



## DECODE - Data drivEn COVID DETection

Zastosowanie analizy statystycznej oraz metod maszynowego uczenia w celu opisu pacjentów chorych na COVID-19 oraz predykcji prawdopodobieństwa wystąpienia choroby COVID-19 na bazie prostych cech klinicznych

Aleksandra Gruca<sup>1</sup>, Małgorzata Bach<sup>1</sup>, Paweł Foszne<sup>1,3</sup>, Joanna Henzel<sup>1</sup>, Mateusz Kania<sup>1</sup>, Michał Kozielski<sup>1</sup>,  
Justyna Mika<sup>1</sup>, Anna Papież<sup>1</sup>, Joanna Tobiasz<sup>1</sup>, Aleksandra Werner<sup>1</sup>, Joanna Żyła<sup>1</sup>,  
Jerzy Jaroszewicz<sup>2</sup>, Joanna Polańska<sup>1</sup>, Marek Sikora<sup>1,3</sup>

1) Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, Gliwice

2) Katedra i Oddział Kliniczny Chorób Zakaźnych i Hepatologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Bytom

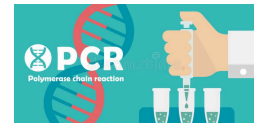
3) Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Techniki Innowacyjnych EMAG, Katowice

# Cel projektu DECODE – Data drivEn COVID DEtECTION

- Poznanie przekroju epidemiologiczno-demograficznego pacjentów chorujących na COVID-19
- Zrozumienie zależności między występowaniem objawów oraz chorób współistniejących a prawdopodobieństwem zachorowania na COVID-19
- Zbadanie możliwości stworzenia przesiewowego systemu diagnostycznego na bazie prostych cech klinicznych z wykorzystaniem metod maszynowego uczenia

# Zbieranie danych

Szpital Specjalistyczny nr 1 –  
oddział obserwacyjno-zakaźny, Bytom



**CIRCA COVID-19**

<https://covid.aei.polsl.pl/>

**DECODE**

# Diagnoza

## Stan pacjenta

- Zdrowy
  - Negatywna
  - COVID-19 Pozytywna U07.1 testami - bez objawów
  - COVID-19 Pozytywna U07.1 testami - wyleczony
- Chory
  - Negatywna
  - COVID-19 Pozytywna U07.1 testami laboratoryjnymi
  - COVID-19 Pozytywna U07.2 klinicznie

# Diagnoza

## Stan pacjenta

- Zdrowy
  - Negatywna
  - COVID-19 Pozytywna
  - COVID-19 Pozytywna
- Chory
  - Negatywna
  - COVID-19 Pozytywna
  - COVID-19 Pozytywna

SARS-CoV-2(+) Sick – z objawami chorobowymi  
SARS-CoV-2(+) Healthy – bez objawów chorobowych  
SARS-CoV-2(-) Sick – z objawami chorobowymi  
SARS-CoV-2(-) Healthy – bez objawów chorobowych

# Ankieta pacjenta

## - ver. 1.0

PROSZĘ WYPEŁNIAĆ LITERAMI DRUKOWANYMI

Dane osobowe:

Imię i nazwisko:

[REDACTED]									
[REDACTED]									

PESEL

[REDACTED]									
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Adres zamieszkania/ pobytu

[REDACTED]

Telefon kontaktowy

[REDACTED]

Adres e-mail

bvalc

Wyrażam zgodę na przekazanie wyniku badania drogą elektroniczną

Podpis Pacjenta/data

[REDACTED] 31.03, 2020

Czy miał/a Pani/Pan kontakt z osobą, u której potwierdzono zakażenie SARS-CoV-2? Tak/ ~~nie~~

Jeśli tak, to kiedy?

pp. wolontariat z mel. Covid 19+  
killed on team. ?

Jeśli tak, z kim (proszę podać dane osoby)

Jakim transportem Pan /Pani przyjechał/a?  własny  sanitarny  publiczny

Na jakie schorzenia Pan/Pani choruje?

nieokreślenie

Jakie leki Pan/Pani przyjmuje

Valparocor 160

Czy w ciągu ostatnich 24 godzin występowały następujące objawy: (odpowiednie zakreślić)

Temperatura powyżej 38 st. C  tak  nie

Kaszel  tak  nie

Duszność  tak  nie

Karta badania pielęgniarstwa (dla pacjentów z grupy B / podających objawy/)

Ciepłota ciała .....

38,5°C 35,9

Liczba oddechów .....

12/min

Saturacja mierzona pulsoksymetrem przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym SaO<sub>2</sub> ...%

97%

Data

godzina

podpis pacjenta

# Ankieta pacjenta

## - ver. 1.0

PROSZĘ WYPEŁNIAĆ LITERAMI DRUKOWANYMI

Dane osobowe:

Imię i nazwisko:

[REDACTED]									
[REDACTED]									

PESEL

[REDACTED]									
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Adres zamieszkania/ pobytu

[REDACTED]

Telefon kontaktowy

[REDACTED]

Adres e-mail

bvalc

Wyrażam zgodę na przekazanie wyniku badania drogą elektroniczną

Podpis Pacjenta/data

[REDACTED] 31.03, 2020

Czy miał/a Pani/Pan kontakt z osobą, u której potwierdzono zakażenie SARS-CoV-2?

Jeśli tak, to kiedy?

pp. wolontariat z mel. 0  
killee de

Jeśli tak, z kim (proszę podać dane osoby)

Jakim transportem Pan /Pani przyjechał/a?  własny  sanitarny  publiczny

Na jakie schorzenia Pan/Pani choruje?

nieokreślone

Jakie leki Pan/Pani przyjmuje

Valparocor 160

Ograniczona lista objawów

Czy w ciągu ostatnich 24 godzin występowały następujące objawy: (odpowiednie zakreślić)

Temperatura powyżej 38 st. C  tak  nie

Kaszel  tak  nie

Duszność  tak  nie

Karta badania pielęgniarzkiego (dla pacjentów z grupy B / podających objawy/)

Ciepłota ciała

38,5°C 35,9

Liczba oddechów

12/min

Saturacja mierzona pulsoksymetrem przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym SaO<sub>2</sub> %

Data

godzina

podpis pacjenta

[REDACTED]

# Ankieta pacjenta - ver. 1.0

PROSZĘ WYPEŁNIAĆ LITERAMI DRUKOWANYMI

Dane osobowe:

Imię i nazwisko:

[REDACTED]									
[REDACTED]									

PESEL

[REDACTED]									
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Adres zamieszkania/ pobytu

[REDACTED]
------------

Telefon kontaktowy

[REDACTED]
------------

Adres e-mail

bval

Wyrażam zgodę na przekazanie wyniku badania drogą elektroniczną

Podpis Pacjenta/data

[REDACTED] 31.03, 2020

Czy miał/a Pani/Pan kontakt z osobą, u której potwierdzono zakażenie SARS-CoV-2?

Jeśli tak, to kiedy?

pp. wolontariat z mel. Co  
killae deu

Jeśli tak, z kim (proszę podać dane osoby)

Jakim transportem Pan /Pani przyjechał/a?  własny  sanitarny  publiczny

Na jakie schorzenia Pan/Pani choruje?

Wzrostki i inne

Jakie leki Pan/Pani przyjmuje

Valprocor 160

Czy w ciągu ostatnich 24 godzin występowały następujące objawy: (odpowiednie zakreślić)

Temperatura powyżej 38 st. C  tak  nie

Kaszel  tak  nie

Duszność  tak  nie

Karta badania pielęgnarskiego (dla pacjentów z grupy B / podających objawy/)

Ciepłota ciała .....

38,5°C 35,9

Liczba oddechów .....

12/min

Saturacja mierzona pulsoksymetrem przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym SaO<sub>2</sub> ...%

97

Data

godzina

podpis pacjenta

Otwarte pytanie  
Dotyczące schorzeń



# Ankieta pacjenta

## - ver. 4.0

2020

**Ankieta COVID-19**  
PROSZĘ WYPEŁNIĆ LITERAMI DRUKOWANYMI

Imię i nazwisko: [REDACTED]

PESEL [REDACTED]

Adres/zamieszkania (pobytu) z kodem pocztowym: [REDACTED]

Telefon kontaktowy [REDACTED] Adres e-mail [REDACTED]

Wyrażam zgodę na przekazanie wyniku badania drogą elektroniczną (e-mail)

Podpis Pacjenta/data

W okresie przebywania w kwarantannie potrzebuję/nie potrzebuję Zaświadczenia o Czasowej Niezdolności do Pracy (L4)

Podpis pacjenta/data

Czy miał/a Pani/Pan kontakt z osobą, u której potwierdzono zakażenie SARS-CoV-2? T

Jeśli tak, to kiedy i z kim?

Czy jest Pani/Pan pracownikiem medycznym? Jeśli tak: lekarz  pielęgniarka

Czy jest Pani / Pan pracownikiem kopalni? Nie / tak Której kopalni: .....

Czy choruje Pan/Pani na choroby przewlekłe (zakreślić odpowiednie): nadciśnienie, ch  
płuc, astma, choroby nerek. Inne.....

Jakie leki Pan/Pani przyjmuje na stałe: .....

Od ilu dni występują objawy chorobowe:.....

Jaka była maksymalna temperatura ciała: ..... 36

Czy w czasie tej choroby występowały następujące objawy: (odpowiednie zakreślić)

Temperatura powyżej 38 st. C	tak / <u>nie</u>
Kaszel	<u>tak</u> / nie
Duszność	tak / <u>nie</u>

Bóle mięśni / utrata smaku / utrata węchu / ból gardła / ból głowy / zawroty głowy / wysypka / biegunka

Inne objawy:..... Grupa krwi: DR.H.T.

**Karta badania pielęgniarskiego**

Ciepłota ciała ..... 36,2 °C Liczba oddechów ...../min Saturacja SaO<sub>2</sub> ..... 95 %

Data 16.05.2020 ✓ godzina podpis pacjenta [REDACTED]

L4 φ

Rozszerzona lista  
objawów w formie  
pytania zamkniętego

# Ankieta pacjenta

## - ver. 4.0

2020

**Ankieta COVID-19**  
PROSZĘ WYPEŁNIĆ LITERAMI DRUKOWANYMI

Imię i nazwisko: [REDACTED]

PESEL [REDACTED]

Adres/zamieszkania (pobytu) z kodem pocztowym: [REDACTED]

Telefon kontaktowy [REDACTED] Adres e-mail [REDACTED]

Wyrażam zgodę na przekazanie wyniku badania drogą elektroniczną (e-mail)

Podpis Pacjenta/data

W okresie przebywania w kwarantannie potrzebuję/nie potrzebuję Zaświadczenia

Podpis pacjenta/data

Czy miał/a Pani/Pan kontakt z osobą, u której potwierdzono zakażenie SARS-CoV-2?

Jeśli tak, to kiedy i z kim?

Czy jest Pani/Pan pracownikiem medycznym? Jeśli tak: lekarz  pielęgniarka

Czy jest Pani / Pan pracownikiem kopalni? Nie / tak Której kopalni: .....

Czy choruje Pan/Pani na choroby przewlekłe (zakreślić odpowiednie): nadciśnienie, choroby serca, cukrzyca, choroby płuc, astma, choroby nerek. Inne.....

Jakie leki Pan/Pani przyjmuje na stałe: .....

Od ilu dni występują objawy chorobowe:.....

Jaka była maksymalna temperatura ciała: ..... 36 .....

Czy w czasie tej choroby występowały następujące objawy: (odpowiednie zakreślić)

Temperatura powyżej 38 st. C      tak / nie

Kaszel      tak / nie

Duszność      tak / nie

Bóle mięśni / utrata smaku / utrata węchu / ból gardła / ból głowy / zawroty głowy / wysypka / biegunka

Inne objawy:..... Grupa krwi: DR.H.T.

**Karta badania pielęgniarstwa**

Ciepłota ciała ..... 36,2 °C      Liczba oddechów ..... /min      Saturacja SaO<sub>2</sub> ..... 95 %

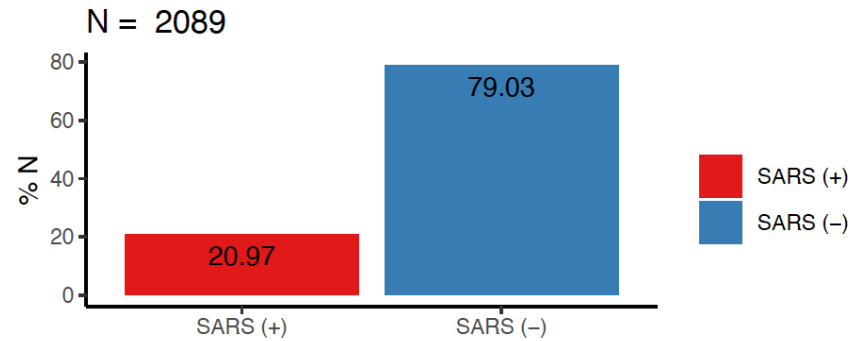
Data 16.05.2020 ✓      godzina      podpis pacjenta [REDACTED]

L4 φ

Lista chorób w formie pytania zamkniętego

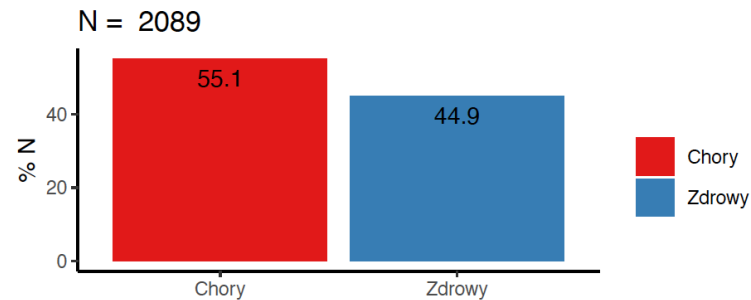
# Charakterystyka danych

Wykres dla poziomu zakażenia SARS-CoV-2.



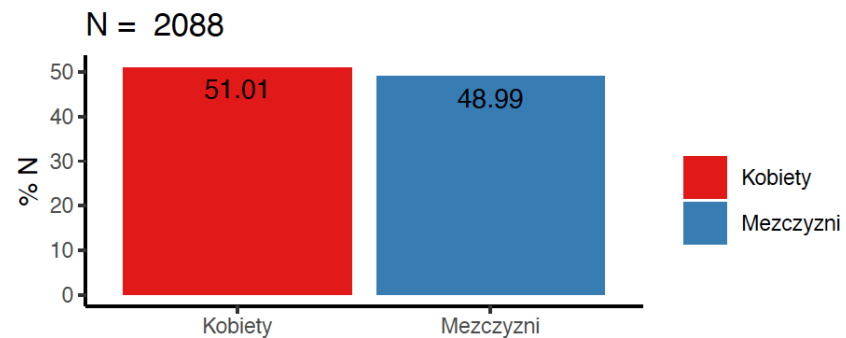
	SARS (-)	SARS (+)	N
Healthy	855	83	938
Sick	796	355	1151
N	1651	438	2089

Wykres dla poziomu osób zdrowych i chorych niezależnie od wyniku testu na SARS-CoV-2.

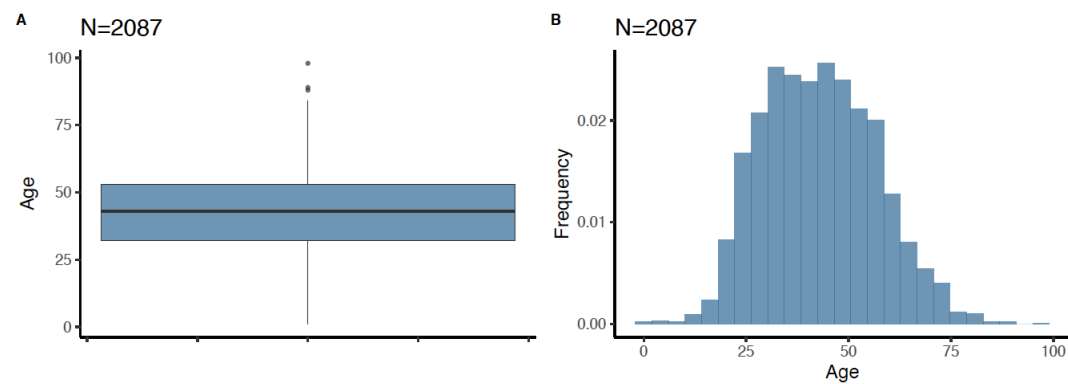


# Płeć i wiek pacjentów

Wykres dla płci.

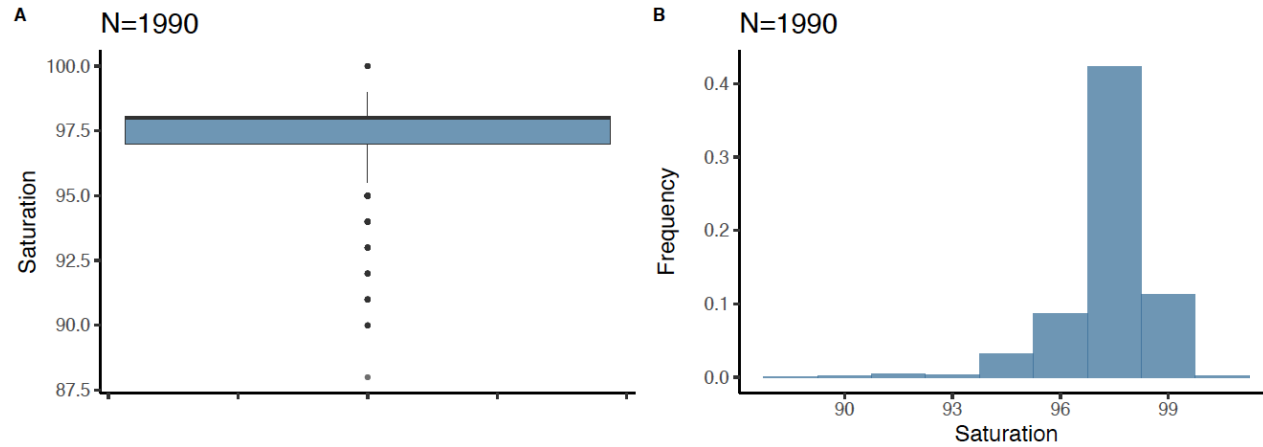


Graficzna reprezentacja rozkładu wieku w próbie:

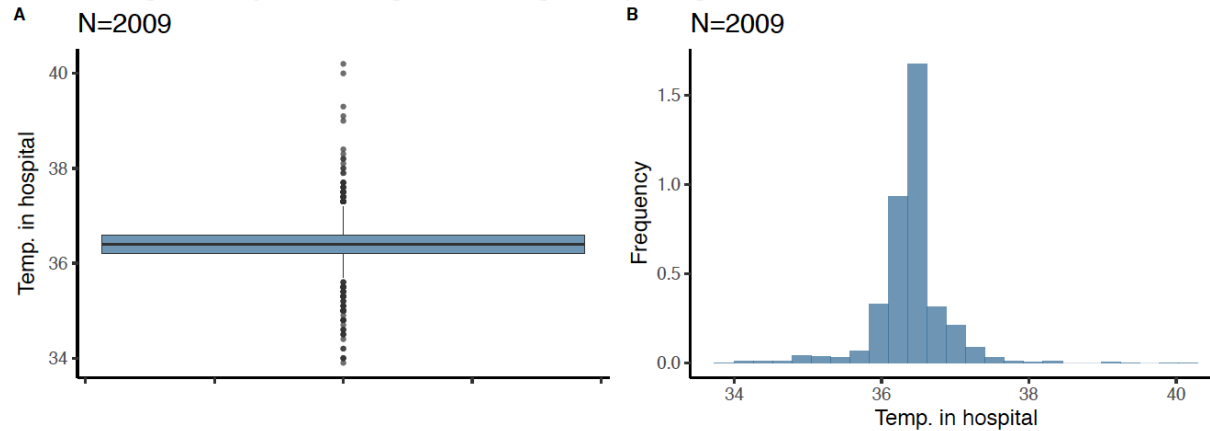


# Objawy – zmienne ciągłe

Graficzna reprezentacja rozkładu saturacji w próbie:

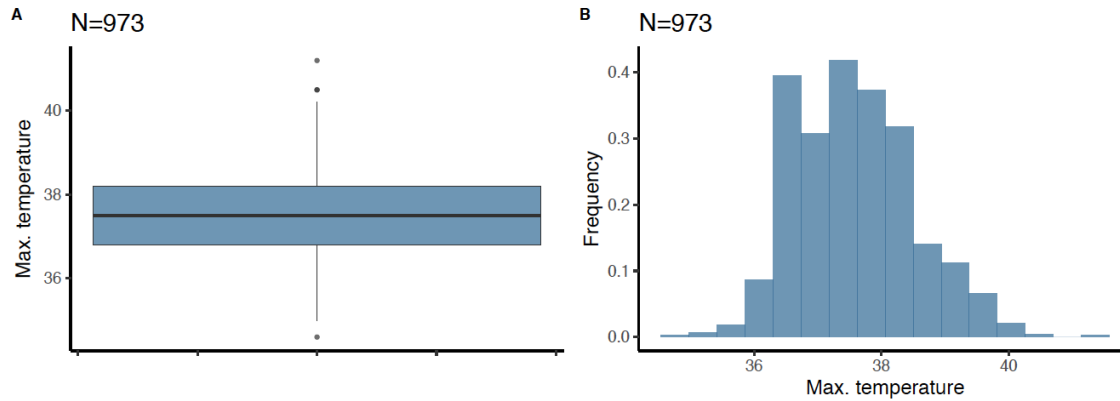


Graficzna reprezentacja rozkładu pomiaru temperatury w szpitalu:

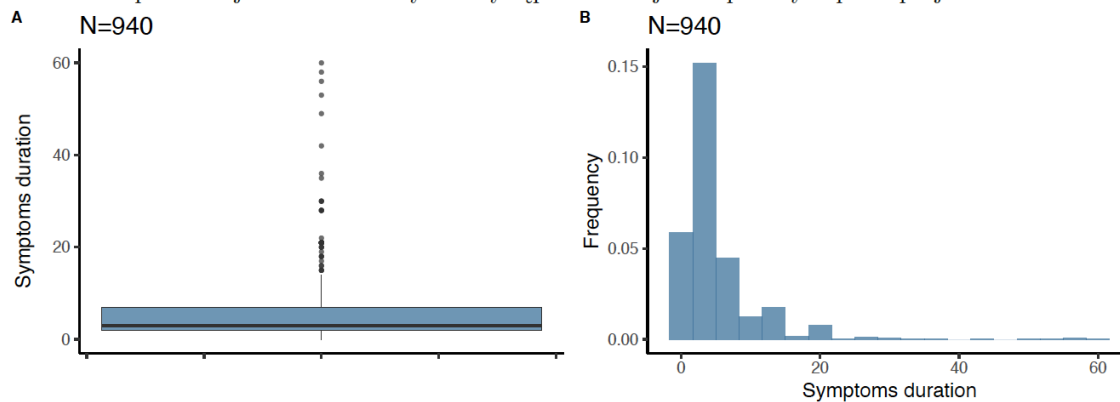


# Objawy – zmienne ciągłe

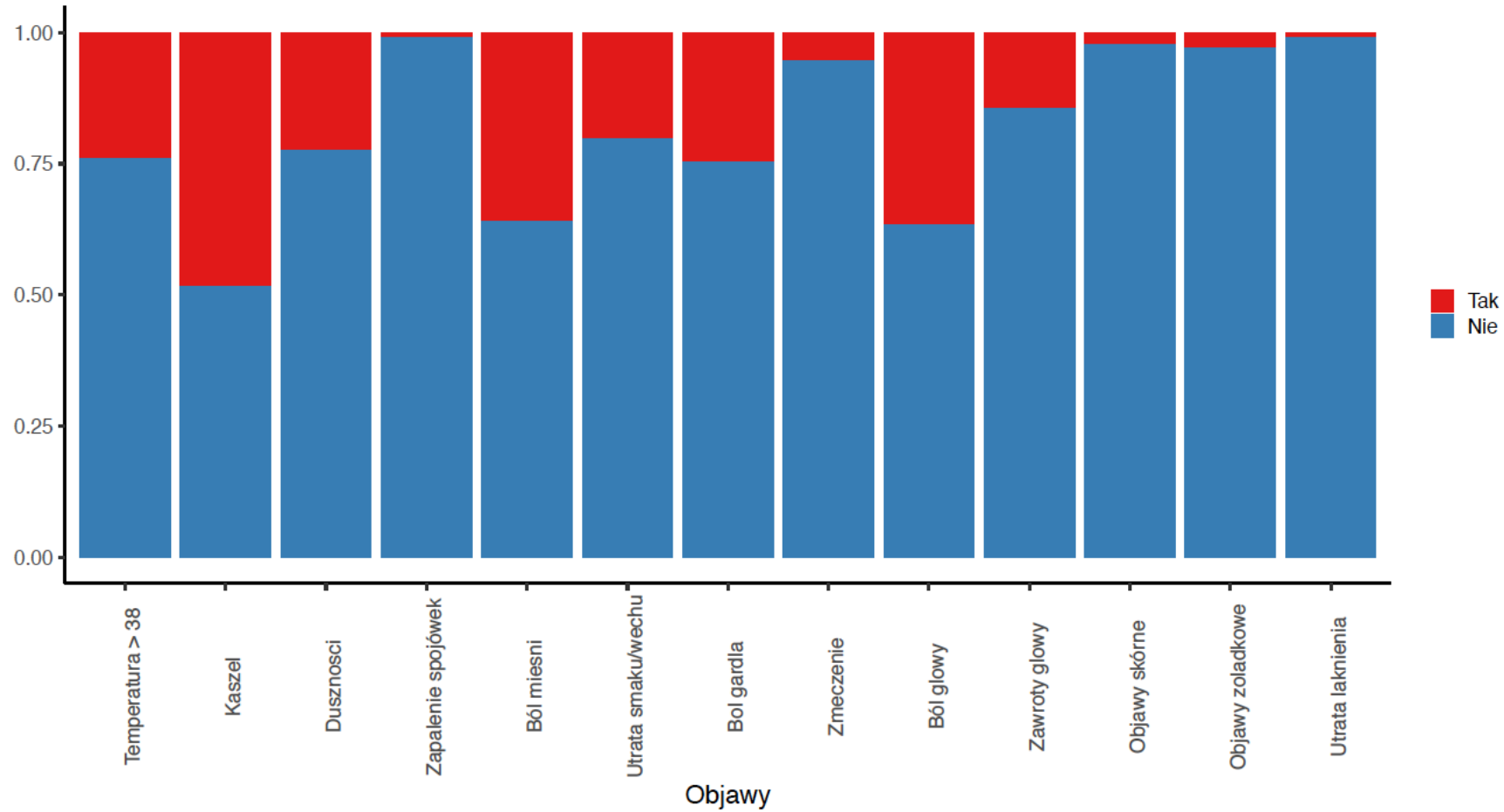
Graficzna reprezentacja rozkładu maksymalnej temperatury zaobserwowanej przez pacjenta:



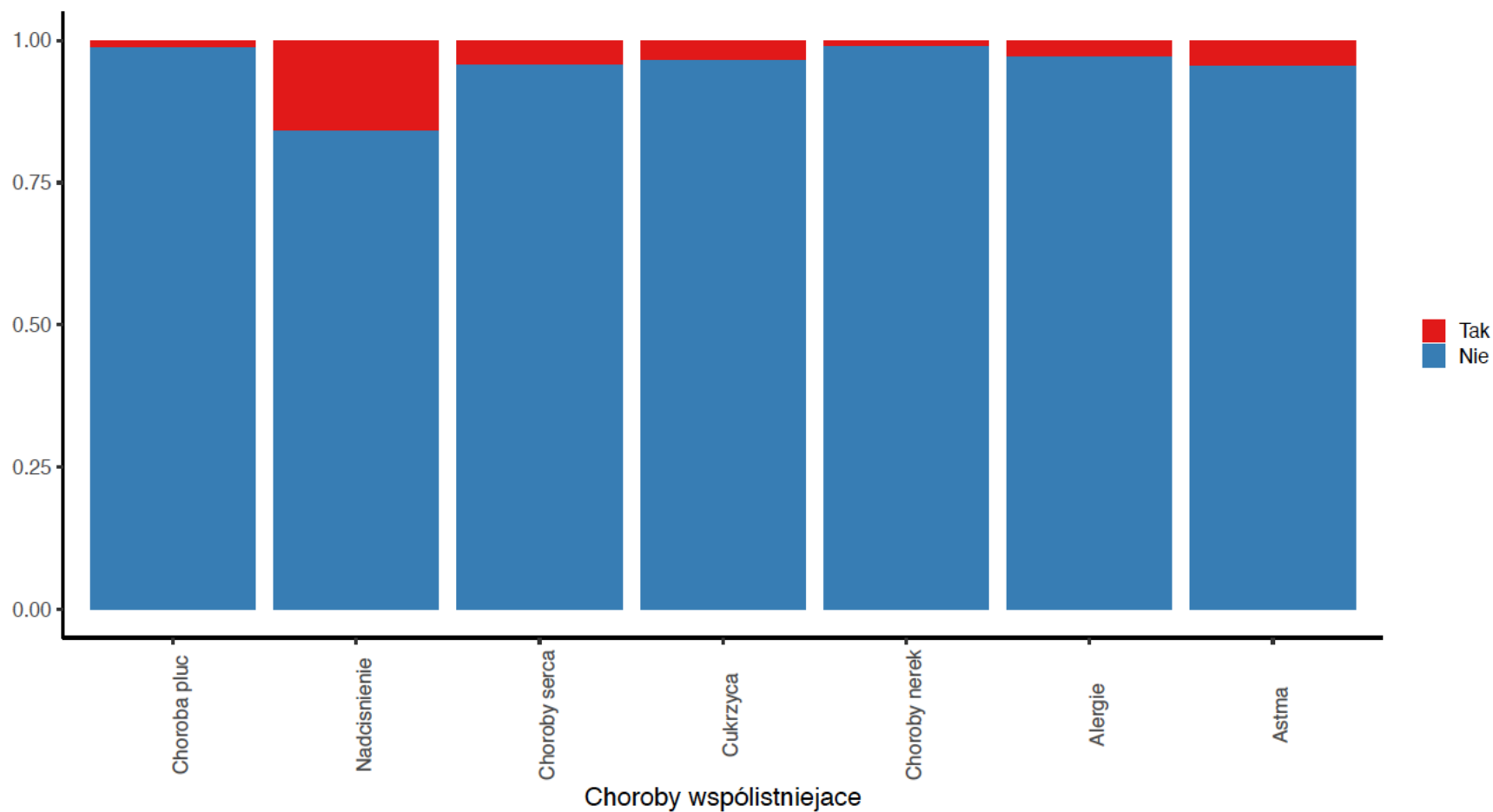
Graficzna reprezentacja rozkładu liczby dni występowania objawów podanych przez pacjenta:



# Objawy – zmienne dyskretne



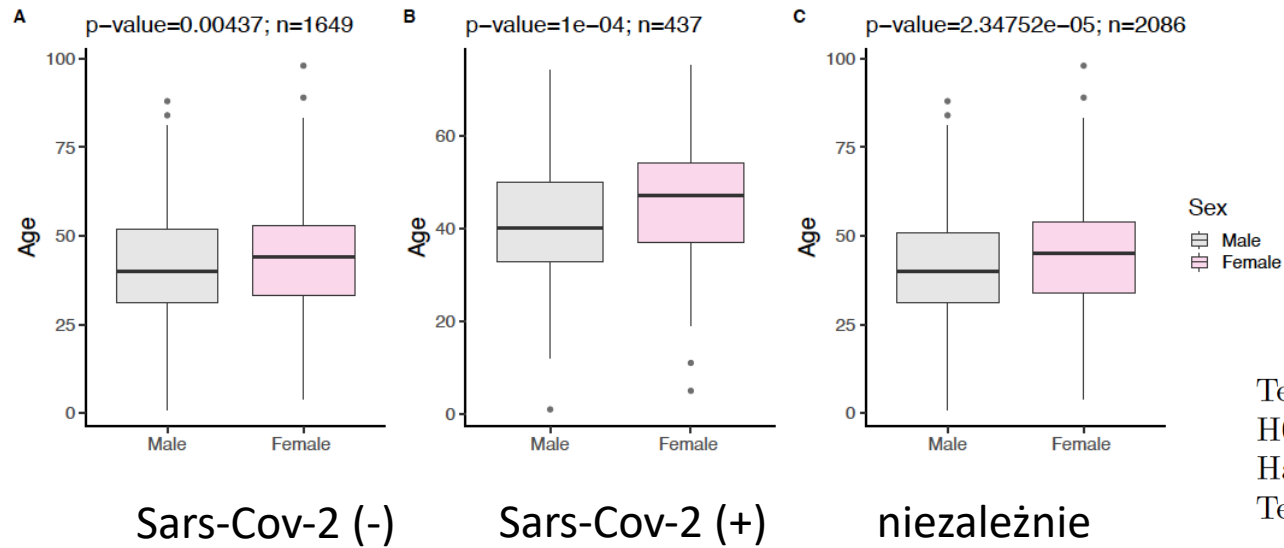
# Choroby współistniejące





# Analiza wybranych cech opisowych - wiek

Rozkład wieku na przestrzeni wyników pozytywnych i negatywnych w rozdziale na płeć

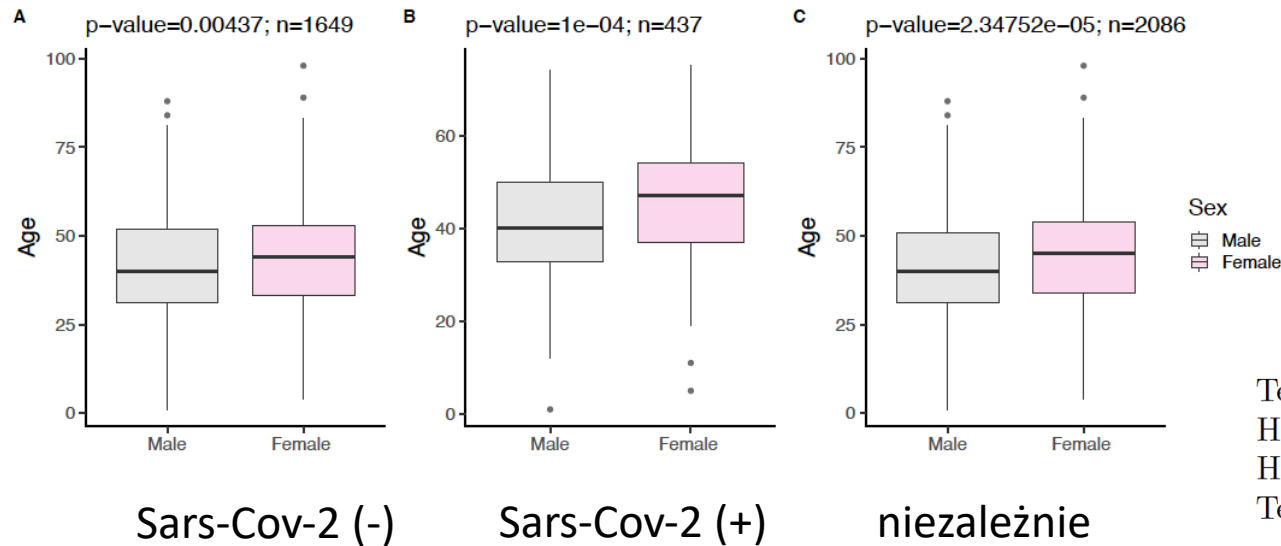


Testowanie zależności pomiędzy wiekiem a płcią z rozdziałem na stan pacjenta.  
 H<sub>0</sub>: mediana wieku pacjentów jest równa dla kobiet i mężczyzn.  
 H<sub>a</sub>: mediana wieku pacjentów jest różna dla kobiet i mężczyzn.  
 Test U Manna-Whitneya wraz z miarą efektu  $r=|Z|/\sqrt{N}$ .

	p.value	effect.size
SARS (-) [sex vs age]	4.37e-03	0.070183
SARS (+) [sex vs age]	9.73e-05	0.186448
Global [sex vs age]	2.35e-05	0.092594

# Analiza wybranych cech opisowych - wiek

Rozkład wieku na przestrzeni wyników pozytywnych i negatywnych w rozdziale na płeć

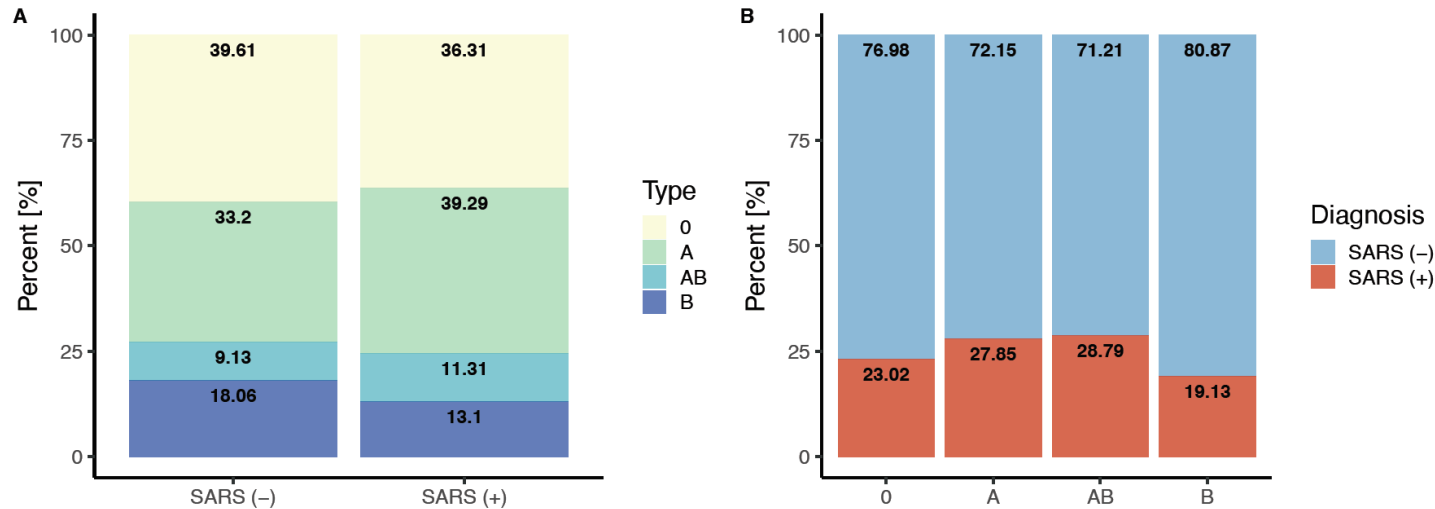


Testowanie zależności pomiędzy wiekiem a płcią z rozdziałem na stan pacjenta.  
 H0: mediana wieku pacjentów jest równa dla kobiet i mężczyzn.  
 Ha: mediana wieku pacjentów jest różna dla kobiet i mężczyzn.  
 Test U Manna-Whitneya wraz z miarą efektu  $r=|Z|/\sqrt{N}$ .

W oparciu o wyniki wnioskowania statystycznego dla zależności wieku i płci można stwierdzić, że niezależnie od wyniku testu na zarażenie wirusem SARS-CoV-2 w zebranej próbie obserwuje się wyższy wiek dla kobiet

	p.value	effect.size
SARS (-) [sex vs age]	4.37e-03	0.070183
SARS (+) [sex vs age]	9.73e-05	0.186448
Global [sex vs age]	2.35e-05	0.092594

# Analiza wybranych cech opisowych – grupa krwi



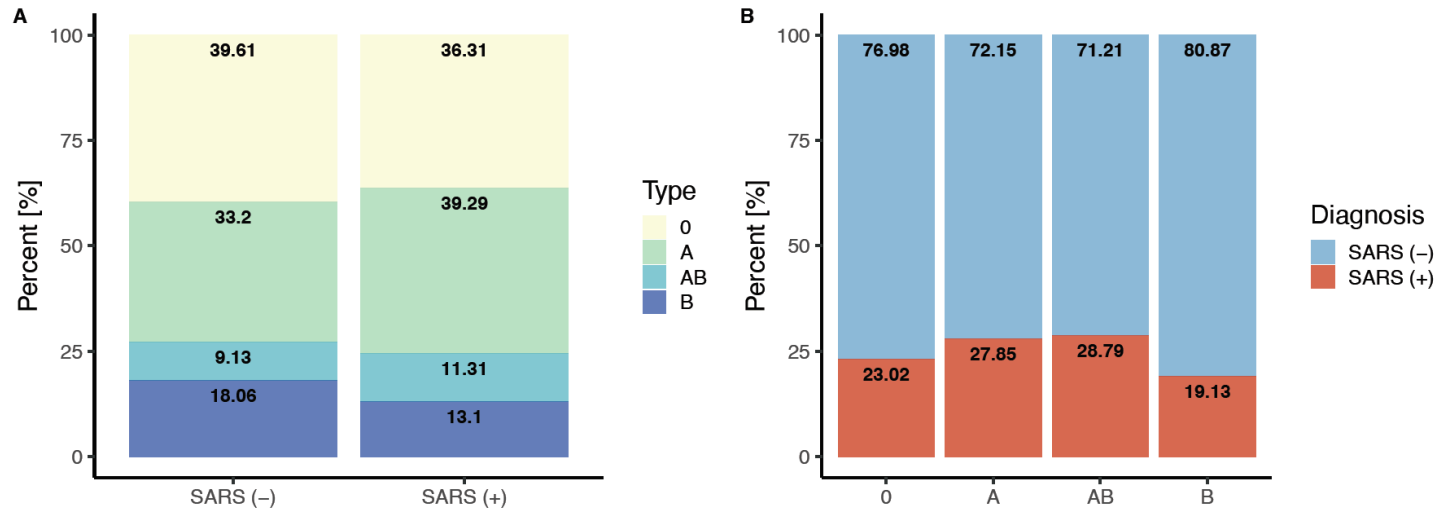
Testowanie zależności pomiędzy grupą krwi a wynikiem testu na SARS-CoV-2 osób chorych. Wykonano test niezależności  $\chi^2$ , z następującymi hipotezami:

$H_0$ : nie ma zależności pomiędzy grupą krwi, a zakażeniem SARS-CoV-2

$H_a$ : występuje zależność pomiędzy grupą krwi, a zakażeniem SARS-CoV-2

	Chi2 - statistics	p-value
Results	4.184363	0.2422321

# Analiza wybranych cech opisowych – grupa krwi



Testowanie zależności pomiędzy grupą krwi a wynikiem testu na SARS (+/-) przy użyciu testu niezależności  $\chi^2$ , z następującymi hipotezami:

$H_0$ : nie ma zależności pomiędzy grupą krwi, a wynikiem testu na SARS (+/-)

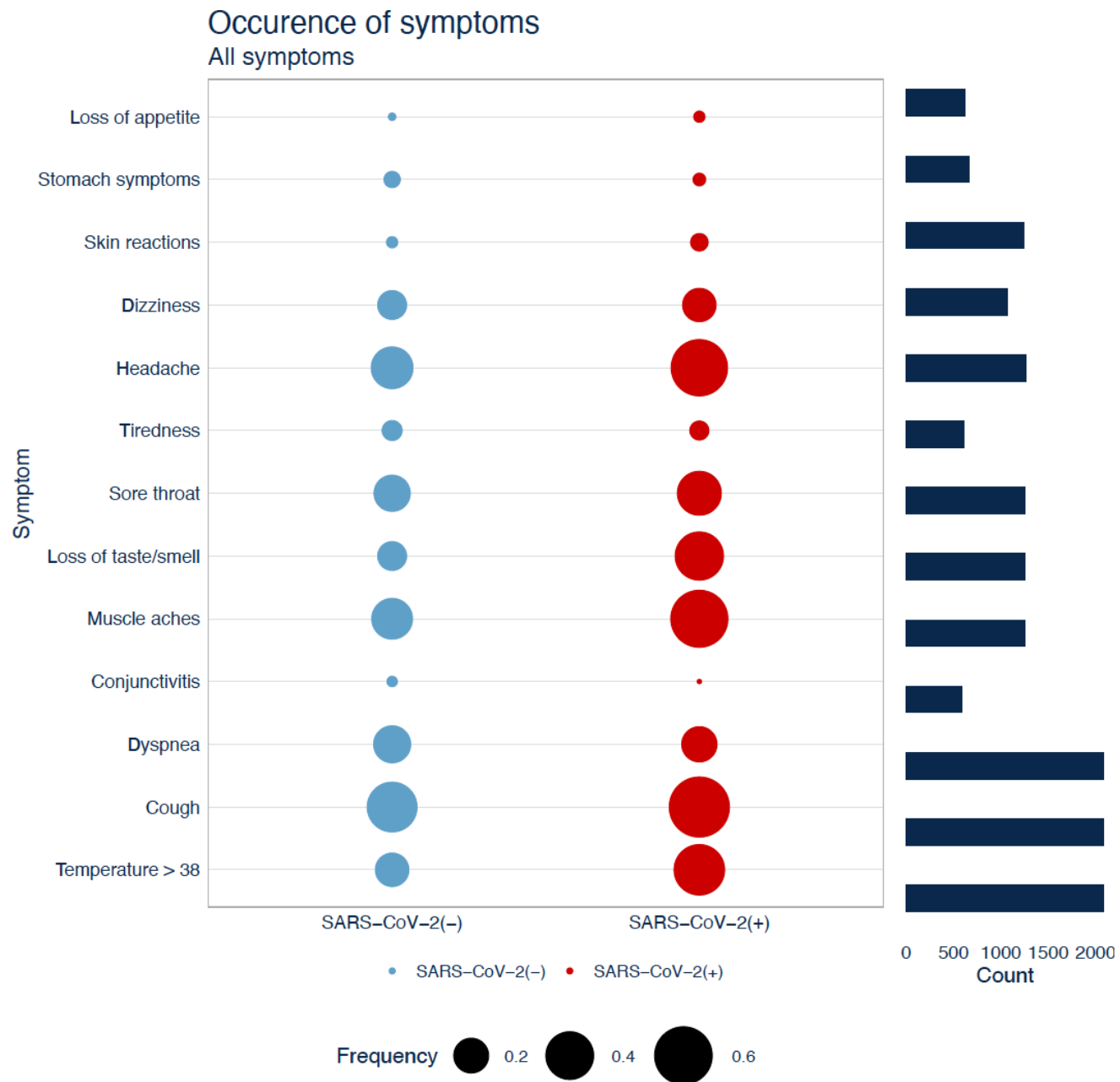
$H_a$ : występuje zależność pomiędzy grupą krwi, a wynikiem testu na SARS (+/-)

	Chi2 - statistics	p-value
<b>Results</b>	4.184363	0.2422321

W oparciu o wyniki wnioskowania statystycznego nie zaobserwowano różnic w grupach krwi pomiędzy osobami o pozytywnym i negatywnym wyniku testu.

# Objawy

- Temperatura > 38
- Kaszel
- Duszności
- Zapalenie spojówek
- Ból mięśni
- Utrata smaku/węchu
- Ból gardła
- Zmęczenie
- Ból głowy
- Zawroty głowy
- Objawy skórne
- Objawy żołądkowe
- Utrata łaknienia



# Objawy - podsumowanie

	N	p.value	Crammer's V	Odds Ratio	95% CI
Temperature > 38	2089	1.17e-31	0.2561398	3.700	(2.952:4.638)
Cough	2089	3.78e-16	0.1782153	2.470	(1.983:3.078)
Dyspnea	2089	3.39e-01	0.0209314	0.874	(0.675:1.132)
Conjunctivitis	586	6.78e-01	0.0171727	0.404	(0.047:3.484)
Muscle aches	1258	1.55e-22	0.2753968	3.636	(2.79:4.738)
Loss of taste/smell	1256	1.52e-26	0.3008724	4.625	(3.45:6.199)
Sore throat	1256	4.49e-05	0.1151428	1.806	(1.364:2.392)
Tiredness	611	9.25e-01	0.0038310	0.895	(0.417:1.918)
Headache	1260	5.59e-18	0.2434204	3.135	(2.41:4.078)
Dizziness	1064	4.37e-02	0.0618292	1.481	(1.028:2.135)
Skin reactions	1241	1.08e-02	0.0723702	2.829	(1.315:6.086)
Stomach symptoms	663	4.16e-01	0.0315985	0.554	(0.183:1.677)
Loss of appetite	621	6.12e-01	0.0203654	2.138	(0.428:10.687)

# Objawy - podsumowanie

	N	p.value	Crammer's V	Odds Ratio	95% CI
Temperature > 38	2089	1.17e-31★	0.2561398	3.700	(2.952:4.638)
Cough	2089	3.78e-16★	0.1782153	2.470	(1.983:3.078)
Dyspnea	2089	3.39e-01	0.0209314	0.874	(0.675:1.132)
Conjunctivitis	586	6.78e-01	0.0171727	0.404	(0.047:3.484)
Muscle aches	1258	1.55e-22★	0.2753968	3.636	(2.79:4.738)
Loss of taste/smell	1256	1.52e-26	0.3008724	4.625	(3.45:6.199)
Sore throat	1256	4.49e-05★	0.1151428	1.806	(1.364:2.392)
Tiredness	611	9.25e-01	0.0038310	0.895	(0.417:1.918)
Headache	1260	5.59e-18★	0.2434204	3.135	(2.41:4.078)
Dizziness	1064	4.37e-02★	0.0618292	1.481	(1.028:2.135)
Skin reactions	1241	1.08e-02★	0.0723702	2.829	(1.315:6.086)
Stomach symptoms	663	4.16e-01	0.0315985	0.554	(0.183:1.677)
Loss of appetite	621	6.12e-01	0.0203654	2.138	(0.428:10.687)

# Analiza eksploracyjna z wykorzystaniem metod maszynowego uczenia

Analiza eksploracyjna – nie wydzielono zbioru testowego !



# Analiza eksploracyjna

(nie wydzielano zbiorów testowych)

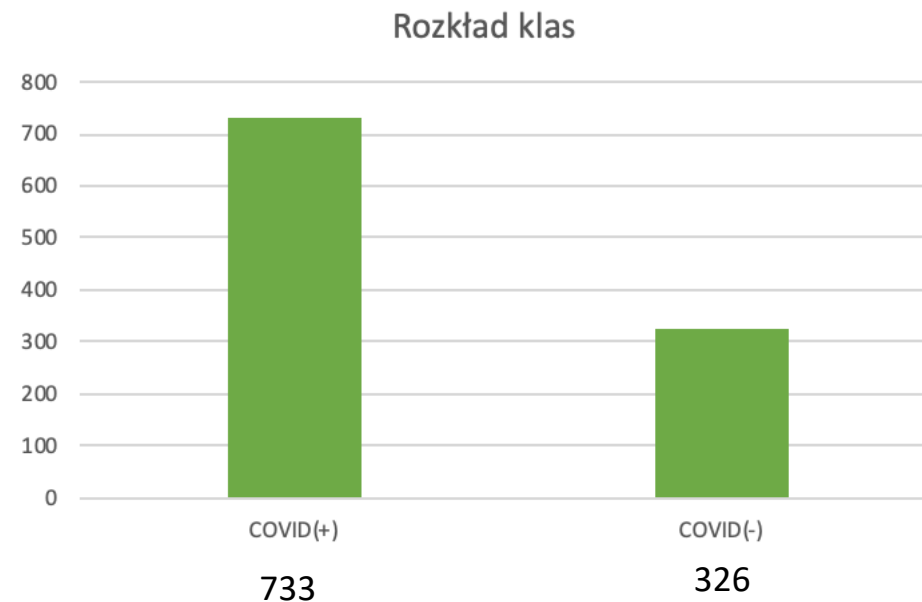
Opis grup COVID(+) vs. COVID(-) w grupie osób oznaczonych jako chore

**Wykorzystano symboliczne (interpretowalne) metody ML**

Przeprowadzono wstępne oczyszczanie danych

Zbiór wierszy (pacjentów): 1059

Zbiór cech: 84 (poza cechami podstawowymi – z ankiety – generowano tzw. zmienne wywiedzione)



# Analiza eksploracyjna

(nie wydzielano zbiorów testowych)

Generowano drzewa decyzyjne dla różnych kosztów błędnej klasyfikacji.

Starano się jednocześnie optymalizować: sensitivity (se), specificity (sp), PPV, NPV.

Przykładowe drzewo:

se: 0.997

sp: 0.277

PPV: 0.38

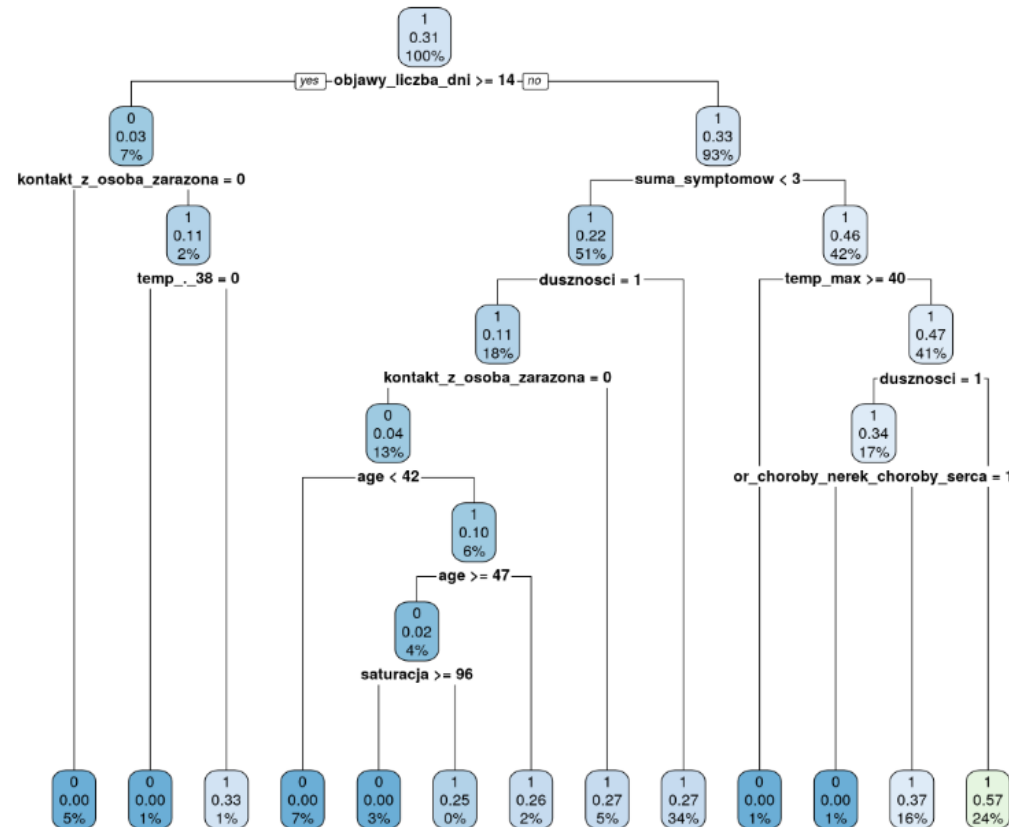
NPV: 0.995

LR+: 1.379

LR-: 0.011

DOR: 125.364

prediction	truth	
	COVID(+)	COVID(-)
COVID(+)	325	530
COVID(-)	1	203



# Analiza eksploracyjna

(nie wydzielano zbiorów testowych)

Drzewo dla równych kosztów błędnej klasyfikacji (podejście standardowe):

se: 0.337

sp: 0.941

PPV: 0.719

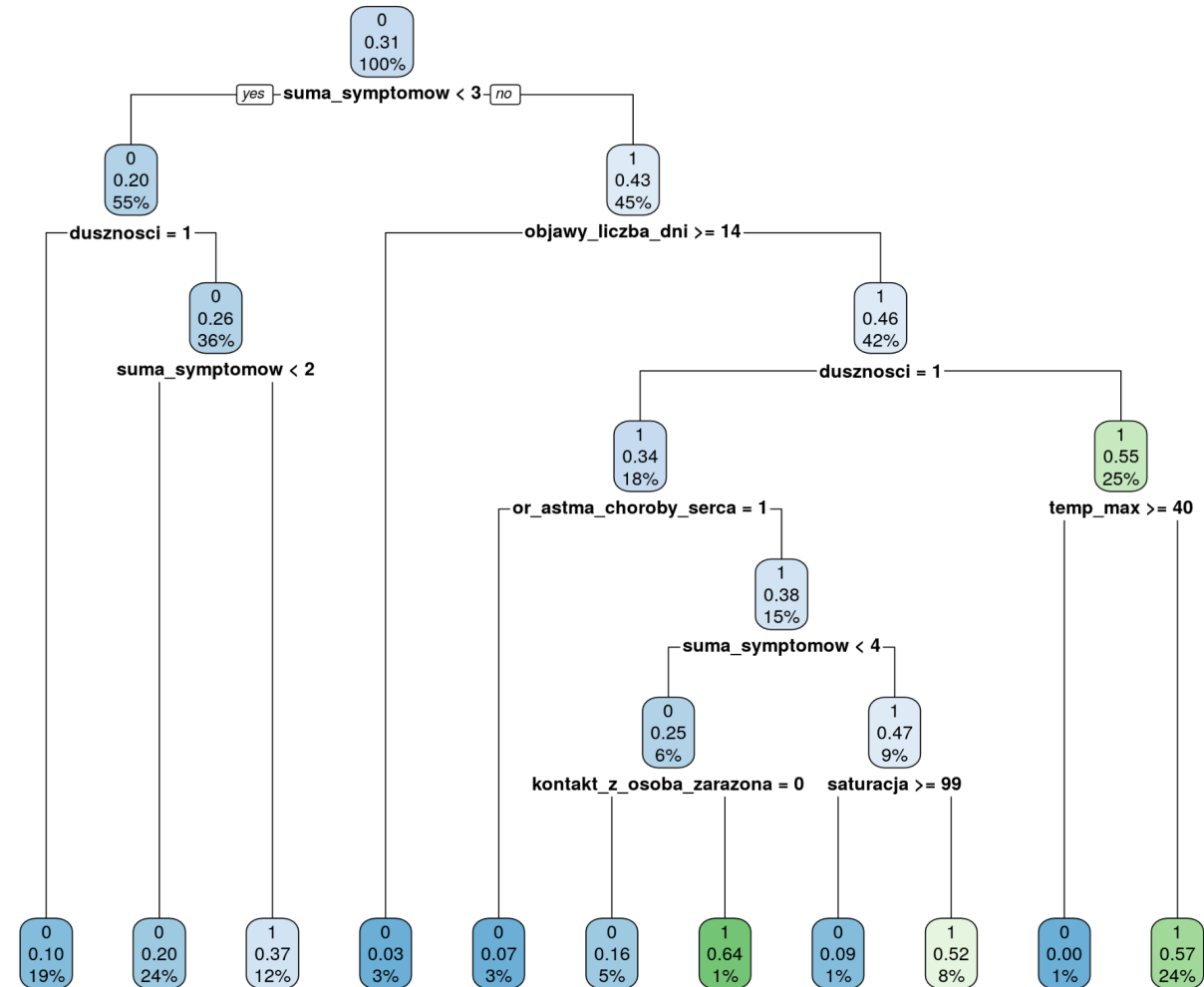
NPV: 0.762

LR+: 5.712

LR-: 0.705

DOR: 8.102

prediction	truth	
	COVID(+)	COVID(-)
COVID(+)	110	43
COVID(-)	216	690



# Analiza eksploracyjna

(nie wydzielano zbiorów testowych, badano jednak istotność statystyczną)

Dodatkowo poszukiwano silnych lokalnych zależności w danych (w tym zależności nieoczywistych – niezgodnych z intuicją).

Przykłady:

**Jeśli** suma symptomów  $>2$  ale **(i)** nie występuje uczucie zmęczenia **to** COVID(+)

$p=144$ ,  $n=99$ ;  $P=326$ ;  $N=733$ ;  $p\text{-value}(\text{adjusted}) < 0.01$ ; odds ratio = 3.27

**Jeśli** suma symptomów  $\leq 2$  ale **(i)** temperatura  $< 38$  **to** COVID(-)

$p=356$ ,  $n=70$ ;  $P=733$ ;  $N=326$ ;  $p\text{-value}(\text{adjusted}) < 0.01$ ; odds ratio = 2.26

Nieoczekiwana zależność:

**Jeśli** suma symptomów  $\leq 4$  **i** występują duszności **i** wiek  $> 20$  lat **to** COVID(-)

$p=251$ ,  $n=40$ ;  $P=733$ ;  $N=326$ ;  $p\text{-value}(\text{adjusted}) < 0.01$ ; odds ratio = 3.79

Odkryte zależności również mogą tworzyć procedurę diagnostyczną.

Lista reguł **If .... then ..... else**

# Wyniki walidacji na zbiorach testowych

(10 krotnie powtórzona 5-krotna stratyfikowana walidacja krzyżowa)

Optymalizowano parametry modeli ML, zastosowano dwie metody:  
drzewo decyzyjne, gradient boosting (xgboost).

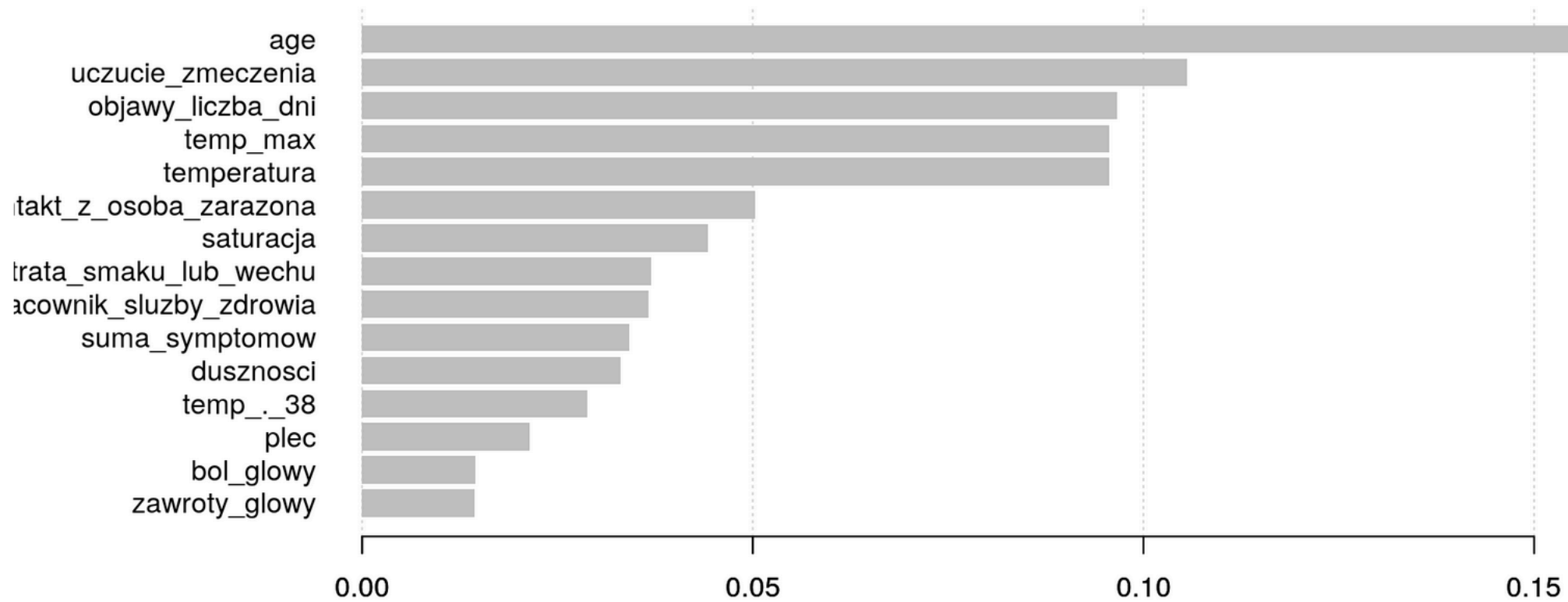
## Drzewo decyzyjne,

wyniki na niezależnych zbiorach testowych (wartości średnie z 10\*5CV)

Se	0.931
Sp	0.271
PPV	0.364
NPV	0.905
LR+	1.291
LR-	0.243
DOR	5.312

	truth	
prediction	COVID(+)	COVID(-)
COVID(+)	61	41
COVID(-)	5	106

# Ranking cech



Z analizy statystycznej wynika jednak, że wiek powinniśmy pominąć

# Podsumowanie – analiza statystyczna

- Stworzono bazę danych ponad 2 tyś. pacjentów, których przebadano na okoliczność występowania choroby COVID-19
- Określono przekrój epidemiologiczno-demograficzny pacjentów
- Analiza statystyczna pozwoliła na znalezienie (lub wykluczenie) istotnych zależności między występowaniem objawów chorobowych oraz chorób współistniejących, a prawdopodobieństwem zachorowania na COVID-19
- Analiza statystyczna może pomóc w trakcie selekcji cech dla metod maszynowego uczenia

# Podsumowanie – metody ML

- Możliwe jest opracowanie predyktora i procedury decyzyjnej dla problemu COVID(+) vs. COVID(-) dla osób mających jakiegokolwiek objawy (z tych które rozważano w ankiecie)
- W zależności od preferencji dot. (se, sp. PPV, NPV) tej procedury możemy uzyskiwać różne rankingi ważności cech wpływających na decyzję.
- W danych da się zidentyfikować co najmniej kilka interesujących zależności postaci
  - if zbiór\_warunków then COVID(+)
  - if zbiór\_warunków then COVID(-)

**(!) Analiza znaczenia medycznego tych warunków powinna być prowadzona we współpracy z lekarzami**

Podobne analizy są prowadzone są w problemach decyzyjnych

- COVID(+) vs. COVID(-) w grupie wszystkich osób (nie tylko chorych)
- Objawy vs Brak\_objawów w grupie osób mających COVID(+)  
*W tym przypadku dysponujemy znacznie mniejszym wektorem cech, gdyż wszystkie cechy świadczące o występowaniu objawów nie mogą być wykorzystane w analizie*



# Dziękuję za uwagę!

## DECODE - Data drivEn COVID DEtECTION

Zespół:

Aleksandra Gruca<sup>1</sup>, Małgorzata Bach<sup>2</sup>, Paweł Foszner<sup>3</sup>, Joanna Henzel<sup>1</sup>, Mateusz Kania<sup>4</sup>, Michał Kozielski<sup>1</sup>, Justyna Mika<sup>4</sup>, Anna Papież<sup>4</sup>, Joanna Tobiasz<sup>4</sup>, Aleksandra Werner<sup>2</sup>, Joanna Żyła<sup>4</sup>, Jerzy Jaroszewicz<sup>5</sup>, Joanna Polańska<sup>4</sup>, Marek Sikora<sup>1,6</sup>

1) Katedra Sieci i Systemów Komputerowych, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, Gliwice

2) Katedra Informatyki Stosowanej, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, Gliwice

3) Katedra Grafiki, Wizji Komputerowej i Systemów Cyfrowych, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, Gliwice

4) Katedra Inżynierii i Analizy Eksploracyjnej Danych, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska, Gliwice

5) Katedra i Oddział Kliniczny Chorób Zakaźnych i Hepatologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Bytom

6) Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice



Politechnika  
Śląska



Łukasiewicz  
EMAG

