Covid-19: Potek širjenja do viška prvega vala v Evropski uniji

Matej Kalc

16. avgust 2020

1 Uvod

1.1 Motivacija

"Koronavirus je hujši kot vojna, kjer je sovražnik še vedno človek, s katerim se še vedno lahko ukvarjamo, medtem ko je kakršenkoli dogovor s smrtonosnim virusom, ki ogroža naše preživetje, nemogoč. (...)". [1]

Tako je izjavil G. Zuccarini. Lahko bi izjavili, da je Koronavirus tretja svetovna vojna, kjer se neviden sovražnik skriva med ljudmi. Ogroža ljudem življenje, nekaterim pa ga tudi odvzame. Ljudje lahko premagamo nevidnega sovražnika, le če primerno in provočasno ukrepamo s pravim orožjem, kot so samozavest in ukrep človeka. V taki bitki tudi študiji in analize podatkov so dobro orožje proti virusu, saj nam povejo nekaj novega o našem sovražniku. Mogoče eden izmed teh nam bo dal možnost odkritja cepiva proti virusu, toda dokler tega ne najdemo ostaja edina možnost uporaba mask, razkužil in distanca. Zanima me kako so se ljudje odzvali na epidemijo in katere države so bile najboljše in katere najslabše organizirane za preprečevanje okužbe. Ker je epidemija še v teku, bom kot vzorec izbral države Evropske unije, ker se je v teh epidemija sprožila približno sočasno.

1.2 Cilji

Trdimo lahko, da so vse države v Evropski uniji [3] preživele prvi val Koronavirusa pred 19. julijem 2020. V seminarski nalogi bom analiziral kako se je virus širil po državah Evropske unije. Analiziral bom predvsem interval od začetka širjenja do vrhunca prvega vala v vsaki državi, ker je ta interval najzanimivejši, saj se države prvič soočajo s takim virusom.
Cilji študija sta:

- Analiza spremenljivk in
- Korelacijska analiza.

Testiral bom korelacijo med spremenljivkami in izračunal intervale zaupanja, saj podatki niso realni, ker v teh niso upoštevani asimptomatiki.

1.3 Raziskave o virusu

Veliko je spletnih strani, ki analizirajo in grafično prikazujejo podatke Covid-a-19. Omenil bom tisto, ki me je motiviralo za izdelavo seminarske naloge.
Inštitut za zdravstvene meritve in vrednotenje IHME nudi spletno stran o Koronavirus [5],

kjer so grafično prikazani podatki o okuženih, mrtvih, analizah, socialni distanci ipd, ampak najzanimivejše so projekcije v času, ki stran nudi. IHME-ove projekcije COVID-19 so bile razvite kot odziv na zahteve medicinske univerze v Washingtonu in drugih ameriških bolnišničnih sistemov. Napovedi kažejo povpraševanje po storitvah v bolnišnicah, dnevne in kumulativne smrti zaradi COVID-a-19, stopnje okužbe in analizah ter vpliv socialnega distanciranja, ki ga zahteva država.

1.4 Poglavja

1. Uvod
2. Opis virusa in njegovo širjenje
3. Podatki
4. Izračuni in rezultati
5. Zaključki
6. Literatura

2 Opis virusa in njegovo širjenje

COVID-19 je nalezljiva bolezen, ki jo povzroča virus SARS-CoV-2. Dihalni virus se širi preko kapljice sline in sluzi okuženih ljudi. Prvi okužen Covid-a-19 je bil zaznan na Kitajskem novembra 2019. Najprej se je dihaln virus širil na Kitajskem, v Hubeju in Wuhanu. Na začetku leta 2020 se je začelo širjenje virusa po celem svetu. 11. marca 2020 je Svetovna zdravstvena organizacija WHO proglasila pandemijo. Iz statističnih podatkov je razvidno, da do vključno 19. julija 2020 je bilo okuženih več kot 14.2 milijonov ljudi v 188 državah, od katerih 600 tisoč je mrtvih in 8.02 milijonov je ozdravelih. Trdimo lahko, da je ta virus leta 2020 močno vplival na države po celem svetu.

3 Podatki

Podatki so bili izbrani iz spleta. Podatke, ki bom rabil za statistični študij, so prikazani v spodnji tabeli.

DR	MED	DPO	DPS	DVO	DVS	OV	MV	PREB	OTO
Austria	44.0	2020-02-25	2020-03-12	2020-03-27	2020-04-23	7029	52	9025715	38809
Belgium	41.4	2020-02-04	2020-03-10	2020-04-11	2020-04-12	32778	4273	11602522	103714
Bulgaria	42.7	2020-03-08	2020-03-12	2020-06-12	2020-06-06	3086	168	6943915	91083
Croatia	43.0	2020-02-25	2020-03-25	2020-04-02	2020-04-20	963	6	4101782	8110
Cyprus	36.8	2020-03-09	2020-03-25	2020-04-02	2020-03-25	320	9	1190007	8468
Czechia	42.1	2020-03-01	2020-03-23	2020-03-27	2020-04-15	2062	9	10715154	36089
Denmark	42.2	2020-02-27	2020-03-15	2020-04-08	2020-04-05	5071	203	5793679	62063
Estonia	42.7	2020-02-27	2020-03-26	2020-03-27	2020-04-03	538	1	1328655	9010
Finland	42.5	2020-01-29	2020-03-21	2020-04-05	2020-04-22	1882	25	5542713	34486
France	41.4	2020-01-24	2020-02-15	2020-04-01	2020-04-04	51477	3514	65283211	233494
Germany	47.1	2020-01-28	2020-03-09	2020-03-20	2020-04-16	18323	45	83951077	595836
Greece	44.5	2020-02-26	2020-03-12	2020-04-22	2020-04-05	2401	121	10420046	58847
Hungary	42.3	2020-03-04	2020-03-15	2020-04-10	2020-04-24	1190	77	9659639	29041
Ireland	36.8	2020-03-01	2020-03-11	2020-04-10	2020-04-26	7393	263	4953657	68922
Italy	45.5	2020-01-29	2020-02-22	2020-03-21	2020-03-28	53578	4827	60465251	239558
Latvia	43.6	2020-03-02	2020-04-04	2020-03-24	2020-04-22	180	0	1883138	8281
Lithuania	43.7	2020-02-28	2020-03-20	2020-04-04	2020-04-12	771	9	2714541	21467
Luxembourg	39.3	2020-03-01	2020-03-13	2020-03-24	2020-04-12	875	8	628614	11189
Malta	41.8	2020-03-07	2020-04-09	2020-04-08	2020-06-02	293	0	441612	14119
Netherlands	42.6	2020-02-27	2020-03-06	2020-03-24	2020-04-08	4749	213	17138553	45825
Poland	40.7	2020-03-05	2020-03-12	2020-06-05	2020-04-25	25048	1117	37850596	1006819
Portugal	42.2	2020-03-02	2020-03-17	2020-04-11	2020-04-04	15472	435	10193282	179542
Romania	41.1	2020-02-26	2020-03-23	2020-04-12	2020-05-01	5990	282	19210031	64385
Slovakia	40.5	2020-03-06	2020-04-07	2020-04-17	2020-04-16	977	8	5461415	42768
Slovenia	44.5	2020-03-04	2020-03-17	2020-03-13	2020-04-06	141	0	2079553	4228
Spain	42.7	2020-01-31	2020-03-04	2020-04-01	2020-06-20	94417	8189	46785134	466271
Sweden	41.2	2020-01-31	2020-03-15	2020-06-23	2020-04-22	58932	5122	10108080	467798

Legenda:

- DR - Ime države
- MED - Mediana starosti populacije
- DPO - Datum prvega zazanega okuženca
- DPS - Datum prve zaznane smrti
- DVO - Datum vrhunca okuženih v prvem valu
- DVS - Datum vrhunca smrti v prvem valu
- OV - Število okuženih od prve zaznane okužbe do vrhunca okuženih v prvem valu
- MV - Število mrtvih od prve zaznane smrti do vrhunca okuženih v prvem valu
- PREB - Število prebivalcev
- OTO - Število opravljenih testov do vrhunca okužb v prvem valu

V sledečih analizah bom predvsem računal s deleži. Rabil bom sledeče spremenljivke:

1. Delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženih

$$D = \frac{100 * \text{št. okuženih}}{\text{št. prebivalcev}}$$

kjer število okuženih je stolpec OV v bazi in število prebivalcev je stolpec PREB v bazi.

2. Fatalnost do vrhunca prvega vala okuženih

$$F = \frac{100 * \text{št. mrtvih}}{\text{št. okuženih}}$$

kjer število mrtvih je stolpec MV v bazi in število okuženih je stolpec OV v bazi.

3. Delež testov do vrhunca prvega vala okuženih

$$T = \frac{100 * \text{št. opravljenih testov}}{\text{št. prebivalcev}}$$

kjer število opravljenih je stolpec OTO v bazi in število prebivalcev je stolpec PREB v bazi.

4 Izračuni in rezultati

4.1 Analiza spremenljivk

Za statistični študij bom najprej analiziral spremenljivke, predvsem če so normalne in simetrične Spodnje spremenljivke veljajo le za države evropske unije. Spremenljivke so:

1. Mediana starosti
2. Število dni do vrhunca prvega vala okuženih
3. Število dni do vrhunca prvega vala mrtvih
4. Delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženih
5. Delež mrtvih do vrhunca prvega vala okuženih
6. Delež testov do vrhunca prvega vala okuženih

4.1.1 Mediana starosti

Spremenljivka M mediana starosti je stolpec MED v bazi. Naprej lahko prikažemo spremenljivko z histogramom in barplotom.

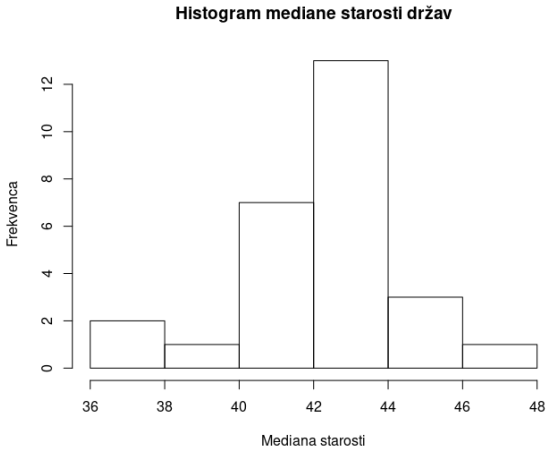
Iz histograma lahko sumimo, da je spremenljivka normalna ali simetrična. To lahko preverimo s Shapiro–Wilk testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka je normalna in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka ni normalna. Izračunajmo ga takole:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} = 0.94 \text{ in p} = 0.1218.$$

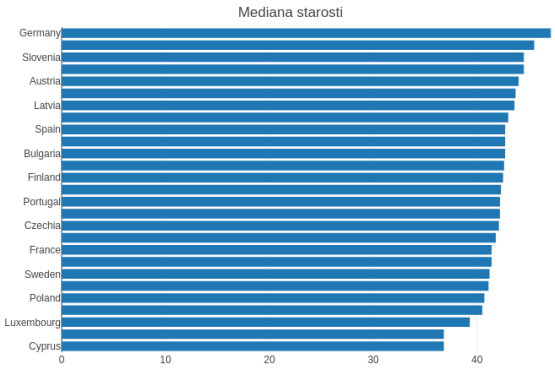
kjer $x_{(i)}$ je najmanjša vrednost v vzorcu, $\bar{x}$ je povprečje median, a_i je i-ti element vektorja 0

$$(a_1, ..., a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{C}$$

kjer $C = \left\| V^{-1} m \right\|$ in vektor $m = (m_1, ..., m_n)^T$ je sestavljen iz pričakovanih vrednosti statističnih podatkov o vrstnem redu neodvisnih in identično razporejenih naključnih spremenljivk, vzorčenih iz standardne normalne porazdelitve. Izberemo 95% interval zaupanja.



Slika 1. Histogram



Slika 2. Barplot

α je 0.05 (1 - 95%). Če je vrednost p manjša od α, zavržemo H_0. Ker je $p > \alpha$ (0.1218 $>$ 0.05), ne moremo zavreči ničelne hipoteze. Iz računa lahko slutimo, da spremenljivka ni normalno porazdeljena. Testiramo lahko, če je spremenljivka M simetrična. Računali bomo s Miao, Gel, and Gastwirth simetričnim testom. V R-ju je to ukaz symmetry.test(X, option = "MGG")[10], kjer X je poljuben vektor. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka M je simetrična in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka M je asimetrična. Za test spremenljivke S dobimo rezultate:

$$\text{Test statistike} = -0.42212 \text{ in p} = 0.684.$$

Tudi tukaj izberemo verjetnost 95%, tako je $\alpha = 0.05$. Ker je p vrednost $> \alpha$ (0.684 $>$ 0.05) ne moremo zavrnit hipoteze H_0. Zaradi velikega koeficienta p lahko smatramo, da je spremenljivka simetrična.

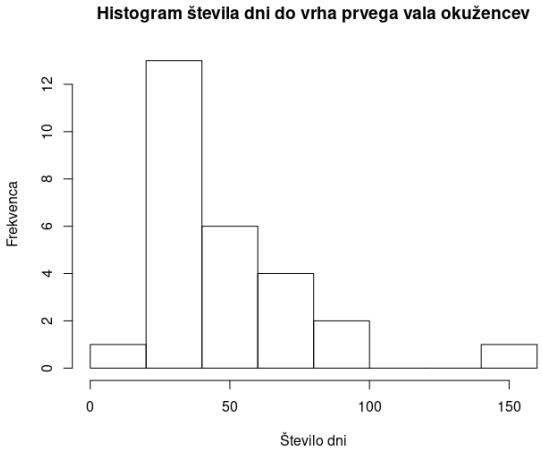
4.1.2 Število dni do vrhunca prvega vala okuženih

Spremenljivka S število dni do vrhunca prvega vala okuženih starosti je razlika v dnevih stolpcev DVO in DPO v bazi. Naprej lahko prikažemo spremenljivko z histogramom in barplotom.

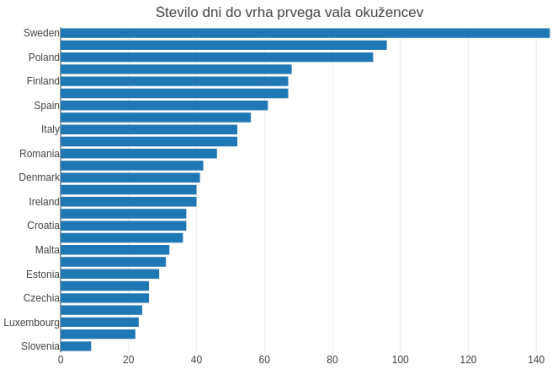
Iz histograma ne moremo sumiti, da je spremenljivka normalna ali simetrična. Kot v prejšnji analizi lahko opravimo Shapiro–Wilk test. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka je normalna in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka ni normalna. Enak račun je narejen v paragrafu analize spremenljivke mediane starosti. Izračunajmo ga takole:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} = 0.85 \text{ in p} = 0.00126.$$

Izberemo 95% interval zaupanja, kar pomeni, da α je 0.05 (1 - 95%). Če je vrednost p manjša od α, zavržemo H_0. Ker je $p < \alpha$ (0.00126 $<$ 0.05), zavržemo ničelno hipotezo. Spremenljivka ni normalno porazdeljena, a to še ne pomeni, da ni simetrična. To preverimo s testom simetrije. Računali bomo s Miao, Gel, and Gastwirth simetričnim testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: Spremenljivka S je simetrična in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka



Slika 3. Histogram



Slika 4. Barplot

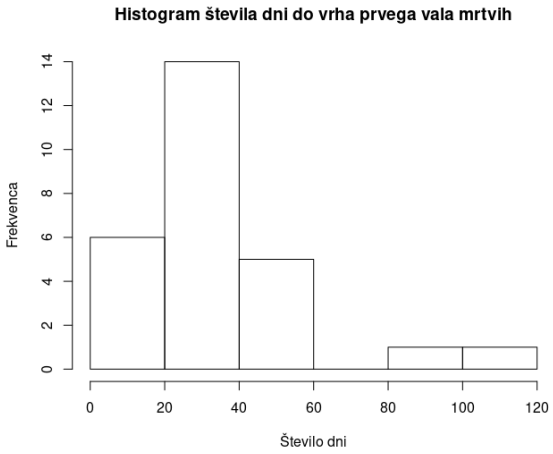
S je asimetrična. Za test spremenljivke S dobimo rezultate:

$$\text{Test statistike} = 2.3151 \text{ in p-value} = 0.052.$$

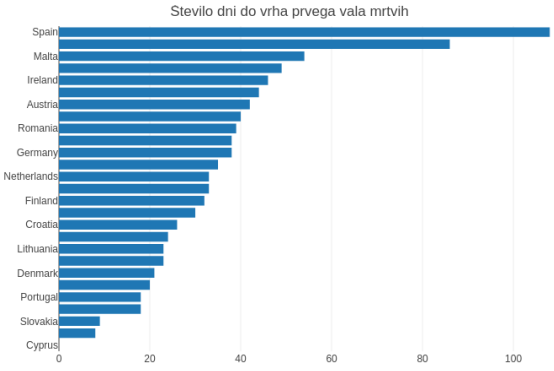
Tudi tukaj izberemo verjetnost 95%, tako je $\alpha = 0.05$. Ker je p vrednost $> \alpha$ ($0.052 > 0.05$) ne moremo zavrnit hipoteze H_0, toda lahko sumimo, da je spremenljivka simetrična, p vrednost zelo majhna.

4.1.3 Število dni do vrhunca prvega vala mrtvih

Spremenljivka S število dni do vrhunca prvega vala mrtvih je razlika v dnevih stolpcev DVS in DPS v bazi. Naprej lahko prikažemo spremenljivko z histogramom in barplotom.



Slika 5. Histogram



Slika 6. Barplot

Iz histograma ne moremo sumiti, da je spremenljivka normalna ali simetrična. To lahko preverimo s Shapiro–Wilk testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka je normalna

in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka ni normalna. Enak račun je narejen v paragrafu analize spremenljivke mediane starosti.

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} = 0.86235 \text{ in p} = 0.00204.$$

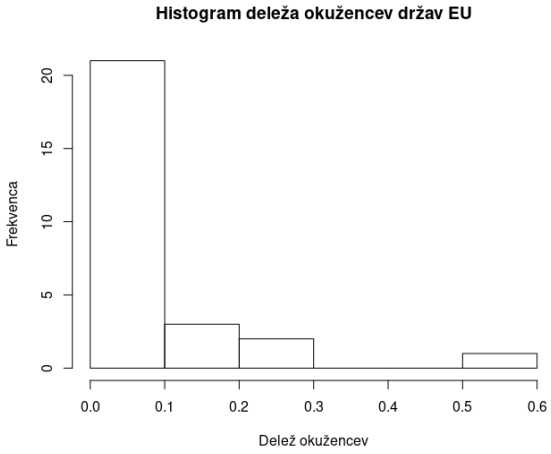
Izberemo 95% interval zaupanja. α je 0.05 (1 - 95%). Ker je $p < \alpha$ (0.00204 < 0.05), zavržemo ničelno hipotezo. Spremenljivka ni normalno porazdeljena. Menda je simetrična. To preverimo s testom simetrije. Računali bomo s Miao, Gel, and Gastwirth simetričnim testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka S je simetrična in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka S je asimetrična. Za test spremenljivke S dobimo rezultate:

$$\text{Test statistike} = 0.63107 \text{ in p} = 0.59.$$

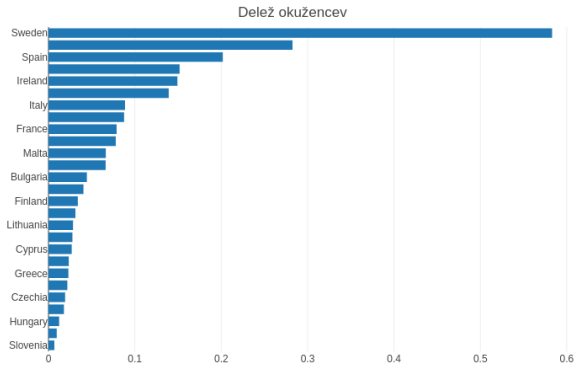
Tudi tukaj izberemo verjetnost 95%, tako je $\alpha = 0.05$. Ker je p vrednost > α (0.59 > 0.05) ne moremo zavrnit hipoteze H_0.

4.1.4 Delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženih

Naprej lahko prikažemo spremenljivko D delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženih (definirano v 3. poglavju) z histogramom in barplotom.



Slika 7. Histogram



Slika 8. Barplot

Iz grafov je razvidno, da spremenljivka ni normalna in ni simetrična. To lahko potrdimo s Shapiro–Wilk testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka D je normalna in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka D ni normalna. Enak račun je narejen v paragrafu analize spremenljivke mediane starosti. Izračunajmo ga takole:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} = 0.62339 \text{ in p} = 3.925e - 07.$$

Izberemo 95% interval zaupanja. α je 0.05 (1 - 95%). Ker je $p < \alpha$ (3.925e-07 < 0.05), zavržemo ničelno hipotezo. Spremenljivka ni normalno porazdeljena, a to še ne pomeni, da ni simetrična. To preverimo s testom simetrije. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka D je

simetrična in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka D je asimetrična. Za test spremenljivke S dobimo rezultate:

$$\text{Test statistike} = 3.9434 \text{ in p} = 0.002.$$

Tudi tukaj izberemo verjetnost 95%, tako je $\alpha = 0.05$. Ker je p vrednost $< \alpha$ ($0.002 < 0.05$) zavrnemo hipotezo H_0. Spremenljivka D ni normalno porazdeljena in je asimetrična. Delež okužencev je le vzorec, saj v ta delež niso šteti asimptomatiki. Zaradi tega lahko izračunamo interval zaupanja za vsak delež okuženih. Računamo:

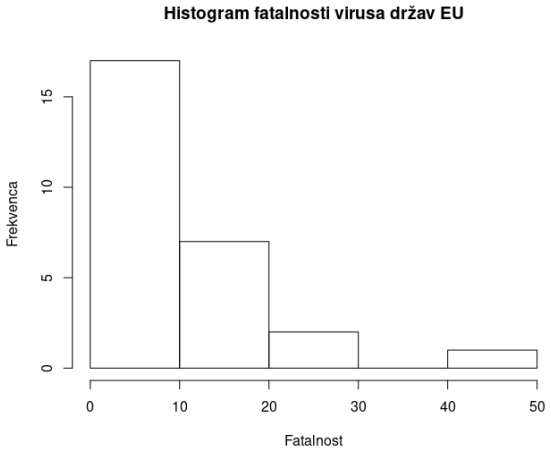
$$\Delta = t_{(1+\beta)/2}(\infty) \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

kjer n je število prebivalcev države, p je delež okuženih, Δ je razmik intervala, $t_p(r)$ je vrednost studentove t-porazdelitve s r stopnjami svobode in p procent zaupanja. Izbrana β je 0.95, kar pomeni, da je $\alpha = 0.05$. Državi v i-ti vrstici pripada interval zaupanja $[D_i - \Delta, D_i + \Delta]$, kjer D_i je delež okuženih za i-to državo. Izračunani intervali so prikazani v spodnji tabeli.

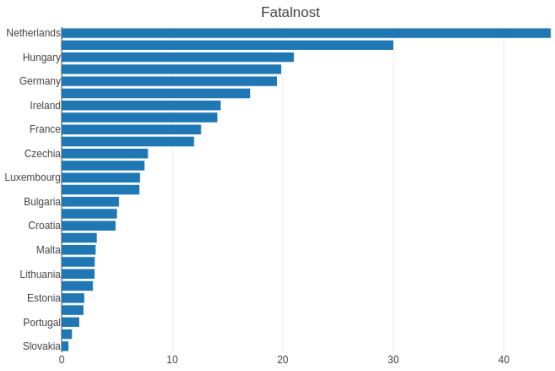
Ime drzave	Spodnja meja intervala	Zgornja meja intervala
Austria	0.076%	0.08%
Belgium	0.279%	0.286%
Bulgaria	0.043%	0.046%
Croatia	0.022%	0.025%
Cyprus	0.024%	0.03%
Czechia	0.018%	0.02%
Denmark	0.085%	0.09%
Estonia	0.037%	0.044%
Finland	0.032%	0.036%
France	0.078%	0.08%
Germany	0.022%	0.022%
Greece	0.022%	0.024%
Hungary	0.012%	0.013%
Ireland	0.146%	0.153%
Italy	0.088%	0.089%
Latvia	0.008%	0.011%
Lithuania	0.026%	0.03%
Luxembourg	0.13%	0.149%
Malta	0.059%	0.075%
Netherlands	0.027%	0.029%
Poland	0.065%	0.067%
Portugal	0.149%	0.154%
Romania	0.03%	0.032%
Slovakia	0.017%	0.019%
Slovenia	0.006%	0.008%
Spain	0.201%	0.203%
Sweden	0.578%	0.588%

4.1.5 Fatalnost do vrhunca prvega vala okuženih

Spremenljivko F fatalnost (definirano v 3. pogalvju) prikažemo grafično.



Slika 9. Histogram



Slika 10. Barplot

Iz grafov je razvidno, da spremenljivka ni normalna in ni simetrična. To lahko potrdimo s Shapiro–Wilk testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka F je normalna in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka F ni normalna. Izračunajmo ga takole:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} = 0.8851 \text{ in } \mathrm{p} = 0.0062.$$

Izberemo 95% interval zaupanja. α je 0.05 (1 - 95%). Ker je $p < \alpha$ ($0.0062 < 0.05$), zavržemo ničelno hipotezo. Spremenljivka ni normalno porazdeljena, a to še ne pomeni, da ni simetrična. To preverimo s testom simetrije. Računali bomo s Miao, Gel, and Gastwirth simetričnim testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka F je simetrična in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka F je asimetrična. Za test spremenljivke S dobimo rezultate:

$$\text{Test statistike} = 1.5009 \text{ in } \mathrm{p} = 0.26.$$

Tudi tukaj izberemo verjetnost 95%, tako je $\alpha = 0.05$. Ker je p vrednost $> \alpha$ ($0.26 > 0.05$) ne moremo zavrniti hipotezo H_0. Kot v prejšnji analizu, delež okužencev je le vzorec, saj v ta delež niso šteti asimptomatiki. Zaradi tega lahko izračunamo interval zaupanja za vsak delež okuženih. Računamo:

$$\Delta = t_{(1+\beta)/2}(\infty) \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

kjer n je število prebivalcev države, p je delež okuženih, Δ je razmik intervala, $t_p(r)$ je vrednost studentove t-porazdelitve s r stopnjami svobode in p procent zaupanja. Izbrana β je 0.95, kar pomeni, da je $\alpha = 0.05$. Državi v i-ti vrstici pripada interval zaupanja $[F_i - \Delta, F_i + \Delta]$, kjer F_i je fatalnost i-te države. Izračunan interval je prikazan v spodnji tabeli.

Ime drzave	Spodnja meja intervala	Zgornja meja intervala
Austria	0.558%	0.977%
Belgium	12.674%	13.407%
Bulgaria	4.682%	6.319%
Croatia	0.254%	1.423%
Cyprus	1.379%	5.458%
Czechia	0.213%	0.859%
Denmark	3.488%	4.589%
Estonia	0.01%	1.198%
Finland	0.88%	1.985%
France	6.611%	7.048%
Germany	0.181%	0.332%
Greece	4.215%	6.011%
Hungary	5.17%	8.059%
Ireland	3.152%	4.011%
Italy	8.769%	9.256%
Latvia	0%	2.604%
Lithuania	0.571%	2.287%
Luxembourg	0.426%	1.869%
Malta	0%	1.613%
Netherlands	3.922%	5.123%
Poland	4.209%	4.724%
Portugal	2.559%	3.087%
Romania	4.192%	5.283%
Slovakia	0.381%	1.675%
Slovenia	0%	3.306%
Spain	8.495%	8.855%
Sweden	8.466%	8.922%

4.1.6 Delež testov do vrhunca prvega vala okuženih

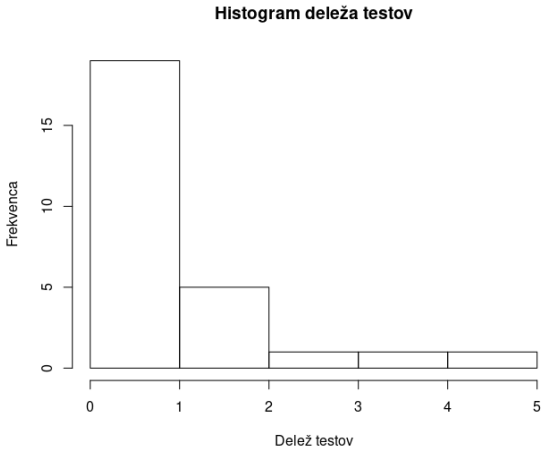
Spremenljivko T delež testov (definirano v 3. poglavju) prikažemo s histogramom in barplotom. Iz grafov je razvidno, da spremenljivka ni normalna in ni simetrična. To lahko potrdimo s Shapiro–Wilk testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka je normalna in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka ni normalna. Računamo:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} = 0.73562 \text{ in p} = 1.264e - 05.$$

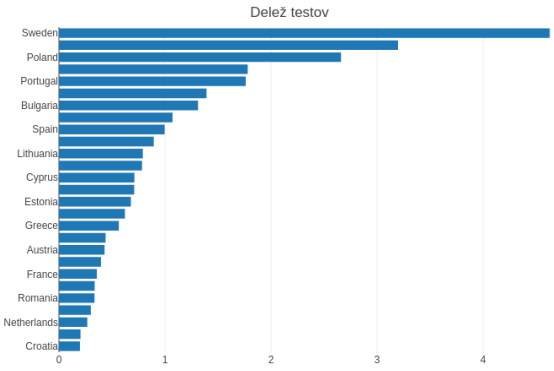
Izberemo 95% interval zaupanja. α je 0.05 (1 - 95%). Ker je $p < \alpha$ (1.264e-05 $<$ 0.05), zavržemo ničelno hipotezo. Spremenljivka ni normalno porazdeljena, a to še ne pomeni, da ni simetrična. To preverimo s testom simetrije. Računali bomo s Miao, Gel, and Gastwirth simetričnim testom. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivka T je simetrična in alternativna hipoteza H_1: spremenljivka T je asimetrična. Za test spremenljivke S dobimo rezultate:

$$\text{Test statistike} = 2.8186 \text{ in p-value} = 0.018.$$

Tudi tukaj izberemo verjetnost 95%, tako je $\alpha = 0.05$. Ker je p vrednost $< \alpha$ (0.018 $<$ 0.05) zavrnemo ničelno hipotezo H_0. Spremenljivka T ni normalno porazdeljena in je asimetrična.



Slika 11. Histogram



Slika 12. Barplot

4.2 Korelacijska analiza

Korelacijsko analizo bom razdelil na tri dele in sicer:

1. Mediana starosti
2. Delež testov starosti
3. Število dni do vrha prvega vala okuženih

4.2.1 Mediana starosti

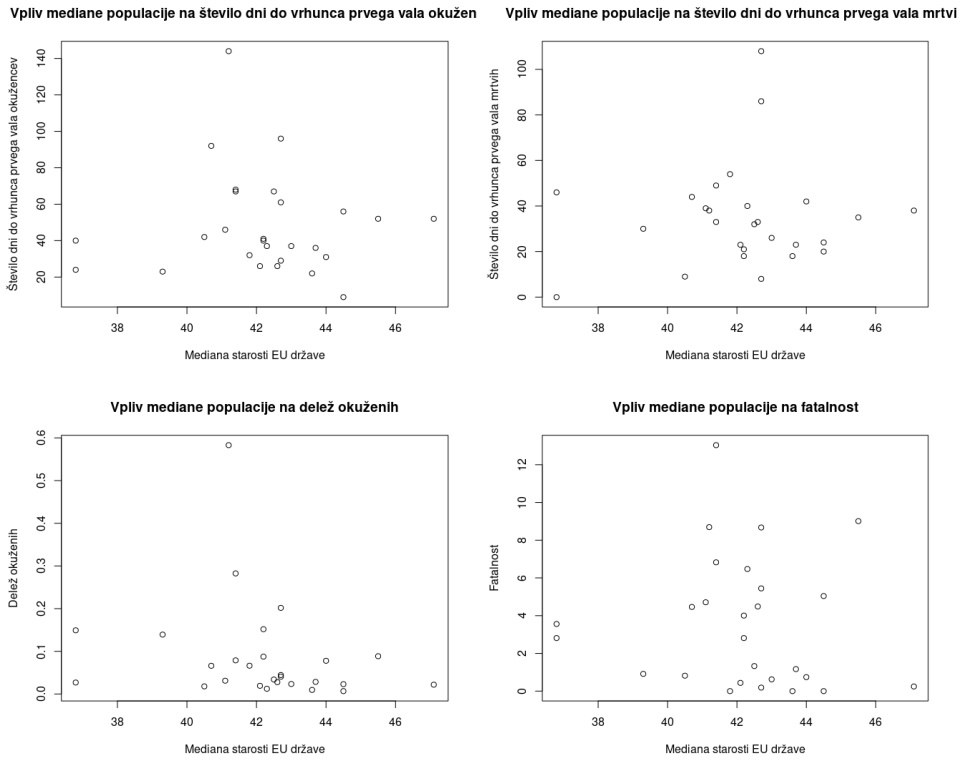
Zanima me kako je mediana starosti vplivala na druge spremenljivke in sicer na število dni do vrhunca prvega vala okuženih, število dni do vrhunca prvega vala mrtvih, delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženih, delež mrtvih do vrhunca prvega vala okuženih. Naj bo spremenljivka M mediana starosti (stolpec MED v bazi), spremenljivka ŠO število dni do vrhunca prvega vala okuženih, spremenljivka ŠM število dni do vrhunca prvega vala mrtvih, spremenljivka D delež okuženih (definirana v 3. poglavju) in spremenljivka F fatalnost (definirana v 3. poglavju). Podatke navedenih spremenljivk lahkjo prikažemo z razsvenim grafom.

Velja, da v nobenem diagramu uspemo zaznati nek trend, toda to še ne pomeni, da so si pari spremenljivk neodvisni. Vsako korelacijo lahko izmerimo z Pearsonovim koeficientom korelacije:

$$r_1 = \frac{Cov(M, \check{S}O)}{\sigma_M \sigma_{\check{S}O}} = -0.0258 \; r_2 = \frac{Cov(M, \check{S}M)}{\sigma_M \sigma_{\check{S}M}} = 0.0902$$

$$r_3 = \frac{Cov(M, D)}{\sigma_M \sigma_D} = -0.2203 \; r_4 = \frac{Cov(M, F)}{\sigma_M \sigma_F} = -0.0845$$

kjer so σ_M standardni odklon spremenljivke M, $\sigma_{\check{S}O}$ standardni odklon spremenljivke ŠO, $\sigma_{\check{S}M}$ standardni odklon spremenljivke ŠM, σ_D standardni odklon spremenljivke D in σ_F standardni odklon spremenljivke F. Noben koeficient ni dovolj velik, da bi lahko smatrali, da obstaja močna povezanost med spremenljivkima. Pravzaprav ker je vsak koeficient tako blizu ničle lahko smatramo, da sta spremenljivka M mediana starosti ne vpliva na ostale



izbrane spremenljivke, to pa še ni gotovo. Ker je število okuženecv le vzorec, ker niso šteti asimptomatiki, lahko izračunamo interval zaupanja za zgornje korelacijske koeficiente. V R-ju lahko izračunamo 95% interval zaupanja z ukazom cor.test(M,X, method = "pearson"), kjer X je izbrana spremenljivka. Izračunani intervali zaupanjaa so:

$$[r_1 - \Delta_1, r_1 + \Delta_1] = [-0.4019, 0.3577]$$

$$[r_2 - \Delta_2, r_2 + \Delta_2] = [-0.3001382, 0.4545977]$$

$$[r_3 - \Delta_3, r_3 + \Delta_3] = [-0.5539, 0.1743]$$

$$[r_4 - \Delta_4, r_4 + \Delta_4] = [-0.45, 0.3053]$$

Da bi bila spremenljivka M v korelaciji z neko drugo izbrano spremenljivko, bi moral biti koeficient korelacije močno pozitiven oziroma večji od 0.7 ali močno negativen oziroma manjši od -0.7. Nobena vrednost v zgornejih intervalih, ne zadošča pogoju zaradi tega lahko smatramo z verjetnostjo 95%, da sta spremenljivka M ne vpliva nobeno drugo izbrano spremenljivko.

4.2.2 Delež testov

Zanima me kako je delež testov vpliva na druge spremenljivke in sicer na delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženi in na delež mrtvih do vrhunca prvega vala okuženih. Naj bojo spremenljivka T delež testov, spremenljivka D delež okuženih in spremenljivka F fatalnost (vse tri definirane v 3. poglavju). Podatke navedenih spremenljivk lahko prikažemo z razsvenim grafom.

Iz levega grafa lahko zaznamo nek trend med spremenljivkama T in D. Koeficient korelacije parov spremenljivk lahko izračunamo s Pearsonovim koeficientom korelacije:

$$r_1 = \frac{Cov(T, D)}{\sigma_T \sigma_D} = 0.7131$$

$$r_2 = \frac{Cov(T, F)}{\sigma_T \sigma_F} = 0.1596$$

kjer so σ_M standardni odklon spremenljivke M, σ_F standardni odklon spremenljivke F in σ_D standardni odklon spremenljivke D. Koeficient $r_1$je dovolj velik, da bi lahko smatrali, da obstaja močna povezanost med spremenljivkima T in D. Lahko trdimo, da spremenljivki sta si odvisni. Enako ne velja za par spremenljivk T in F, kjer korelacijski koeficient r_2 je premajhen, da bi lahko sumili močno povezanost.

Kot v razdelku 4.2.1 je število okuženecv le vzorec, saj niso šteti asimptomatiki zaradiu tega lahko izračunamo 95% interval zaupanja za korelacijski koeficient.

$$[r_1 - \Delta_1, r_1 + \Delta_1] = [0.4568, 0.86]$$

$$[r_2 - \Delta_2, r_2 + \Delta_2] = [-0.45, 0.3053]$$

Drugi interval nam pove, da ne obstaja z verjetnostjo 95% močna povezanost med spremenljivkima T in F. Testirati moramo srednjo korelacijo med T in D. Če je korelacijska moč večja od 0.3, D in T sta si zagotovo srednjo močno korelirana. To opravimo z cor2.test [7]. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivki D in T si nista srednje močno povezani in H_1: spremenljivki D in T sta srednje močno povezani. Izračunamo cor2.test(r1,0.3, n), kjer n je elementov vzorca:

$$\text{Test statistike} = 2.778 \text{ in p} = 0.003.$$

Izbrana β je 0.95, kar pomeni, da α je 0.05. Ker je vrednost p vrednost manjša od 0.05 lahko zavržemo ničelno hipotezo H_0. Spremenljivki D in T sta si vsaj srednje močno povezani. Mogoče pa sta si tudi zelo močno korelirani. Spremenljivki D in T sta si zelo močno korelirani, če njihova korelacijska moč je večja od 0.7. To lahko spet preverimo z cor2.test. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivki D in T si nista zelo močno povezani in H_1: spremenljivki D in T sta zelo močno povezani. Izračunamo cor2.test(r1,0.7, n), kjer n je elementov vzorca:

$$\text{Test statistike} = 0.124 \text{ in p} = 0.451.$$

Izbrana β je 95%, kar pomeni, da $\alpha = 0.05$. Ker p vrednost ni manjša od 0.05 ne moremo zavrniti ničelne hipoteze H_0, to pa še ne pomeni, da spremenljivki D in T si nista zelo močno povezani.

4.2.3 Število dni do vrha prvega vala okuženih

Zanima me kako je število dni do vrha prvega vala okuženih vpliva na druge spremenljivke in sicer na delež okuženih do vrhunca prvega vala okuženi in na delež mrtvih do vrhunca prvega vala okuženih. Naj bojo spremenljivka Š število dni do vrhunca prvega vala okuženih starosti (razlika v dnevih stolpcev DVO in DPO v bazi), spremenljivka D delež okuženih in spremenljivka F fatalnost (zadnje dve sta definirane v 3. poglavju). Podatke navedenih spremenljivk lahko prikažemo z razsvenimi diagrami.

Iz grafa lahko zaznamo nek trend med spremenljivkama Š in D. Podobno ne velja za desni diagram. Kot v zgornjih razdelkih izračunamo Pearsonov koeficient korelacije:

$$r_1 = \frac{Cov(\check{S}, D)}{\sigma_{\check{S}}\sigma_D} = 0.6755$$

$$r_2 = \frac{Cov(\check{S}, F)}{\sigma_{\check{S}}\sigma_F} = 0.5856$$

kjer so $\sigma_{\check{S}}$ standardni odklon spremenljivke Š, σ_F standardni odklon spremenljivke F in σ_D standardni odklon spremenljivke D. Trdimo lahko, da obstaja linearna povezanost med spremenljivko Š in D, saj njihov korelacijski koeficient se bliža vrednosti 0.7. Ker je število okuženecv le vzorec, izračunamo 95% interval zaupanja za korelacijski koeficient. Izračunani intervali zaupanja so:

$$[r_1 - \Delta_1, r_1 + \Delta_1] = [0.3976, 0.8399]$$

$$[r_2 - \Delta_2, r_2 + \Delta_2] = [0.2644, 0.7898]$$

Testirati moramo srednjo korelacijo med Š in D ter Š in F. Če je korelacijska moč večja od 0.3, spremenljivki sta si zagotovo srednjo močno korelirana. To opravimo z cor2.test [7]. Najprej testiramo srednjo korelacijo spremenljivk Š in D. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivki Š in D si nista srednje močno povezani in H_1: spremenljivki Š in D sta srednje močno povezani. Izračunamo cor2.test(r_1,0.3, n), kjer n je elementov vzorca:

$$\text{Test statistike} = 2.433 \text{ in p} = 0.007.$$

Izbrana ,β je 0.95, kar pomeni, da α je 0.05. Ker je vrednost p vrednost manjša od 0.05 lahko zavržemo ničelno hipotezo H_0. Spremenljivki Š in D sta si vsaj srednje močno povezani. Mogoče pa sta si tudi zelo močno korelirani. Spremenljivki Š in D sta si zelo močno korelirani, če njihova korelacijska moč je večja od 0.7. To lahko spet preverimo z cor2.test. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivki Š in D si nista zelo močno povezani in H_1: spremenljivki Š in D sta zelo močno povezani. Izračunamo cor2.test(r1,0.7, n), kjer n je elementov vzorca:

$$\text{Test statistike} = -0.221 \text{ in p} = 0.587.$$

Izbrana β je 95%, kar pomeni, da $\alpha = 0.05$. Ker p vrednost ni manjša od 0.05 ne moremo zavrniti ničelne hipoteze H_0, to pa še ne pomeni, da spremenljivki Š in D si nista zelo močno povezani.

Enak test opravimo za spremenljivki Š in F. Naj bo ničelna hipoteza H_0: spremenljivki Š in F si nista srednje močno povezani in H_1: spremenljivki Š in F sta srednje močno povezani. Izračunamo cor2.test(r_2,0.3, n), kjer n je elementov vzorca:

$$\text{Test statistike} = 1.72 \text{ in p} = 0.043.$$

Izbrana ,β je 0.95, kar pomeni, da α je 0.05. Ker je vrednost p vrednost manjša od 0.05 lahko zavržemo ničelno hipotezo H_0. Spremenljivki Š in F sta si vsaj srednje močno povezani.

5 Zaključki

Iz analize spremenljivk lahko trdimo, da spremenljivke število dni do vrhunca prvega vala okuženih, števila dni do vrhunca prvega vala mrtvih, delež okuženih, delež mrtvih in delež testov niso normalno porazdeljene. Sklepamo lahko, da na te spremenljivke vplivajo drugi različni faktorji, kot je čas, ki je potrebovala posamezna država za regulacije (maske, rokavice in socialno distanciranje), saj vsaka država je ukrepala poljubno.
Iz korelacijske analiza lahko smatramo, da spremenljivka mediane starosti ni linearno korelirana z številom dni do vrhunca prvega vala okuženih, številom dni do vrhunca prvega vala mrtvih, deležom okuženih do vrhunca prvega vala okuženih, deležom mrtvih do vrhunca prvega vala okuženih. Noben koeficient korelacije ni pozitivno močen ali negativno močen, pravzaprav so vsi zelo blizu ničli, razen za delež okuženih. Podobno velja za izračunane intervale zaupanja zaradi tega se sluti, da spremenljivka mediana starosti ne vpliva na ostale izbrane spremenljivke.
Korelacijska analiza deleža testov in drugih izbranih spremenljivk je privedla do zanimivih rezultatov. Izkaže se, da je spremenljivka deleža testov srednje močnp linearno povezana z deležom okuženih, saj če država opravi več testov lahko zazna več okužencev in veča zaznani delež okuženih. Enako se ne izkaže za fatalnost virusa. Na fatalnost vplivajo tudi drugi faktorji, kot so zmogljivost bolnišnic in če je bolnik imel še druge bolezni.
Korelacijska analiza števila dni do vrha prvega vala okuženih in drugih izbranih spremenljivk je tudi privedla do zanimivih rezultatov. Število dni do vrha prvega vala okuženih in delež okuženih sta si srednje močno linearno povezani. Lahko zaklučimo, da je smiselno, da obstaja neka povezanost med spremenljivkima, saj v večjem številu dni se lahko zazna in zboli več okuženih ljudi. Podobno velja za spremenljivki število dni do vrha prvega vala okuženih in fatalnost, kjer linearna korelacija obstaja je srednje močnao. Smatramo lahko, da daljša je prva polovica prvega vala okuženih več bo okuženih in posledično več bo mrtvih.

Globalno gledano se je izkazalo, da mediana starosti populacije ni igrala tako pomebne vloge v širjenjem virusa v prvi polovici prvega vala okuženih. Obratno velja za delež testov in število dni do vrha prvega vala okuženih. Za katerih velja, da sta pozitvno linearno povezani z deležom okuženih. Iz tega sledi, da višje je število opravljenih testov višje je število zaznanih okuženih in višje je število dni do vrha prvega vala okuženih višji je delež okuženih.

6 Literatura

Literatura

[1] Citat - Zuccarini,
https://www.frasicelebri.it/frase/zuccarini-giuseppe-coronavirus-e-peggio-di-una-gue/

[2] List of countries by median age - Wikipedia,
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_median_age

[3] List of EU countries - Wikipedia,
https://en.wikipedia.org/wiki/European_Union

[4] List of European countries by population - Wikipedia,
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_European_countries_by_population

[5] Covid-19 - IHME,
https://covid19.healthdata.org/

[6] Covid-19 - WHO,
https://covid19.who.int/info

[7] Github repository - Matej Kalc,
https://github.com/KalcMatej99/Seminarska-VS-Covid-19

[8] Pandemija koronavirusa: biološki, mikrobiološki in kemijski izsledki te okužbe - Martina Lizza,
https://drive.google.com/file/d/1KwhX7zzNJ0x5NnlzdY_DXD_-JdxXiGNj/view?usp=sharing

[9] Covid-19 - Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Coronavirus_disease_2019

[10] Lawstat R package - Vyacheslav Lyubchich
https://www.rdocumentation.org/packages/lawstat/versions/3.4