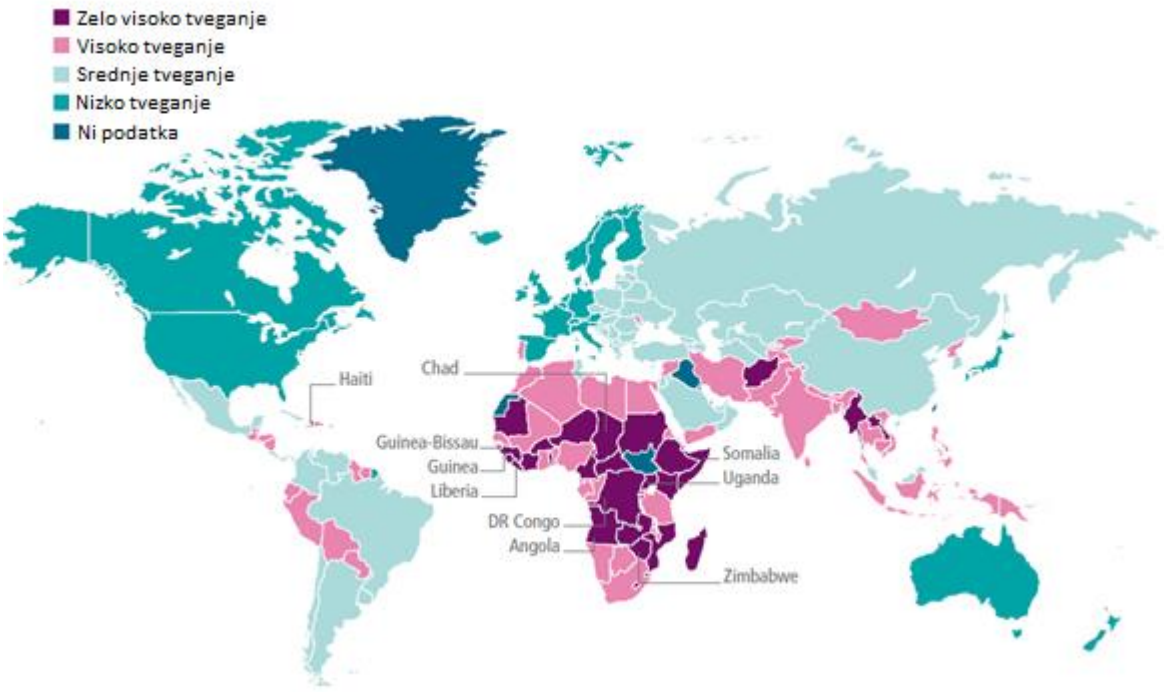
Dandanes je na svetu več kot 1400 aktivnih nalezljivih bolezni, od tega jih je bilo 13% odkritih med letoma 1960 in 2007. Največjo nevarnost za pandemijo predstavlja nova, nam neznana oblika virusa, s katero se ne bomo znali pravočasno soočiti in jo omejiti. Danes bi pandemija na svet vplivala drugače, kot je v preteklosti. V zadnjih 100 letih je svet mnogo bolj globaliziran, potovanja so postala dostopna širši množici ljudi, zato se bolezni lahko širijo hitreje, še pred pojavom simptomov. Pojav bakterij, odpornih na zdravila, povečuje smrtnost v primeru pandemije. Na drugi strani pa so pozitivne lastnosti napredka: komunikacijske naprave pripomorejo k hitrejšemu prenosu informacij in hitrejšemu ukrepanju v primeru izbruha pandemije. Napredek v virologiji prispeva k učinkovitejšemu odkrivanju virusov in razvoju novih cepiv. Cepiva in antibiotiki pri pandemiji španske gripe leta 1918 niso bili dostopni. Če bi bili, bi občutno zmanjšali število obolenj, pa tudi njihovo resnost in posledice. Tako bi pripomogli k zmanjšanju števila smrtnih žrtev. Vpliv razvoja dogodkov je odvisen predvsem od različnih držav, časa in socialno-ekonomskega stanja prebivalstva.

Kot primer naj navedem zahodno Evropo. Potovanje po zahodni Evropi je enostavno, saj mej praktično ni, kar povečuje potencial za širjenje pandemije na tem območju. Po drugi strani pa imajo države zahodne Evrope najboljše in najširše dostopno zdravstvo na svetu in so pripravljene na to, da v primeru epidemije hitro ukrepajo. V večini afriških držav, posebej v državah Podsaharske Afrike, temu ni tako. Zato bi se morali bolj posvečati tistim predelom sveta, kjer je možnost epidemije visoka, da jo zatremo, še preden ta preraste v pandemijo. Slika 2 prikazuje sposobnost držav, da zadržijo pandemijo gripe.

2.1.4 Računalniški pristop k analizi in napovedovanju pandemije

Globalni epidemiološki in mobilnostni modeli generirajo stohastične realizacije napredovanj pandemije po vsem svetu. Iz teh modelov dobimo informacije o razširjenosti, obolevnosti in številu sekundarnih pojavov za 3360 podpopulacij v 220 državah s časovno ločljivostjo enega dneva. Tak model je bil uporabljen leta 2009 za napoved razvoja in širjenja pandemije H1N1, kjer so z njegovo pomočjo ocenjevali potencialno nalezljivost in ostale relevantne parametre (Vespignani, 2013, str. 9).

Slika 2: Zmožnost omejitve tveganja širjenja gripe



Vir: Zmožnost držav, da omejijo širjenje virusa gripe, 2014.

2.2 Značilnosti pandemije

Dva faktorja, ki ju uporabljamo pri opisu vpliva patogena na populacijo, sta incidenca in razširjenost. Z razširjenostjo merimo navzočnost patogena v populaciji in pomeni na splošno delež okuženih v populaciji v določenem trenutku. Incidenca nam pove, kako hitro nastajajo novi primeri obolelosti za patogenom. Pogosto uporabljena mera stopnje prehajanja virusa (angl. *transmissibuility*) je osnovno reprodukcijsko število R_0. Ta nam pove, kolikšno je sekundarno število obolelih zaradi primarno obolelih v popolnoma dovzetni populaciji brez posredovanja medicine. Ta parameter se sčasoma spreminja. Če je $R_0>1$, nam to pove, da se bo infekcija v primeru, da obolelih ne bi zdravili, verjetno širila zelo hitro. Kadar je $R_0<1$, infekcija izgine sama od sebe in se posledično sploh ne razvije v pandemijo. Na faktor R_0 vplivajo potovanja, medčloveški stiki in časovni okvir.

2.2.1 Osnovni zdravstveni status in rezultati umrljivosti zaradi pandemije

Pri raziskovanju smrti zaradi pandemije gripe leta 2009 so preučevali osnovno zdravstveno stanje obolelih, preden so se nalezli virusa gripe. V ZDA je več kot 70 % posameznikov, ki so umrli zaradi pandemije gripe med aprilom in julijem 2009, imelo predhodno bolezen, kar kaže na dejstvo, da k umrljivosti veliko prispeva, če posameznik trpi za kronično boleznijo. Ko posameznik želi skleniti dodatno zdravstveno ali življenjsko zavarovanje, mora običajno opraviti postopek sprejema v zavarovanje (angl. *underwritting*). V tem postopku mora oseba jasno prijaviti vsa obstoječa zdravstvena stanja, da zavarovalnica lahko obračuna primerno

premijo oziroma posameznika zavrne, če je njegovo zdravstveno stanje z vidika tveganja za zavarovalnico nesprejemljivo. Posledično je zavarovani del populacije bolj zdrav kot nezavarovani del. Temu v aktuarstvu rečemo učinek selekcije (angl. *selection effect*) in ima ugoden vpliv na portfelj zavarovancev glede smrtnosti v primerjavi s splošno populacijo (Ivanovic, 2013, str. 10).

Veliko raziskav se osredotoča na posledice izbruha pri podmnožicah populacije. Zavarovalnice tako populacijo razčlenjujejo glede na starost, spol, zdravstveno stanje in socialno-ekonomski status zavarovancev, čas od izdaje police ter njihov učinek na umrljivost zaradi pandemije. Umrljivost mora biti v zavarovalnih modelih pandemije prilagojena. Prav tako morajo biti za uporabo v zavarovalništvu prilagojene tudi ugotovitve, pridobljene na celotni populaciji, saj gre običajno za manj tvegano podmnožico populacije.

Nalezljive bolezni imajo pri različnih starostnih skupinah različne učinke. Sezonska gripa tako najbolj prizadene najmlajšo in najstarejšo populacijo. Pri španski gripi leta 1918 pa je vseeno najbolj trpelo mlajše delovno aktivno prebivalstvo, ki je imelo enako ali celo večjo stopnjo umrljivosti kot najmlajši in najstarejši.

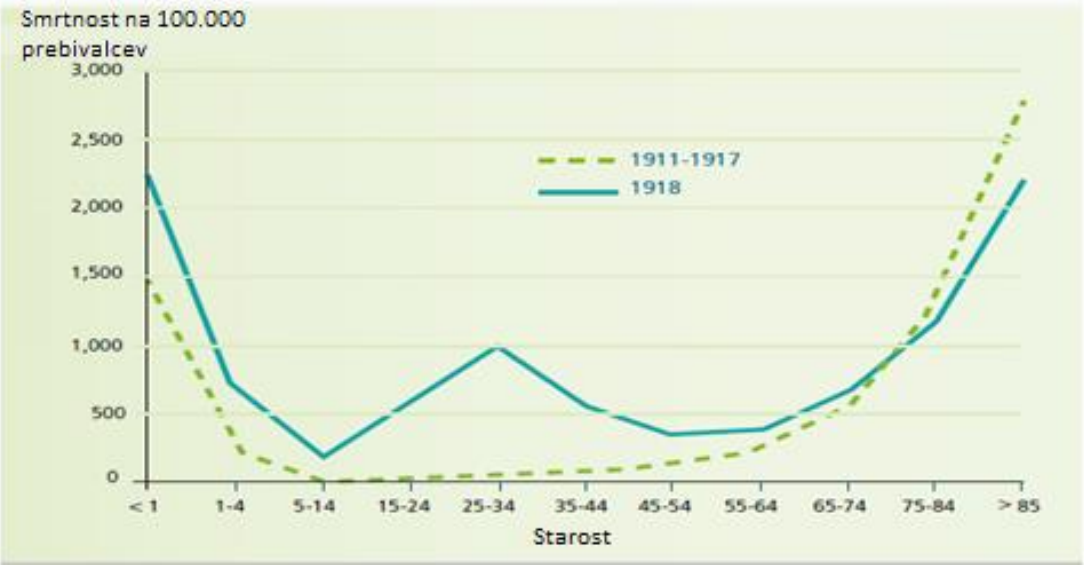
Slika 3 prikazuje umrljivost po starostnih skupinah za gripo in pljučnico. Zajema 100.000 ljudi v vsaki starostni skupini v ZDA v letih med 1911 in 1918. Na grafu lahko opazimo dve različni obliki krivulj. Med 1911 in 1917 ima krivulja obliko črke U, v letu španske gripe, 1918, pa obliko črke W.

Starostni profil zavarovanega dela populacije je običajno drugačen od starostnega profila celotne populacije in se razlikuje tudi po različnih državah in zavarovalnicah. Pomembno je, da vsaka zavarovalnica zna pravilno ovrednotiti tveganje za svojo starostno strukturo portfelja, da lahko predvideva, kako bo pandemija vplivala na njeno poslovanje. Trenutno potekajo številne raziskave o vplivu predhodnega zdravstvenega stanja na odziv posameznika po izbruhu pandemije. Znanstveniki so preučevali pandemiji iz leta 1918 (španska gripa) in 2009 (H1N1) in prišli do spoznanja, da določena predhodna zdravstvena stanja močno povečajo tveganje za smrt v primeru izbruha pandemije. Ta predhodna zdravstvena stanja so lahko: dihalne in krvožilne bolezni, bolezni jeter, diabetes, okvare ledvic, nevrološke bolezni, okvare imunskega sistema in debelost (Pebody et al., 2010).

Osnovno zdravstveno stanje zavarovane skupine populacije je precej odvisno od izbirnega procesa pri sklepanju zavarovalne pogodbe. V uporabi so različne klasifikacije zavarovancev, ki odsevajo trenutno zdravstveno stanje. Tako ločimo kadilce, ljudi, ki so v dobri fizični pripravljenosti, starejše, debelejše … (Shah, Hux, 2003, str. 510-513).

Profil ljudi, ki je zavarovan in ima dobro ali zelo dobro zdravstveno stanje, ima bistveno drugačen profil tveganja od tistih, ki so zavarovani in imajo slabše zdravstveno stanje, ali celo od preostalega, nezavarovanega dela populacije. Poznavanje lastnega portfelja zavarovancev v veliki meri pomaga pri vrednotenju tveganj določene zavarovalnice za primer pandemije in pripomore h kar najučinkovitejši razdelitvi kapitala za te potrebe.

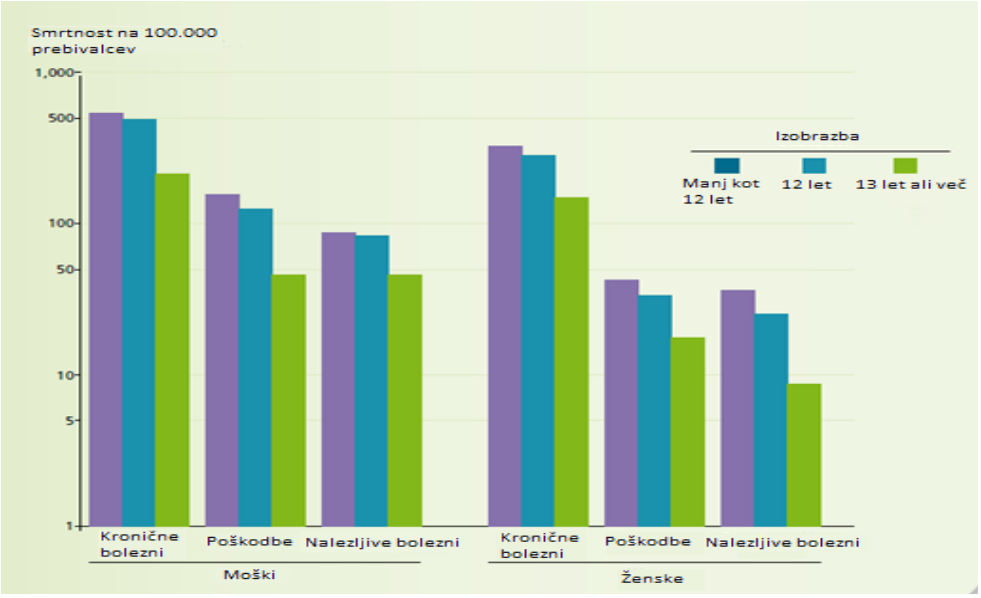
Slika 3: Umrljivost po starostnih skupinah



Vir: J. K. Taubenberger & D.M. Morens, 1918 influenza: the mother of all pandemics, 2006.

Veliko raziskav se osredotoča na povezavo med socialno-ekonomskim statusom populacije in umrljivostjo oziroma obolevnostjo zaradi pandemije. Prišli so do zaključka, da višji družbeni standard, višja razvitost države in razširjenost dostopa javnosti do kakovostnega zdravstva zmanjšajo tveganje v primeru izbruha pandemije. Edgar Sydenstricker je preučeval razmerje med socialno-ekonomskim statusom, incidenco in resnostjo gripe v letu 1918 in ugotovil, da je zbolelo več ljudi nižjega ekonomskega statusa (Sydenstricker, 1931, str. 154-170).

Slika 4: Umrljivost glede na vzrok smrti



Vir: E Pamuk et al., Socioeconomics Status and Health Chartbook, 1988.

Profesor C. J. Murray in drugi so preučevali učinke pandemije v različnih državah in ugotovili, da obstaja močna povezava med BDP-jem in umrljivostjo v primeru epidemije (Murray, Lopez, Chin, Feehan & Hill, 2006, str. 2211-2218).

Slika 4 prikazuje umrljivost glede na vzroke smrti v letu, ko ni bilo pandemije, v odvisnosti od izobrazbe in spola. Iz grafa je razvidno, da višja izobrazba v veliki meri prispeva k zmanjšanju skupnega tveganja smrtnosti. Raziskavo je izvedel US Centers for Disease Control (Pamuk, Makuc, Heck, Reuben & Lochner, 1988).

2.3 Merjenje in modeliranje pandemskega tveganja

Za napovedovanje in simuliranje dinamike širjenja pandemije se uporabljajo različni epidemiološki modeli. Rezultati teh simulacij nam pomagajo pri razumevanju in omejevanju širjenja različnih bolezni. Vsi modeli so zelo kompleksni in med vhodnimi podatki vsebujejo veliko neznank. Nekatere izmed neznank so:

Narava patogena:

- R_0 določene bolezni in njeno trajanje,
- kužnost pred pojavom simptomov;

Pripravljenost na pandemijo in učinkovito zdravljenje:

- cepiva in antivirusna zdravila,
- vnaprejšnje cepljenje populacije,
- zaloge cepiv in zdravil,
- kakovost in hitrost nadzora,
- nacionalna zdravstvena politika;

Vedenjski dejavniki:

- delež ljudi, ki poišče zdravstveno pomoč,
- stopnja socialne vključenosti.

Z analizo vseh potencialnih posledic pandemije in z uporabo analize občutljivosti modela je mogoče napovedati in prepoznati najpomembnejše faktorje pandemije. V splošnem imajo največji pomen že prej omenjena nalezljivost virusa pred pojavom simptomov, čas trajanja posamezne faze bolezni in zmožnost prepoznavanja simptomov.

Posebej je potrebno izpostaviti dve lastnosti pandemije. Prva je, da so izbruhi pandemije izjemno redki dogodki in jih je zato zelo težko napovedati. Modeli nam lahko pomagajo pri napovedovanju razvoja bolezni, vendar jih je treba uporabljati previdno. Druga lastnost pandemij je, da poznavanje preteklih pandemij ne zadostuje za napovedovanje prihodnjih, saj je pogostost pojavljanja izjemno redka (še redkejša kot večji potresi ali tropske nevihte). Poleg

tega sta od prejšnje večje pandemije napredovala tako zdravstvo kot tudi družba, kar pa je potrebno upoštevati pri vrednotenju zgodovinskih podatkov.

Veliko epidemioloških modelov temelji na modelu SIR. Model se imenuje tako, ker je to okrajšava za*:* Dovzeten (angl. *Susceptible*), Okužen (angl. *Infected*) in Ozdravljen/Odstranjen (angl. *Recovered/Removed*). Ta model opiše stanje človeka v populaciji z enim od naštetih stanj. Prehajanja med temi stanji so opisana s sistemom diferencialnih enačb.

Parametri v enačbah opišejo lastnosti patogena, predpostavke o gostoti prebivalstva, potovanjih ljudi in zdravstveni oskrbi. V model je mogoče vpeljati tudi dodatna stanja, kot so cepljenja ali bolnišnična zdravljenja, vendar model tako postane bolj zapleten. Prednosti determinističnega epidemiološkega pristopa, kot je model SIR, so:

- lahko dodajamo različna stanja in predpostavke,
- nazorno se vidi dinamika širjenja bolezni,
- lahko začnemo s preprostim modelom z minimalnim številom parametrov,
- relativno enostaven model s preprostim sistemom diferencialnih enačb.

Deterministični modeli, kot je SIR, ne omogočajo vpogleda v verjetnosti in negotovosti pri nastanku in razvoju pandemije. Služijo lahko kot okvir oziroma robni pogoji. Za natančnejši opis repnih tveganj se uporabljajo stohastični modeli, podobni SIR-u. Zahtevnost izračuna povečuje povečano število stohastičnih simulacij. Stohastični modeli v zavarovalništvu se uporabljajo za določitev kapitalskih zahtev in določitev meje sprejemljivega tveganja. Modeliranje in merjenje tveganja za nastanek pandemije sta nujno potreba za (po)zavarovalnico, da lahko uspešno upravlja s tveganji in zadošča kapitalskim zahtevam. Pristopi za opravljanje tveganj pandemije so:

- zmanjšanje izpostavljenosti z omejitvijo zadržane premije pod določeno mejo tveganja,
- kvotno pozavarovanje,
- izdaja katastrofično-smrtnostnih obveznic,
- zmanjšanje tveganj z uporabo izvedenih finančnih instrumentov,
- razpršitev tveganja – npr. z zavarovanji za primer dolgoživosti.

3 MODEL SIR

Najosnovnejši model za namene modeliranja epidemije razdeli populacijo na tri dele, ki jih označimo s S, I in R. Te začetnice besed nam povejo, v katerem stanju se nahaja določen osebek. V razredu S so posamezniki, ki niso imuni na bolezen in se z njo lahko okužijo. V okolju, kjer razsaja epidemija, ti posamezniki lahko pridejo v kontakt s patogenom in se okužijo. V razredu I so okuženi z boleznijo, ki lahko prenašajo bolezen in okužijo tudi druge. Če posameznik umre ali ozdravi in postane odporen proti bolezni, preide v razred R.

Zgornji del slike 5 prikazuje stanja in prehode med njimi. Z aktuarskega vidika je treba poudariti, da ima vsak razred drugačno vlogo glede plačevanja premij ali prejemanja plačil. V spodnjem delu slike 5 je prikazana plačilna dinamika. Neodporen posameznik, dovzeten za

bolezen, plačuje premijo zavarovalnici v zameno za plačilo bolnišničnega zdravljenja ali smrti, če ta nastopi kot posledica okužbe z virusom. Medtem ko posameznik plačuje premijo in preden začne koristiti izplačila zaradi pojava bolezni, zavarovalnica investira zbrana sredstva, vrednost vplačanih premij pa se obrestuje z določenim odstotkom (Feng & Garrido, 2006, str. 4).

Začnimo torej z matematičnim modelom, ki opisuje interakcijo med tremi zgoraj opisanimi stanji. $S(t)$ opiše število dovzetnih oziroma občutljivih posameznikov na bolezen v čast t, $I(t)$ pomeni število okuženih posameznikov v času t, $R(t)$ pa predstavlja število osebkov, ki niso več okuženi, najsi bodo zdravi ali mrtvi. Predpostavimo, da je število osebkov v vsakem razredu odvedljiva funkcija z zalogo vrednosti vseh pozitivnih realnih števil. Prehode med stanji opišemo z naslednjim sistemom diferencialnih enačb, ki so poznane kot model SIR (Feng & Garrido, 2006, str. 4).

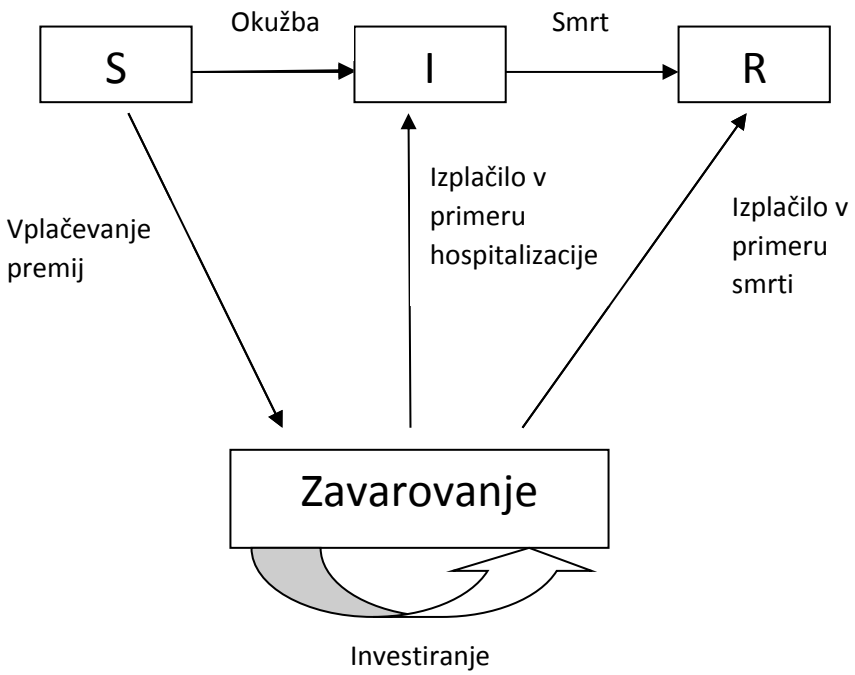
$$S'(t) = -\frac{\beta S(t)I(t)}{N}, \quad t \geq 0 \tag{1}$$

$$I'(t) = \frac{\beta S(t)I(t)}{N} - \alpha I(t), \quad t \geq 0 \tag{2}$$

$$R'(t) = \alpha I(t), \quad t \geq 0 \tag{3}$$

Z danimi začetnimi pogoji $S(0)=S_0$, $I(0)=I_0$ in $S_0+ I_0=N$.

Slika 5: Prehajanje med stanji v modelu SIR



Vir: R. Feng & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

Pri modelu so uporabljene naslednje predpostavke:

- Vsota celotnega števila osebkov je konstantna in predstavlja velikost celotne populacije. $N = S(t) + I(t) + R(t)$
- Povprečen osebek opravi v določenem času povprečno število β primernih kontaktov, da se lahko bolezen prenese na drugega posameznika.
- V vsakem trenutku delež α okuženih ljudi zapusti razred I. Predpostavimo, da je α konstanta.
- Gre za zaprto populacijo, ki ne dovoljuje povečanja ali zmanjšanja njenega števila, razen s smrtjo zaradi bolezni. Pri tem enostavnem primeru bomo zanemarili demografske faktorje, kot so rojstva in smrti, saj je časovni okvir epidemije dovolj majhen v primerjavi s celotno življenjsko dobo človeka, da to lahko brez večje napake storimo.

Ker je verjetnost za naključni kontakt med okuženim posameznikom in takim, ki je dovzeten za bolezen, enaka S/N, je takojšnje povečanje novega števila okuženih posameznikov enako $\beta(S/N)I = \beta SI/N$. Tretja predpostavka implicitno navaja, da je v danem trenutku število ljudi, ki zapuščajo razred I in gredo v razred R, enako αI (Feng & Garrido, 2006, str. 5).

3.1 Aktuarska analiza

Zavarovanje pred nalezljivo boleznijo je podobno ostalim zavarovanjem, na primer življenjskim ali celo premoženjskim. Ker analiza obolevnosti temelji na deležih in ne na absolutnih številkah, bomo vpeljali nove količine, $s(t)$, $i(t)$ in $r(t)$ kot deleže celotne populacije za vsak razred posebej. Če delimo enačbe od (1) do (3) s številom celotne populacije N, dobimo:

$$s'(t) = -\beta s(t)i(t), \qquad t \geq 0 \tag{4}$$
$$i'(t) = \beta s(t)i(t) - \alpha i(t), \qquad t \geq 0 \tag{5}$$
$$r'(t) = 1 - s(t) - I(t), \qquad t \geq 0 \tag{6}$$

Pri tem je $s(0) = s_0$, $i(0) = i_0$ in $s_0 + i_0 = 1$. Količine $s(t)$, $i(t)$ in $r(t)$ lahko interpretiramo kot verjetnosti, da je posameznik dovzeten za bolezen, okužen in odstranjen iz razreda okuženih v času t. Vse te količine lahko zavzamejo vrednosti med 0 in 1, zato jih lahko jemljemo tudi kot verjetnosti, da posameznik ostane dovzeten za bolezen, okužen ali odstranjen iz razreda okuženih v času t. Na tem mestu je potrebno opozoriti, da je prehajanje med razredi odvisno od števila osebkov v posameznem razredu. Ker se celotno število populacije v modelu N ohranja enako, bi lahko rekli, da gre za neke vrste zakon o ohranitvi mase. Lahko prehaja iz enega razreda v drugega, ne more pa izginiti. Verjetnosti $s(t)$, $i(t)$ in $r(t)$ predstavljajo medsebojno odvisno tveganje, medtem ko gre pri modelu več stanj (angl. *multiple decrement model*) za neodvisna tveganja (Feng & Garrido, 2006, str. 5).

3.1.1 Anuiteta v primeru hospitalizacije

Predpostavimo, da zavarovanje pred nalezljivo boleznijo izplačuje anuitete. Premije se plačujejo redno, dokler je oseba v stanju S, izplačila pa se izplačujejo ves čas trajanja zdravljenja, ko je oseba v stanju I. Takoj ko oseba ozdravi ali umre, se plačila za zdravljenje prenehajo. V mednarodnih aktuarskih simbolih zapišemo aktuarsko sedanjo vrednost (v nadaljevanju APV) plačil premij z $\bar{a}_0^s$, pri čemer nadpis S pomeni plačila v razredu S. APV za izplačila zavarovalnice za zdravljenje bomo zapisali kot $\bar{a}_0^i$, pri čemer nadpis i pomeni izplačila tistim osebkom, ki so v stanju I. Na strani izplačil zavarovalnega produkta je celotna diskontirana vrednost bodočih zahtevkov podana z:

$$\bar{a}_0^i = \int_0^\infty e^{-\delta t}\, i(t)dt \tag{7}$$

Medtem ko je na strani prihodkov celotna diskontirana vrednost bodočih plačil premij enaka:

$$\bar{a}_0^s = \int_0^\infty e^{-\delta t}\, s(t)dt \tag{8}$$

δ predstavlja stopnjo obrestovanja. Za ta primer bomo uporabili **princip ekvivalence,** ki se zelo pogosto uporablja pri aktuarskih izračunih. Zapisan v bolj matematični obliki:
E [sedanja vrednost izplačil] = E [sedanja vrednost vplačanih premij]
Premija za eno enoto anuitete za hospitalizacijo znaša:

$$\bar{P}\left(\bar{a}_0^i\right) = \frac{\bar{a}_0^i}{\bar{a}_0^s} \tag{9}$$

Ravno tako kot pri življenjskem zavarovanju, kjer je stopnja umrljivosti definirana kot negativno razmerje med odvodom funkcije preživetja in funkcije preživetja same, bomo definirali stopnjo obolelosti kot (Dickson, Hardy & Waters, 2009, str. 22):

$$\mu_t^s = -\frac{s'(t)}{s(t)}, \qquad t \geq 0 \tag{10}$$

in stopnjo odhoda iz razreda *I* kot:

$$\mu_t^i = -\frac{i'(t)}{i(t)}, \qquad t \geq 0 \tag{11}$$

Iz enačb (4) in (5) vidimo, da je $\mu_t^s = \beta i(t)$ in $\mu_t^i = -\beta s(t) + \alpha$

Tako dobimo:

$$s'(t) + i'(t) = -\alpha\, i(t), \qquad t \geq 0 \tag{12}$$

Integriramo od 0 do fiksnega leta *t*

$$s(t) + i(t) - 1 = -\alpha \int_0^t i(r)dr, \qquad t \geq 0 \tag{13}$$

Pomnožimo obe strani z $e^{-\delta t}$ in integriramo po *t* od 0 do ∞

$$\bar{a}_0^i + \bar{a}_0^s - \frac{1}{\delta} = -\frac{\alpha}{\delta}\bar{a}_0^i \tag{14}$$

Če delno preuredimo enačbo, dobimo:

$$\left(1 + \frac{\alpha}{\delta}\right)\bar{a}_0^i + \bar{a}_0^s = \frac{1}{\delta} \tag{15}$$

S poznavanjem tega razmerja lahko enostavno izrazimo neto premijo za enoto anuitete za bolnišnično zdravljenje iz enačbe (9):

$$\bar{P}\left(\bar{a}_0^i\right) = \frac{\bar{a}_0^i}{\bar{a}_0^s} = \frac{\delta\bar{a}_0^i}{1-(\delta+\alpha)\bar{a}_0^i} \tag{16}$$

3.1.2 Izplačilo v enkratnem znesku ob hospitalizaciji

Analogija tega izplačila je vseživljenjsko zavarovanje. Ko zavarovancu ugotovijo bolezen epidemije in gre na bolnišnično zdravljenje, zavarovalnica izplača dogovorjeno vsoto za kritje stroškov zdravljenja v enkratnem znesku, zavarovanje pa se istočasno konča. APV izplačil se tako zapiše kot $\bar{A}_0^i$ in je podana z naslednjo enačbo:

$$\bar{A}_0^i = \beta\int_0^\infty e^{-\delta t}s(t)i(t)dt \tag{17}$$

Pri tem je verjetnost za novo okužbo v času *t* enaka $\beta s(t)i(t)$.

Vstavimo enačbo (4) v (17) in dobimo:

$$\bar{A}_0^i = -\int_0^\infty e^{-\delta t}s'(t)dt = s_0 - \delta\,\bar{a}_0^s \tag{18}$$

Nakar sledi:

$$\frac{1}{\delta}\bar{A}_0^i + \bar{a}_0^s = \frac{1}{\delta}s_0 \tag{19}$$

Iz enačbe (15) vemo, da velja $\bar{a}_0^s = \frac{1}{\delta}[1-(\alpha+\delta)\bar{a}_0^i]$, zato lahko zapišemo:

$$\bar{A}_0^i = (\alpha+\delta)\bar{a}_0^i - 1 + s_0 \tag{20}$$

$$\frac{1}{\delta}i_0 + \frac{1}{\delta}\bar{A}_0^i = \frac{\alpha}{\delta}\bar{a}_0^i + \bar{a}_0^i \tag{21}$$

Enačba (21) nazorno opisuje delitev stroškov v vsakem razredu. Za razumevanje enačbe (19) predpostavimo, da vsak posameznik prejema neskončno rento v višini 1. APV vseh stroškov je enaka $\frac{s_0}{\delta}$ (Feng & Garrido, 2006, str. 7).

Po načelu ekvivalence tako dobimo premijo, ki omogoča izplačilo ene enote v enkratnem znesku:

$$\bar{P}\left(\bar{A}_0^i\right) = \frac{\bar{A}_0^i}{\bar{a}_0^s} = \frac{(\delta+\alpha)\bar{a}_0^i - i_0}{1-(\delta+\alpha)\bar{a}_0^i} \tag{22}$$

3.1.3 Izplačilo ob hospitalizaciji in enkratno izplačilo ob smrti

Do sedaj smo obravnavali model, kot da je vseeno, kakšno je stanje osebka ob prihodu v razred R. Prehodu je lahko botrovalo ozdravljenje ali smrt. Natančnejši model bi ti dve stanji ločeval. Da ohranimo model čim bolj enostaven, bomo v nadaljevanju predpostavili, da je bolezen neozdravljiva in da je smrt edini možen vzrok za prehod iz stanja I v stanje R. Model SIR ostane enak kot v enačbah (4) in (5), z razliko, da α sedaj predstavlja konstantno stopnjo umrljivosti zaradi bolezni. V tem primeru predvidevajmo, da je izplačilo za smrt (d_t = 1) izplačano nemudoma v trenutku smrti. Aktuarska sedanja vrednost enkratnega izplačila za smrt, označena z $\bar{A}_0^d$, je zapisana z enačbo:

$$\bar{A}_0^d = \alpha \int_0^\infty e^{-\delta t}\, i(t)dt = \alpha \bar{a}_0^i \tag{23}$$

Tako je vrednost premije za izplačevanje anuitete v primeru hospitalizacije in enkratnega izplačila v primeru smrti, enaka:

$$\bar{P}\left(\bar{a}_0^i + \bar{A}_0^d\right) = \frac{\bar{a}_0^i + \bar{A}_0^d}{\bar{a}_0^s} = \frac{\delta(1+\alpha)\bar{a}_0^i}{1-(\delta+\alpha)\bar{a}_0^i} \tag{24}$$

Premija, potrebna za izplačilo enkratnega zneska v primeru hospitalizacije in enkratnega zneska v primeru smrti pa je:

$$\bar{P}\left(\bar{A}_0^i + \bar{A}_0^d\right) = \frac{\bar{A}_0^i + \bar{A}_0^d}{\bar{a}_0^s} = \frac{(\delta+\alpha+\alpha\delta)\bar{a}_0^i - i_0}{1-(\delta+\alpha)\bar{a}_0^i} \tag{25}$$

3.2 Zavarovalniške količine

S $P(t)$ označimo sedanjo vrednost premij do časa t in z $B(t)$ pripadajočo sedanjo vrednost izplačil v istem času. Uvedemo $V(t)$ kot matematično rezervacijo v času t, ki je razlika med akumulirano vrednostjo premij in akumulirano vrednostjo stroškov za izplačila. Za anuiteto za hospitalizacijo lahko zapišemo sistem linearnih diferencialnih enačb:

$$P'(t) = P_{AH} e^{-\delta t} S(t) \tag{26}$$

$$B'(t) = e^{-\delta t} I(t) \tag{27}$$

$$V'(t) = P_{AH} e^{\delta t} S(t) - e^{\delta t} I(t) \tag{28}$$

Pri tem je $P_{AH} = \bar{P}\left(\bar{A}_0^i\right)$ določen z načelom ekvivalence in predstavlja premijo za izplačilo anuitet ob hospitalizaciji (Feng & Garrido, 2006, str. 10).

V praksi je težko, če ne skoraj nemogoče, meriti število dovzetnih oseb za določeno bolezen. Deloma zato, ker je to število v populaciji veliko, deloma pa zato, ker oseba, dovzetna za bolezen, ne izgleda nič drugače kot oseba, ki je proti isti bolezni imuna. Lahko pa merimo število okuženih oseb s pomočjo javno dostopnih podatkov ministrstva za zdravje in bolnišnic. Tako se za izračun višine premije bolj zanašamo na funkcijo $i(t)$ kot na funkcijo $s(t)$. Naredimo tabelo, v kateri bo zapisano število okuženih v določenem obdobju. Za tako tabelo imamo odsekoma konstantno empirično aproksimacijo zvezne funkcije $i(t)$.
Zapišemo jo lahko kot:

$$\tilde{\imath}(t) = \begin{cases} i_k, & k-1 < t \leq k \\ 0, & sicer \end{cases} \tag{29}$$

Z uporabo te funkcije namesto $i(t)$ v (7) dobimo približek za $\bar{a}_{0:t}^i$:

$$\bar{a}_{0:t}^i = \int_0^t e^{-\delta t}\, i(z)dz \approx \int_0^z e^{-\delta t}\, \tilde{\imath}(z)dz \approx \sum_{k=1}^n \frac{e^{-\delta(k-1)} - e^{-\delta k}}{\delta} i_k \tag{30}$$

Pri tem je $n = [t]$ za dovolj velike n.

3.2.1 Rešitev v obliki potenčne vrste

Metoda reševanja enačb v obliki potenčne vrste je ena starejših tehnik za reševanje linearnih diferencialnih enačb. To tehniko lahko lepo uporabimo tudi pri našem modelu SIR. Rešitve poiščemo v naslednji obliki (Bronštejn, Semendjajev, Musiol & Mühlig, 1997, str. 303):

$$s(t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n\, t^n, \qquad t \geq 0 \tag{31}$$

$$i(t) = \sum_{n=0}^{\infty} b_n\, t^n, \qquad t \geq 0 \tag{32}$$

Odvajamo vsak člen posebej in dobimo:

$$s'(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n\, a_n\, t^{n-1} = \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) a_{n+1} t^n \tag{33}$$

$$i'(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n\, b_n\, t^{n-1} = \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) b_{n+1} t^n \tag{34}$$

Pomnožimo enačbi (31) in (32) in dobimo:

$$s(t)i(t) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n\, t^n \tag{35}$$

Pri tem je:

$$c_n = a_0 b_n + a_1 b_{n-1} + \cdots + a_n b_0 \tag{36}$$

Iz enačbe (4) sledi:

$$\sum_{n=0}^{\infty}(n+1)a_{n+1}t^n + \beta \sum_{n=0}^{\infty} c_n\, t^n = 0 \tag{37}$$

$$\sum_{n=0}^{\infty}(n+1)b_{n+1}t^n - \beta \sum_{n=0}^{\infty} c_n\, t^n + \alpha \sum_{n=1}^{\infty} n\, b_n\, t^{n-1} = 0 \tag{38}$$

Da zadostimo tem enačbam za vse t, morajo biti koeficienti pred vsako potenco t enaki nič. Tako dobimo naslednji zvezi:

$$a_{n+1} = -\frac{\beta}{n+1}(a_0 b_n + a_1 b_{n-1} + \cdots + a_n b_0) \tag{39}$$

$$b_{n+1} = -a_{n+1} - \frac{\alpha}{n+1} b_n \tag{40}$$

in na koncu:

$$\bar{a}_{0:t}^{i} = \sum_{n=0}^{\infty} \int_0^t a_n z^n e^{-\delta z} dz. \tag{41}$$

3.2.2 Prilagoditev premije

Iz dejstva, da umrljivost s starostjo narašča, v aktuarski matematiki sledi, da je povečanje prihodnjih obveznosti večje od prihodnjih prihodkov od premij. Zato je matematična rezerva v tradicionalnem življenjskem zavarovanju običajno pozitivna. Nalezljivost pri epidemiji pa nima oblike črke »U« kot krivulja umrljivosti. Nalezljivost namreč na začetku zelo hitro naraste, po dosegu vrha pa relativno hitro pade.

Matematična rezerva je lahko teoretično in praktično tudi negativna, vendar je to za zavarovalnico zelo tvegano, sploh če so rezervacije negativne dlje časa. To pomeni, da v nekem obdobju nastale škode presegajo zaslužene premije. Negativna rezerva resno povečuje tveganje insolventnosti in v najslabšem možnem primeru lahko povzroči stečaj zavarovalnice. Drugo potencialno tveganje je, da zavarovalna polica postane praktično neke vrste dolžniški vrednostni papir. Možno je, da zavarovanci prekinejo zavarovanje preprosto tako, da prenehajo plačevati premijo. Zato bo previdna zavarovalnica na začetku zahtevala dodatno premijo, da bodo rezervacije vedno dosegale določen minimalni nivo. V našem primeru bomo rekli, da morajo biti rezerve vedno pozitivne. Preden pogledamo algoritem za določitev take premije, pa poglejmo še gibanje funkcije $V(t)$ in njeno odvisnost od funkcij $S(t)$ in $I(t)$ (Feng & Garrido, 2006, str. 14).

Za sistem enačb z zavarovalniškimi količinami (26) do (28) je $V(t)$ konkavna, strogo naraščajoča funkcija, če velja:

$$P_{AH} > P_{AH}^{*} = \frac{\alpha N}{\beta} e^{\frac{\beta c}{\alpha N} - 1} - 1 \tag{42}$$

Pri tem je konstanta c enaka $c = I_0 + S_0 - \frac{\alpha N}{\beta}\log(S_0)$, P_{AH} pa premija za anuiteto za hospitalizacijo.

Da zagotovimo pogoj $V'(t) > 0$, potrebujemo:

$$P_{AH} > \frac{I(t)}{S(t)} \tag{43}$$

ali ekvivalentno:

$$logP_{AH} > logI(t) - LogS(t) \tag{44}$$

Slika 6 prikazuje časovno odvisnost funkcije V(t) za P_{AH} = 202.17. Funkcija je strogo naraščajoča in ima lokalni ekstrem.
Naj bo $f(t) = logI(t) - LogS(t)$, tako dobimo iz (1) in (2):

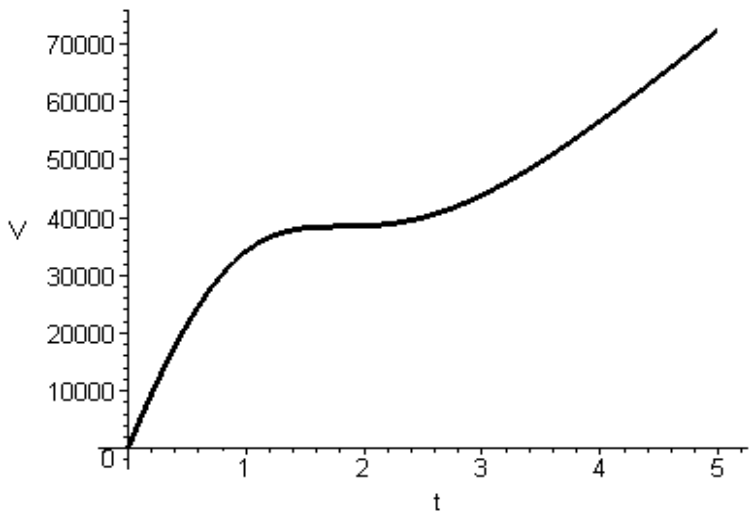
$$f'(t) = \frac{\beta}{N}[S(t) + I(t)] - \alpha \tag{45}$$

Ker je $S(t) + I(t) = N - R(t)$ padajoča funkcija v času t_m, velja:

$$S(t_m) + I(t_m) = \frac{\alpha N}{\beta} \tag{46}$$

$f'(t)$ se spremeni iz pozitivne v negativno in $f(t)$ doseže lokalni ekstrem v času t_m. Zato mora biti P_{AH} večji od $I(t_m)/S(t_m)$.

Slika 6: Časovna odvisnost funkcije V(t)



Vir: R. Feng & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

Ker velja:

$$\frac{I'(t)}{S'(t)} = \frac{dI(t)}{dS(t)} = \frac{\alpha N}{\beta S(t)} - 1 \tag{47}$$

Integriramo, da dobimo rešitve v S, I ravnini:

$$I(t) + S(t) - \frac{\alpha N}{\beta} logS(t) = c \tag{48}$$

Pri tem je c konstanta integracije za vsako specifično orbito, recimo $c = I_0 + S_0 - \frac{\alpha N}{\beta} logS(t)$.

Z združevanjem (46) in (48) lahko rešimo enačbo za $S(t)$ in $I(t)$, kot sledi:

$$S(t_m) = e^{1-\frac{\beta c}{\alpha N}} \tag{49}$$

$$I(t_m) = \frac{\alpha N}{\beta} - e^{1-\frac{\beta c}{\alpha N}} \tag{50}$$

Posledično sledi:

$$logP_{AH} > f(t_m) \tag{51}$$

Z vstavljanjem (49) in (50) v enačbo (51) dobimo pogoj (42).

Iz zgornje analize vidimo, da se, ko premija konvergira k P^*_{AH}, lokalna ekstrema približujeta drug drugemu. Vsi pa konvergirajo v točki, ko je čas enak t_m. $V(t_m)$ se pomika navzgor, ko se povečuje premijska stopnja. Sklepamo lahko, da nekje med $\overline{P(A^i_{0:t})}$ in P^*_{AH} obstaja prava premija, ki zadosti pogojem na strani rezerv. Ker premije ni mogoče analitično izračunati, uporabimo sledeči numerični postopek, s katerim izračunamo vrednost premije.

- Določimo neko minimalno vrednost, pod katero vrednost rezervacij nikoli ne sme pasti. Za primer recimo $V(t)>0$ za vse t.
- Začnemo s postavljeno premijo na $P^{(0)} = \overline{P(A^i_{0:t})}$
- V vsakem koraku povečamo vrednost premije za določeno vrednost, recimo $P^{(n)} = P^{(n-1)} + 0.01$
- Izračunamo vrednost rezervacije pri dani premijski stopnji in pogledamo, če je večja od nič. Če je, potem je dana premija zelo dober približek prave vrednosti, ki jo iščemo. Če ni, ponovimo 3. korak.
- Da bo premija pravična tudi do zavarovalca, mora zavarovalnica dati upravičencu izplačilo ob koncu police, če le-ta ni zbolel ali kako drugače dobival izplačil iz take police med trajanjem zavarovanja. Vrednost izplačila je določena z $V(t)/S(t)$.

3.3 Primer: Kuga v vasi Eyam

Epidemiološki model v numeričnem primeru kuge v vasi Eyam je prvi preučeval Raggett in velja za klasičen primer študije epidemije, saj se pravi podatki lepo skladajo s tistimi, ki jih napove model (Raggett, 1982, str. 221-226).

V vasici Eyam v Angliji je leta 1665 izbruhnila kuga, ki je imela v naslednjem letu hude posledice za prebivalce te vasice. Kugo je preživelo le 83 od prvotnih 350 vaščanov. Za izbruh te epidemije imamo natančne podatke, ki so podani v spodnji tabeli in jih je zbral Raggett. Izbruh lahko modeliramo z modelom SIR za čas od sredine maja do sredine oktobra leta 1666 z začetno populacijo 254 dovzetnih za bolezen, 7 okuženimi in končnim številom preživelih 83. Ker je bila bolezen smrtonosna, so vsi okuženi umrli zaradi bolezni. V tabeli 1 so zapiski opazovanj dovzetne populacije in števila okuženih pri kugi v vasi Eyam leta 1666.

Tabela 1: Zapiski opazovanj dovzetne populacije in števila okuženih s kugo

Datum	**Dovzetna populacija**	**Število okuženih**
maj 15	254	7
julij 3	235	14
julij 19	201	22
avgust 3	153	29
avgust 19	121	21
september 3	108	8
september 19	97	8
oktober 3	ni podatka	ni podatka
oktober 19	83	0

Vir: G.F. Raggett, Modeling the Eyam plague, 1982.

Iz enačbe (48) sledi:

$$I_0 + S_0 - \frac{\alpha N}{\beta} logS_0 = I_\infty + S_\infty - \frac{\alpha N}{\beta} logS_\infty \tag{52}$$

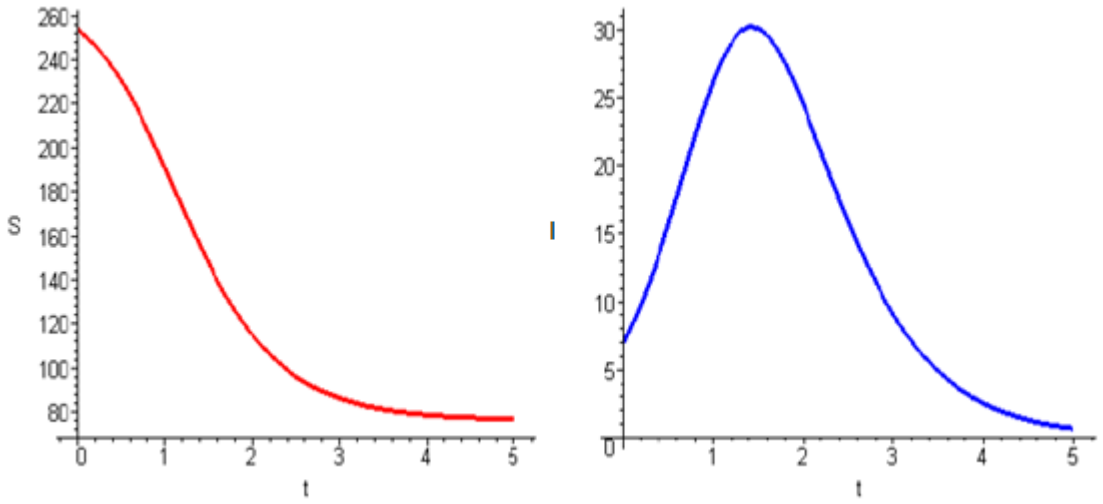
Iz tega izraza lahko zapišemo vrednost za $\frac{\beta}{\alpha N}$ v obliki merljivih količin, S_0, I_0, $S\infty$ in $I\infty$:

$$\frac{\beta}{\alpha N} \approx \frac{log\frac{S_0}{S_\infty}}{S_0 - S_\infty} \tag{53}$$

Za naše podatke S_0 = 254, I_0 = 7 in S_∞ = 83 dobimo vrednost izraza $\frac{\alpha N}{\beta} = 153$. Vrednost $\frac{1}{\alpha}$ ima v zdravstvenem smislu pomen povprečnega časa trajanja okužbe. Okužena oseba tako v povprečju ostane okužena 0,3667 meseca oziroma 11 dni, preden umre, tako je α = 2.73 in β/N = 0.0178. Na sliki 7 sta podana grafa za odvisnost dovzetnih ljudi v odvisnosti od časa in okuženih ljudi v odvisnosti od časa (Feng, & Garrido, 2006, str. 20).

Zavarovalno kritje sicer ne bi neposredno zmanjšalo prenosa bolezni, vendar bi dobro zasnovan sistem zavarovanja lahko zagotavljal finančne spodbude za ukrepe preprečevanja okužbe, nadomestilo za hospitalizacijo in kritje drugih zdravstvenih stroškov in storitev. Za vzpostavitev takega zavarovalnega modela predpostavimo, da so vsi vaščani prihod kuge predvideli in so pred izbruhom epidemije prostovoljno prispevali nekaj denarja v skupni zavarovalniški sklad. Predpostavimo, da je mesečna obrestna mera 0,2 % in da zavarovalna doba traja 5 mesecev, kolikor je pustošila kuga.

Slika 7: Funkciji števila dovzetne populacije (S) in okužene populacije (I)



Vir: R. Feng & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

Pogledali bomo 4 različna zavarovanja, ki se razlikujejo glede na vrsto izplačila:

1. **Anuiteta za hospitalizacijo (v nadaljevanju AH)**:

Ta način zavarovanja izplačuje 1000 EUR na mesec oziroma sorazmeren delež dnevno, ko je oseba okužena z boleznijo, in izplačuje ta znesek, dokler oseba ne umre. Mesečne premije vplačujejo samo ljudje, ki so dovzetni za okužbo z boleznijo. Obveznost zavarovalnice do upravičencev se konča z njihovo smrtjo.

2. **Anuiteta za hospitalizacijo in izplačilo v primeru smrti (v nadaljevanju AHD)**:

To zavarovanje ima enako obliko kot prejšnje, le da v trenutku smrti zavarovalnica izplača upravičencu še dodatnih 1000 EUR zavarovalnine.

3. **Enkratno izplačilo za hospitalizacijo (v nadaljevanju SH)**:

To zavarovanje nudi izplačilo 1000 EUR v trenutku, ko se posameznik okuži z boleznijo. Premije plačujejo samo zdravi, dovzetni za okužbo z boleznijo. Obveznost zavarovalnice se konča v trenutku izplačila enkratnega zneska.

4. **Enkratno izplačilo za hospitalizacijo in izplačilo v primeru smrti (v nadaljevanju SHD)**:

To zavarovanje je podobno prejšnjemu, le da se obveznost zavarovalnice ne konča z izplačilom enkratnega zneska v primeru okužbe, ampak ob izplačilu na primer 1000 EUR zavarovalne vsote upravičencu v primeru smrti zavarovanca.
Tabela 2 prikazuje sedanje vrednosti premij in sedanje vrednosti izplačil za vsakega od štirih različnih zavarovanj. Izračunana je konstantna premija za plačevanje za tako zavarovalno kritje po načelu ekvivalence (PV izplačil/PV premij). Naj opozorim še na zanimivost: običajno je PV izplačil v primeru enkratnega izplačila manjša od anuitetnega izplačevanja izplačil, tu pa je ravno obratno. Razlog je v tem, da je povprečna doba izplačevanja v primeru anuitete le 11 dni, kar je le dobra tretjina meseca. Samo peščica okuženih sploh preživi en mesec. Če bi bil povprečen čas okuženosti osebka dlje kot 1 mesec, na primer 6 mesecev, bi bila naša logika popolnoma pravilna in bi bila premija za plačilo v prvem in drugem primeru večja kot v tretjem in četrtem primeru. V tabeli 2 je zapisana sedanja vrednost premije za vsakega od štirih različnih zavarovanj.

Tabela 2: Sedanja vrednost premije

Plan	**PV izplačil**	**PV premij**	**Konstantna premija za plačevanje**
1 AH	65.015,62	610,41	106,51
2 AHD	242.508,27	610,41	397,29
3 SH	172.385,38	610,41	282,41
4 SHD	349.878,02	610,41	573,18

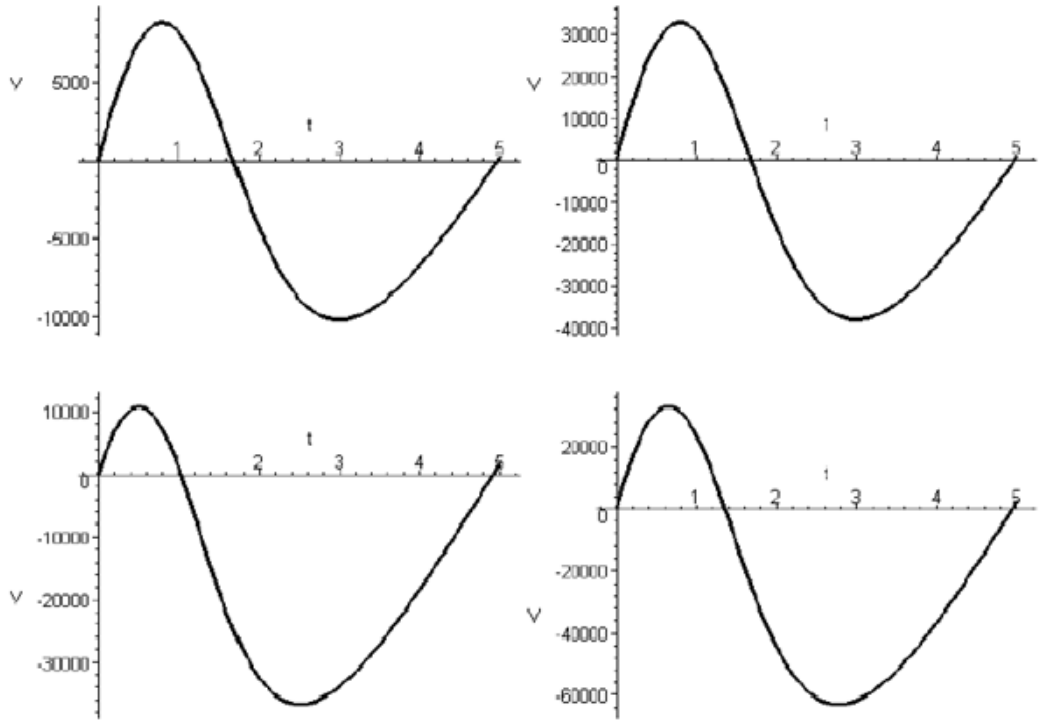
Vir: R. Feng. & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

Tako kot matematična rezervacija v življenjskem zavarovanju, tudi rezervacija za primer epidemije ob izteku police doseže vrednost nič, kot je prikazano na sliki 8. Slika prikazuje višino rezervacije (V), določeno po načelu ekvivalence za vsako od štirih zavarovanj. Zgoraj levo AH, zgoraj desno AHD, spodaj levo SH in spodaj desno SHD.

Kot je navedeno v poglavju o prilagoditvi premije 3.2.2, pa ni dobro, da je rezervacija dlje časa negativna, saj nevarno zmanjšuje solventnost zavarovalnice. Zato bomo rezervacijo prilagodili po zgoraj opisani metodi, da ne bo nikoli negativna. Zavarovanec je ob doživetju upravičen do povrnitve dela premij. Slika 9 prikazuje višino rezervacije (V), določeno po načelu ekvivalence, s popravljeno premijo za vsako od štirih različnih zavarovanj. Zgoraj levo AH, zgoraj desno AHD, spodaj levo SH in spodaj desno SHD.

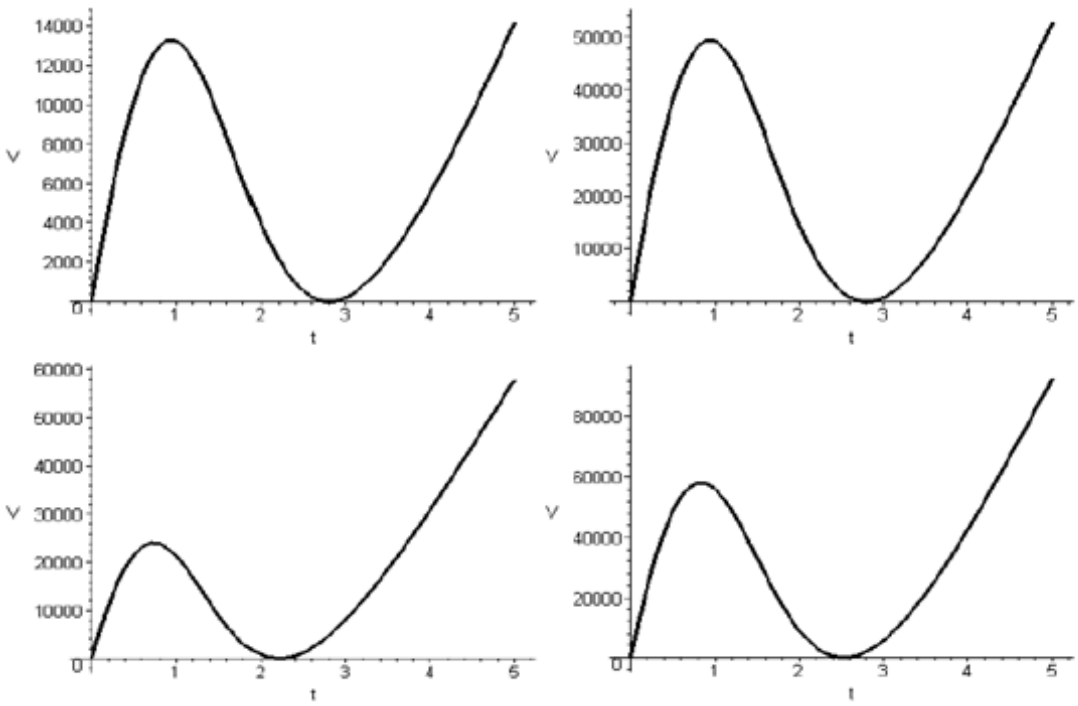
Izplačila v primeru hospitalizacije in izplačila v primeru smrti so nespremenjena – za nenegativne rezervacije zavarovalnice namreč poskrbijo s povečanjem premije. Načelu ekvivalence bo zadoščeno, če zavarovalnica ob koncu zavarovalne police osebi, ki ni bila hospitalizirana in je preživela do izteka police, izplača ustrezen znesek. V spodnji tabeli so preračunane popravljene premije, pri katerih rezervacija ni nikoli negativna, in pripadajoča izplačila ob izteku police ter doživetju zavarovanca. Tabela 3 prikazuje popravljeno premijo za zavarovanje v primeru kuge v vasi Eyam.

Slika 8: Višina rezervacije (V)



Vir: R. Feng & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

Slika 9: Višina rezervacije (V), določena po načelu ekvivalence s popravljeno premijo



Vir: R. Feng & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

Tabela 3: Popravljena premija za zavarovanje

Plan	Popravljena premija	Izplačilo ob doživetju	Končna rezervacija
1. AH	128,38	184,74	14.170,81
2. AHD	478,86	689,11	52.858,76
3. SH	370,76	756,95	58.062,73
4. SHD	715,02	1.209,73	92.793,84

Vir: R. Feng & J. Garrido, Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics, 2006.

4 RAZISKAVA PANDEMIJE GRIPE V ZDA

Za evropski trg ni bilo mogoče najti nobene raziskave za tveganje pandemije v okviru Solventnosti II, zato se bom v nadaljevanju oprl na raziskavo, ki je bila opravljena za ameriški trg. Ker pa v ZDA veljajo drugačni predpisi, bom podal samo krajši opis narejene raziskave in njenih zaključkov.

Zaradi različne potencialne nalezljivosti virusa gripe v preteklosti je pomembno upoštevati vrsto možnih rezultatov izbruha gripe. Zato bosta upoštevana dva različna deterministična scenarija pandemije gripe z različno stopnjo nalezljivosti. Prvi je zmeren scenarij, podoben izbruhu gripe iz leta 1957, drugi pa najslabši možen, primerljiv z izbruhom španske gripe leta 1918. Služila bosta kot limitna primera široke možnosti izidov izbruha pandemije v sedanjosti. Scenarij za izračun letnega vpliva sezonske gripe je bil pripravljen z namenom ovrednotenja modela. Sezonska gripa v Združenih državah Amerike zahteva v povprečju približno 36.000 življenj letno. Zmerni scenarij predvideva izgubo 209.000 življenj, najslabši možen scenarij

pandemije pa predvideva 1,9 milijona izgubljenih življenj. Število prebivalcev ZDA je 304 milijone, tako da letno število smrti predstavlja 0,012 % prebivalstva, po zmernem scenariju je to 0,069 % in po najslabšem možnem scenariju 0,625 % vsega prebivalstva (Toole, 2010).

Tu gre za deterministični pristop, kjer ni ugibanj o verjetnosti uresničitve danega scenarija. Kot smo videli v prejšnjih poglavjih, zaradi velikega števila faktorjev, ki vplivajo na izbruh in potek same pandemije, ni mogoče napovedati nalezljivosti naslednje pandemije ali porazdelitve umrljivosti po letih starosti. V modelu je predpostavljeno, da so vsi predeli ZDA istočasno izpostavljeni izbruhu pandemije.

4.2 Metodologija

Analize se lahko lotimo na dva načina. Prvi je tako imenovan »od zgoraj navzdol«, drugi pa »od spodaj navzgor«. Oba načina bi ob enakih predpostavkah in uporabi istih informacij na koncu morala podati enake rezultate. Na ta način bi do neke mere potrdili pravilnost predpostavk.

- »Od zgoraj navzdol«

Pri tem pristopu najprej ocenimo celotno vsoto zdravstvenih stroškov v primeru pandemije in nato to vsoto razporedimo med različne porabnike. V ZDA 52 % stroškov zdravstva financira zasebni sektor, ostalih 48 % stroškov pa odpade na državo preko programov Medicare in Medicaid. 33 % stroškov zdravstva v ZDA pokriva klasična zdravstvena zavarovalnica, 12 % je neposrednih plačil fizičnih oseb po zdravljenju, preostalih 7 % pa prispevajo razne človekoljubne organizacije. *Ceteris paribus* bi to pomenilo, da bi v ZDA približno 33 % vseh stroškov za zdravljenje pri pandemiji v ZDA nosile zdravstvene zavarovalnice (Toole, 2010).

- »Od spodaj navzgor«

Ta pristop poskuša oceniti stroške zavarovalnice glede na izpostavljenost, starostno strukturo zavarovancev in stroške storitev za različne ponudnike zdravstvenih storitev. Za analizo je uporabljen deterministični pristop v obliki modela, zapisanega v Excelu.

4.3 Pandemski scenarij

U.S. Department of Health and Human Services (v nadaljevanju HHS) se je posvetil analizi dveh scenarijev:

Zmerni scenarij, ki predvideva 209.000 smrti, in najslabši možen scenarij, ki predvideva 1.9 milijona žrtev. Ti številki približno ustrezata pandemiji gripe v letih 1957 in 1918, z upoštevanjem današnjega števila prebivalcev v ZDA (U.S. Department of Health and Human Services, 2005, str. 18). Za primerjavo povejmo, da CDC (angl. *Center for Disease Control)* ocenjuje število smrti na leto zaradi vsakoletne gripe na 36.000 (Thompson et al., 2003, str. 179-186).

Naslednja pomembna predpostavka pri ocenjevanju celotnih stroškov zaradi pandemije gripe je porazdelitev smrti po starosti oseb. Glede na zgodovinske podatke se uporabljata dve porazdelitvi, in sicer krivulja v obliki črke »U« (smrti pri zelo mladih in pri zelo starih) in krivulja v obliki črke »W«. Pri slednji je poleg zelo mladih in zelo starih precej prizadeto tudi prebivalstvo s starostjo med 20 in 40 let, torej delovno aktivno prebivalstvo. Medtem ko se krivulja v obliki črke »U« uporablja kot predpostavka pri zmernem scenariju, se krivulja smrtnosti v obliki črke »W« uporablja pri najslabšem možnem scenariju.

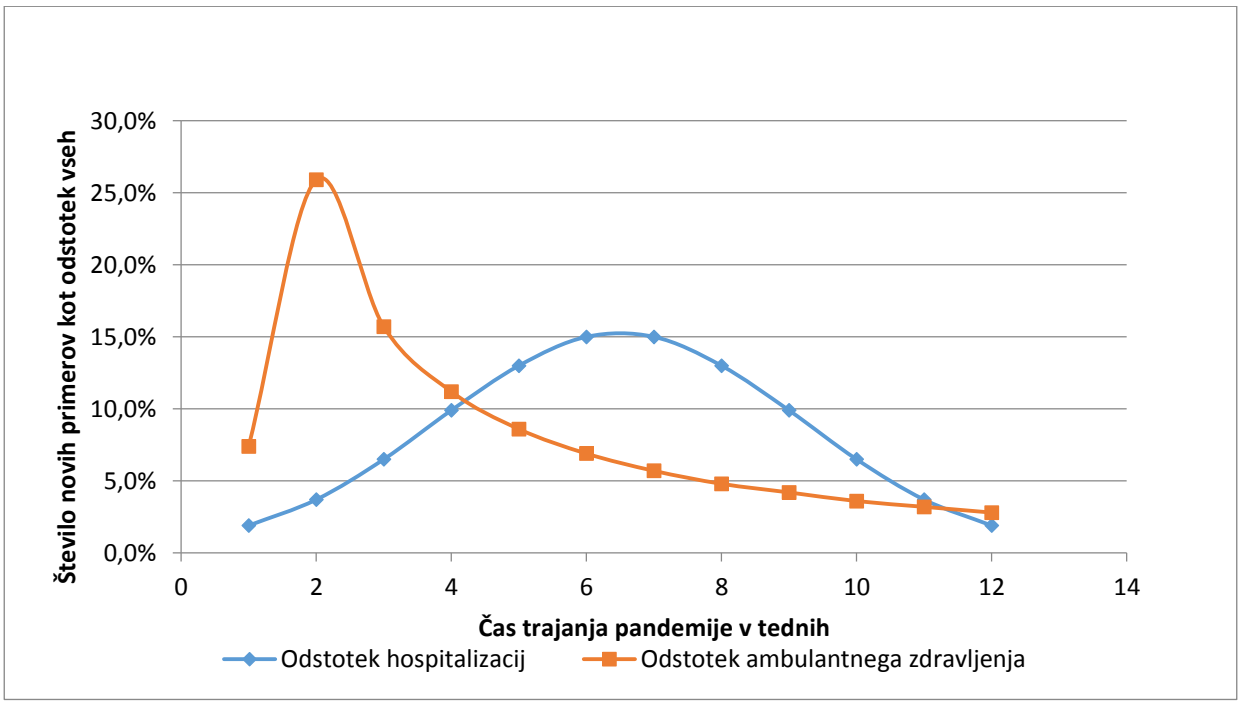
Porazdelitev obolevnosti pri gripi po starosti prebivalstva ni tako dobro dokumentirana in določena kot smrtnost. Potreba po zdravstvenih storitvah je odvisna od izbranega scenarija. Ocena za obolevnost za zmeren in najslabši možen scenarij temelji na predpostavkah HHS. Trajanje vsakega od možnih scenarijev je ocenjeni potrebni čas, v katerem umre za pandemijo toliko ljudi, kolikor jih scenarij predvideva. Krajše kot je trajanje scenarija, več primerov se zgodi v istem času. Za zelo kratke čase trajanja scenarija torej predvidevamo zelo kratek, močan šok vala pandemije. S stališča testiranja solventnosti zavarovalnic in nezmožnosti vpliva cepljenja v tako kratkem času je to smiselno (Toole, 2010).

4.3.1 Predpostavke za pandemski scenarij

Osnovna in najpomembnejša predpostavka scenarijev je število smrti in porazdelitev umrljivosti po starosti v populaciji (mortalitetna krivulja). Potem sta tu še predpostavki o obolelosti po starosti (krivulja obolevnosti) in porazdelitev primerov obolelih glede na tip zdravstvene oskrbe. Te predpostavke, skupaj s trajanjem pandemije, tvorijo osnovni nabor predpostavk, potrebnih za določen pandemski scenarij.

HHS je ocenila število hospitalizacij po zmernem scenariju na 865.000. Za oceno hospitalizacij po najhujšem možnem scenariju so vzeli razmerje smrti med zmernim in najslabšim možnim scenarijem, s tem razmerjem pomnožili število hospitalizacij pri zmernem scenariju in dobili končno oceno 7,9 milijona. Vsi primeri se razdelijo najprej na hospitalizacijo, ambulantno zdravljenje ali samozdravljenje. Ambulantno zdravljenje predvideva samo zdravljenje v ambulanti, medtem ko gre v primeru hospitalizacije lahko tudi za predhodno ambulantno zdravljenje ali samozdravljenje. Slika 10 prikazuje porazdelitev števila novih primerov obolelih po tipu zdravniške oskrbe kot funkcija časa trajanja pandemije. Z modro je označeno število hospitalizacij, kot odstotek vseh, z rdečo pa odstotek ambulantnega zdravljenja.

Slika 10: Porazdelitev števila novih primerov obolelih glede na tip zdravniške oskrbe



Vir: J. Toole, Potential Impact of Pandemic Influenza On the U.S. Health Insurance Industry, 2010.

4.3.2 Umrljivost

Pandemija španske gripe leta 1918 je bila najhujša pandemija gripe v moderni zgodovini. Glede na napredek moderne medicine, zmanjšanje števila kroničnih bolezni, dostopnost cepiv in splošno izboljšanje življenjskih pogojev lahko rečemo, da število smrtnih žrtev na tisoč prebivalcev zaradi pandemije španske gripe leta 1918 danes velja kot zgornja meja smrtnosti v primeru podobne pandemije.

Resnost pandemije ni odvisna od prenosljivosti virusa, ki naj bi bila približno konstantna pri vsaki pandemiji. Resnost pandemije je funkcija nalezljivosti, to je zmožnost virusa, da povzroči hujšo bolezen, pri kateri je potrebna zdravstvena oskrba ali ki povzroči celo smrt. Število smrtnih primerov, ki so bili pred smrtjo hospitalizirani, povečuje skupno število hospitalizacij in stroškov, povezanih z njimi. V tabeli 4 je prikazana porazdelitev umrljivosti za različne oblike mortalitetne krivulje po starostnih skupinah prebivalstva. Tabela prikazuje umrljivost za najhujši možen scenarij; podobno tabelo bi s spreminjanjem parametrov lahko naredili tudi za zmeren scenarij in sezonsko gripo.

4.3.3 Obolevnost

Obstajata dve komponenti obolevnosti: prenosljivost in resnost bolezni, ki pa sta obe odvisni od starosti posameznika. Prenosljivost povzroča celotno število primerov, resnost bolezni pa se

odraža v številu smrti. Natančno število obolelih je veliko težje oceniti kot natančno število mrtvih. Ker je število mrtvih javno znano, lahko relativno hitro ugotovimo to številko. Problem nastane pri številu obolelih, saj ga ne meri nobena statistika. Na podlagi znanih dejstev se ocenjuje, da je sezonska gripa vsako leto prisotna pri 5 % do 20 % vseh prebivalcev ZDA. Porazdelitev obolevnosti po letih starosti temelji na Molinarijevi raziskavi sezonske gripe (Molinari, Massonnier, Thompson, Wortley, Weintroub, 2007, str. 5086-5096). Z združevanjem različnih ocen bi radi pridobili čimbolj objektivno oceno obolevnosti za namene testiranja solventnosti zavarovalnic. Ocena za prenosljivost je 50 % v obeh scenarijih, od tega se 30 % zgodi v prvem valu pandemije. V tabeli 5 je prikazana porazdelitev obolelosti za različne starostne skupine prebivalstva. Ocena obolevnosti (1) izhaja iz Molinarijeve raziskave. Čas trajanja pandemije (5) nam pove, koliko časa traja, da gre prvi val pandemije mimo. Daljše kot je to časovno obdobje (v tednih), konservativnejši je model.

Faktor prilagoditve tveganja prilagodi delež posameznikov s povečanim tveganjem v zavarovani populaciji napram celotni populaciji. Teorija pravi, da je posameznik, ki ima sklenjeno zdravstveno zavarovanje, zaradi različnih pregledov in vprašanj pri postopku sklenitve zavarovanja manj rizičen od povprečnega predstavnika populacije. Torej je na splošno zavarovana populacija manj rizična od splošne populacije. Ocenjuje se, da je v zavarovani populaciji v splošnem približno 15 % manj visoko rizičnih oseb kot v splošni populaciji.

Tabela 4: Porazdelitev umrljivosti in števila mrtvih pri različnih scenarijih pandemije

Porazdelitev mortalitete pri različnih scenarijih pandemije

	Število smrti v populaciji		Sezonska	Zmeren	Najhujša						
	na 1000 oseb (1)	6,48	0,14	0,71	6,48						
	Porazdelitvena krivulja (2)	V\	*Sezonska "S", Zmerna "U" krivulja, Njahujša "VV" in 1918 "V\"*								
	Razmerje mortalitete		Sezonska	Zmeren	Najhujša						
	Zavarovana VS celotna pop (3)	76,9%	57,1%	57,1%	76,9%						
			Porazdelitev mortalitete po starostni skupini								
			Sezonska "S" krivulja	Zmerna "U" krivulja		Hipotetična "W" krivulja		1918 "V\" krivulja		Izbrana	Število vseh
Starostna skupina	Populacija		Odstotek	qx	Odstotek	qx	Odstotek	qx	Odstotek	qx	Mortaliteta	smrti
	(4)		(5)	(6) =(1)*(5)	(7)	(8)=(1)*(7)	(9)	(10)=(1)*(9)	(11)	(12)=(1)*(11)	(13)	(14)=(4)*(13)
0 - 4	20.504.919		5%	0,324	100%	6,480	100%	6,480	177%	11,450	11,450	234.781
5 - 9	20.029.162		1%	0,058	10%	0,648	35%	2,268	35%	2,290	2,290	45.867
10 - 14	21.602.009		1%	0,058	10%	0,648	35%	2,268	35%	2,290	2,290	49.469
15 - 19	21.177.681		1%	0,058	10%	0,648	85%	5,508	106%	6,870	6,870	145.491
20 - 24	21.424.399		1%	0,065	10%	0,648	125%	8,100	153%	9,923	9,923	212.594
25 - 29	19.983.531		2%	0,130	15%	0,972	180%	11,664	224%	14,504	14,504	289.841
30 - 34	20.913.321		3%	0,194	20%	1,296	180%	11,664	224%	14,504	14,504	303.327
35 - 39	21.507.166		4%	0,259	30%	1,944	100%	6,480	130%	8,397	8,397	180.596
40 - 44	23.554.480		5%	0,324	40%	2,592	75%	4,860	106%	6,870	6,870	161.819
45 - 49	22.600.601		10%	0,648	60%	3,888	45%	2,916	82%	5,343	5,343	120.755
50 - 54	19.917.402		30%	1,944	85%	5,508	40%	2,592	59%	3,817	3,817	76.025
55 - 59	16.845.766		60%	3,888	120%	7,776	48%	3,110	47%	3,053	3,053	51.430
60 - 64	12.861.425		100%	6,480	160%	10,368	75%	4,860	35%	2,290	2,290	29.453
65 - 69	10.171.582		175%	11,340	200%	12,960	95%	6,156	24%	1,527	1,527	15.532
70 - 74	8.690.804		350%	22,680	300%	19,440	140%	9,072	24%	1,527	1,527	13.271
75 - 79	7.570.871		850%	55,080	500%	32,400	190%	12,312	12%	0,763	0,763	5.777
80 - 84	5.680.255		1400%	90,720	750%	48,600	285%	18,468	12%	0,763	0,763	4.334
85+	4.964.626		1450%	93,960	1005%	65,124	385%	24,948	12%	0,763	0,763	3.788
Vsota	300.000.000											1.944.149

Vir: J. Toole, Potential Impact of Pandemic Influenza On the U.S. Health Insurance Industry, 2010.

Tabela 5: Porazdelitev obolevnosti in skupno število obolelih pri različnih scenarijih pandemije

Porazdelitev obolevnosti pri različnih scenarijih pandemij

			Sezonska	Zmeren	Najhujša						
Obolevnost (1)		30,0%	8,4%	30,0%	30,0%						
Porazdelitvena krivulja (2)		V\	*Sezonska "S", Zmerna "U" krivulja, Njahujša "VV" in 1918 "V\"*								
Prilagoditev tveganja											
Zavarovana VS celotna pop (3)		92,5%									
Prilagoditev koriščenja storitev			Sezonska	Zmeren	Najhujša						
Zavarovana VS celotna pop (4)		97,5%	107,5%	102,5%	97,5%						
Meseci trajanja pandemije (5)		12,0	12,0	12,0	12,0	*Meseci, da pandemski val mine (6 - 24)*					
		Porazdelitev obolelosti po starostni skupini									
Starostna skupina	Populacija	Sezonska "S" krivulja		Zmerna "U" krivulja		Hipotetična "W" krivulja		1918 "V\" krivulja		Izbrana	Število vseh
	Brez mrtvih	Odstotek	Obolelost	Odstotek	Obolelost	Odstotek	Obolelost	Odstotek	Obolelost	obolelost	primerov
	(6)	(7)	(8) =(1)*(7)	(9)	(10)=(1)*(9)	(11)	(12)=(1)*(11)	(13)	(14)=(1)*(13)	(15)	(16)=(6)*(15)
0 - 4	19.722.315	240%	72,0%	150%	45,0%	150%	45,0%	200%	60,0%	60,0%	11.833.389
5 - 9	19.876.273	135%	40,5%	125%	37,5%	100%	30,0%	75%	22,5%	22,5%	4.472.161
10 - 14	21.437.114	95%	28,5%	100%	30,0%	75%	22,5%	75%	22,5%	22,5%	4.823.351
15 - 19	20.692.712	85%	25,5%	85%	25,5%	75%	22,5%	75%	22,5%	22,5%	4.655.860
20 - 24	20.715.751	85%	25,5%	85%	25,5%	90%	27,0%	100%	30,0%	30,0%	6.214.725
25 - 29	19.017.394	85%	25,5%	85%	25,5%	150%	45,0%	150%	45,0%	45,0%	8.557.827
30 - 34	19.902.232	85%	25,5%	85%	25,5%	150%	45,0%	175%	52,5%	52,5%	10.448.672
35 - 39	20.905.180	85%	25,5%	85%	25,5%	150%	45,0%	175%	52,5%	52,5%	10.975.220
40 - 44	23.015.082	85%	25,5%	85%	25,5%	150%	45,0%	150%	45,0%	45,0%	10.356.787
45 - 49	22.198.084	80%	24,0%	85%	25,5%	90%	27,0%	100%	30,0%	30,0%	6.659.425
50 - 54	19.663.986	75%	22,5%	85%	25,5%	75%	22,5%	75%	22,5%	22,5%	4.424.397
55 - 59	16.674.332	75%	22,5%	85%	25,5%	50%	15,0%	45%	13,5%	13,5%	2.251.035
60 - 64	12.763.249	75%	22,5%	100%	30,0%	50%	15,0%	25%	7,5%	7,5%	957.244
65 - 69	10.119.809	80%	24,0%	125%	37,5%	50%	15,0%	15%	4,5%	4,5%	455.391
70 - 74	8.646.568	100%	30,0%	125%	37,5%	50%	15,0%	10%	3,0%	3,0%	259.397
75 - 79	7.551.616	115%	34,5%	140%	42,0%	50%	15,0%	10%	3,0%	3,0%	226.548
80 - 84	5.665.808	125%	37,5%	150%	45,0%	50%	15,0%	10%	3,0%	3,0%	169.974
85+	4.951.999	125%	37,5%	150%	45,0%	50%	15,0%	10%	3,0%	3,0%	148.560
Total	293.519.505		**30,0%**		**30,0%**		**29,8%**		**29,9%**		87.889.963

Vir: J. Toole, Potential Impact of Pandemic Influenza On the U.S. Health Insurance Industry, 2010.

Faktor prilagoditve izkoriščenosti zdravstvenih storitev spremeni izkoriščenost zdravstvenih storitev pri zavarovanih osebah glede na splošno populacijo. Predvideva se, da letno zavarovani del populacije koristi zdravstvene storitve 20% pogosteje kot nezavarovani del. V primeru zmernega scenarija se predvideva 5% večje koriščenje zdravstvenih storitev s strani zavarovanih napram splošni populaciji. V primeru najslabšega možnega scenarija se pričakuje 5% manjše koriščenje zdravstvenih storitev.

4.4 Rezultati finančnih vplivov raziskave v ZDA

Rezultati te raziskave kažejo skupne potencialne stroške za celotno zdravstvo, kar je razvidno iz tabel 6 in 7.

Ocena potencialnega tveganja za vsako posamezno zavarovalnico je dokaj enostavna, saj samo pomnožimo celotne rezultate z deležem portfelja, ki ga ima posamezna zdravstvena zavarovalnica. *Ceteris paribus* bo zdravstvena zavarovalnica s 5 milijoni zavarovancev pri 100-milijonski populaciji utrpela 5% škodo. Tabela 6 prikazuje bruto stroške na državni ravni ZDA v milijonih dolarjev za zdravljenje gripe, število smrtnih žrtev zaradi gripe in število hospitalizacij, ki jih je povzročil virus gripe

Tabela 6: Bruto stroški na državni ravni ZDA v milijonih dolarjev za zdravljenje gripe

	Bruto stroški leta 2003 v milijonih $		
	Sezonska gripa	**Zmeren scenarij**	**Najhujši scenarij**
Ambulantno zdravljenje	3.146	13.270	10.354
Hospitalizacija	5.442	16.921	111.066
Smrt	1.932	12.132	105.171
Bruto stroški skupaj	10.520	42.323	226.591
Odloženi stroški za dodatno nego	-	11.649	50.287
Neto stroški leta 2003	10.520	30.674	176.304
Inflacija 2003 - 2010	60,6 %	60,6 %	60,6 %
Bruto stroški leta 2010	16.895	49.262	283.144
Razlika od sezonske gripe	-	32.367	266.249
% nacionalnih izdatkov za zdravstvo	0,6 %	1,9 %	11,2 %
Število smrtnih žrtev	42.005	213.045	1.944.149
Število hospitalizacij	298.226	889.388	7.912.135

Vir: J. Toole, Potential Impact of Pandemic Influenza On the U.S. Health Insurance Industry, 2010.

Tabela 7: Bruto stroški zdravstvenih zavarovalnic v ZDA v mio dolarjev za zdravljenje gripe

	Bruto stroški leta 2003 v milijonih $		
	Sezonska gripa	**Zmeren scenarij**	**Najhujši scenarij**
Ambulantno zdravljenje	986	3.833	3.258
Hospitalizacija	1.669	4.924	28.213
Smrt	148	1.714	29.033
Bruto stroški skupaj	2.803	10.471	60.504
Odloženi stroški za dodatno nego	-	2.338	19.781
Neto stroški leta 2003	2.803	8.133	40.723
Inflacija 2003 - 2010	60,6 %	60,6 %	60,6 %
Bruto stroški leta 2010	4.502	13.062	65.401
Razlika od sezonske gripe	-	8.560	60.900

Vir: J. Toole, Potential Impact of Pandemic Influenza On the U.S. Health Insurance Industry, 2010.

5 QIS 5 IN LTGA KATASTROFALNA TVEGANJA V ZDRAVSTVENEM ZAVAROVANJU

5.1 Standardizirani scenariji za katastrofe v zdravstvu

Projektna skupina za katastrofe (angl. *Catastrophe Task Force*, v nadaljevanju CTF), ki je bila odgovorna za sestavo tega sklopa v študiji kvantitativnih učinkov (angl. *Quantitative impact study*, v nadaljevanju QIS 5), je upoštevala nekaj faktorjev, ki so bili v skladu z zahtevami CEIOPS (angl. *Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors*):

- usklajenost v vseh državah članicah,
- enaki konkurenčni pogoji,
- zmanjšana zapletenost.

Kapitalska zahteva za katastrofalna tveganja v zdravstvu pokriva tveganje izgube ali nepredvidene negativne spremembe v zavarovalniških obveznostih, ki izhajajo iz negotovosti pri vrednotenju in napovedovanju izbruhov obsežnejših pandemij, kakor tudi večje akumulacije tveganj v ekstremnih pogojih (EIOPA, 2013, str. 217).

Standardizirani scenariji za katastrofalna tveganja po LTGA v zdravstvu so:

- množična nesreča (angl. *Mass accident*),
- koncentracijski scenarij (angl. *Concentration scenario*),
- pandemski scenarij (angl. *Pandemic scenario*).

Izbira scenarijev je temeljila na verjetnosti dogodkov. Verjetnost mora biti dovolj velika, da lahko prispeva k neugodnim spremembam v vrednosti zavarovalnih obveznosti. CTF je podala tudi naslednje trditve:

- Scenariji so uporabni za svetovno izpostavljenost.
- Geografske meje se upoštevajo, kjer je to potrebno.
- Pozavarovanje se upošteva, kjer je to potrebno.
- Scenariji niso razdeljeni glede na panoge (angl. *Lines of Bussiness,* v nadaljevanju LoB*),* niti niso razčlenjeni med podobnimi življenjskimi tehnikami (angl. *Similar to Life insurance Techniques,* v nadaljevanju SLT) in nepodobnimi življenjskimi tehnikami (angl. *Non Similar to Life insurance Techniques,* v nadaljevanju NSLT)

CTF je poudarila, da po njihovem mnenju življenjski katastrofalni modul ne zajema katastrofalnega tveganja, ki izhaja iz izgube življenja zaradi izjemnega dogodka, kot sta koncentracijski ali pandemski scenarij.

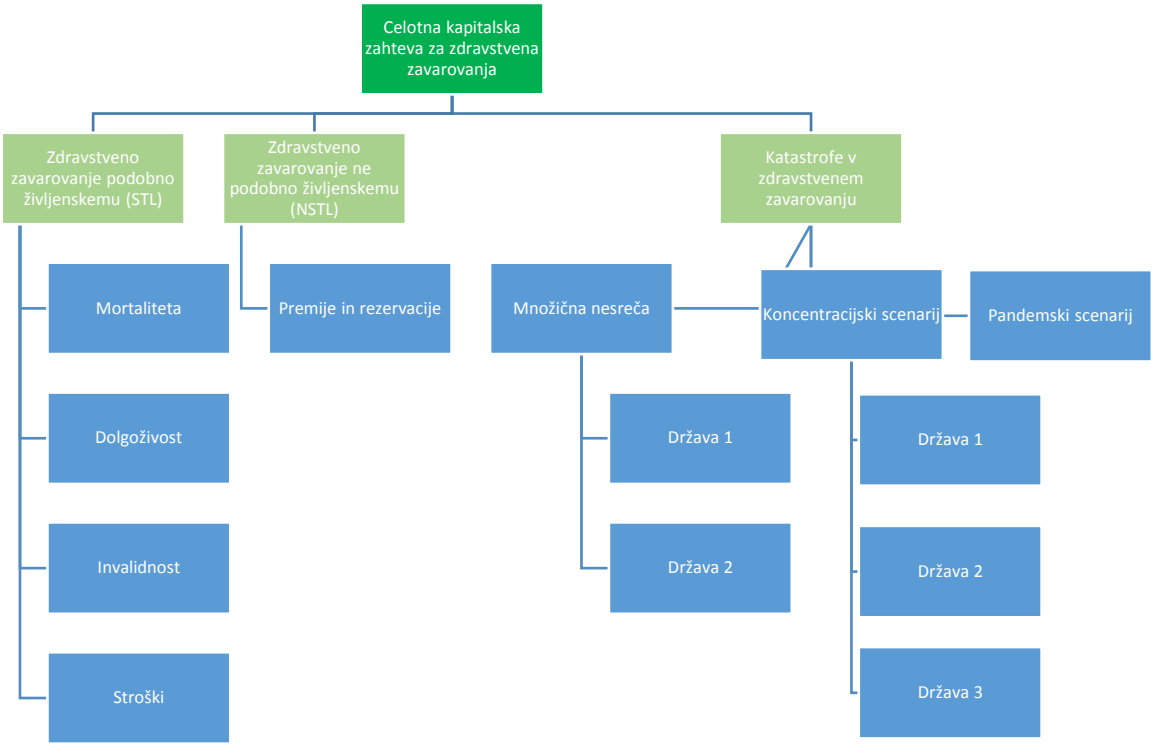
5.1.1 Uporaba standardiziranih scenarijev za katastrofe v zdravstvu

V nadaljevanju je zapisan podroben opis o tem, kako naj bi posamezna zavarovalnica uporabila standardizirane scenarije, kot jih priporoča CTF (EIOPA, 2013). Pandemski scenarij ni omejen samo na eno državo, vendar ga štejemo za panevropskega. Zato kapital zavarovalnic, potreben v primeru pandemije, predstavlja vsoto kapitala v vsaki posamezni državi. Ker je pandemski scenarij neodvisen od ostalih dveh scenarijev, je skupen kapital, ki je potreben za vsa zdravstvena katastrofalna tveganja, enak korenu vsote kvadratov posameznih kapitalskih zahtev za določen scenarij:

$$SCR_{healthCAT} = \sqrt{(SCR_{ma})^2 + (SCR_{ac})^2 + \left(SCR_p\right)^2} \tag{54}$$

Pri tem je SCR_{ma} kapitalska zahteva za scenarij množične nesreče, SCR_{ac} kapitalska zahteva za koncentracijski scenarij in SCR_p kapitalska zahteva za primer pandemije. $SCR_{healthCAT}$ je celotna kapitalska zahteva za katastrofalna tveganja v zdravstvu.

Slika 11: Shema kapitalske zahteve za zdravstvena zavarovanja



Vir: European Commission, QIS5 Technical Specifications, 2010.

5.1.2 Množična nesreča

Scenarij množične nesreče opisuje tveganje, ki ga predstavlja veliko ljudi na enem mestu v trenutku, ko se zgodi nesreča. Treba je upoštevati, da bo nesreča po tem scenariju prizadela veliko ljudi, vendar pa vsi ne bodo imeli sklenjenega zavarovanja. Tiste, ki ga bodo imeli, lahko razvrstimo glede na zavarovalnico, pri kateri imajo sklenjeno zavarovanje, zato moramo nadalje upoštevati še tržni delež in izpostavljenost vsake od zavarovalnic posebej (EIOPA, 2013, str. 218-220).

Vhodni podatki

$E_{(e,s)}$... celotna vrednost izplačil zavarovalnice za tip dogodka e v državi s

Izračun

Celoten zahtevan kapital kot rezultat množične nesreče je ocenjen kot:

$$SCR_{ma} = \sqrt{\sum_s \left(\left(SCR_{(ma,s)}\right)^2\right)} \tag{55}$$

Vsota zajema vse države, $SCR_{(ma,s)}$ pa označuje kapitalsko zahtevo za tveganje množične nesreče v državi s.

Zaradi boljše preglednosti in primerljivosti z izvirnim LTGA bom v enačbah uporabljal izvirno in ne prevedeno notacijo.

Za vsako od držav s posebej je kapitalska zahteva za množično nesrečo enaka potencialni izgubi lastnih sredstev, ki bi bile posledica nenadne izgube zaradi dotičnega dogodka in se izračuna kot:

$$SCR_{(ma,s)} = r_s * \sum_e x_e * E_{(e,s)} \tag{56}$$

Pomeni simbolov v enačbi so naslednji:

$r_{s\ldots}$ delež prizadetih oseb v primeru množične nesreče. Za Slovenijo se vzame 4 ‰.
$x_{e\ldots}$ delež oseb, ki bodo zaradi nesreče končali v enem od stanj e.

Faktor x_e, ki predstavlja delež invalidnosti in poškodb, je v vseh državah enak, in sicer:

Tabela 8: Možna stanja e in odstotki za vsako od teh stanj

Stanje	**%**
Smrt zaradi nesreče	10
Stalna invalidnost	1,5
10-letna invalidnost	5
12-mesečna invalidnost	13,5
Zdravstvena oskrba zaradi nesreče	30

Vir: EIOPA, Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment (Part I), 2013.

Vse police, ki vključujejo eno ali več od spodaj naštetih postavk, morajo biti upoštevane v izračunu. Seveda imamo lahko veliko več različnih vrst produktov, kot so našteti tu, vendar je pomembno, da ga lahko, ne glede na sam produkt, uvrstimo v eno od naslednjih postavk:

Tip produkta:

- Nezgodna smrt (angl. *Accidental Deaths)*
- Trajna 100% invalidnost (angl. *Permanent Total Disability)*
- Dolgoročna (10-letna) invalidnost (angl. *Long Term Disability)*
- Kratkoročna (12-mesečna) invalidnost (angl. *Short Term Disability)*
- Zdravstvena oskrba zaradi nesreče *(*angl. *Medical/Injuries)*

CTF meni, da je taka delitev dovolj natančna, da zavarovalnica lahko razvrsti svoj produkt v enega od naštetih tipov produktov.
Kjer je zavarovalni produkt skupek več tipov produktov, navedenih zgoraj, je treba izračunati potreben kapital za vsak tip produkta posebej.

Vsak zavarovatelj mora izračunati celotno zavarovalno vsoto za vsa možna stanja *e* in za vse države *s*, kot sledi:

$$E_{(e,s)} = \sum_i SI_{(e,i)} \tag{57}$$

Pri tem vsota vključuje vse zavarovane osebe *i*, ki so zavarovane za primer *e* in so v državi *s*. $SI_{(e,i)}$ je celotna zavarovalna vsota za osebo *i* v primeru *e* (EIOPA, 2013, str. 218-220).

- V primeru invalidnosti, kjer izplačila niso izplačana v enem znesku (angl. *lump sum)*, je mera izpostavljenosti sedanja vrednost predvidenih prihodnjih denarnih tokov za invalidnostne zahtevke.
- Pri izračunu sedanje vrednosti prihodnjih denarnih tokov mora zavarovalnica upoštevati, da kratkoročna invalidnost (angl. *short term disability)* lahko traja 12 mesecev, dolgoročna invalidnost (angl. *long term disability*) pa največ 10 let od datuma pojava katastrofalnega dogodka.

Rezultat tega scenarija je podan kot:

SCR_{ma}..... Kapitalska zahteva za zdravstveno katastrofalno tveganje v primeru množične nesreče

5.1.3 Koncentracijski scenarij

Pri koncentracijskem scenariju CTF poskuša opredeliti tveganje, ki ga predstavlja velika koncentracija izpostavljenosti, kot je skupinsko zavarovanje delavcev na gosto naseljenem področju.

Vhodni podatki

N_e ... Število zavarovancev vsake od zavarovalnic, ki so zavarovani za primer *e* in ki se nahajajo na območju največje koncentracije v državi *c*.
C_c... Največja koncentracija zavarovanj v državi *c*.
x_e... Delež oseb, ki bodo zaradi nesreče končale v enem od stanj *e*.
$SI_{(e,i)}$... Zavarovalna vsota za zavarovano osebo *i* v primeru *e*.

Izračun

Celoten zahtevan kapital kot rezultat koncentracijskega scenarija je ocenjen kot:

$$SCR_{ac} = \sqrt{\sum_c \left(\left(SCR_{(ac,c)}\right)^2\right)} \tag{58}$$

Pri tem je vsota narejena po vseh državah *c*.

Za vsako od držav *c* posebej je kapitalska zahteva za koncentracijski scenarij enaka potencialni izgubi lastnih sredstev, ki so posledica nenadne izgube zaradi dotičnega dogodka in se izračuna kot:

$$SCR_{(ac,c)} = C_c * \sum_e x_e * CE_{(e,c)} \tag{59}$$

Za vse države velja, da je največja koncentracija zavarovanj (C_c) enaka največjemu številu ljudi, za katere veljajo naslednji pogoji:

- Zavarovalnica je izpostavljena z zavarovanjem dohodka v primeru izgube zaposlitve ali z nezgodnim zavarovanjem za zaposlene.
- Zavarovalnica ima obveznost do zavarovanca, če krije vsaj enega od zgoraj opisanih možnih stanj *e*.
- Vsi zaposleni delajo v isti stavbi v državi *c*.

Za vsa možna stanja *e* in vse države *c* je povprečna zavarovalna vsota za najhujše koncentracijsko tveganje enaka:

$$CE_{(e,c)} = \frac{1}{N_e} \sum_{i=1}^{N_e} SI_{(e,i)} \tag{60}$$

Pri tem vsota vključuje vse zavarovane ljudi za primer oskrbe stanja *e* in ki spadajo v največje koncentracijsko tveganje v državi *c*.

Za vrednost plačila zavarovalnice se vzame zavarovalna vsota ali najboljša možna ocena stroškov, ki jih bo krila zavarovalnica v primeru stanja zavarovanca *e* (EIOPA, 2013, str. 220-222).

Rezultat tega scenarija je podan kot:

SCR_{ac}..... Kapitalska zahteva za zdravstveno katastrofalno tveganje v primeru koncentracijskega scenarija

5.1.4 Pandemski scenarij

Pandemski scenarij se za razliko od življenjskega zavarovanja, kjer se osredotočamo na število izgubljenih življenj v primeru izbruha pandemije, v primeru zdravstvenega zavarovanja osredotoča na pandemijo, ki bi povzročila veliko število zahtevkov iz naslova zdravstvenega zavarovanja. Tako ta scenarij opisuje tveganje pandemije, ki ne bi imela smrtnih posledic, vodila pa bi do visokih invalidskih zahtevkov (EIOPA, 2013, str. 222-223).

Ta scenarij vpliva na sledeče produkte:

- kratkoročno in dolgoročno nadomestilo za invalidnost;
- produkti, ki vsebujejo 100% trajno invalidnost, najsi bo kot posamezno tveganje ali kot del drugega produkta, recimo kritične bolezni (angl. *critical illness,* v nadaljevanju CI*);*
- stroške zdravljenja.

CTF je pridobila široko mnenje zdravstvene stroke o tem scenariju in sklenila, da bi ta scenarij za dolgoročno invalidnost najbolje opisal izbruh pandemije *Encephalitis Lethargica* (v nadaljevanju EL). Ta bolezen se je nazadnje pojavila v letih okoli 1918 in 1919, ravno takrat ko je razsajala tudi španska gripa. Podobne pandemije so se verjetno pojavljale tudi v prejšnjih stoletjih. Oboleli za to boleznijo ne bi mogli več delati in bi bili upravičeni do izplačil zaradi invalidnosti. Ker je stopnja ozdravelosti zelo majhna, je verjetnost, da se nikoli več ne bi mogli vrniti na delo, velika.

Vhodni podatki:

E ... Izpostavljenost zaradi zavarovanja dohodka v primeru izgube zaposlitve.
N_c... Število zavarovanih oseb v državi *c* s kritimi stroški zdravljenja brez nezgodnega zavarovanja, ki so kriti kot posledica nalezljive bolezni.
$CH_{(h,c)}$...Najboljša ocena izplačil za zavarovance v državi *c* v zvezi s stroški zdravljenja brez nezgodnega zavarovanja za koriščenje *h* zdravstvenega sistema v primeru pandemije.

Kapitalska zahteva za scenarij pandemije je enaka potencialni izgubi lastnih sredstev, ki so posledica nenadne izgube zaradi dotičnega dogodka in se izračuna kot:

Izračun:

$$SCR_p = R * E + 0{,}4 * \sum_c N_c * M_c \tag{61}$$

Pri tem prvi člen na desni strani enačaja predstavlja kapitalsko zahtevo za zavarovanje dohodka v primeru izgube zaposlitve *(*angl. *income protection insurance*), drugi člen z vsoto pa kapitalsko zahtevo za stroške zdravljenja v primeru pandemije v vseh državah *c*. *R* predstavlja delež prebivalstva, prizadetega zaradi pandemije, ki bi povzročila trajno invalidnost.

Da bi lahko ocenili delež prebivalstva, prizadetega zaradi pandemije *(R)*, se CTF sklicuje na delo: Joel A. Vilensky (2005) *The Vilensky reports: Sleeping Princes and Princesses: The Encephalitis Lethargica Epidemic of the 1920s and a Contemporary Evaluation of the Disease.* Indiana University School of Medicine Fort Wayne.

Na 6. strani je navedeno, da je bilo v obdobju od 1916 do 1940 verjetno okoli 1 milijon obolelih za EL. Ker gre pri teh scenarijih za redke dogodke (1 dogodek na 200 let), je CTF predlagala, da se vzame število obolelih 1 milijon v enem letu. Tako so vzeli nekoliko večjo številko, da so na koncu na varni strani.
Vilensky (2005, str. 30) na 30. strani ocenjuje, da 15 % vseh okuženih umre, od 85 % preživelih pa jih 34 % postane kronični invalid. Za naše potrebe bom njihovo stanje opisal kot dolgoročno invalidnost.

V računu je treba upoštevati še, da je bila ob zadnjem izbruhu nekaj manj kot polovica vseh obolelih za EL starih manj kot 20 let (Malzberg, 1929, str. 244-249). Delež mlajših od 20 let, ki imajo sklenjeno invalidsko zavarovanje, pa je praktično enak nič.

Na vrhuncu izbruha pandemije EL leta 1924 je bilo na svetu približno 2 milijardi ljudi (Število prebivalcev sveta, 2014). Na podlagi tega podatka lahko izračunamo stopnjo obolevnosti prebivalstva za EL in dobimo 0,5 ‰. To zmanjšamo na 0,3 ‰, da se ujema s povprečno starostjo populacije, ki ima sklenjeno invalidsko zavarovanje.

Če tako vzamemo to stopnjo obolevnosti in jo pomnožimo z verjetnostjo, da oboleli preživi in postane doživljenjski invalid, dobimo za faktor R oceno:

R = 0.3‰ * 0.85 * 0.34 = 0.0867 ‰ za vrednost tveganega kapitala *(*angl. *sums at risk)*

CTF priporoča, da se dobljene promile zaokroži navzdol, in sicer na največ 0,075 ‰ za vrednost tveganega kapitala, da odraža vpliv moderne medicine. Tako je končna ocena za faktor R enaka 0,075 ‰.

Izpostavljenost zaradi zavarovanja dohodka v primeru izgube zaposlitve v primeru pandemije je enaka:

$$E = \sum_i E_i \tag{62}$$

Pri tem vsota zajema vse zavarovane ljudi *i*, ki imajo zavarovan dohodek v primeru izgube zaposlitve, razen nezgodnega zavarovanja. E_i označuje vrednost plačil s strani zavarovalnice zavarovani osebi *i* v primeru trajne nezmožnosti za delo, ki bi nastala kot posledica nalezljive bolezni. Kot vrednost plačila zavarovalnice vzamemo zavarovalno vsoto ali najboljšo možno oceno stroškov, ki jih bo krila zavarovalnica v primeru trajne invalidnosti (EIOPA, 2013, str. 222-223).

Za državo *c* je povprečna zavarovalnina na osebo v primeru pandemije enaka:

$$M_c = \sum_h H_h * CH_{(h,c)} \tag{63}$$

Pri tem je H_h delež ljudi s kliničnimi simptomi, ki bodo koristili tip *h* zdravstvenega sistema.

Tipi koriščenja zdravstvenega sistema *h* so podani v tabeli 9:

Tabela 9: Tip koriščenja zdravstvenega sistema in delež koriščenja določene storitve

Tip koriščenja zdravstvenega sistema *h*	$\boldsymbol{H_h}$
Hospitalizacija v %	1
Obisk zdravnika v %	20
Neformalno zdravljenje v %	79

Vir: EIOPA, Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment (Part I), 2013.

Rezultat tega scenarija je podan kot:

SCR_p..... Kapitalska zahteva za zdravstveno katastrofalno tveganje v primeru pandemskega scenarija.

5.2.1 Izračun SCR_p za primer zdravstvenega zavarovanja na potovanjih v tujini z asistenco

Zdravstveno zavarovanje na potovanjih v tujini z asistenco nudi asistenco in krije nujne stroške zdravljenja, ki so nastali zaradi zdravniške pomoči, katere namen je izključno odpravljanje posledic akutnih bolezni in nezgod, stroške potrebnega prevoza zavarovanca v Slovenijo in so le ti nastali v času potovanja in bivanja v tujini. Zavarovalnica ne krije stroškov, ki so nastali kot posledica kroničnih bolezni, ki so bile znane že ob začetku zavarovanja, bolezni ali nezgod zaradi vojnih dogodkov, aktivnega športnega udejstvovanja ali kot posledica kaznivega dejanja. Zavarovalnica prav tako ne krije stroškov zaradi psihoanalitičnega zdravljenja, stroškov povezanih z nosečnostjo, rehabilitacije in protez.

Tako mora vsaka zavarovalnica pri izračunu kapitalske zahteve za primer izbruha pandemije pri tej vrsti zavarovanja poznati izpostavljenost za zavarovanje dohodka v primeru izgube zaposlitve *E*, število zavarovancev N_c in najboljšo možno oceno za povprečen strošek zdravljenja v tujini M_c. Ker v pogojih takšno zavarovanje, da bi zavarovalnica kakorkoli krila izpad dohodka zavarovanca, ni navedeno, se v *E* upoštevajo le zavarovalne vsote za stroške prevoza.

Vzemimo za primer, da imamo 10.000 zavarovancev, ki imajo sklenjeno zdravstveno zavarovanje na potovanjih v tujini z asistenco. Nadalje privzemimo, da stroški prevoza (*E*) znašajo 50.000.000 EUR in da povprečni pričakovani stroški zdravljenja v bolnišnici v tujini znašajo 40.000 EUR. Stroške obiska in posvetovanja z zdravnikom ocenimo na 100 EUR. Ker ne vemo, v katero državo bodo naši zavarovanci potovali, so to oteženi povprečni stroški zdravstvenih in transportnih storitev s celega sveta.

Za izračun zahtevanega kapitala v primeru pandemije upoštevamo enačbi (61) in (63).

Neposredno iz enačbe (63) sledi izračun podatkov v zadnjem stolpcu tabele 10.

Tabela 10: Izračun povprečnega stroška zdravljenja v tujini

Tip koriščenja zdravstvenega sistema *h*	**Pričakovani stroški zdravljenja v €**	H_h **v %**	M_c **v €**
Hospitalizacija	40.000	1	400
Obisk zdravnika	100	20	20
Neformalno zdravljenje	0	79	0
Skupaj			420

Podatek o pričakovanem povprečnem strošku za zdravljenje uporabimo pri izračunu SCR_p iz enačbe (61). Ker smo predpostavili, da zavarovanci potujejo po celem svetu in smo zato že vzeli povprečne predvidene stroške, lahko vsoto v drugem členu na desni strani enačbe (61) izpustimo. Tako dobimo:

$$SCR_p = R * E + 0{,}4 * N_c * M_c$$

$$SCR_p = 0{,}000075 * 50.000.000€ + 0{,}4 * 10.000 * 420€$$

$$SCR_p = 1.683.750€$$

Prvi člen na desni strani enačbe (zavarovanje za izpad dohodka) prinese h kapitalski zahtevi za ta primer zavarovanja zelo malo, le 3.750 EUR. Preostalih 1.680.000 EUR prinese drugi člen na desni strani enačbe, ki se nanaša neposredno na bolnišnično zdravljenje in stroške, povezane z obiskom zdravnika.

5.2.2 Izračun SCR_p za primer dopolnilnega zdravstvenega zavarovanja za Slovenijo

Pri tem izračunu bomo uporabili določene predpostavke, ki niso nujno pravilne, saj gre predvsem za oceno potrebnega kapitala za primer izbruha pandemije v slovenskih zavarovalnicah, ki nudijo dopolnilno zdravstveno zavarovanje. Iz 23. člena Zakona o zdravstvenem varstvu in zdravstvenem zavarovanju (ZZVZZ) so razvidni različni deleži plačila stroškov zdravstvenih storitev med OZZ in dopolnilnim zdravstvenim zavarovanjem. Privzemimo, da bi pri zdravljenju pandemije gripe šlo za razmerje 85 % OZZ in 15 % DZZ (splošno ambulantno zdravljenje). Pravica do nadomestila plače je krita s strani OZZ v višini 90 %, kadar gre za karanteno, ki jo določi zdravnik, in 80 % zaradi bolezni. Tako lahko tudi

tukaj za namene tega izračuna vzamemo neko povprečje in predpostavimo 85% kritje stroškov iz naslova OZZ in preostalih 15 % iz naslova DZZ.
V celoten zdravstveni sistem v Sloveniji je vključenih približno 1,4 milijona prebivalcev, za pričakovane stroške hospitalizacije si bom izmislil ceno 20.000 EUR, za stroške pri obisku zdravnika pa 50 EUR. Menim, da sta ti dve oceni dokaj realni, mnogo težje pa je oceniti stroške zdravstvenega sistema v primeru izgube zaposlitve oziroma pravice do nadomestila plače. Za oceno tega podatka sem enostavno pomnožil vrednost *E* iz prejšnjega primera, ki je znašala 50 mio EUR in je bila narejena za 10.000 ljudi, z 200, da sem linearno preslikal na celotno populacijo. Nato sem dobljeno vrednost pomnožil še s 100, da je strošek zaokrožen krepko navzgor. Tako dobimo za vrednost *E* za celoten zdravstveni sistem oceno 1.000.000.000.000 EUR. Podatki, ki jih bom uporabil za izračun, so sledeči:

E = 1.000.000.000.000 €

R = 0,000075

N_c = 1.400.000

$$CH = \begin{cases} 20.000€, za\ primer\ hospitalizacije \\ 50€, za\ primer\ obiska\ pri\ zdravniku \end{cases}$$

$$H_h = \begin{cases} 1\ \%, za\ primer\ hospitalizacije \\ 20\ \%, za\ primer\ obiska\ pri\ zdravniku \end{cases}$$

Neposredno iz enačbe (63) sledi izračun podatkov v zadnjem stolpcu tabele 11.

Tabela 11: Izračun povprečnega stroška zdravljenja zavarovane osebe v Sloveniji

Tip koriščenja zdravstvenega sistema *h*	**Pričakovani stroški zdravljenja v €**	H_h **v %**	M_c **v €**
Hospitalizacija	20.000	1	200
Obisk zdravnika	50	20	10
Neformalno zdravljenje	0	79	0
Skupaj			210

Podatek o pričakovanem povprečnem strošku za zdravljenje uporabim pri izračunu SCR_p iz enačbe (61). Tako iz zgoraj navedenih podatkov za celoten zdravstveni sistem za celo Slovenijo dobimo zahtevan kapital za primer tveganja izbruha pandemije:

$$SCR_p = R * E + 0{,}4 * N_c * M_c$$

$$SCR_p = 0{,}000075 * 1.000.000.000.000€ + 0{,}4 * 1.400.000 * 210€$$

$$SCR_p = 192.600.000€$$

Dobljeni znesek je treba najprej pomnožiti z deležem, ki ga nosi DZZ, torej 15 %, da dobimo zahtevani kapital pri treh zdravstvenih zavarovalnicah, ki v Sloveniji nudijo dopolnilno zdravstveno zavarovanje. Dela za nadomestilo dohodka zdravstvene zavarovalnice v okviru DZZ ne krijejo, zato se prvi člen na desni strani zgornje enačbe pri izračunu kapitalske zahteve ne upošteva. Del, ki ga krije obvezno zdravstveno zavarovanje, ni podvržen kapitalskim zahtevam iz Solventnosti II, kot jih predpisuje LTGA.

$$SCR_p(zdravstvenih\ zavarovalnic) = 117.600.000€ * 15\% = 17.640.000\ €$$

V grobem lahko ta znesek razdelimo še med vse tri slovenske zdravstvene zavarovalnice, ki nudijo dopolnilno zdravstveno zavarovanje, glede na tržni delež:

Vzajemna zdravstvena zavarovalnica ima približno polovičen tržni delež, Adriatic Slovenica d.d. 25% tržni delež in Triglav, zdravstvena zavarovalnica, d.d. še preostali 25% tržni delež. Tako lahko zapišemo končno oceno zahtevanega kapitala za zadostitev regulative Solventnost II za vsako od zavarovalnic posebej:

Vzajemna: 50 % od 17.640.000 EUR znaša 8.820.000 EUR za kapitalsko zahtevo za primer pandemije.

Adriatic Slovenica d.d.: 25 % od 17.640.000 EUR znaša 4.410.000 EUR za kapitalsko zahtevo za primer pandemije.

Triglav, zdravstvena zavarovalnica, d.d.: 25 % od 17.640.000 EUR znaša 4.410.000 EUR za kapitalsko zahtevo za primer pandemije.

SKLEP

Iz magistrskega dela lahko vidimo, da izbruh pandemije predstavlja resno tveganje v finančnem, še bolj pa v življenjskem smislu. Za odpravo finančnega tveganja obstajajo zavarovalnice, kjer se pravne in fizične osebe lahko zavarujemo in s tem izničimo finančno tveganje ter si, v primeru nesreče, malce omilimo tudi življenje samo.

Ker je nemogoče napovedati izbruh prihodnje epidemije, kje se bo zgodila in kakšen bo njen potek, morajo zavarovalnice imeti na razpolago dovolj kapitala, da ostanejo solventne v primeru take in podobnih katastrof. Kakšne so lahko posledice pandemije, lahko ugotavljamo le na podlagi analiz preteklih pandemij. Obsežnejša analiza za pandemijo gripe v ZDA je predstavljena v petem poglavju, vendar pa je ne moremo enostavno preslikati na primer na Slovenijo, saj se državi preveč razlikujeta v zdravstvenem sistemu kot tudi v gospodarstvu, velikosti države, številu prebivalcev itd. Razlike med zdravstvenimi sistemi so opisane v drugem poglavju magistrskega dela.

Za izračun potrebnega kapitala za primer katastrofalnega tveganja po novem poskrbi regulativa Solventnost II, ki ji bodo morale v prihodnje zadostiti vse zavarovalnice. V tehničnih specifikacijah, ki veljajo za vse zavarovalnice, ki nimajo postavljenega internega modela, so točno določene enačbe, po katerih je mogoče izračunati potreben kapital, ki ga vsaka zavarovalnica potrebuje glede na določeno tveganje in izpostavljenost temu tveganju. V šestem poglavju magistrske naloge je predstavljen takšen izračun za dva primera zavarovanja. Pred tem je v četrtem poglavju z modelom SIR modelirano tveganje ob izbruhu pandemije, višine premij pri določenih načinih in oblikah izplačila ter kakšne rezervacije so za to potrebne. Lahko bi zapisali, da bi z vpeljavo takega modela v določeno zavarovalnico šlo za interni model.

Za dopolnilno zdravstveno zavarovanje na leto vplačamo okoli 468.000.000 EUR v obliki premij (Slovensko zavarovalno združenje, 2014, str. 54), za pokritje kapitalskih zahtev pa smo na koncu šestega poglavja videli, da bi vse tri zavarovalnice skupaj potrebovale približno slabe 4 % tega zneska oziroma slabih 18 milijonov evrov. K temu je treba prišteti še ostala dva scenarija za katastrofalno tveganje v zdravstvu, tj. scenarij masovne nesreče in koncentracijski scenarij. Tudi če oba posamično predstavljata kapitalsko zahtevo okoli 10 milijonov, je kapitalska zahteva za pokrivanje celotnega katastrofalnega tveganja v zdravstvu, izračunana z enačbo (54), približno enaka:

$$SCR_{healthCAT} = \sqrt{(SCR_{ma})^2 + (SCR_{ac})^2 + \left(SCR_p\right)^2} \tag{64}$$

$$SCR_{healthCAT} = \sqrt{10\,mio^2 + 10\,mio^2 + 18\,mio^2} \approx 23\,mio\,€ \ldots\ldots\ldots\ldots (65)$$

Ker naj bi bila verjetnost za tak dogodek manjša od 1 na 200 let, imajo zavarovalnice v povprečju kar dovolj dolgo časa, da pokrijejo to kapitalsko zahtevo iz naslova vplačanih premij. Drug vidika pa je, da si lastniki verjetno ne želijo imeti preveč kapitala, ki skrbi samo za pokrivanje kapitalskih zahtev, ne ustvarja pa nobenih dividend. S tem pa smo odprli povsem drugo temo, ki ne spada v raziskovalno področje tega magistrskega dela.

LITERATURA IN VIRI

1. Bronštejn, I.N., Semendjajev, K. A., Musiol, G., & Mühlig, H. (1997). *Matematični priročnik*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

2. Dickson, D., Hardy, M., & Waters, H. (2009). *Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks*. New York: Cambridge University Press.

3. European Insurance and Occupational Pensions Authority /EIOPA/. (2013). Technical Specification on the Long Term Guarantee Assessment (Part I). Najdeno 23. julija 2014 na spletnem naslovu https://eiopa.europa.eu/fileadmin/tx_dam/files/consultations/QIS/Preparatory_forthcoming_assessments/final/A/A_-_Technical_Specification_on_the_Long_Term_ Guarantee_Assessment __Part_I_.pdf

4. European Commission. (2010). QIS5 Technical Specifications. Najdeno 23. julija 2014 na spletnem naslovu http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/solvency/qis5/201007/technical_specifications_en.pdf

5. Feng, R.,& Garrido, J. (2006). Application of Epidemiological Models in Actuarial Mathematics. *Soa.org, 15*(1), 1-29.

6. Hagstrom, D. (2013). Mortality Catastrophe Bonds: What the Financial Markets Think of Pandemic Risk. *SCOR Pandemic Risk Conference* (str. 5-6). Pariz: SCOR Global Risk Center.

7. Hollingsworth, D. (2013). Pandemics: Emergence, Spread and the Formulation of Control or Mitigation Policy. *SCOR Pandemic Risk Conference* (str. 4). Pariz: SCOR Global Risk Center.

8. Ivanovic, B. (2013). Underlying Health Status and Pandemic Mortality Outcomes; the Experience of Insured Groups. *SCOR Pandemic Risk Conference* (str. 10). Pariz: SCOR Global Risk Center.

9. Komelj, J.(2013). *Predavanja na ekonomski fakulteti, General insurance*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.

10. Malzberg, B. (1929). Age of first admissions with encephalitis lethargica. *Psychiatric Quarterly, 3*(2), 244-249.

11. Molinari, N. A. M., Massonnier, M., Thompson, W., Wortley, P.,& Weintroub, E. (2007). The Annual Impact of Seasonal Influenza in the U.S.:Measuring Disease Burden and Costs. *Vaccine, 25,* 5086–5096.

12. Murray, C. J. L., Lopez, A. D., Chin, B., Feehan, D.,& Hill K. H. (2006). Estimation of potential global pandemic influenza mortality on the basis of vital registry data from the 1918-20 pandemic: a quantitative analysis. *Lancet, 368,* 2211-2218.

13. Pamuk, E., Makuc, D., Heck, K., Reuben, C.,& Lochner, K. (1998). *Socioeconomic Status and Health Chartbook. Health, United States*. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics.

14. Pebody, R.G., McLean, E., Zhao, H., Cleary, P., Bracebridge, S., Foster, K., Charlett, A., Hardelid, P., Waight, P., Ellis, J., Bermingham, A., Zambon, M., Evans, B., Salmon, R., McMenamin, J., Smyth, B., Catchpole, M.,& Watson, J.M. (2010). Pandemic Influenza A (H1N1) 2009 and mortality in the United Kingdom: risk factors for death, April 2009 to March 2010. *Euro Surveillance, 15*(20),1-11. Najdeno 10. januarja 2014 na spletnem naslovu http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19571

15. Raggett, G.F. (1982), Modeling the Eyam plague. *The Institute of Mathematics and its Applications Journal,* 18, 221-226.

16. Shah, B.R.,& Hux, J.E. (2003*).* Quantifying the risk of infectious diseases for people with diabetes. *Diabetes Care, 26*(2), 510-513.

17. Slovensko zavarovalno združenje. (2014). Pobrana premija pri zdravstvenem zavarovanju. Najdeno 10. avgusta 2014 na spletnem naslovu http://www.zav-zdruzenje.si/wp-content/uploads/2013/08/Statisticni-zavarovalniski-bilten-2013.pdf

18. Sraka, R.(2013). *Predavanja na ekonomski fakulteti, Zdravstvena zavarovanja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.

19. Statistični urad RS. (2014). Demografija prebivalstva. Najdeno 13. januarja 2014 na spletnem naslovu http://www.stat.si/Piramida2.asp

20. Sydenstricker, E. (1931). The incidence of influenza among persons of different economic status during the epidemic of 1918. *Public Health Reports (1896-1970), 46*(4*),* 154-170.

21. Taubenberger, J.K.,& Morens, D.M. (2006). 1918 influenza: the mother of all pandemics. *Emerging Infectious Diseases*. Najdeno 3. julija 2014 na spletnem naslovu http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/12/1/05-0979_article

22. Thompson, W., Shay, D.K., Weintroub, E., Brammer, L., Cox, N., Anderson, L.,& Fukuda, K. (2003). Mortality Associated with Influenza and Respiratory Syncytial Virus in the United States. *Journal of the American Medical Association*, *289*(2), 179–186.

23. Toole, J.(2010). Potential Impact of Pandemic Influenza On the U.S. Health Insurance Industry. Society of actuaries. Najdeno 8. januarja 2014 na spletnem naslovu https://www.soa.org/files/.../research-2010-pandemic-health-report.pdf

24. U.S. Department of Health and Human Services. (2005). HHS Pandemic Influenza Plan. Najdeno 3 julija 2014 na spletnem naslovu http://www.flu.gov/planning-preparedness/federal/hhspandemicinfluenzaplan.pdf

25. Vespignani, A. (2013). Computational Approach to the Analysis and Forecast of Pandemic Events. *SCOR Pandemic Risk Conference* (str. 9). Pariz: SCOR Global Risk Center.

26. Vilensky, J.A. (2005). The Vilensky reports: Sleeping Princes and Princesses: The Encephalitis Lethargica Epidemic of the 1920s and a Contemporary Evaluation of the Disease. Najdeno 8. januarja 2014 na spletnem naslovu http://www.thesophiecamerontrust.org.uk/research/enc_presentation2008_print.pdf

27. Število prebivalcev sveta. V *Wikipediji.* Najdeno 2. julija 2014 na spletni strani http://en.wikipedia.org/wiki/World_population#mediaviewer/File:World-Population-1800-2100.svg

28. Zakon o zavarovalništvu. *Uradni list* RS št. 99/10-UPB7 z dne 7.12.2010.

29. Zakon o zdravstvenem varstvu in zdravstvenem zavarovanju. *Uradni list* RS, št. 126/03 z dne 18.12.2003.

30. *Zmožnost držav omejitve širjenja virusa gripe*. Najdeno 13. januarja 2014 na spletnem naslovu http://maplecroft.com/portfolio/mapping/maplecroft/?initial_map_slug=gr_influenza_pandemic_capacity_to_contain_2014