

Dostęp do służby zdrowia a dynamika zakażeń

AJ

23/11/2021

Polska przestrzennie: zakażenia, zgony, seroprevalencja a HCA

PctExp- wyjaśniana zmienność

Model regresji czynnikowej z interakcjami na poziomie województw (rzutowanie -zmienna wyjaśniana na seroprevalencję >20 lat z pierwszej tury Obser-co)

```
mod_sero=lm(obser_cov~ case_3rd_wave+case_3rd_wave*HeathCareAccess_per_w+HeathCareAccess_w*case_3rd_wave)

af <- anova(mod_sero)
afss <- af$"Sum Sq"
proc_sero<-cbind(af,PctExp=afss/sum(afss)*100)

proc_sero
```

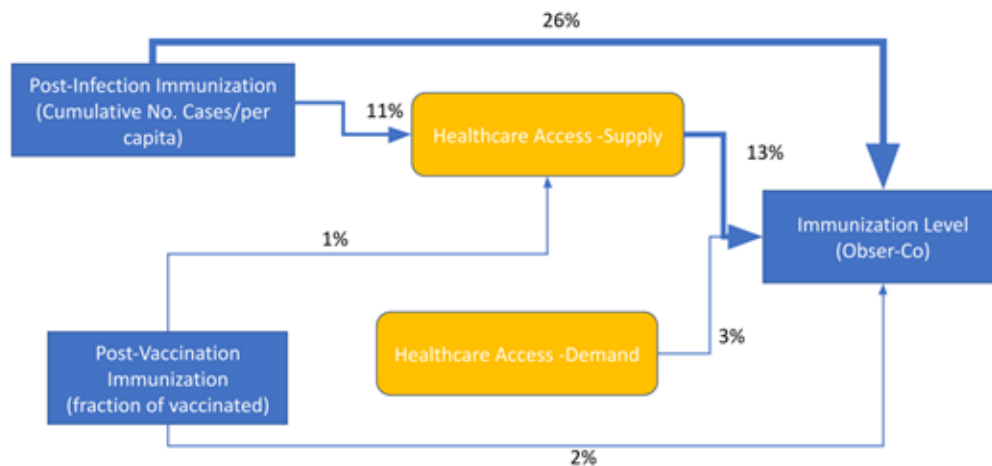
##	Df	Sum Sq	Mean Sq
## case_3rd_wave	1	91.1789777	91.1789777
## HeathCareAccess_per_w	1	0.5958226	0.5958226
## HeathCareAccess_w	1	11.7476785	11.7476785
## proc_vac_full_w	1	6.0493653	6.0493653
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_per_w	1	40.8244210	40.8244210
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_w	1	1.7270948	1.7270948
## case_3rd_wave:proc_vac_full_w	1	1.7273603	1.7273603
## HeathCareAccess_per_w:proc_vac_full_w	1	2.3277386	2.3277386
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_per_w:proc_vac_full_w	1	6.2489771	6.2489771
## Residuals	6	188.1425642	31.3570940
##		F value	Pr(>F)
## case_3rd_wave		2.90776236	0.1390347
## HeathCareAccess_per_w		0.01900121	0.8948727
## HeathCareAccess_w		0.37464181	0.5629456
## proc_vac_full_w		0.19291855	0.6758751
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_per_w		1.30191978	0.2973492
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_w		0.05507828	0.8222551
## case_3rd_wave:proc_vac_full_w		0.05508675	0.8222417
## HeathCareAccess_per_w:proc_vac_full_w		0.07423324	0.7944038
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_per_w:proc_vac_full_w		0.19928432	0.6709588
## Residuals		NA	NA
##		PctExp	
## case_3rd_wave		26.0087793	
## HeathCareAccess_per_w		0.1699582	
## HeathCareAccess_w		3.3510222	
## proc_vac_full_w		1.7255798	
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_per_w		11.6451553	
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_w		0.4926533	

```
## case_3rd_wave:proc_vac_full_w 0.4927291
## HeathCareAccess_per_w:proc_vac_full_w 0.6639868
## case_3rd_wave:HeathCareAccess_per_w:proc_vac_full_w 1.7825191
## Residuals 53.6676168
```

Dlatego dobrą zmienną pośredniczącą między skumulowaną liczbą zakażeń a wynikami serologicznymi (realizowanymi na wczesnym etapie szczepień populacyjnych) jest dostępność do podażowa służby zdrowia.

```
knitr::include_graphics("sero_diag.png", dpi=100)
```

Understanding mediating role of healthcare accesses in observed serological variation by voivodeship (NUTS-2) in Poland



model regresji czynnikowej z interakcjami na poziomie powiatów (rzutowanie - zmienna wyjaśniana na liczbę przypadków w drugiej połowie września)

Specjalnie wybraliśmy ostatnie 2 tygodnie września/przełom października jako w miarę niezależny od dochodu (już importowane przypadki z wakacji nie powinny wpływać za bardzo a zaraz zaczną się ogniska w ośrodkach akademickich, które zaburzają obraz).

```
mod_zakazenia=lm(Inf_autumn~vacc_+ HealthCareAcc*size_COVID+vacc_* HealthCareAcc*size_COVID*HealthAcc_phys)
```

```
af <- anova(mod_zakazenia)
afss <- af$"Sum Sq"
proc_zakazenia<-cbind(af,PctExp=afss/sum(afss)*100)
proc_zakazenia
```

##	Df	Sum Sq	Mean Sq
## vacc_	1	907627.0	907627.0
## HealthCareAcc	1	29036881.9	29036881.9
## size_COVID	1	196550.3	196550.3
## HealthAcc_phys	1	6761886.7	6761886.7
## HealthCareAcc:size_COVID	1	701024.4	701024.4
## vacc_:HealthCareAcc	1	1682603.0	1682603.0
## vacc_:size_COVID	1	5524342.4	5524342.4
## vacc_:HealthAcc_phys	1	269372.4	269372.4
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys	1	1055608.1	1055608.1
## size_COVID:HealthAcc_phys	1	332017.8	332017.8

```

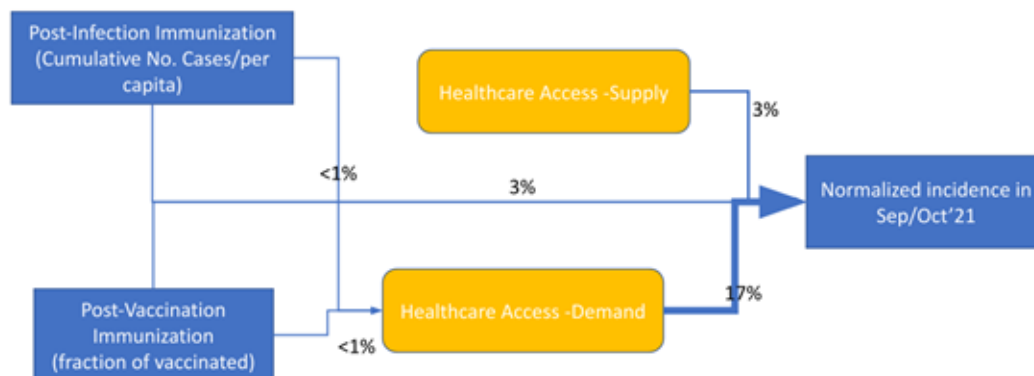
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID          1  3988735.8  3988735.8
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys       1  1009559.3  1009559.3
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys          1  1633747.5  1633747.5
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys  1   983356.7   983356.7
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 1  1503256.5  1503256.5
## Residuals                               364 143437017.3  394057.7
##                                           F value      Pr(>F)
## vacc_                                2.3032842 1.299688e-01
## HealthCareAcc                       73.6868712 2.697690e-16
## size_COVID                          0.4987856 4.804860e-01
## HealthAcc_phys                      17.1596342 4.276569e-05
## HealthCareAcc:size_COVID            1.7789889 1.831075e-01
## vacc_:HealthCareAcc                 4.2699402 3.949919e-02
## vacc_:size_COVID                    14.0191190 2.102636e-04
## vacc_:HealthAcc_phys                 0.6835860 4.088963e-01
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys         2.6788157 1.025556e-01
## size_COVID:HealthAcc_phys            0.8425612 3.592731e-01
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID       10.1222116 1.590810e-03
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys    2.5619579 1.103304e-01
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys       4.1459596 4.245750e-02
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 2.4954635 1.150433e-01
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 3.8148129 5.156715e-02
## Residuals                            NA          NA
##                                           PctExp
## vacc_                                0.4560399
## HealthCareAcc                       14.5896687
## size_COVID                          0.0987573
## HealthAcc_phys                      3.3975303
## HealthCareAcc:size_COVID            0.3522318
## vacc_:HealthCareAcc                 0.8454289
## vacc_:size_COVID                    2.7757224
## vacc_:HealthAcc_phys                 0.1353470
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys         0.5303934
## size_COVID:HealthAcc_phys            0.1668233
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID       2.0041523
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys    0.5072561
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys       0.8208813
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 0.4940905
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 0.7553158
## Residuals                           72.0703609

```

Bardzo dobrą zmienną wyjaśniającą zapadalność jest dostępność popytowa do służby zdrowia, która to wyjaśnia zdecydowaną większość zmienności w modelu. Warto podkreślić, że poziom zaszczepienia czy skumulowana liczba zakażeń na miekszańca w poprzednich falach, nie mają specjalnie znaczenia patrząc na zapadalność w 4-tej fali.

```
knitr::include_graphics("zak_diag.png", dpi=100)
```

Understanding mediating role of healthcare accesses in observed current dynamics by powiat (old NUTS-4) in Poland



Model regresji czynnikowej z interakcjami na poziomie powiatów (rzutowanie - zmienna wyjaśniana na liczbę zgonów 15.09-21.11)

```
mod_zgony=lm(deaths_norm~vacc_+ HealthCareAcc*size_COVID+vacc_* HealthCareAcc*size_COVID*HealthAcc_phys
```

```
af <- anova(mod_zgony)
afss <- af$"Sum Sq"
proc_zgony<-cbind(af,PctExp=afss/sum(afss)*100)
proc_zgony
```

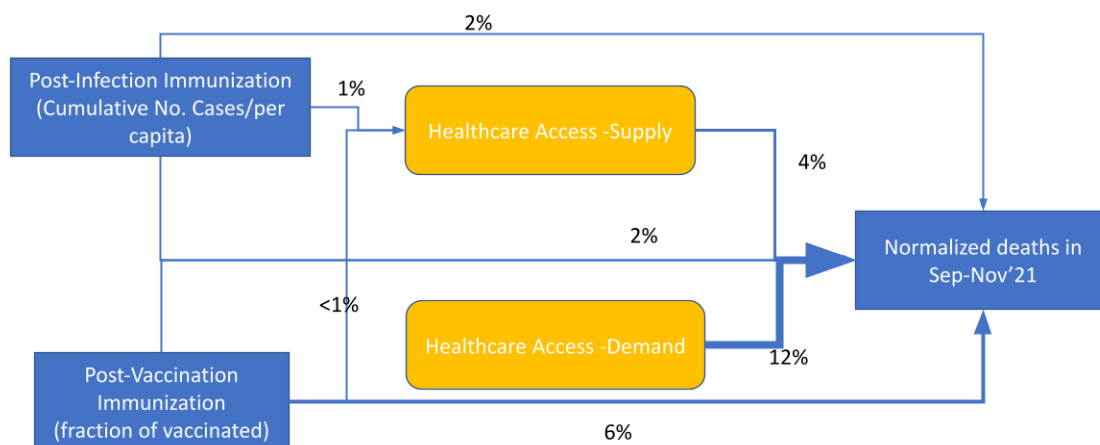
	Df	Sum Sq	Mean Sq
## vacc_	1	1.226278e+06	1226277.8885
## HealthCareAcc	1	2.059949e+06	2059949.1840
## size_COVID	1	4.201568e+05	420156.8326
## HealthAcc_phys	1	4.743787e+05	474378.6583
## HealthCareAcc:size_COVID	1	2.281876e+03	2281.8762
## vacc_:HealthCareAcc	1	5.859061e+04	58590.6059
## vacc_:size_COVID	1	3.804668e+05	380466.8051
## vacc_:HealthAcc_phys	1	1.090207e+03	1090.2069
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys	1	4.841303e+03	4841.3025
## size_COVID:HealthAcc_phys	1	2.278919e+05	227891.8595
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID	1	7.866217e+04	78662.1720
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys	1	7.031494e+02	703.1494
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys	1	8.218865e+04	82188.6494
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys	1	1.045514e+05	104551.3849
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys	1	1.271408e+05	127140.7693
## Residuals	364	1.390726e+07	38206.7536
##		F value	Pr(>F)
## vacc_	32.09584099	2.985494e-08	
## HealthCareAcc	53.91583921	1.381620e-12	
## size_COVID	10.99692575	1.004504e-03	
## HealthAcc_phys	12.41609437	4.798666e-04	
## HealthCareAcc:size_COVID	0.05972442	8.070697e-01	

```
## vacc_:HealthCareAcc 1.53351437 2.163838e-01
## vacc_:size_COVID 9.95810345 1.734836e-03
## vacc_:HealthAcc_phys 0.02853440 8.659524e-01
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys 0.12671327 7.220707e-01
## size_COVID:HealthAcc_phys 5.96470095 1.507016e-02
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID 2.05885517 1.521824e-01
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys 0.01840380 8.921646e-01
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys 2.15115501 1.433261e-01
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 2.73646345 9.894363e-02
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 3.32770407 6.894161e-02
## Residuals NA NA
## PctExp
## vacc_ 6.401390606
## HealthCareAcc 10.753304352
## size_COVID 2.193294054
## HealthAcc_phys 2.476341713
## HealthCareAcc:size_COVID 0.011911803
## vacc_:HealthCareAcc 0.305853475
## vacc_:size_COVID 1.986104989
## vacc_:HealthAcc_phys 0.005691076
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys 0.025272468
## size_COVID:HealthAcc_phys 1.189636397
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID 0.410630652
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys 0.003670566
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys 0.429039497
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 0.545776989
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 0.663697628
## Residuals 72.598383736
```

Dobłą zmienną wyjaśniającą umieralność jest dostępność popytowa do służby zdrowia. Poziom zaszczepienia (6%) czy skumulowana liczba zakażeń na mikszańca w poprzednich falach (2%), mają istotne znaczenie, ale wciąż dostęp popytowy do służby zdrowia jest najważniejszy (12%).

```
knitr::include_graphics("current_deaths.png", dpi=200)
```

Understanding mediating role of healthcare accesses in observed COVID mortality rates by poviat (old NUTS-4) in Poland



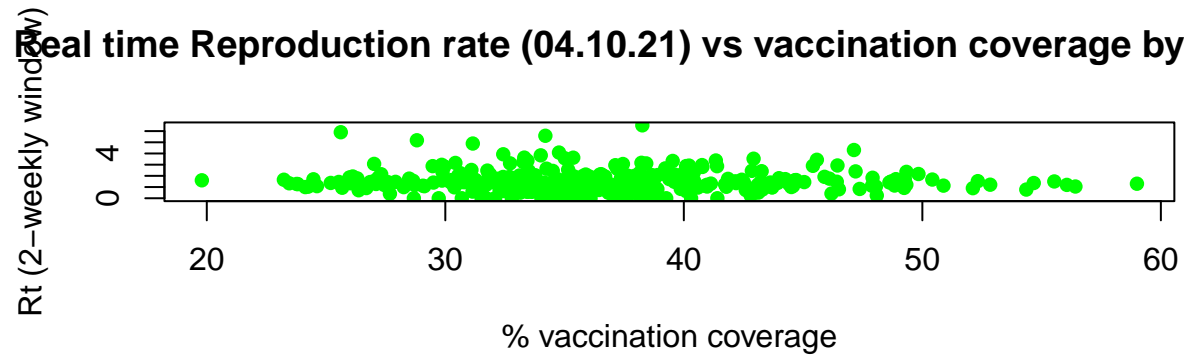
#Dodatkowe analizy diagnostyczne

```
par(mfrow=c(2,1))
```

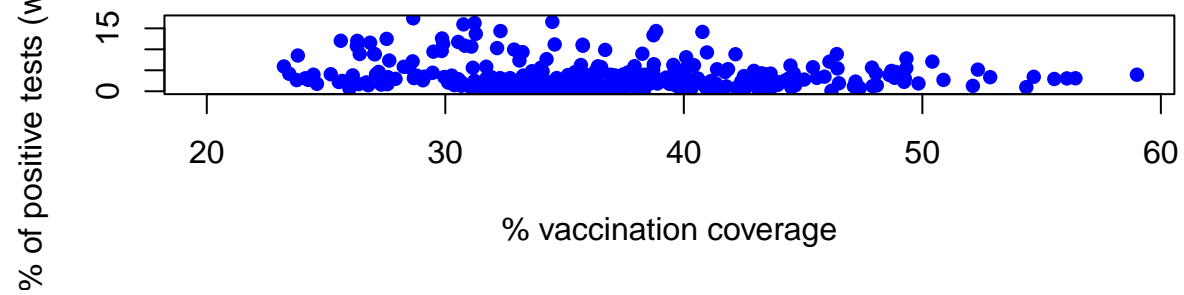
```
plot(vacc_sel_norm$vacc*100, vacc_sel_norm$rt, main = "Real time Reproduction rate (04.10.21) vs vaccination coverage")
```

```
plot(vacc_sel_norm$vacc*100, vacc_sel_norm$tests, main = "Test positivity (04.10.21) vs vaccination coverage")
```

Real time Reproduction rate (04.10.21) vs vaccination coverage by pov



Test positivity (04.10.21) vs vaccination coverage by poviats



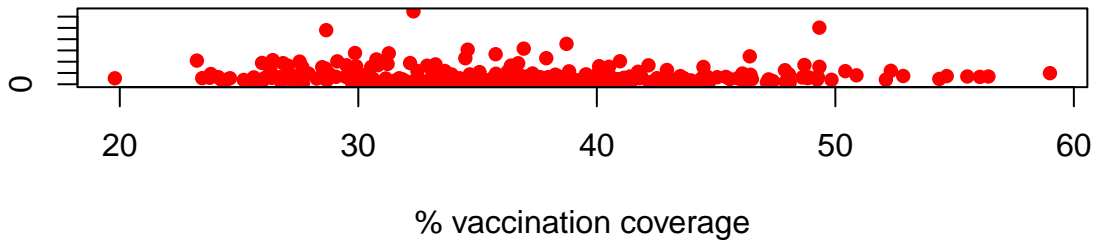
```
par(mfrow=c(2,1))
```

```
plot(vacc_sel_norm$vacc*100, vacc_sel_norm$inf_autumn, main = "Incidence (04.10.21) vs vaccination coverage by poviats")
```

```
plot(vacc_zgony$vacc*100, vacc_zgony$deaths_norm, main = "Normalized Covid deaths (15.09-21.11.21) vs vaccination coverage by poviats")
```

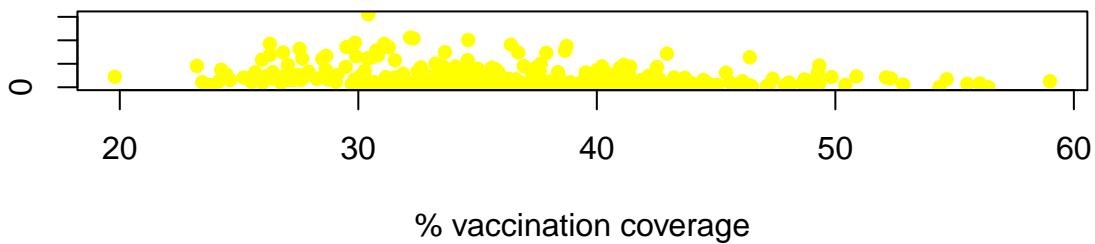
cumulative notifications per 1

Incidence (04.10.21) vs vaccination coverage by poviats



death rate 4th wave

Normalized Covid deaths (15.09–21.11.21) vs vaccination coverage by p



Należy zauważyć, że obecna 4-ta fala w ujęciu powiatowym nie koreluje ani z poziomem wyszczenia (wykresy różnych zmiennych opisujących aktualną dynamikę), ani oficjalną notowabą odpornością pochorobową. Jedynie udział osób zaszczepionych jest związany z umieralnością na COVID w 4-tej fali i ją redukuje. Trzeba jednak pamiętać, że to zależy też od dostępu do ochrony zdrowia, poziomu odporności po przechorowaniu czy innych czynników jak demografia.

```
vacc_zgony2=vacc_zgony[which(vacc_zgony$deaths>0),]

pl_inf<-ggplot(vacc_zgony, aes(HealthCareAcc,inf_autumn, size=vacc_, color=size_COVID)) + theme_bw()+
  geom_point() + xlab("Demand HCA")+ylab("Incidence 4th wave") +geom_text(aes(label=county),hjust=0, vj

pl_death <- ggplot(vacc_zgony2, aes(HealthCareAcc,deaths_norm, size=vacc_, color=size_COVID)) + theme_bw
  geom_point() + xlab("Demand HCA")+ylab("death rate 4th wave") +geom_text(aes(label=county),hjust=0, v

ggarrange(pl_inf, pl_death)
```



```
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys    1 1.259148e+05 125914.7609
## Residuals                                         363 1.384129e+07 38130.2734
##                                                    F value      Pr(>F)
## vacc_                                           32.16021756 2.901357e-08
## I(HealthCareAcc * HealthCareAcc)              46.91784474 3.178198e-11
## HealthCareAcc                                  7.36361074 6.973037e-03
## size_COVID                                     10.76628559 1.133849e-03
## HealthAcc_phys                                12.47431192 4.657751e-04
## HealthCareAcc:size_COVID                      0.48042950 4.886711e-01
## vacc_:HealthCareAcc                          1.45763996 2.280921e-01
## vacc_:size_COVID                             9.69007848 1.999641e-03
## vacc_:HealthAcc_phys                         0.02385889 8.773303e-01
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys                 0.18679637 6.658531e-01
## size_COVID:HealthAcc_phys                    5.99604581 1.481036e-02
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID               2.38474761 1.233960e-01
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys           0.02216091 8.817425e-01
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys              1.97286538 1.609991e-01
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys      4.19511911 4.125944e-02
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 3.30222549 7.001049e-02
## Residuals                                     NA          NA
##                                                    PctExp
## vacc_                                           6.401390606
## I(HealthCareAcc * HealthCareAcc)              9.338850088
## HealthCareAcc                                  1.465703660
## size_COVID                                     2.142995436
## HealthAcc_phys                                2.482972728
## HealthCareAcc:size_COVID                     0.095627987
## vacc_:HealthCareAcc                          0.290138670
## vacc_:size_COVID                             1.928779780
## vacc_:HealthAcc_phys                         0.004749037
## HealthCareAcc:HealthAcc_phys                 0.037181232
## size_COVID:HealthAcc_phys                    1.193494144
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID               0.474676544
## vacc_:HealthCareAcc:HealthAcc_phys           0.004411059
## vacc_:size_COVID:HealthAcc_phys              0.392692676
## HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys      0.835025324
## vacc_:HealthCareAcc:size_COVID:HealthAcc_phys 0.657297645
## Residuals                                     72.254013383
```

Duże znaczenie ma wyraz kwadratowy dostępności popytowej do służby zdrowia

```
kor=cor(vacc_zgony[,c(14,15,17:20,23)], use="pairwise.complete.obs")
pheatmap(kor, display_numbers = T)
```

