STROKE PREDICTION

gold_diggers

O udarach

Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) udary są **drugą** w kolejności **najczęstszą przyczyną śmierci** i **trzecią prowadzącą do niepełnosprawności** oraz odpowiedzialną za **11% wszystkich zgonów.**

Nasza analiza ma na celu określenie czy pacjentowi grozi udar i pozwala stwierdzić, czy potrzebna jest dodatkowa diagnostyka, aby temu zapobiec.

https://www.who.int/southeastasia/news/detail/28-10-2021-world-stroke-day

Wielkość zbioru i zmienna celu, wybór metryk

Zbiór posiada **5510** rekordów i **11** kolumn.

Zmienną celu jest numeryczna kolumna **Stroke**, która przyjmuje wartości 0-1.

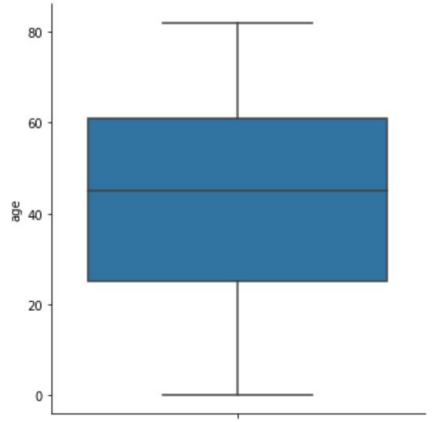
Wartość zmiennej celu (Stroke)	Liczebność wartości
0	4861
1	249

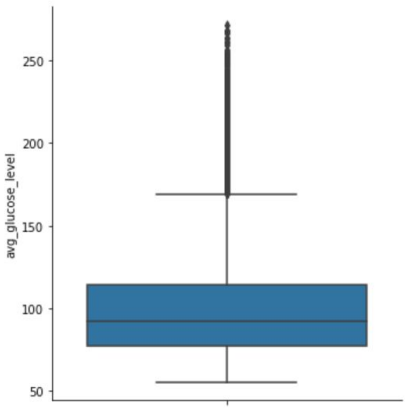
Metryki:

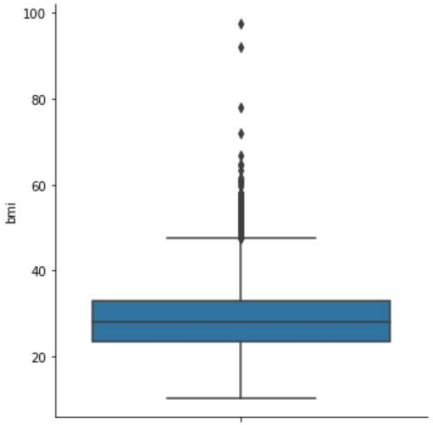
- f1-score
- AUC
- Recall
- Precision

Zmienne niezależne i ich typy

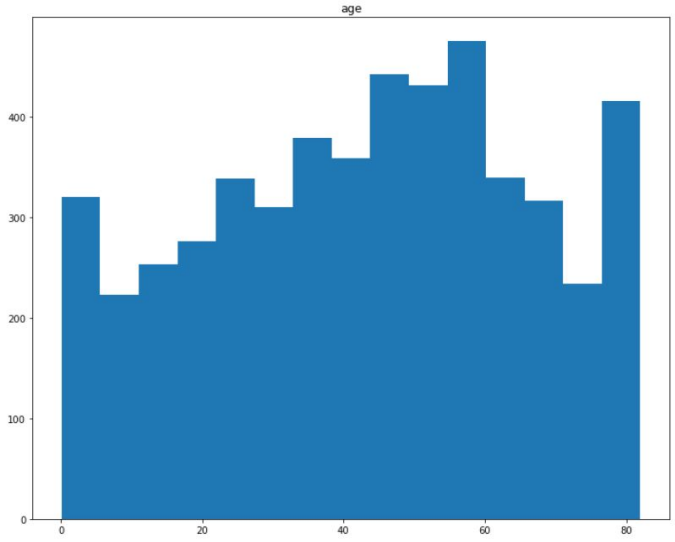
Nazwa zmiennej	typ	braki danych	min	max
gender	kategoryczna	-	-	-
age	ilościowa	-	0.08	82
hypertension	kategoryczna 0-1	-	-	-
heart_disease	kategoryczna 0-1	-	-	-
ever_married	kategoryczna	-	-	-
work_type	kategoryczna	-	-	-
Residence_type	kategoryczna	-	-	-
avg_glucose_level	ilościowa	-	55.12	271.74
bmi	ilościowa	201 / 4%	10.3	97.6
smoking_status	kategoryczna	-	-	-

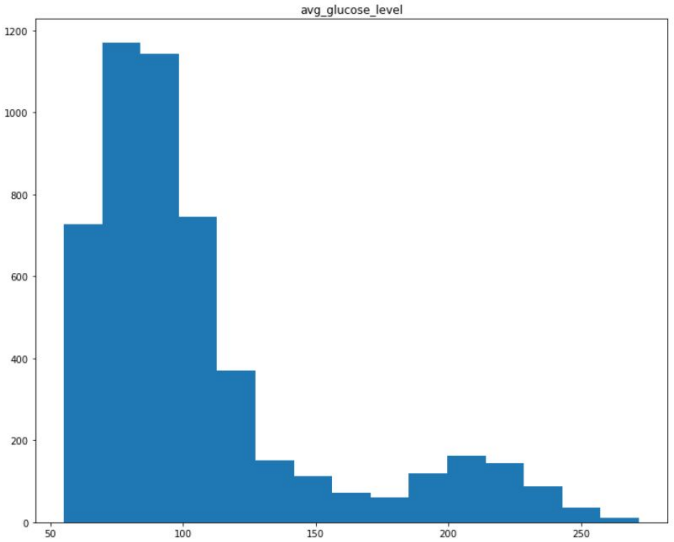




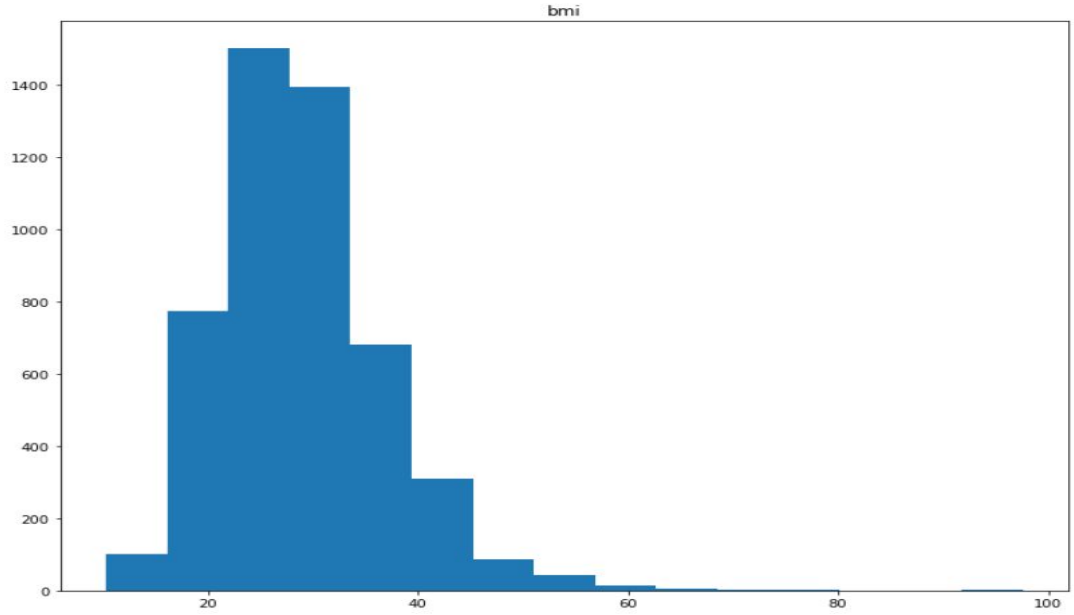


Wykresy pudełkowe dla średniego poziomu glukozy oraz bmi wskazują na występowanie w zbiorze obserwacji odstających. W dalszej części przedstawimy wnioski z rozpoznania tematu, aby zdecydować, czy te wartości rzeczywiście są odstające, czy mieszczą się w granicach normy.

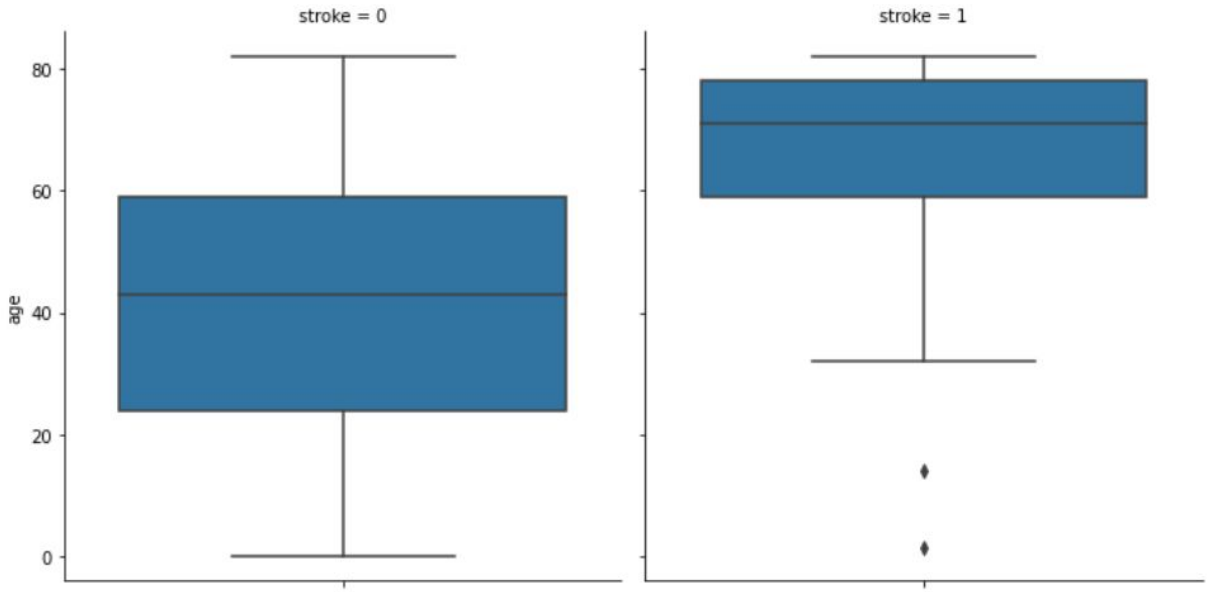




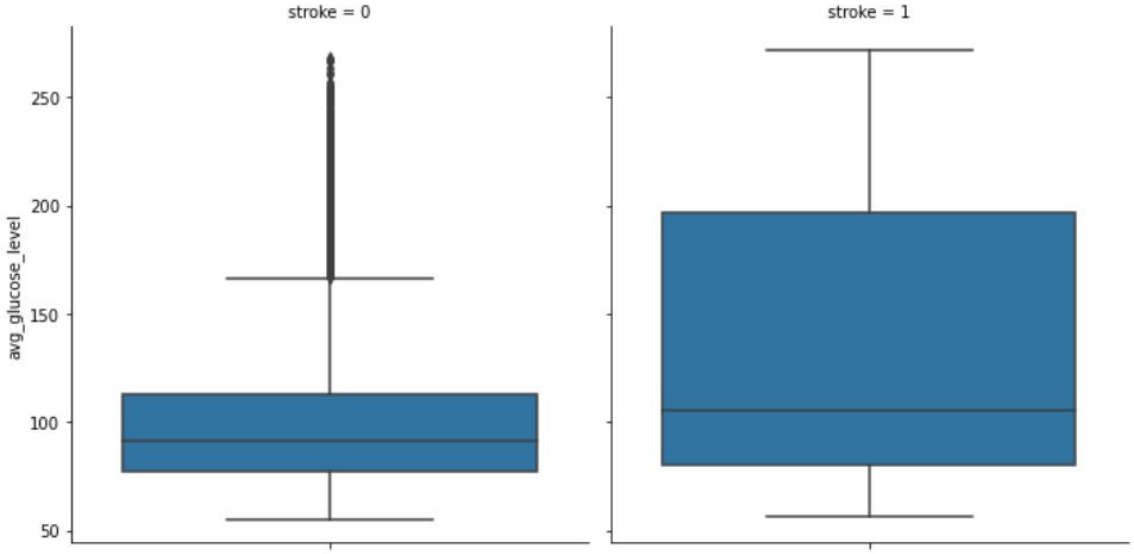
Rozkład wieku jest dość zrównoważony, nieprzypominający rozkładu normalnego - słupki dla wartości krańcowych są wysokie. Histogram dla glukozy wyodrębnia grupę osób o podwyższonym poziomie cukru - naszym podejrzeniem jest, iż jest to grupa cukrzyków.



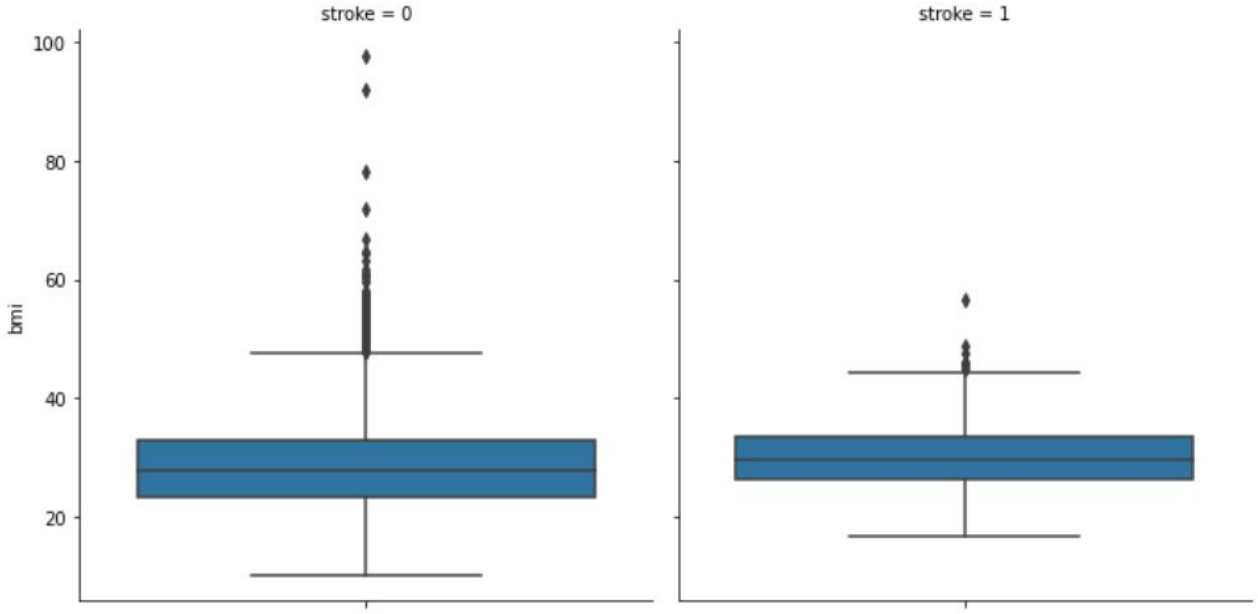
Histogram dla bmi posiada długi prawy ogon, jednak są to nieliczne obserwacje.



Tutaj nie ma zaskoczenia - ryzyko udaru rośnie wraz z wiekiem.



Większość obserwacji wskazuje, że wysoki poziom glukozy jest powiązany z wystąpieniem udaru.



W grupie osób po przebytym udarze bmi jest większe niż w grupie osób, które nie doznały udaru.

Zmienne niezależne - inne spostrzeżenia

- **gender** - 1 wartość **Other**.
- **age** - do pierwszych 2 lat życia dane przedstawione są w miesiącach, przy czym brane jest, że 1 miesiąc = 0.08.
- **avg_glucose_level** - poziom jest zależny od tego, czy był mierzony po posiłku czy na czczo, jaką metodą był mierzony, a także normy różnią się u osób starszych, dzieci oraz kobiet w ciąży. Wartość ponad 200 mg/dL wskazuje na cukrzycę. Nasza największa wartość w zbiorze jest poniżej liczby, którą znaleźliśmy w źródłach, więc nasze dane uznaliśmy za poprawne.

- **bmi** - wartość powyżej 40 oznacza otyłość III stopnia. Dane uznaliśmy za prawidłowe, gdyż przykładowo osoba o wzroście 175 cm i wadze 300 kg posiada bmi 98 (zbliżone do maksymalnej wartości w naszym zbiorze), więc są to przypadki możliwe (najgrubszy człowiek świata, który trafił do KRG, ważył około 600 kg).

https://www.nn.pl/blog/posts/2021/jaki-powinien-byc-poziom-cukru-we-krwi.html
https://www.medonet.pl/badania,poziom-cukru-we-krwi---normy--tabela--objawy-hiper--i-hipoglikemii,artykul,1585409.html#jak-mierzy-sie-poziom-cukru-we-krwi
https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperglycemia
https://pl.wikipedia.org/wiki/Wska%C5%BAnik_masy_cia%C5%82a
https://www.wprost.pl/swiat/10277463/byl-najgrubszym-czlowiekiem-swiata-ale-schudl-330-kg-tak-wyglada-teraz.html

Zmienne niezależne - podsumowanie

Po analizie i w wyniku One-Hot-Encodingu zbiór ostatecznie zawierał **23** zmienne.

W wyniku usunięcia braków danych zbiór ostatecznie posiadał **4909** rekordów.

Dodatkowo zmienną **bmi** podzieliliśmy na kategorie i przeprowadziliśmy drugą turę uczenia najlepszych modeli, podmieniając zmienną ilościową bmi na porządkową.

Transformacja zmiennej bmi

BMI	Ryzyko chorób towarzyszących otyłości
< 18.5	minimalne, ale zwiększony poziom wystąpienia innych problemów zdrowotnych
< 25	minimalne
< 30	średnie
< 35	wysokie
< 40	bardzo wysokie
>= 40	ekstremalny poziom ryzyka

https://pl.wikipedia.org/wiki/Wska%C5%BAnik_masy_cia%C5%82a

Oversampling, Undersampling, SMOTE

Jako że nasz zbiór danych jest niezbalansowany zdecydowaliśmy się na użycie technik balansujących i przetestowanie ich skuteczności na naszym zbiorze:

- **Oversampling** - polega na stworzeniu kopii wierszy klasy rzadziej występującej
- **Undersampling** - polega na usunięciu wierszy klasy częściej występującej
- **SMOTE** - generuje syntetyczne dane dla klasy mniejszościowej poprzez minimalne zmiany wartości już istniejących punktów

Ze względu na małą liczbę jedynek w zbiorze zrezygnowaliśmy z Undersamplingu.

Standaryzacja zmiennych, redukcja wymiarów

Po zamianie zmiennych kategorycznych na liczbowe dokonaliśmy **standaryzacji** zmiennych. Do wszystkich modeli użyliśmy tak przeskalowanych danych, również do drzew decyzyjnych czy lasów losowych, które nie potrzebują spełnienia tego założenia.

Ze względu na małą liczbę zmiennych pominęliśmy krok redukcji wymiarów i nie stosowaliśmy PCA.

Budowa modeli

Wykorzystaliśmy 6 algorytmów:

- Drzewo decyzyjne
- Las losowy
- XGBoost
- SVM
- KNN
- Regresja logistyczna

Dla każdego algorytmu wytypowaliśmy zestaw parametrów i GridSearchem wyznaczyliśmy najlepsze modele wg **f1-score** i **AUC** dla każdego z 2 sposobów zbalansowania zbioru (Oversampling, SMOTE).

Dodatkowo w regresji logistycznej w przypadku zmiennych dopełniających się (np. female, male) eliminowaliśmy z modelu jedną zmienną ze względu na założenie braku współliniowości zmiennych.

TOP 3 najlepszych modeli

XGBOOST(oversampling, SMOTE)

```
Paramtery modelu: max_depth: 3, booster: gbtree, learning_rate: 0.05 criterion: entropy, max_features: 3, n_estimators: 50, min
_impurity_decrease: 0.3, min_samples_split: 100, min_samples_leaf: 50, min_child_weigh: 20, reg_lambda: 0.1, reg_alpga: 0
              precision    recall  f1-score   support

           0       0.99      0.74      0.84       929
           1       0.15      0.83      0.26        53

    accuracy                           0.74       982
   macro avg       0.57      0.78      0.55       982
weighted avg       0.94      0.74      0.81       982

[[684 245]
 [  9  44]]
ROC score:  0.783232122184536
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.98	0.72	0.83	929
1	0.14	0.79	0.23	53
accuracy			0.72	982
macro avg	0.56	0.75	0.53	982
weighted avg	0.94	0.72	0.80	982

```
[[665 264]
 [ 11  42]]
ROC score:  0.754138148140626
```

SVM (oversampling, SMOTE)

```
Paramtery modelu: C: 1, kenrel: poly, gamma: auto, degree: 1
              precision    recall  f1-score   support

           0       0.99      0.73      0.84       929
           1       0.15      0.85      0.26        53

    accuracy                           0.74       982
   macro avg       0.57      0.79      0.55       982
weighted avg       0.94      0.74      0.81       982

[[678 251]
 [  8  45]]
ROC score:  0.7894368056542844
```

```
              precision    recall  f1-score   support

           0       0.98      0.72      0.83       929
           1       0.14      0.79      0.24        53

    accuracy                           0.73       982
   macro avg       0.56      0.76      0.54       982
weighted avg       0.94      0.73      0.80       982

[[673 256]
 [ 11  42]]
ROC score:  0.7584438531998294
```

Regresja logistyczna (oversampling, SMOTE)

	precision	recall	f1-score	support
0	0.99	0.74	0.84	929
1	0.15	0.83	0.26	53
accuracy			0.74	982
macro avg	0.57	0.78	0.55	982
weighted avg	0.94	0.74	0.81	982

```
[[685 244]
 [  9  44]]
ROC score:  0.7837703353169365
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.98	0.75	0.85	929
1	0.15	0.79	0.25	53
accuracy			0.75	982
macro avg	0.57	0.77	0.55	982
weighted avg	0.94	0.75	0.82	982

```
[[694 235]
 [ 11  42]]
ROC score:  0.7697463289802384
```

Najlepsze modele

Po zmianie ‘bmi’ na zmienną kategoryczną dwa modele poprawiły nieco swoje wyniki.

xGBoost (oversampling)

Paramtery modelu: max_depth: 5, booster: gbtree, learning_rate: 0.05 criterion: entropy, max_features: 3, n_estimators: 50, min_impurity_decrease: 0.3, min_samples_split: 100, min_samples_leaf: 50, min_child_weigh: 20

	precision	recall	f1-score	support
0	0.98	0.79	0.88	929
1	0.17	0.75	0.28	53
accuracy			0.79	982
macro avg	0.58	0.77	0.58	982
weighted avg	0.94	0.79	0.85	982

training_time = 0.177

```
[[737 192]
 [ 13  40]]
ROC score:  0.7740215691451551
```

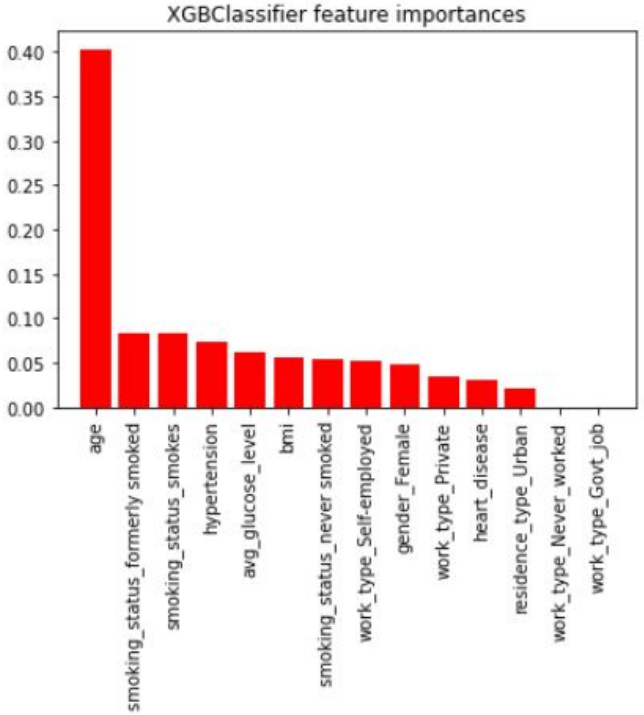
regresja logistyczna (oversampling)

	precision	recall	f1-score	support
0	0.99	0.74	0.85	929
1	0.16	0.85	0.27	53
accuracy			0.75	982
macro avg	0.57	0.79	0.56	982
weighted avg	0.94	0.75	0.82	982

training_time = 0.029

```
[[688 241]
 [  8  45]]
ROC score:  0.7948189369782886
```

Najważniejsze zmienne



Regresja logistyczna - features coefficients:
age 1.808
hypertension 0.177
heart_disease 0.036
avg_glucose_level 0.156
bmi 0.167
gender_Female -0.018
work_type_Govt_job -0.38
work_type_Never_worked -0.298
work_type_Private -0.55
work_type_Self-employed -0.586
residence_type_Urban 0.028
smoking_status_formerly smoked 0.061
smoking_status_never smoked -0.015
smoking_status_smokes 0.139

DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ