

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Zpracování dat pro předmět NMAST

Bc. Lukáš Milar, Bc. Tomáš Prudký

Semestrální práce

2021

OBSAH

Seznam obrázků	4
Seznam tabulek	6
Úvod	7
1 Popis dat	8
2 Popisná statistika	9
3 Základní grafy	11
3.1 Histogram	11
3.2 Bodový graf	15
3.3 Boxplot	20
3.4 3D graf	22
3.5 Hexbin	24
3.6 Chernoff faces	25
3.7 QQPlot	26
4 Testování statistických hypotéz	27
4.1 Jednovýběrový Studentův test vůči střední hodnotě	27
4.2 Dvouvýběrový Studentův test	29
4.3 Wilcox test	30
4.4 Fisherův test	31
4.5 Shapiro Wilk test	31
5 ANOVA	32
6 Variance	36
7 Korelace	38
7.1 Korelační matice	38
8 Kovariance	41
8.1 Kovarianční matice	41
9 Testování v kontingenčních tabulkách	44
9.1 Pearsonův Chí-kvadrát test	44
10 Pairs	45
Závěr	46

Použitá literatura	47
Seznam příloh	48
Příloha A	49

SEZNAM OBRÁZKŮ

1	Histogram zlog. klouzavý průměr nových případů	11
2	Histogram zlog. nových případů na milión	11
3	Histogram zlog. klouzavého průměru nových případů na milión	12
4	Histogram hospitalizovaných pacientů v ČR	12
5	Nove testovani v Cesku	13
6	Nove pripady v Cesku	13
7	Nové testy pro Česko a Německo	14
8	Bodový graf zlogaritmovaných nových případů	15
9	Bodový graf nových testů	15
10	Bodový graf reprodukčního čísla	16
11	Bodový graf pacientů na icu	16
12	Bodový graf hospitalizovaných pacientů	17
13	Bodový graf týdenních přírůstků na icu	17
14	Bodový graf týdenních hospitalizací	18
15	Bodový graf positivity testů	18
16	Bodový graf nových očkování	19
17	Bodový graf smrtnosti	19
18	Boxplot graf pro nové případy na milión	20
19	Boxplot graf pro reprodukční číslo	20
20	Boxplot graf pro zlogaritmované nové smrti	21
21	3D graf počtu případů a počtu testů	22
22	3D graf zlogaritmovaných počtu případů a počtu testů	22
23	3D graf počtu případů a počtu nových očkování	23
24	3D graf počtu nových případů	23
25	3D graf reprodukčního čísla	24
26	Hexbin graf nových zlog. nových případů a nových úmrtí	24
27	Chernoff faces graf tabulky popisné statistiky	25
28	QQPlot graf nových případů a nových úmrtí	26
29	QQPlot graf nových testů a nových případů	26
30	Anova graf nových testů, případů a úmrtí	32
31	Anova graf nových testů, případů a úmrtí	33
32	Anova graf nových testů, případů a úmrtí	33
33	Anova graf nových testů, případů a úmrtí	34
34	Anova graf nových testů, případů a úmrtí	34
35	Anova graf nových testů, případů a úmrtí	35
36	Heatmap graf korelační matice	39
37	Heatmap graf korelační matice	42

38	Graf korelační matice	42
39	GGQQPlot graf korelační matice	43
40	Grafy párů	45

SEZNAM TABULEK

1	Části popisné statistiky aplikované na data	9
---	---	---

ÚVOD

1 POPIS DAT

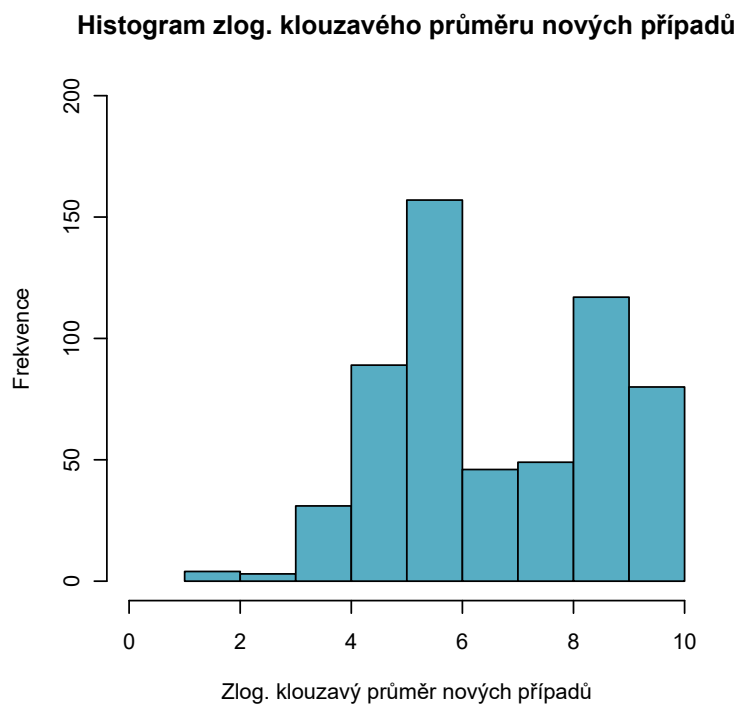
2 POPISNÁ STATISTIKA

	n_p	n_p_s	n_p_n_m	n_p_n_m_s	h_p	h_p_n_m
prumer	2940.58	2936.89	274.19	273.85	2370.49	221.03
modus	75.00	57.57	6.99	5.37	69.00	6.43
median	416.00	422.29	38.79	39.38	339.00	31.61
max	17773.00	12954.86	1657.22	1207.96	9509.00	886.66
min	-2214.00	2.71	-206.44	0.25	0.00	0.00
skewness	1.55	1.16	1.55	1.16	0.86	0.86
kurtosis	1.38	-0.07	1.38	-0.07	-0.86	-0.86
deviation	4277.10	3876.20	398.81	361.43	2973.01	277.22
var	18293577.15	15024928.55	159052.40	130633.34	8838793.84	76848.36

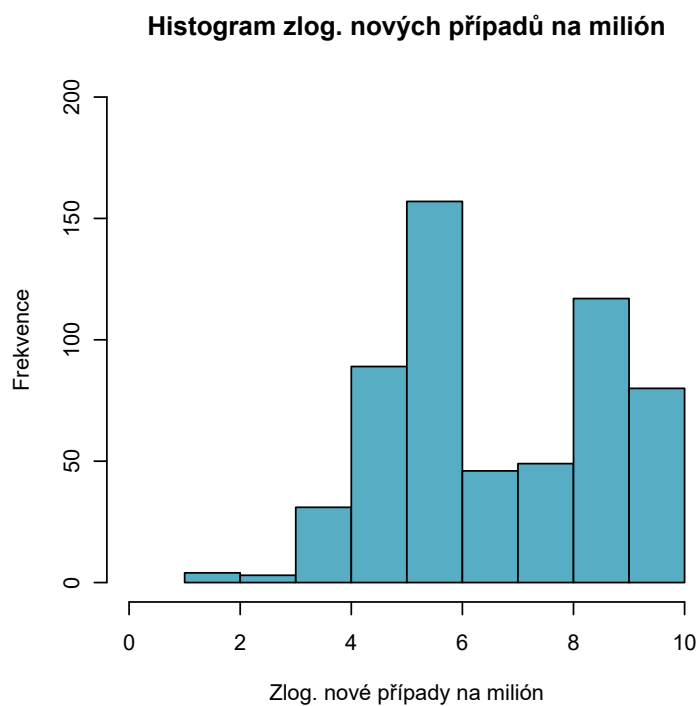
Tabulka 1: Části popisné statistiky aplikované na data

3 ZÁKLADNÍ GRAFY

3.1 Histogram

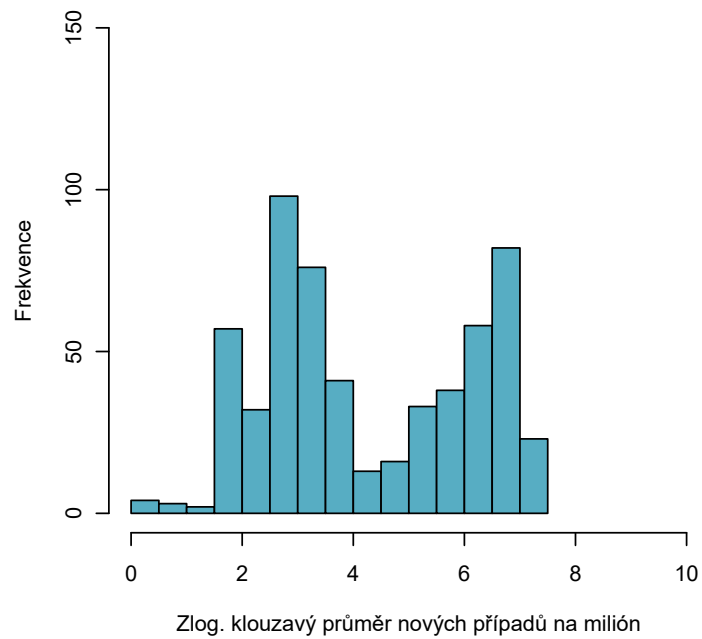


Obrázek 1: Histogram zlog. klouzavý průměr nových případů



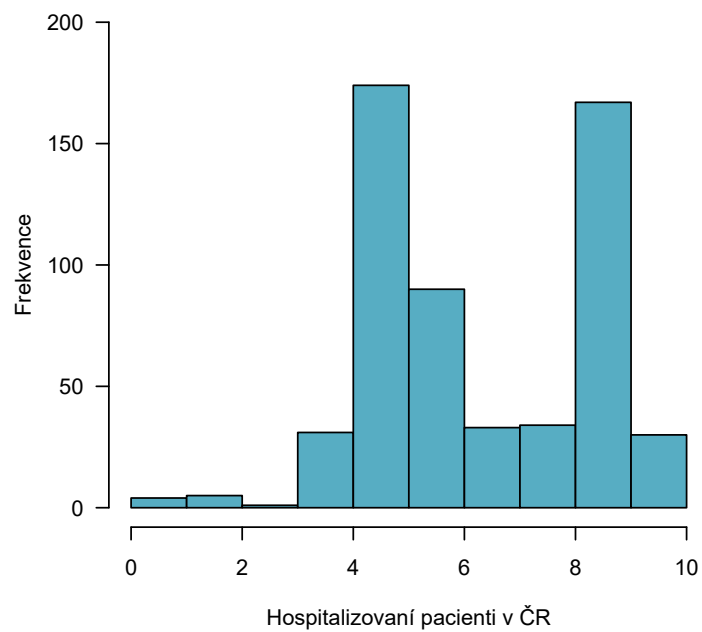
Obrázek 2: Histogram zlog. nových případů na milión

Histogram zlog. klouzavého průměru nových případů na mil

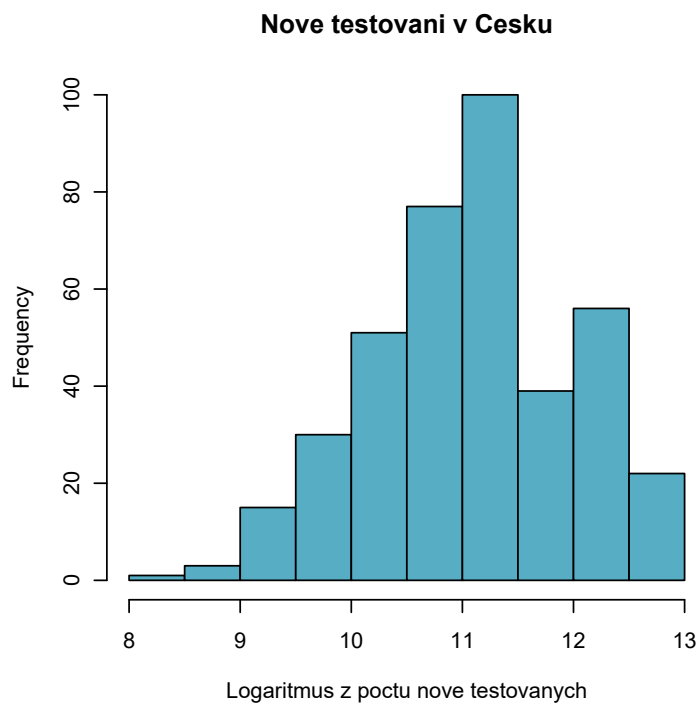


Obrázek 3: Histogram zlog. klouzavého průměru nových případů na milión

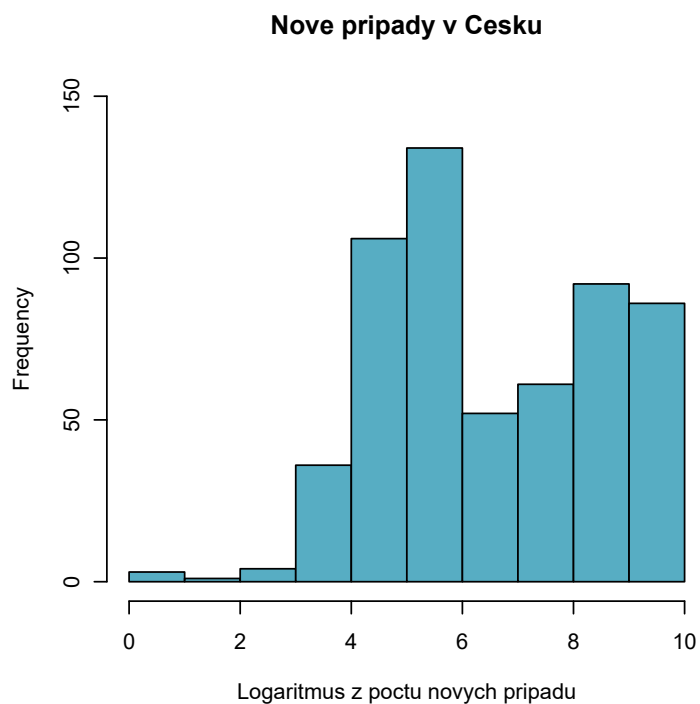
Histogram hospitalizovaných pacientů v ČR



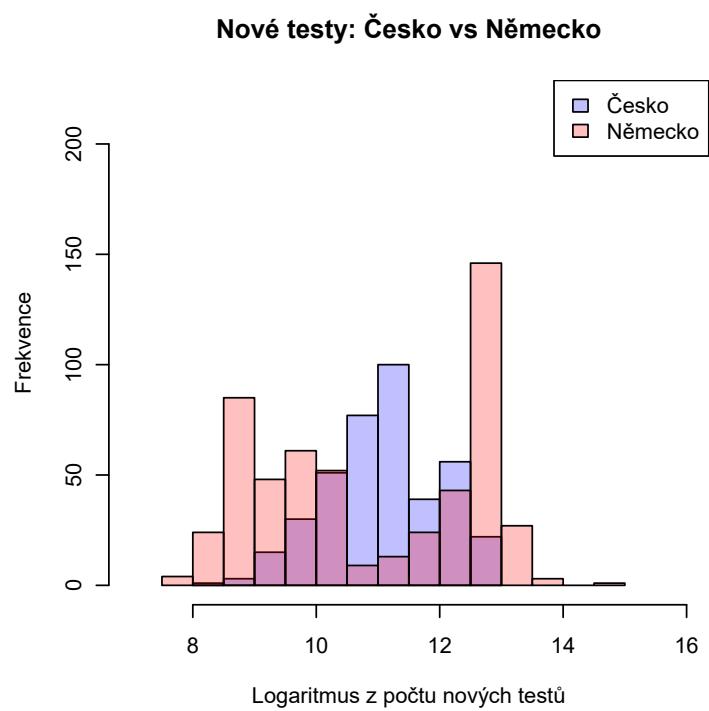
Obrázek 4: Histogram hospitalizovaných pacientů v ČR



Obrázek 5: Nove testovani v Cesku

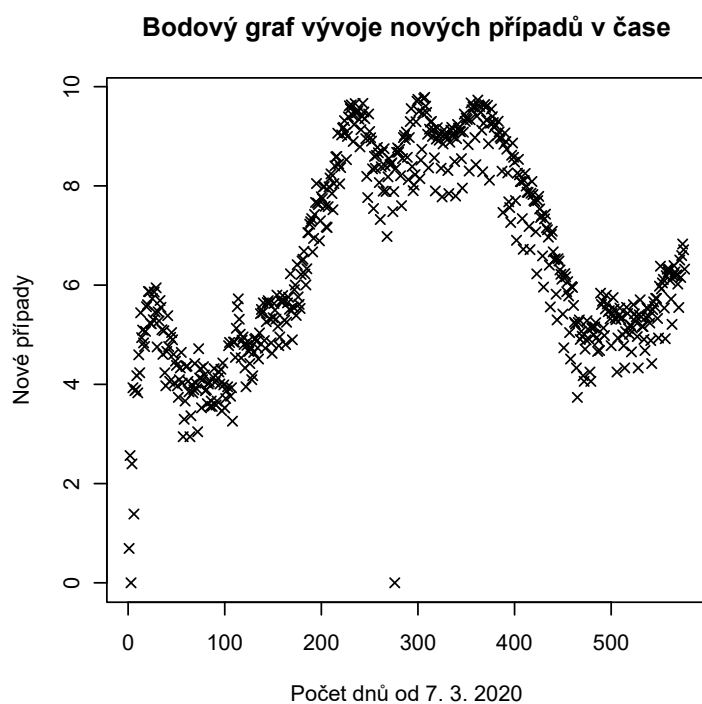


Obrázek 6: Nove pripady v Cesku

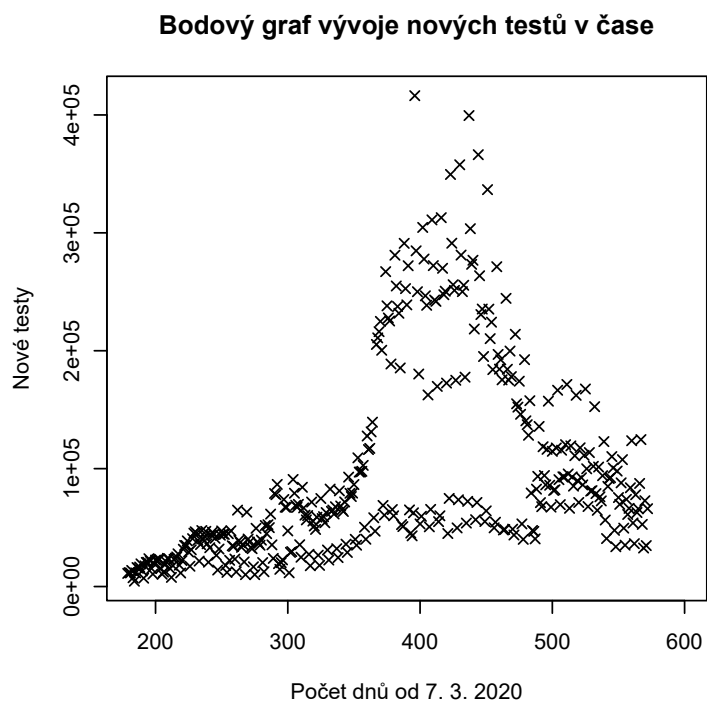


Obrázek 7: Nové testy pro Česko a Německo

3.2 Bodový graf

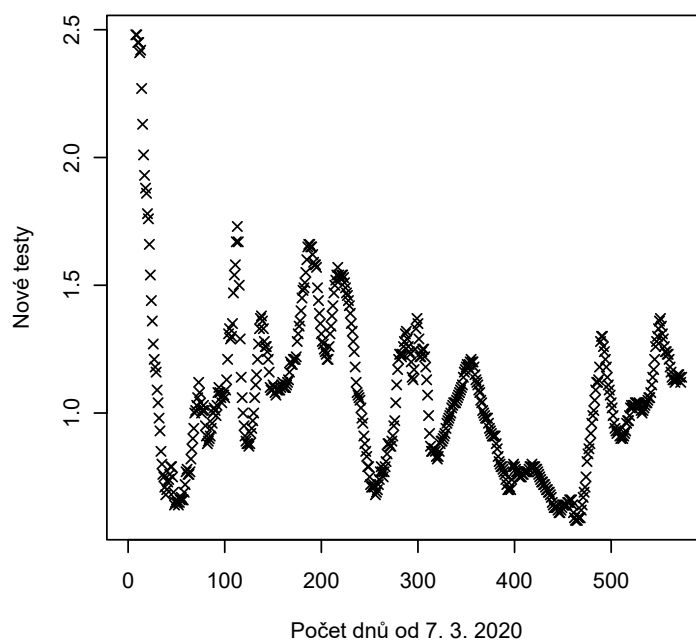


Obrázek 8: Bodový graf zlogaritmovaných nových případů



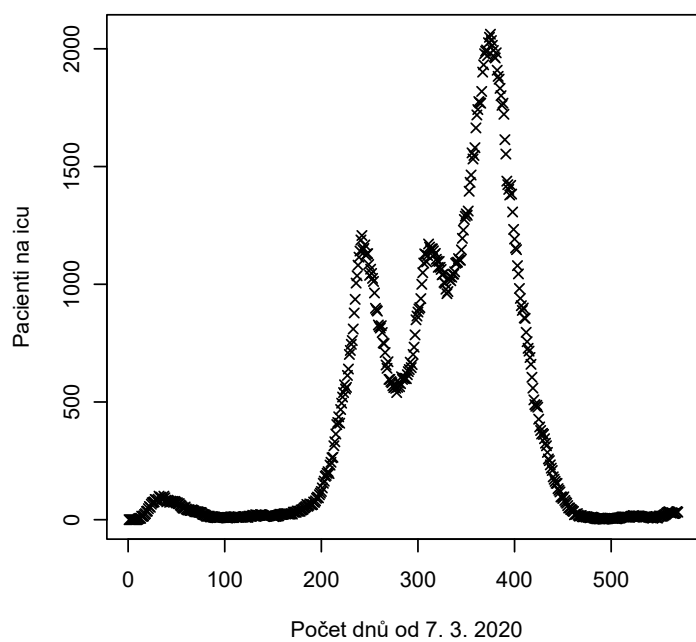
Obrázek 9: Bodový graf nových testů

Bodový graf vývoje reprodukčního čísla v čase



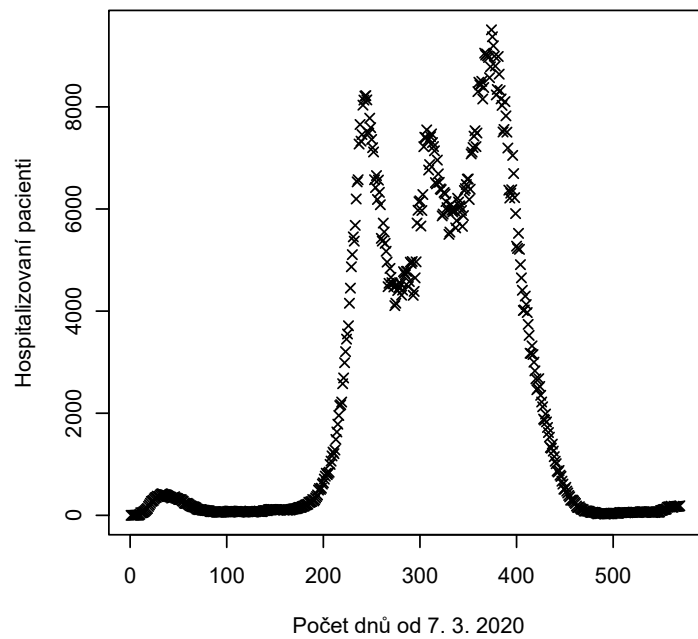
Obrázek 10: Bodový graf reprodukčního čísla

Bodový graf vývoje pacientů na icu v čase



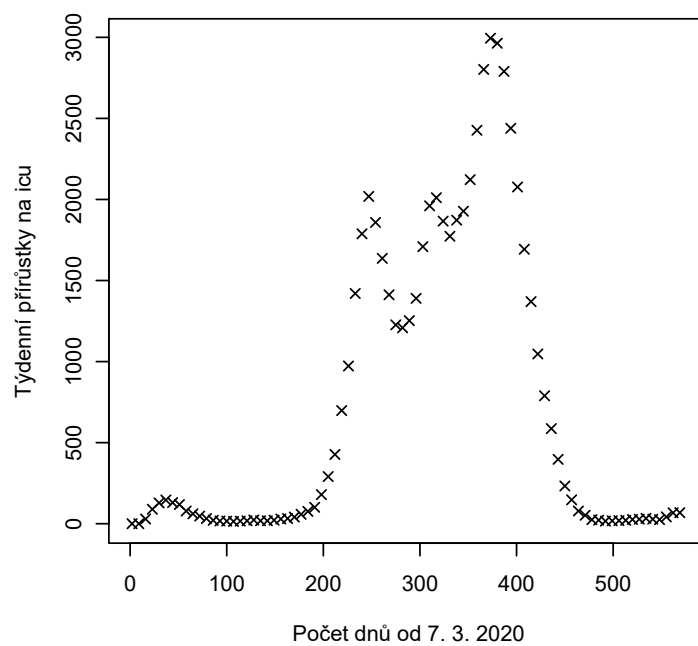
Obrázek 11: Bodový graf pacientů na icu

Bodový graf vývoje hospitalizovaných pacientů v čase

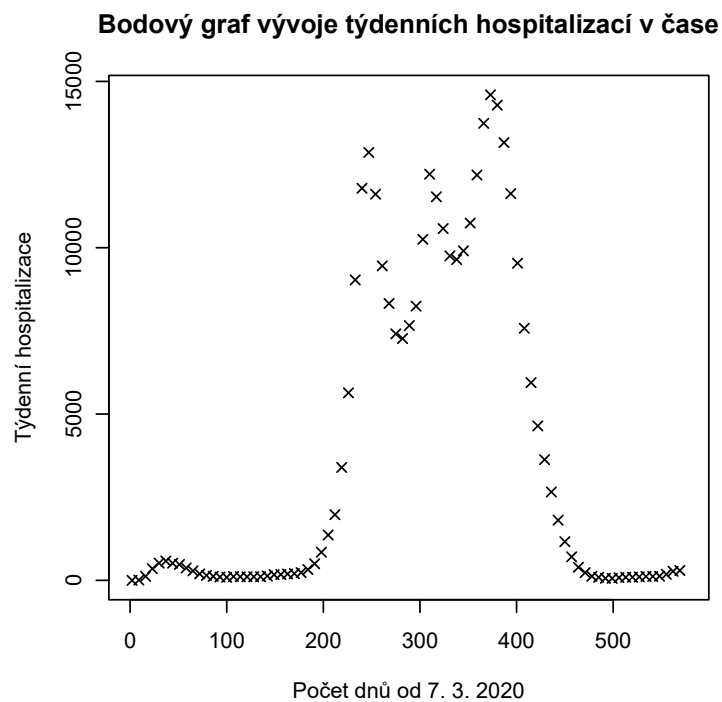


Obrázek 12: Bodový graf hospitalizovaných pacientů

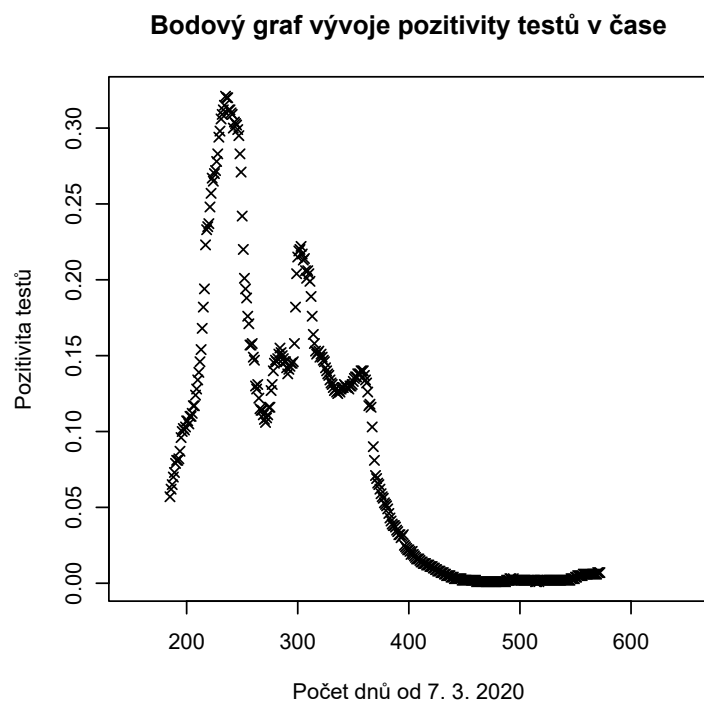
Bodový graf vývoje týdenních přírůstků na icu v čase



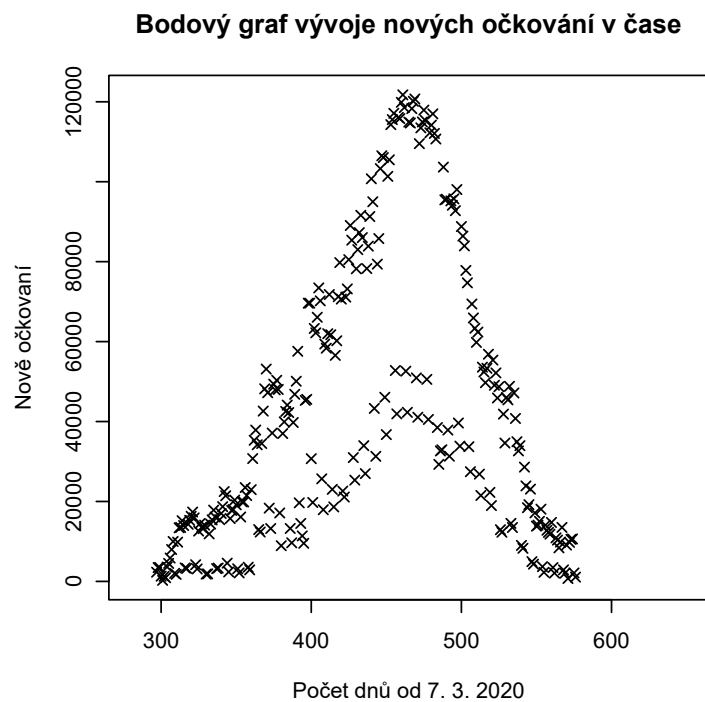
Obrázek 13: Bodový graf týdenních přírůstků na icu



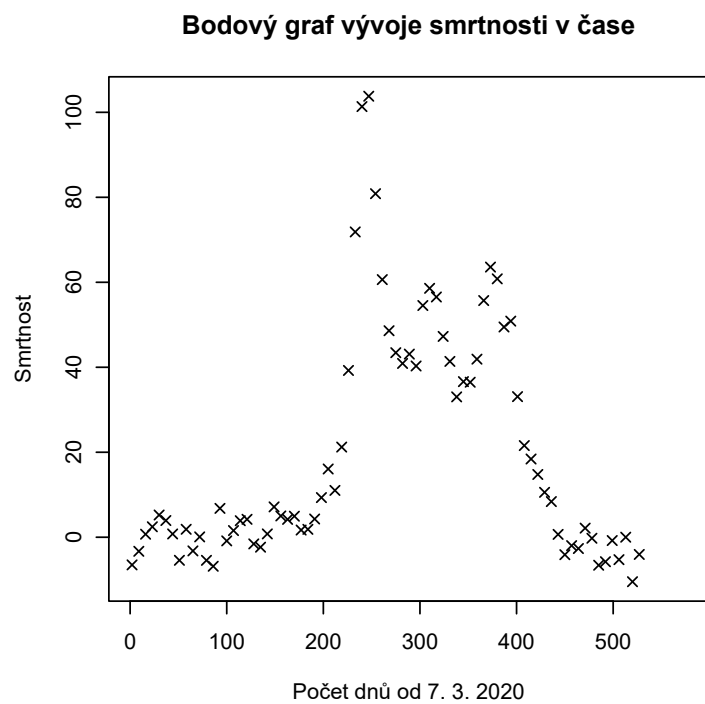
Obrázek 14: Bodový graf týdenních hospitalizací



Obrázek 15: Bodový graf pozitivity testů

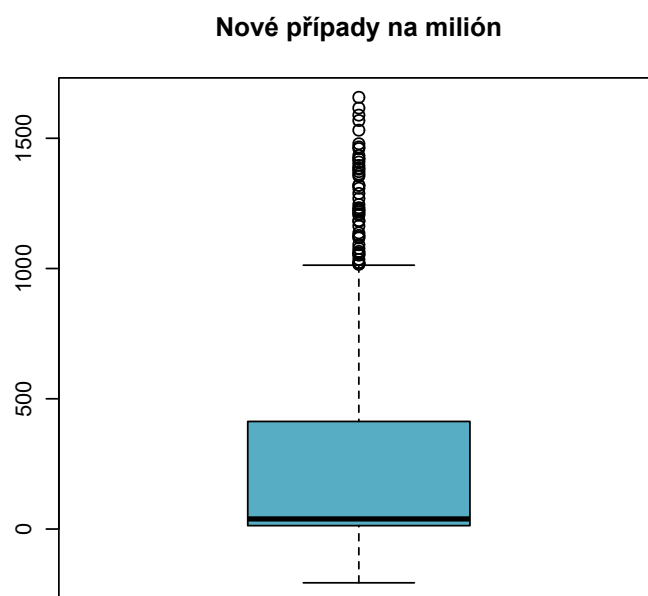


Obrázek 16: Bodový graf nových očkování

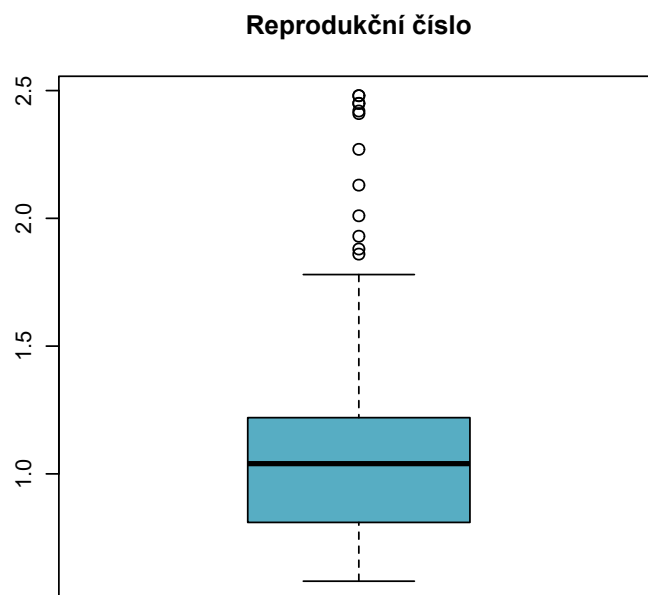


Obrázek 17: Bodový graf smrtnosti

3.3 Boxplot

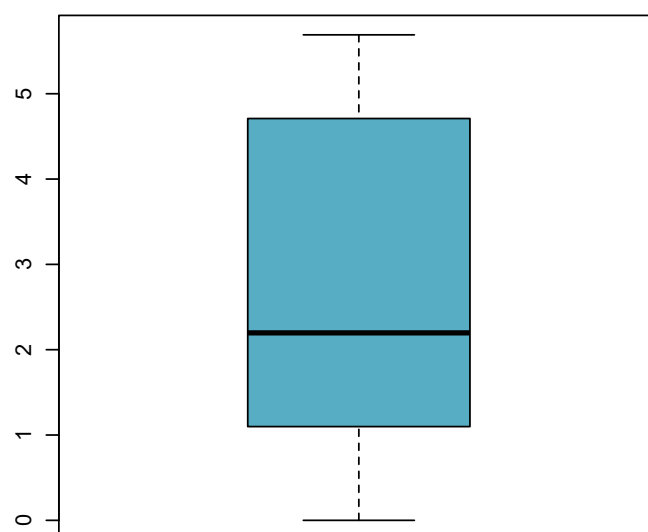


Obrázek 18: Boxplot graf pro nové případy na milión



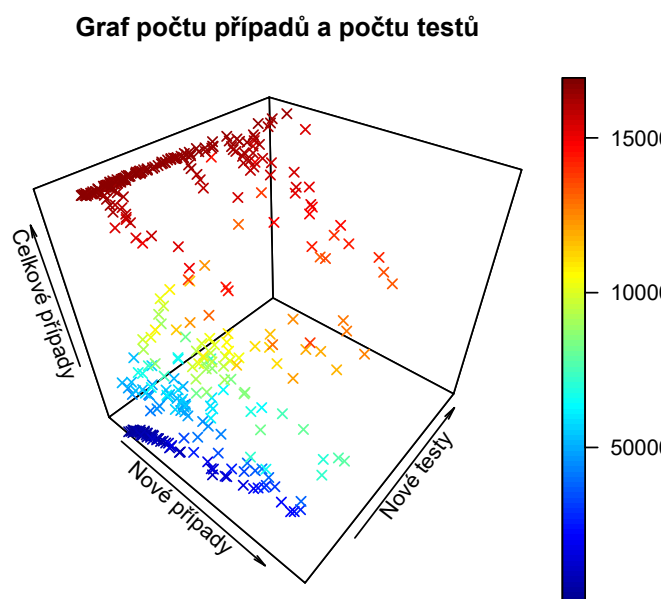
Obrázek 19: Boxplot graf pro reprodukční číslo

Česko zlogaritmované nové smrti



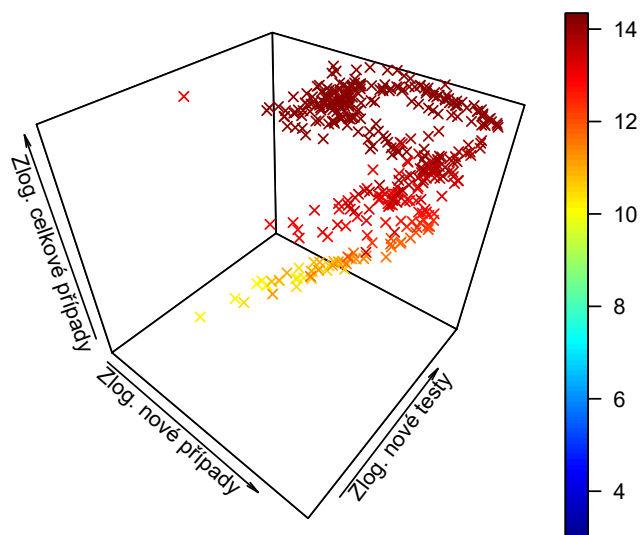
Obrázek 20: Boxplot graf pro zlogaritmované nové smrti

3.4 3D graf



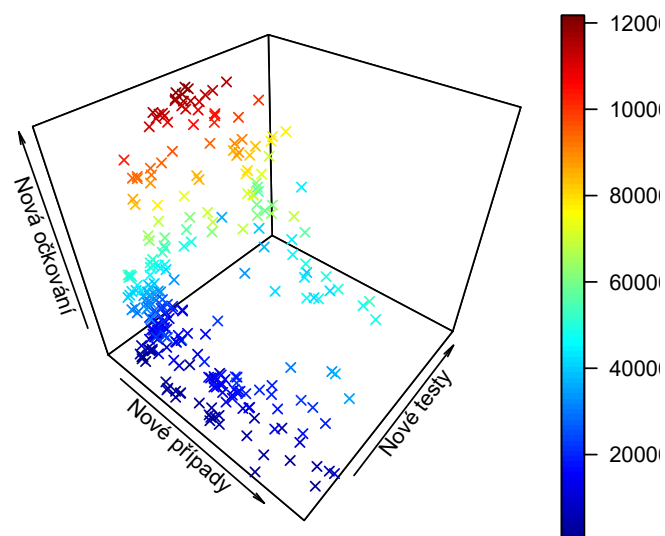
Obrázek 21: 3D graf počtu případů a počtu testů

Graf zlogaritmovaného počtu případů a počtu testů



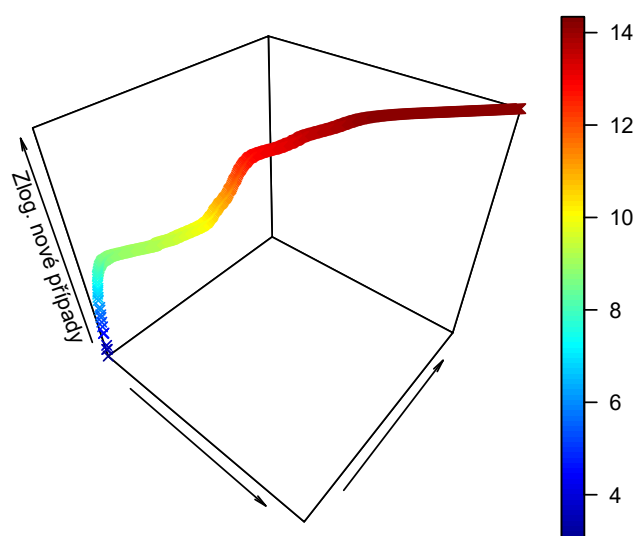
Obrázek 22: 3D graf zlogaritmovaných počtu případů a počtu testů

Graf počtu případů a počtu očkování



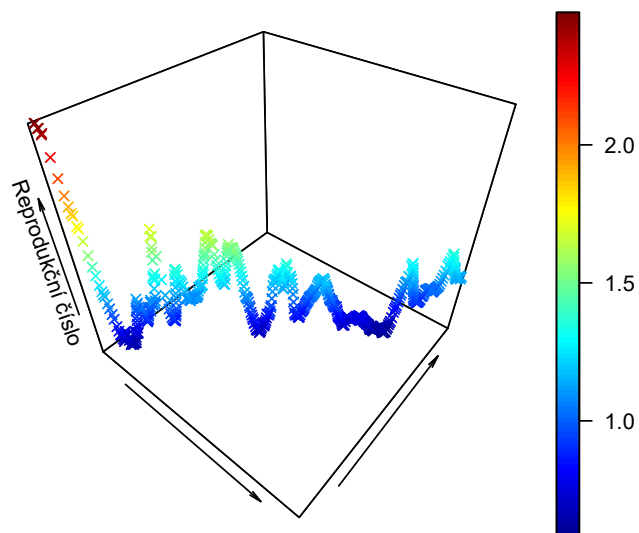
Obrázek 23: 3D graf počtu případů a počtu nových očkování

Graf počtu nových případů



Obrázek 24: 3D graf počtu nových případů

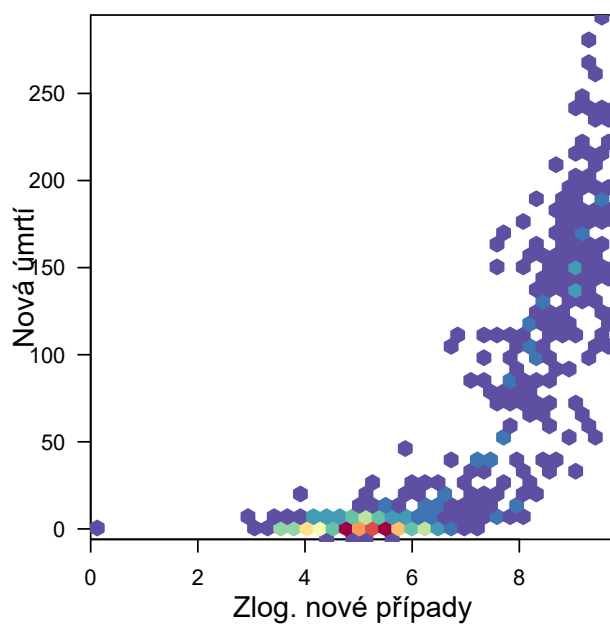
Graf vývoje reprodukčního čísla



Obrázek 25: 3D graf reprodukčního čísla

3.5 Hexbin

Graf zlog. nových případů a nových úmrtí



Obrázek 26: Hexbin graf nových zlog. nových případů a nových úmrtí

3.6 Chernoff faces

effect of variables:

modified item	Var
"height of face	" "countriesMeanNewCases"
"width of face	" "countriesMeanTotalCases"
"structure of face"	"countriesPopulation"
"height of mouth	" "countriesMeanNewCases"
"width of mouth	" "countriesMeanTotalCases"
"smiling	" "countriesPopulation"
"height of eyes	" "countriesMeanNewCases"
"width of eyes	" "countriesMeanTotalCases"
"height of hair	" "countriesPopulation"
"width of hair	" "countriesMeanNewCases"
"style of hair	" "countriesMeanTotalCases"
"height of nose	" "countriesPopulation"
"width of nose	" "countriesMeanNewCases"
"width of ear	" "countriesMeanTotalCases"
"height of ear	" "countriesPopulation"

Czechia



Slovakia



Germany



Poland

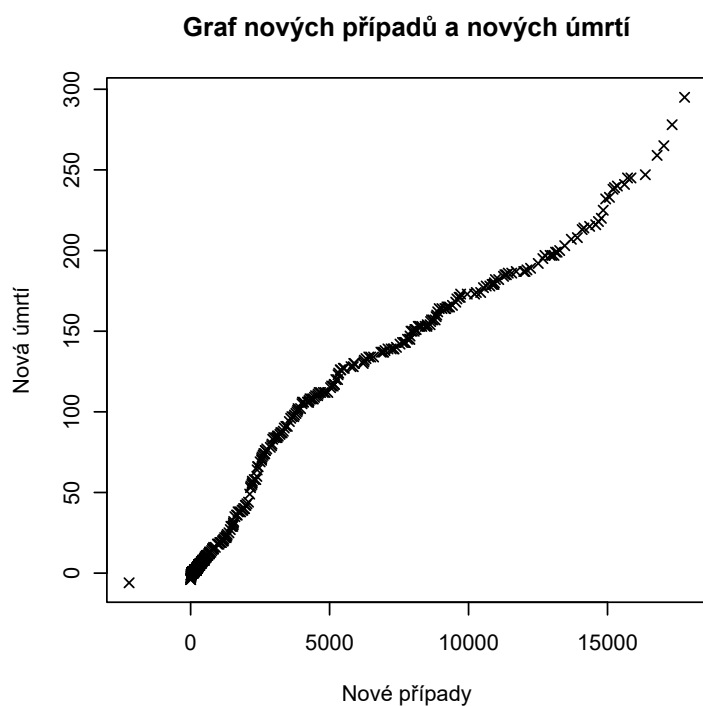


Austria

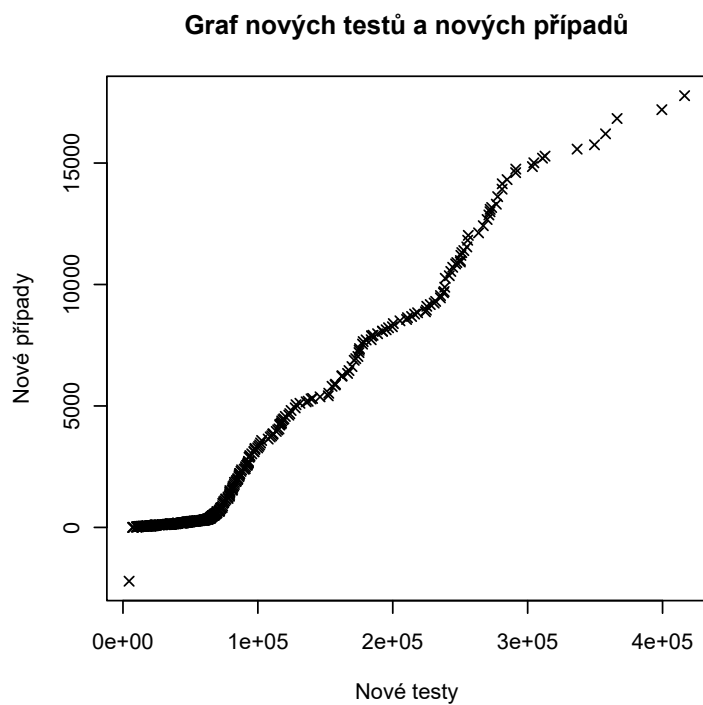


Obrázek 27: Chernoff faces graf tabulky popisné statistiky

3.7 QQPlot



Obrázek 28: QQPlot graf nových případů a nových úmrtí



Obrázek 29: QQPlot graf nových testů a nových případů

4 TESTOVÁNÍ STATISTICKÝCH HYPOTÉZ

4.1 Jednovýběrový Studentův test vůči střední hodnotě

One Sample t-test

```
data: data_czech$new_cases
t = -2.0168, df = 575, p-value = 0.04418
alternative hypothesis: true mean is not equal to 3300
95 percent confidence interval:
 2590.550 3290.603
sample estimates:
mean of x
 2940.576
```

One Sample t-test

```
data: data_czech$new_cases_smoothed
t = 18.184, df = 575, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 2619.672 3254.109
sample estimates:
mean of x
 2936.89
```

One Sample t-test

```
data: data_czech$new_cases_per_million
t = 16.5, df = 575, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 241.5531 306.8289
sample estimates:
mean of x
 274.191
```

One Sample t-test

```
data: data_czech$new_cases_smoothed_per_million
t = 18.184, df = 575, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 244.2687 303.4260
sample estimates:
mean of x
 273.8474
```

One Sample t-test

```
data: data_czech$hosp_patients
t = 19.019, df = 568, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 2125.690 2615.294
sample estimates:
mean of x
 2370.492
```

One Sample t-test

```
data: data_czech$hosp_patients_per_million
t = 19.019, df = 568, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 198.2078 243.8604
sample estimates:
mean of x
 221.0341
```

4.2 Dvouvěbový Studentův test

Welch Two Sample t-test

```
data:  p1 and p2
t = -4.518, df = 537.03, p-value = 7.683e-06
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -2272.4359  -895.1752
sample estimates:
mean of x mean of y
 2148.674  3732.479
```

Welch Two Sample t-test

```
data:  data_czech$new_cases_per_million and data_slovakia$new_cases_per_million
t = 7.7283, df = 817.84, p-value = 3.194e-14
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 105.8863 177.9857
sample estimates:
mean of x mean of y
 274.191  132.255
```

Two Sample t-test

```
data:  data_czech$new_cases_per_million and data_germany$new_cases_per_million
t = 10.844, df = 1150, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 152.3817 219.7075
sample estimates:
mean of x mean of y
274.19103  88.14644
```

Two Sample t-test

```
data: data_czech$new_cases_per_million and data_poland$new_cases_per_million
t = 7.5404, df = 1150, p-value = 9.477e-14
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 103.9326 177.0431
sample estimates:
mean of x mean of y
 274.1910 133.7032
```

Two Sample t-test

```
data: data_czech$new_cases_per_million and data_austria$new_cases_per_million
t = 7.2242, df = 1150, p-value = 9.157e-13
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 95.01377 165.86690
sample estimates:
mean of x mean of y
 274.1910 143.7507
```

4.3 Wilcoxon test

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

```
data: data_czech$new_cases_per_million and data_slovakia$new_cases_per_million
W = 205293, p-value = 2.97e-12
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

```
data: data_czech$new_cases_per_million and data_germany$new_cases_per_million
W = 188720, p-value = 5.261e-05
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

4.4 Fisherův test

F test to compare two variances

```
data:  lm(data_czech$new_cases_per_million ~ 1) and lm(data_slovakia$new_cases_per_million ~ 1)
F = 4.5141, num df = 575, denom df = 575, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 3.832723 5.316656
sample estimates:
ratio of variances
 4.514119
```

4.5 Shapiro Wilk test

Shapiro-Wilk normality test

```
data:  data_czech$new_cases
W = 0.72003, p-value < 2.2e-16
```

Shapiro-Wilk normality test

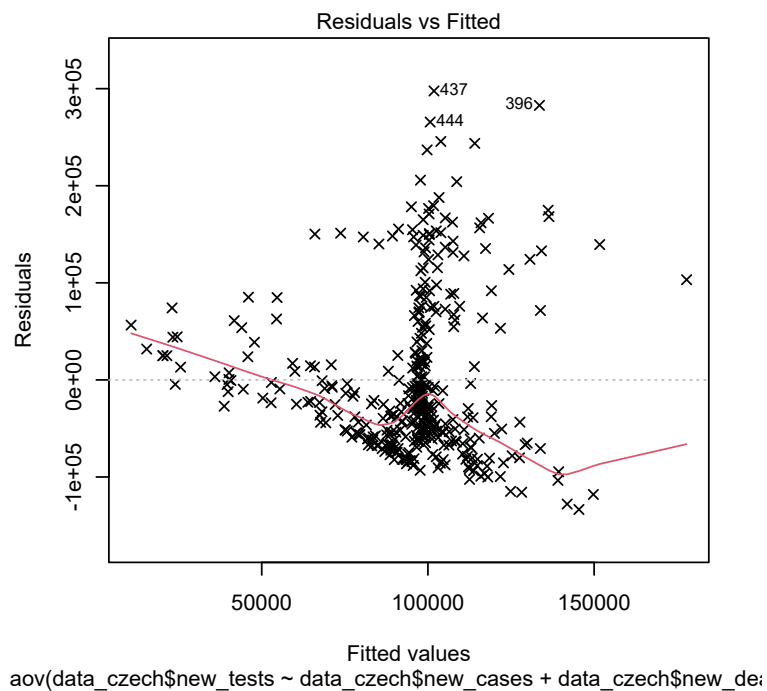
```
data:  data_czech$new_tests
W = 0.82915, p-value < 2.2e-16
```

5 ANOVA

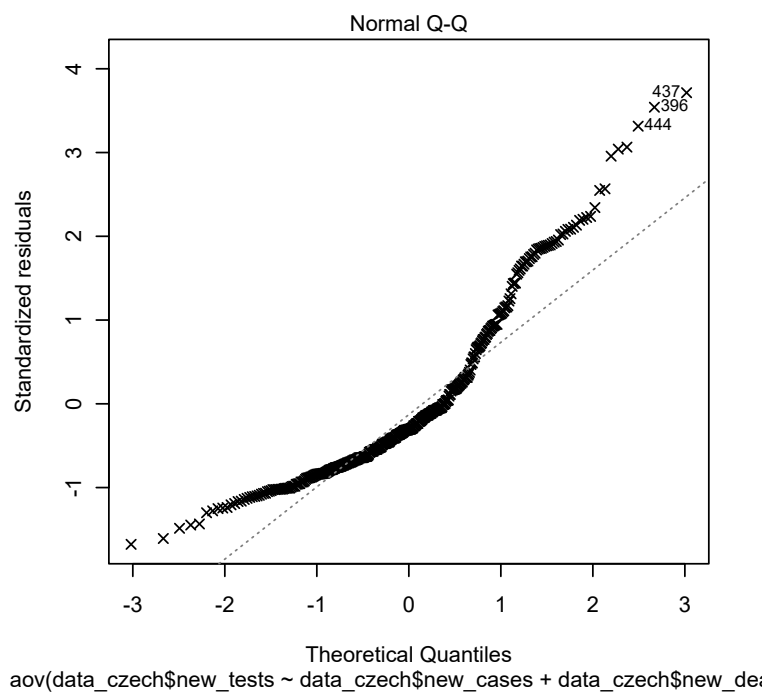
```

              Df    Sum Sq  Mean Sq F value    Pr(>F)
data_czech$new_cases      1 6.973e+10 6.973e+10    10.81  0.0011 **
data_czech$new_deaths     1 1.218e+11 1.218e+11    18.88 1.78e-05 ***
Residuals                391 2.522e+12 6.451e+09
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
182 observations deleted due to missingness

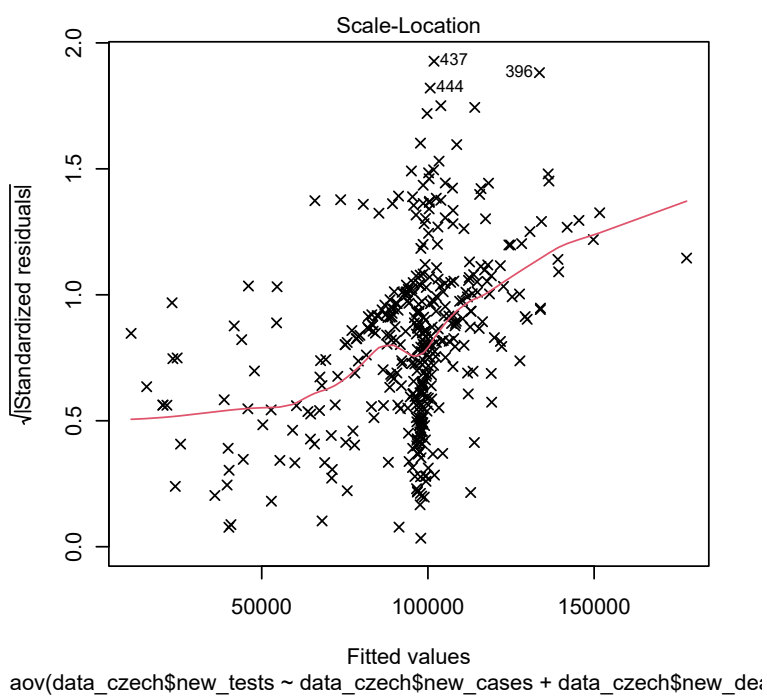
```



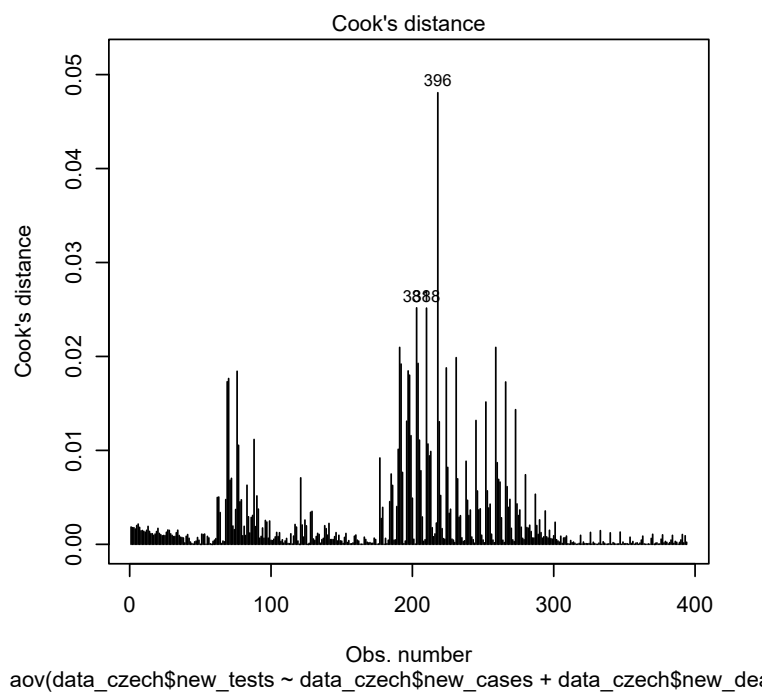
Obrázek 30: Anova graf nových testů, případů a úmrtí



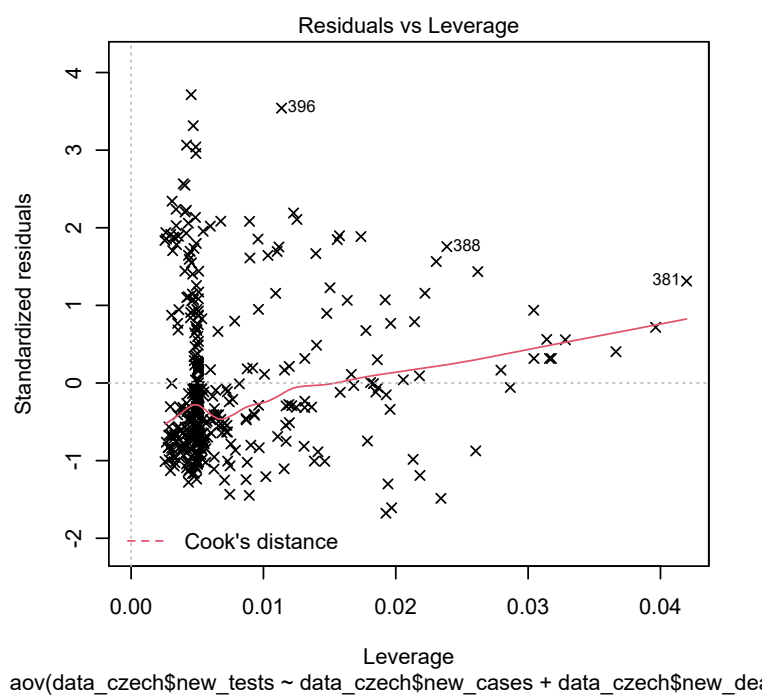
Obrázek 31: Anova graf nových testů, případů a úmrtí



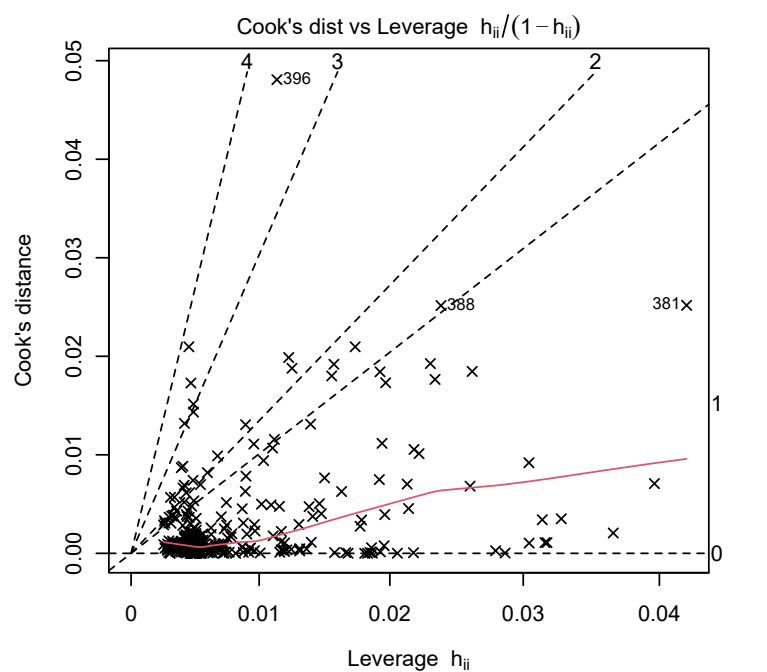
Obrázek 32: Anova graf nových testů, případů a úmrtí



Obrázek 33: Anova graf nových testů, případů a úmrtí



Obrázek 34: Anova graf nových testů, případů a úmrtí



Obrázek 35: Anova graf nových testů, případů a úmrtí

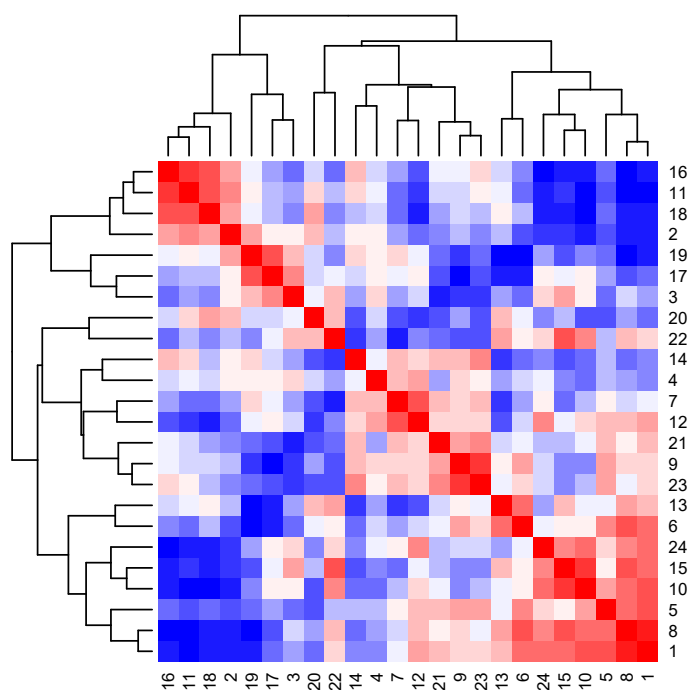
6 VARIANCE

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-61749419	-61749419	-61749419	-61749419	-61749419	-61749419

7 KORELACE

7.1 Korelační matice

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]
[1,]	1.00000000	-0.62274409	-0.129186615	-0.285154793	0.66579693	0.57478261
[2,]	-0.62274409	1.00000000	0.151838159	0.209449286	-0.43366681	-0.44705372
[3,]	-0.12918662	0.15183816	1.000000000	0.250435635	-0.36067001	-0.33492826
[4,]	-0.28515479	0.20944929	0.250435635	1.000000000	-0.10668415	-0.03613412
[5,]	0.66579693	-0.43366681	-0.360670011	-0.106684148	1.00000000	0.50445750
[6,]	0.57478261	-0.44705372	-0.334928261	-0.036134119	0.50445750	1.00000000
[7,]	0.05132667	-0.14357190	-0.163185379	0.386541958	0.15705896	-0.13049153
[8,]	0.89739130	-0.55838227	0.004784689	-0.171528226	0.57403785	0.69391304
[9,]	0.30782609	-0.09088933	-0.482383691	0.227688483	0.39791260	0.43652174
[10,]	0.72869565	-0.63448577	0.187472832	-0.359599784	0.45966516	0.17739130
[11,]	-0.66869565	0.54794522	-0.131361474	0.079233851	-0.46488368	-0.32956522
[12,]	0.42782609	-0.34007394	0.016093955	0.404005569	0.37442923	0.02869565
[13,]	0.38695652	-0.12002610	-0.172683792	-0.201567434	0.10784954	0.64347826
[14,]	-0.27478261	0.13785606	-0.133971305	0.135394108	-0.09306371	-0.34956522
[15,]	0.61043478	-0.47358122	0.410613349	-0.280365934	0.17612525	0.16434783
[16,]	-0.59304348	0.45749077	-0.321879108	0.026121050	-0.31919983	-0.23913043
[17,]	-0.31652174	0.21743858	0.533710359	0.180235243	-0.17090672	-0.62434783
[18,]	-0.59478261	0.47271147	-0.263157920	0.048323942	-0.32398348	-0.08000000
[19,]	-0.60608696	0.46879758	0.355371934	0.154549544	-0.33529029	-0.68608696
[20,]	-0.34398783	0.31165724	0.099412663	-0.006749405	-0.46889952	0.13089802
[21,]	0.32347826	-0.23265928	-0.586341943	-0.168916121	0.30876278	0.09043478
[22,]	0.23483367	-0.11048282	0.382423329	-0.190289684	-0.11439756	0.20656665
[23,]	0.25701240	-0.24880383	-0.511638037	0.139995729	0.47498913	0.25179387
[24,]	0.59143293	-0.52522836	0.291929526	0.050729401	0.30230535	0.09088933
	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	
[1,]	0.05132667	0.897391304	0.3078260870	0.72869565	-0.668695652	
[2,]	-0.14357190	-0.558382270	-0.0908893259	-0.63448577	0.547945218	
[3,]	-0.16318538	0.004784689	-0.4823836907	0.18747283	-0.131361474	
[4,]	0.38654196	-0.171528226	0.2276884833	-0.35959978	0.079233851	
[5,]	0.15705896	0.574037848	0.3979125991	0.45966516	-0.464883681	
[6,]	-0.13049153	0.693913043	0.4365217391	0.17739130	-0.329565217	
[7,]	1.00000000	-0.029578080	0.2801218186	-0.05480644	-0.334058318	
[8,]	-0.02957808	1.000000000	0.3043478261	0.62956522	-0.664347826	
[9,]	0.28012182	0.304347826	1.0000000000	-0.23304348	0.008695652	
[10,]	-0.05480644	0.629565217	-0.2330434783	1.00000000	-0.646086957	
[11,]	-0.33405832	-0.664347826	0.0086956522	-0.64608696	1.000000000	
[12,]	0.68595048	0.310434783	0.2269565217	0.28782609	-0.530434783	

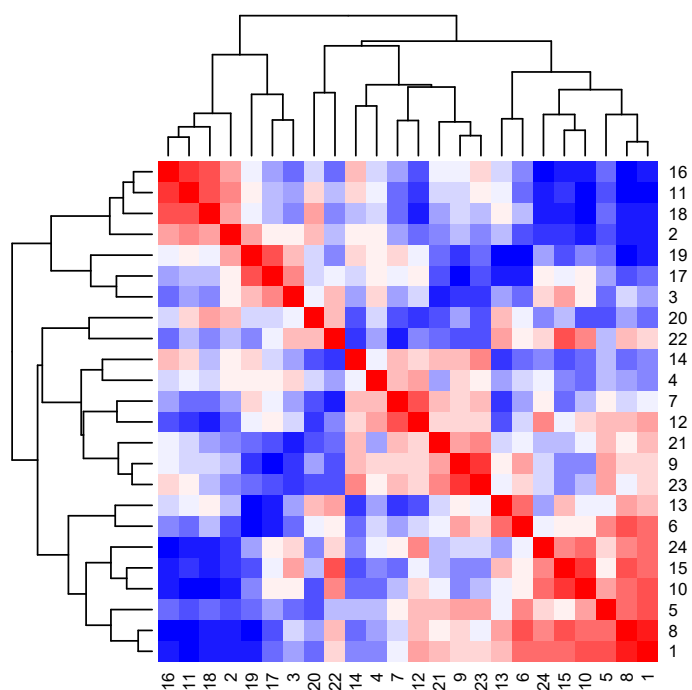


Obrázek 36: Heatmap graf korelační matice

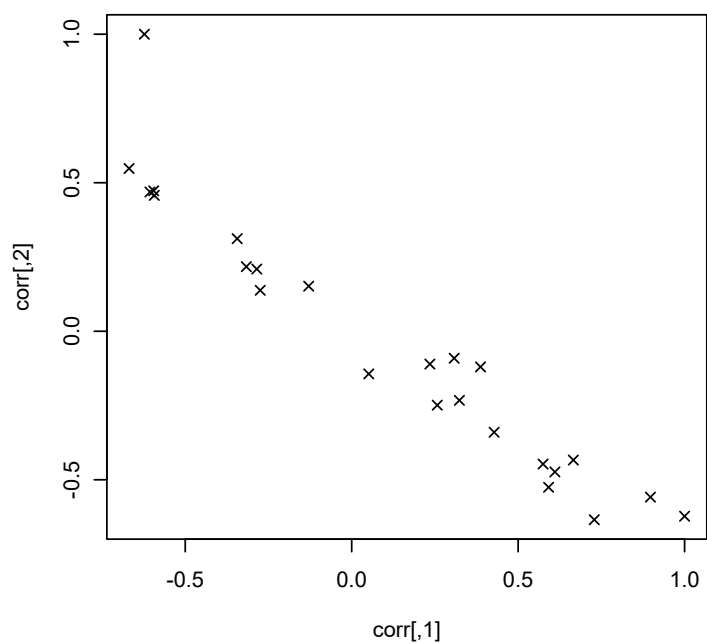
8 KOVARIANCE

8.1 Kovarianční matice

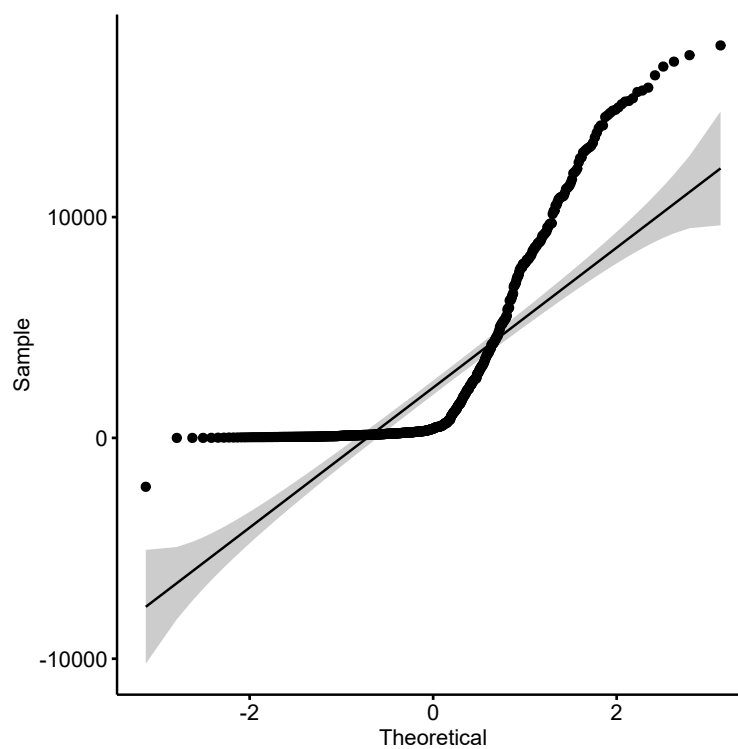
V1	V2	V3	V4
Min. : -33.435	Min. : -31.717	Min. : -29.3043	Min. : -17.957
1st Qu.: -16.168	1st Qu.: -21.842	1st Qu.: -13.8859	1st Qu.: -8.467
Median : 12.293	Median : -5.761	Median : -3.1087	Median : 2.473
Mean : 5.465	Mean : -2.097	Mean : 0.1916	Mean : 3.088
3rd Qu.: 28.946	3rd Qu.: 12.046	3rd Qu.: 13.0217	3rd Qu.: 9.364
Max. : 50.000	Max. : 49.978	Max. : 49.9565	Max. : 49.870
V5	V6	V7	V8
Min. : -23.435	Min. : -34.304	Min. : -29.1739	Min. : -33.217
1st Qu.: -16.016	1st Qu.: -13.087	1st Qu.: -10.8207	1st Qu.: -17.967
Median : 6.620	Median : 4.533	Median : 0.5435	Median : 8.315
Mean : 4.815	Mean : 3.619	Mean : 2.1472	Mean : 5.156
3rd Qu.: 20.663	3rd Qu.: 14.897	3rd Qu.: 14.7663	3rd Qu.: 25.891
Max. : 49.978	Max. : 50.000	Max. : 49.9565	Max. : 50.000
V9	V10	V11	V12
Min. : -34.435	Min. : -36.435	Min. : -33.435	Min. : -31.174
1st Qu.: -10.658	1st Qu.: -17.337	1st Qu.: -23.321	1st Qu.: -14.668
Median : 8.826	Median : 6.196	Median : -1.522	Median : 10.457
Mean : 4.632	Mean : 3.081	Mean : -1.861	Mean : 4.583
3rd Qu.: 16.087	3rd Qu.: 23.522	3rd Qu.: 9.120	3rd Qu.: 16.321
Max. : 50.000	Max. : 50.000	Max. : 50.000	Max. : 50.000
V13	V14	V15	V16
Min. : -35.739	Min. : -25.9348	Min. : -30.8696	Min. : -33.783
1st Qu.: -8.989	1st Qu.: -17.0652	1st Qu.: -17.2446	1st Qu.: -17.913
Median : 3.685	Median : -3.0435	Median : 0.4348	Median : -5.250
Mean : 2.385	Mean : 0.5525	Mean : 2.7237	Mean : -2.403
3rd Qu.: 17.924	3rd Qu.: 14.1957	3rd Qu.: 21.7337	3rd Qu.: 8.435
Max. : 50.000	Max. : 50.0000	Max. : 50.0000	Max. : 50.000
V17	V18	V19	V20
Min. : -34.4348	Min. : -36.435	Min. : -35.739	Min. : -27.087
1st Qu.: -17.0543	1st Qu.: -19.696	1st Qu.: -19.120	1st Qu.: -19.397
Median : -0.6956	Median : -5.652	Median : -3.815	Median : -2.185
Mean : -1.3895	Mean : -3.584	Mean : -3.570	Mean : -2.415
3rd Qu.: 9.1413	3rd Qu.: 6.598	3rd Qu.: 8.679	3rd Qu.: 8.489
Max. : 50.0000	Max. : 50.000	Max. : 50.000	Max. : 49.978
V21	V22	V23	V24
Min. : -29.304	Min. : -29.174	Min. : -25.565	Min. : -33.783
1st Qu.: -9.234	1st Qu.: -14.495	1st Qu.: -12.223	1st Qu.: -9.245
Median : 2.457	Median : 5.622	Median : 6.822	Median : 2.522
Mean : 2.457	Mean : 5.622	Mean : 6.822	Mean : 2.522
3rd Qu.: 12.293	3rd Qu.: 12.046	3rd Qu.: 13.0217	3rd Qu.: 9.364
Max. : 50.000	Max. : 49.978	Max. : 49.9565	Max. : 49.870



Obrázek 37: Heatmap graf korelační matice



Obrázek 38: Graf korelační matice



Obrázek 39: GGQQPlot graf korelační matice

9 TESTOVÁNÍ V KONTINGENČNÍCH TABULKÁCH

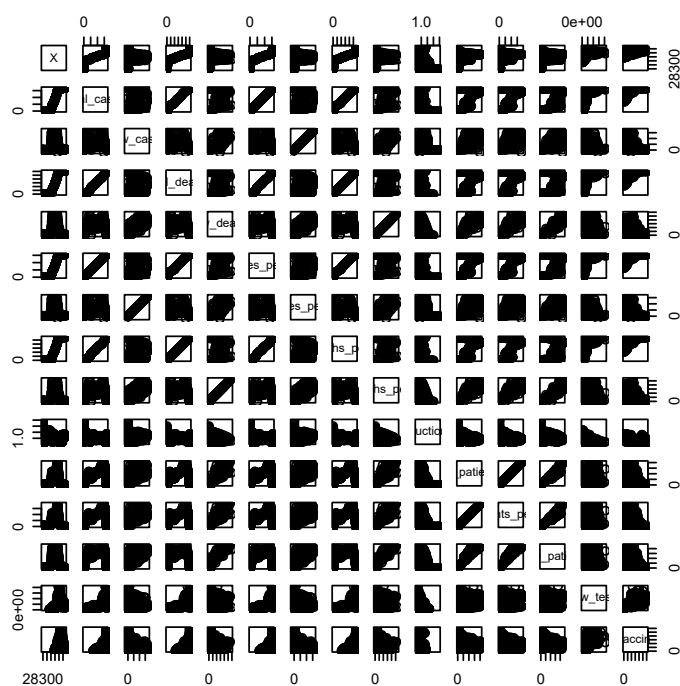
9.1 Pearsonův Chí-kvadrát test

Pearson's Chi-squared test

data: data_czech\$new_tests and data_czech\$new_cases

X-squared = 147356, df = 146982, p-value = 0.245

10 PAIRS



Obrázek 40: Grafy párů

ZÁVĚR

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Our World in Data *Data on COVID-19 (coronavirus)* [online]. 2021 [cit. 2021-11-18]. Dostupné z: <https://github.com/owid/covid-19-data/tree/master/public/data>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	??
-----------------	----

PŘÍLOHA A

Příloha A zahrnuje ZIP soubor, který obsahuje: