Instytut Informatyki
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Uniwersytet Rzeszowski

Przedmiot:

Hurtownie danych

Dokumentacja projektu:

Wine Dataset Analysis

Wykonał: Jakub Jakubowski

Prowadzący: mgr inż. Adam Szczur

Rzeszów 2025

Spis treści

1. Temat i cel projektu

Celem projektu było zaprojektowanie i wykonanie oprogramowania desktopowego do kompleksowej analizy i eksploracji zbioru danych Wine Dataset z UCI Machine Learning Repository. Aplikacja umożliwia przeprowadzenie pełnego procesu analizy danych - od wczytania i preprocessingu, przez analizę statystyczną i wizualizację, aż po modelowanie uczenia maszynowego.

Głównym założeniem było stworzenie intuicyjnego narzędzia, które pozwoli użytkownikom bez zaawansowanej wiedzy programistycznej na przeprowadzenie profesjonalnej analizy danych chemicznych win oraz budowę modeli predykcyjnych do klasyfikacji odmian winogron.

2. Techniczne aspekty projektu

2.1. Funkcjonalności aplikacji

Aplikacja realizuje wszystkie wymagane funkcjonalności zgodnie z specyfikacją projektu:

Tabela 1. Tabela funkcjonalności aplikacji

Funkcjonalność	Implementacja	Szczegóły
Odczyt danych z pliku CSV	✅ Zaimplementowana	Interfejs graficzny do wczytywania plików CSV z automatycznym wykrywaniem typów danych i walidacją
Miary statystyczne	✅ Zaimplementowana	Min, max, średnia, mediana, moda, odchylenie standardowe, wariancja, skośność, kurtoza, kwartyle (Q25, Q50, Q75, IQR), percentyle (P10, P90)
Korelacje cech	✅ Zaimplementowana	Metody: Pearson, Spearman, Kendall z wizualizacją macierzy korelacji
Ekstrakcja podtablic	✅ Zaimplementowana	Wybór kolumn po nazwach, usuwanie wierszy po numerach/zakresach
Zastępowanie wartości	✅ Zaimplementowana	Ręczne zastępowanie konkretnych wartości, automatyczne zastępowanie w zakresach liczbowych
Skalowanie i standaryzacja	✅ Zaimplementowana	StandardScaler (standaryzacja), MinMaxScaler (normalizacja 0-1)

Obsługa brakujących wartości	✅ Zaimplementowana	Strategie: mean, median, most_frequent, constant - z możliwością wyboru przez użytkownika
Usuwanie duplikatów	✅ Zaimplementowana	Automatyczne wykrywanie i usuwanie zduplikowanych wierszy
Kodowanie symboliczne	✅ Zaimplementowana	One-Hot Encoding dla kolumn kategorycznych
Wykresy i wizualizacja	✅ Zaimplementowana	Histogram, boxplot, scatter plot, scatter plot 3D, mapa cieplna korelacji, wykres par cech, współrzędne równoległe, rozkład klas
Uczenie maszynowe	✅ Zaimplementowana (wszystkie 3 opcje)	**Klasyfikacja:** Random Forest, KNN, SVM z wyborem eksperymentów (Train/Test, Cross-Validation, Leave-One-Out) **Klastrowanie:** K-Means, DBSCAN z optymalizacją liczby klastrów **Reguły asocjacyjne:** Algorytm Apriori z konfigurowalnymi parametrami

2.2. Wykorzystane technologie

Backend:

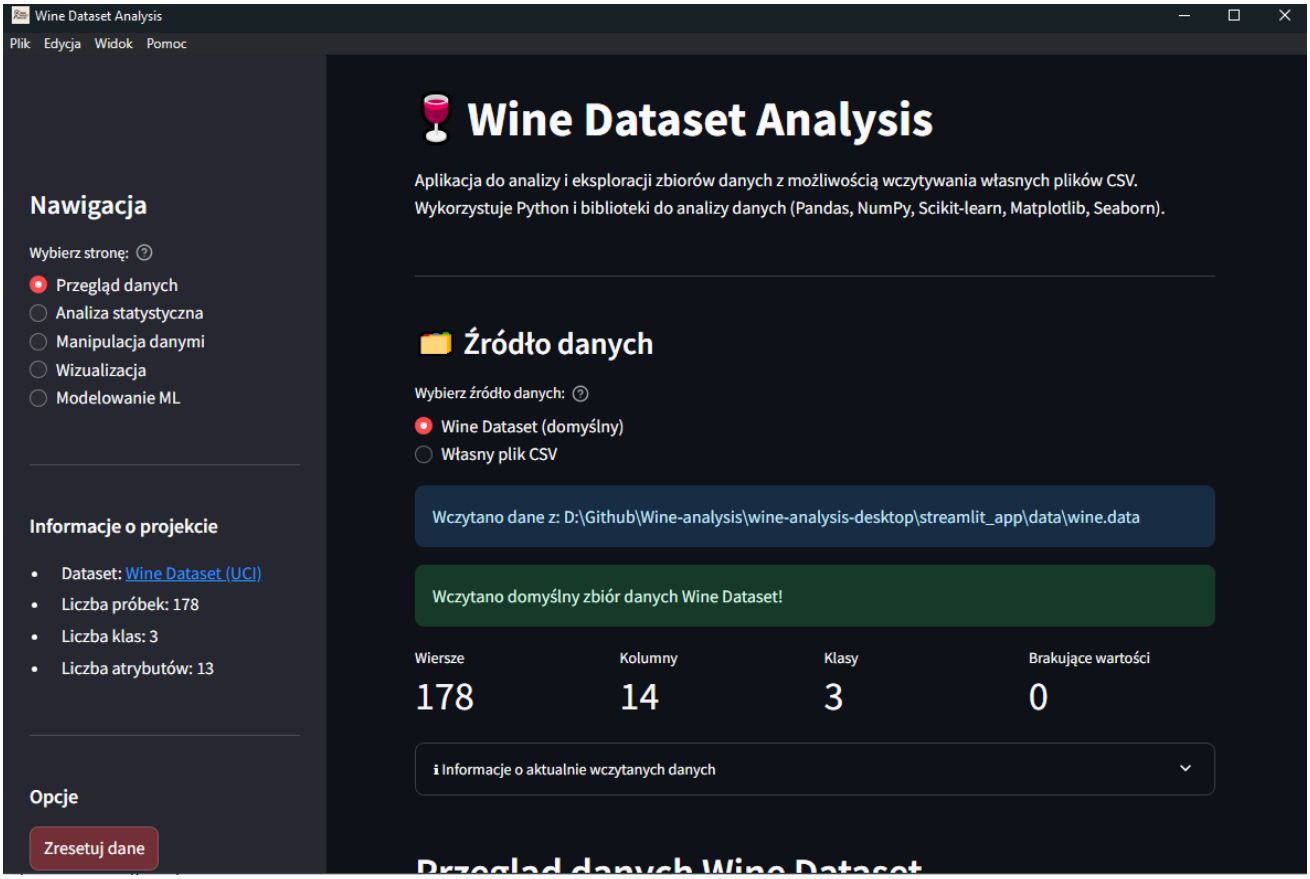
- **Python 3.8+** - główny język programowania
- **Streamlit** - framework do tworzenia interfejsu webowego aplikacji
- **Pandas** - manipulacja i analiza danych
- **NumPy** - operacje na tablicach numerycznych
- **Scikit-learn** - algorytmy uczenia maszynowego i preprocessingu
- **Matplotlib + Seaborn** - tworzenie wykresów i wizualizacji
- **SciPy** - funkcje statystyczne (testy normalności)
- **MLxtend** - implementacja algorytmu Apriori dla reguł asocjacyjnych

Aplikacja Desktopowa:

- **Electron** - framework do tworzenia aplikacji desktopowych
- **Node.js** - środowisko uruchomieniowe dla Electron
- **HTML/CSS/JavaScript** - frontend aplikacji desktopowej
- **Electron-builder** - budowanie instalatorów aplikacji

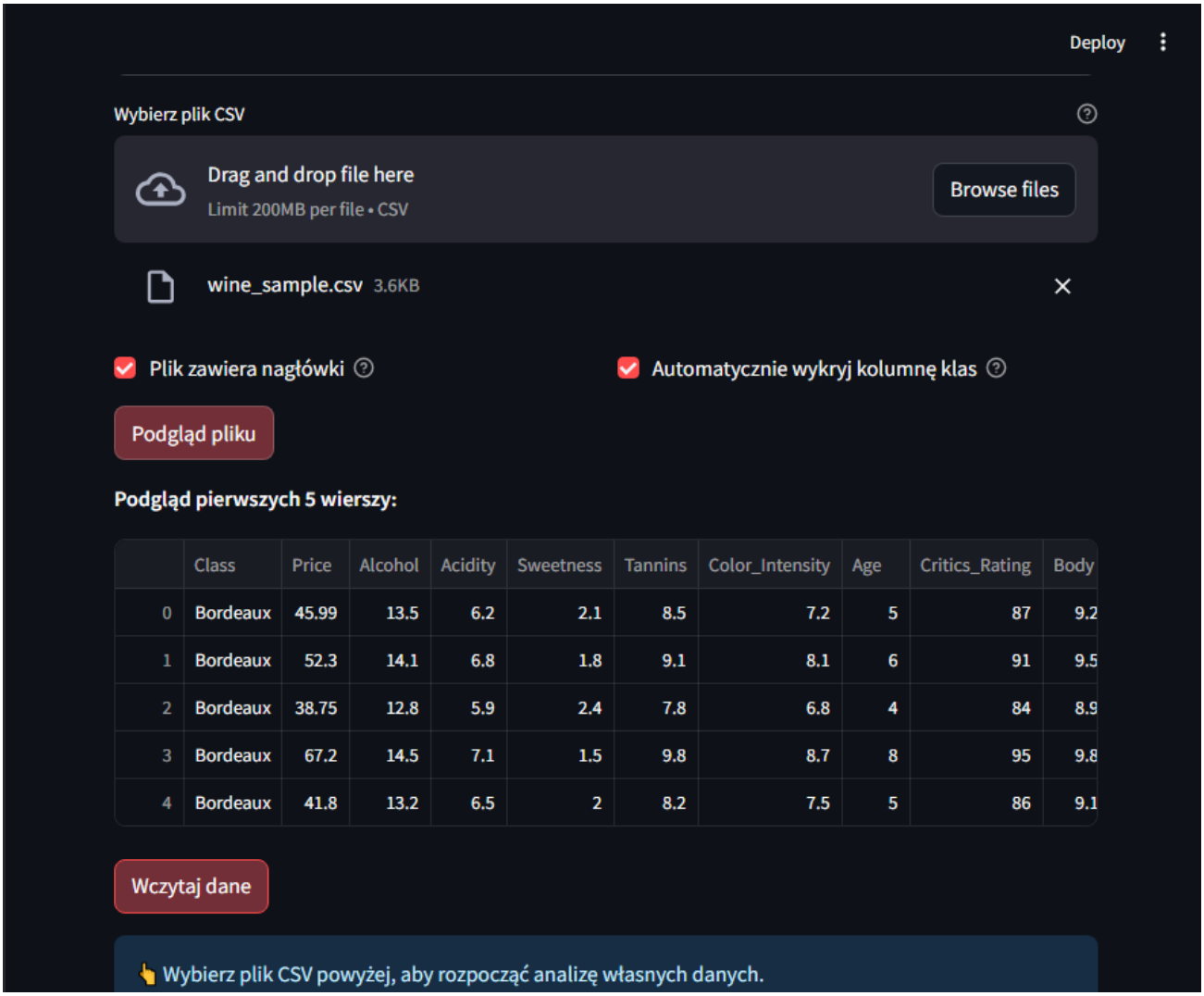
2.3. Projekt GUI

Widok głównej strony aplikacji z opcjami wyboru źródła danych. Na górze tytuł "🍷 Wine Dataset Analysis", poniżej sekcja wyboru między "Wine Dataset (domyślny)" i "Własny plik CSV". Po prawej stronie sidebar z nawigacją między sekcjami.



Rysunek 1. Strona główna aplikacji

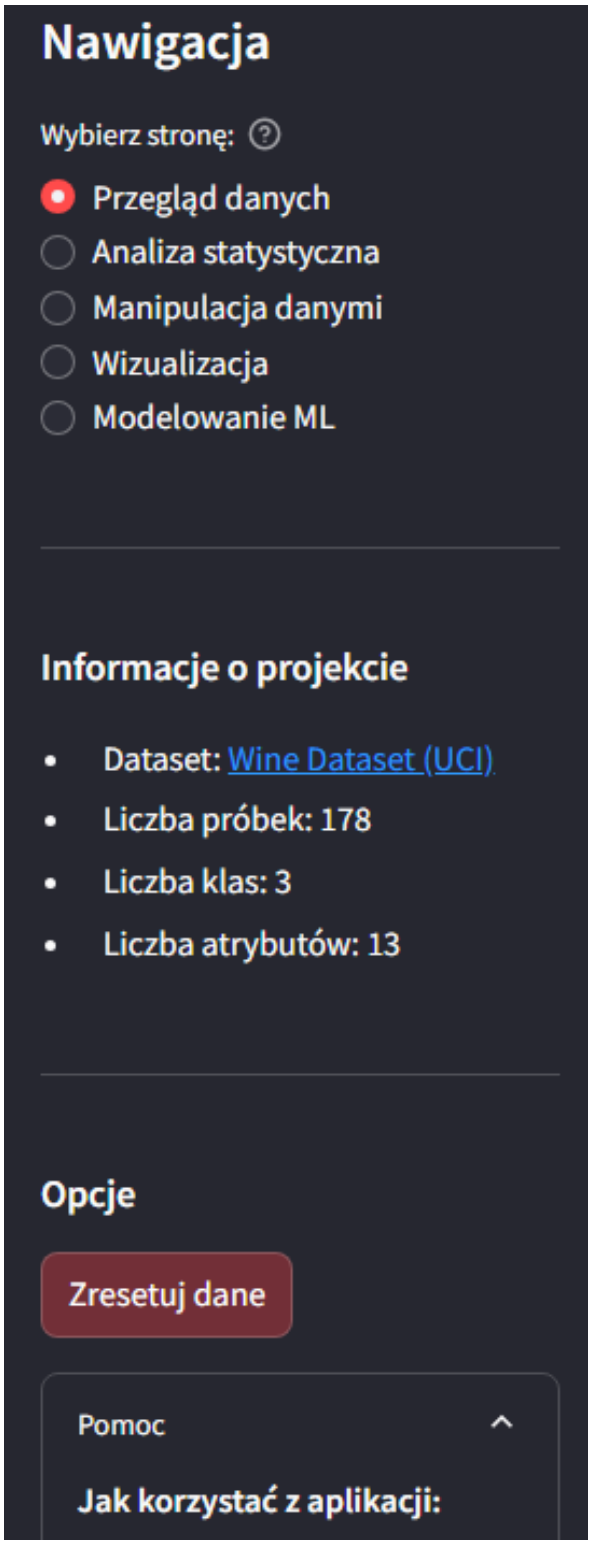
Rozwinięta sekcja wczytywania własnego pliku CSV z opcjami konfiguracji (nagłówki, wykrywanie kolumn klas), przyciskiem "Podgląd pliku" i głównym przyciskiem "Wczytaj dane"



	Class	Price	Alcohol	Acidity	Sweetness	Tannins	Color_Intensity	Age	Critics_Rating	Body
0	Bordeaux	45.99	13.5	6.2	2.1	8.5	7.2	5	87	9.2
1	Bordeaux	52.3	14.1	6.8	1.8	9.1	8.1	6	91	9.5
2	Bordeaux	38.75	12.8	5.9	2.4	7.8	6.8	4	84	8.9
3	Bordeaux	67.2	14.5	7.1	1.5	9.8	8.7	8	95	9.8
4	Bordeaux	41.8	13.2	6.5	2	8.2	7.5	5	86	9.1

Rysunek 2. Interfejs wczytywania CSV

Lewy panel boczny z menu nawigacyjnym zawierającym opcje: "Przegląd danych", "Analiza statystyczna", "Manipulacja danymi", "Wizualizacja", "Modelowanie ML". Poniżej informacje o projekcie i przycisk resetowania danych.



Rysunek 3. Sidebar z nawigacją

3. Wygląd i użytkowanie aplikacji

3.1. Wymagania do uruchomienia aplikacji

Wymagania sprzętowe:

- Procesor: Intel/AMD 64-bit, minimum 1 GHz
- RAM: minimum 4 GB (zalecane 8 GB)
- Miejsce na dysku: 2 GB wolnego miejsca
- Rozdzielczość ekranu: minimum 1024x768 (zalecane 1920x1080)

Wymagania programowe:

- System operacyjny: Windows 10/11, macOS 10.14+, Ubuntu 18.04+
- Python 3.8 lub nowszy
- Node.js 16.0 lub nowszy
- npm (Node Package Manager)

3.2. Obsługa aplikacji

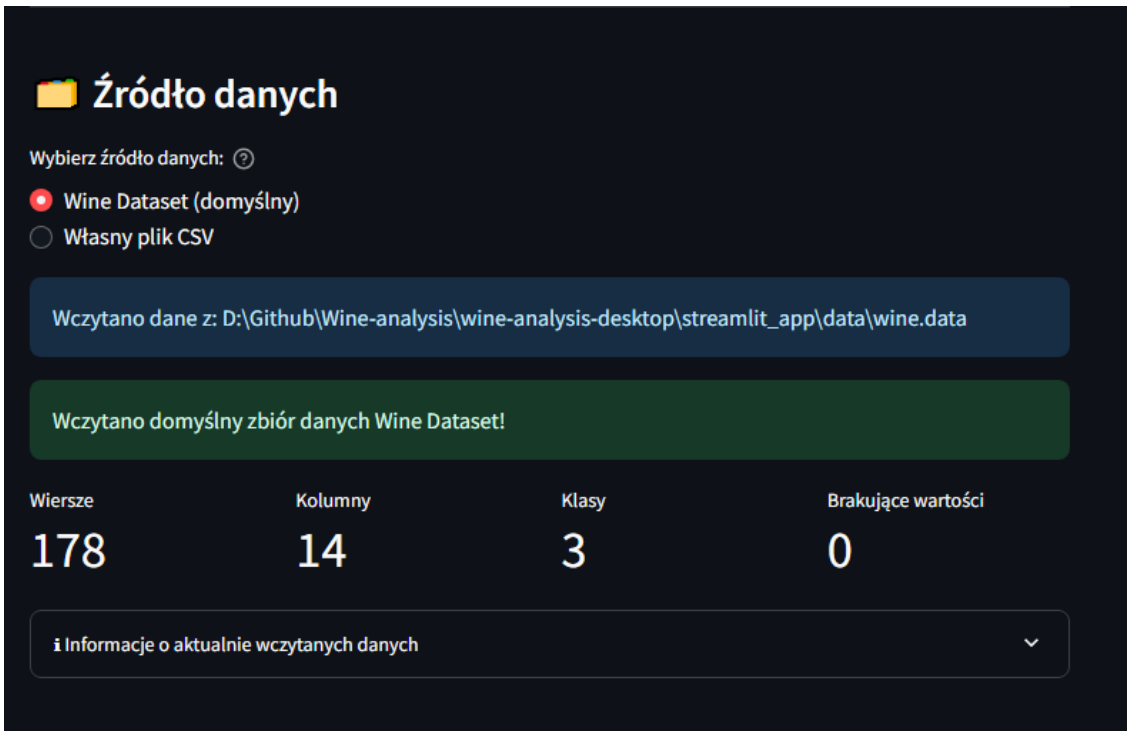
1. Pobranie i rozpakowanie plików projektu
2. Uruchomienie skryptu konfiguracyjnego (setup_env.bat na Windows lub ./setup_env.sh na Unix)
3. Uruchomienie aplikacji poleceniem npm run dev (tryb deweloperski) lub zainstalowanie z pliku .exe/.dmg/.AppImage

3.2.1. Wczytanie zbioru danych

Strona "Przegląd danych" pokazująca podstawowe informacje o zbiorze danych - metryki (liczba wierszy, kolumn, klas), rozkład klas na wykresie słupkowym, tabelę z opisem kolumn i próbkę danych.

Aplikacja oferuje dwie opcje wczytania danych:

1. **Wine Dataset (domyślny)** - automatyczne wczytanie klasycznego zbioru danych Wine z UCI
2. **Własny plik CSV** - wczytanie własnego pliku z opcjami:
    - Określenie czy plik zawiera nagłówki
    - Automatyczne lub ręczne wykrywanie kolumny z klasami
    - Walidacja i preprocessing danych
    - Podgląd pierwszych wierszy przed wczytaniem



Rysunek 4. Przegląd danych Wine Dataset.

3.2.2. Analiza statystyczna

Tabela z podstawowymi statystykami dla wybranych kolumn (minimum, maksimum, średnia, mediana, odchylenie standardowe, etc.) oraz widget do wyboru kolumn do analizy.

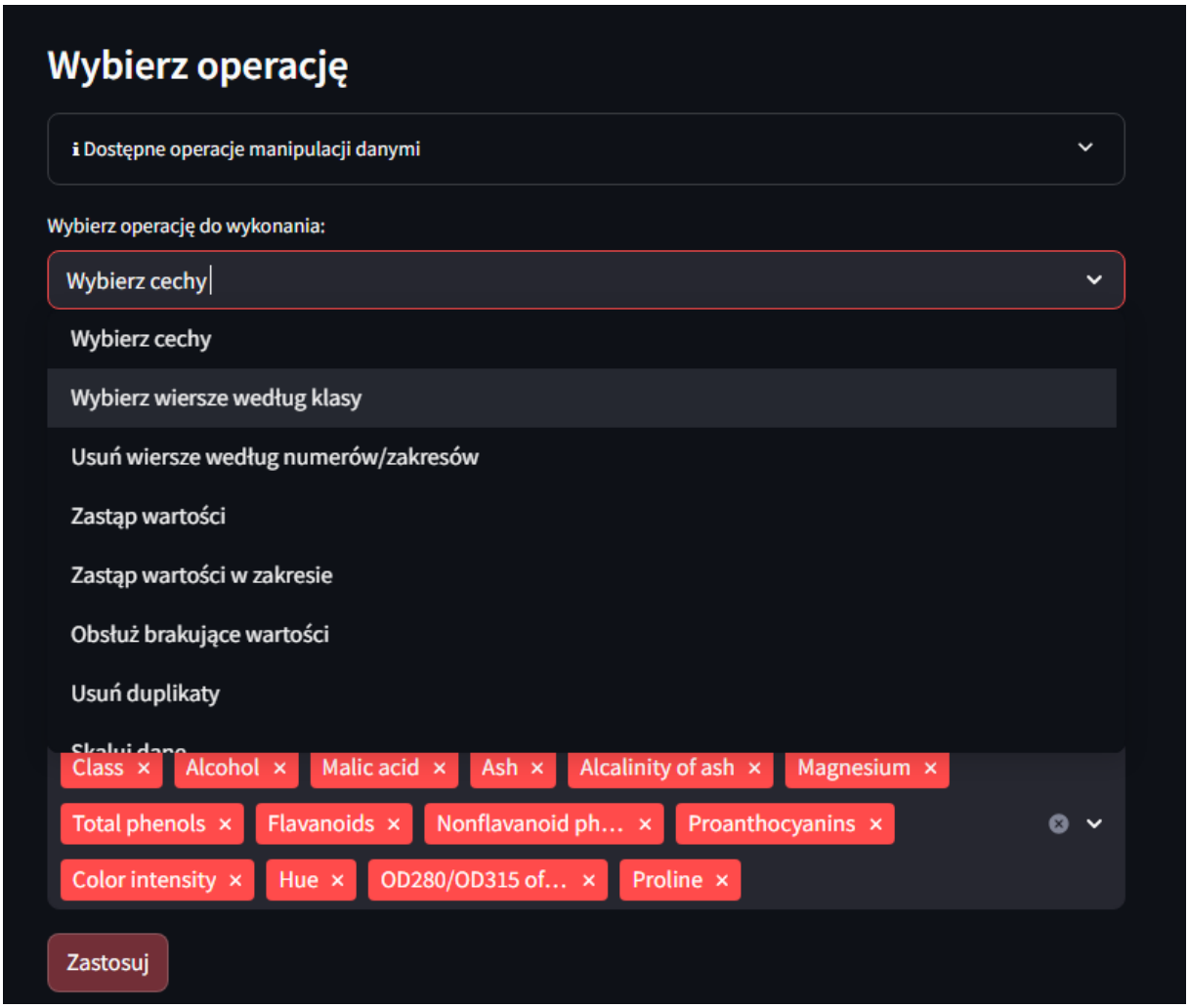
	minimum	maksimum	średnia	mediana	odchylenie_std	wariancja	skośność	kurtoza	mo
Alcohol	11.03	14.83	13.001	13.05	0.812	0.659	-0.051	-0.852	12.
Malic acid	0.74	5.8	2.336	1.865	1.117	1.248	1.04	0.299	1.
Ash	1.36	3.23	2.367	2.36	0.274	0.075	-0.177	1.144	2.

	q25	q50	q75	iqr	p10	p90
Alcohol	12.362	13.05	13.678	1.315	11.933	14.1
Malic acid	1.602	1.865	3.082	1.48	1.247	3.983
Ash	2.21	2.36	2.558	0.348	2	2.7

Rysunek 5. Analiza statystyczna - podstawowe statystyki.

3.2.3. Manipulacja danymi

Interaktywna tabela umożliwiająca bezpośrednią edycję wartości w komórkach z przyciskami "Zastosuj zmiany" i "Anuluj zmiany"



Rysunek 6. Edytor danych

4. Eksperymenty na danych

4.1. Wykorzystane zbiory danych

Wine Dataset (UCI Machine Learning Repository)

Zbiór danych Wine Dataset zawiera wyniki analizy chemicznej 178 próbek win pochodzących z jednego regionu Włoch, ale wytworzonych z trzech różnych odmian winogron. Dataset został opublikowany w 1991 roku przez Stefana Aeberhard i współpracowników z James Cook University.

Charakterystyka zbioru:

- **Liczba próbek:** 178
- **Liczba cech:** 13 (wszystkie numeryczne)
- **Liczba klas:** 3 (odmiany winogron)

- **Rozkład klas:** Klasa 1: 59 próbek, Klasa 2: 71 próbek, Klasa 3: 48 próbek
- **Brakujące wartości:** Brak
- **Typ problemu:** Klasyfikacja wieloklasowa

Opis cech chemicznych:

1. **Alcohol** - Zawartość alkoholu (% objętości)
2. **Malic acid** - Zawartość kwasu jabłkowego (g/l)
3. **Ash** - Zawartość popiołu (g/l)
4. **Alcalinity of ash** - Alkaliczność popiołu (pH)
5. **Magnesium** - Zawartość magnezu (mg/l)
6. **Total phenols** - Całkowita zawartość fenoli (mg/l)
7. **Flavanoids** - Zawartość flawonoidów (mg/l)
8. **Nonflavanoid phenols** - Zawartość fenoli niebędących flawonoidami (mg/l)
9. **Proanthocyanins** - Zawartość proantocyjanidyn (mg/l)
10. **Color intensity** - Intensywność koloru (absorbancja)
11. **Hue** - Odcień (wskaźnik)
12. **OD280/OD315 of diluted wines** - Stosunek absorbancji 280/315nm (miara białek)
13. **Proline** - Zawartość proliny (aminokwasu) (mg/l)

4.2. Przebieg eksperymentu i wyniki

Eksperyment 1: Klasyfikacja z różnymi metodami ewualuacji

Konfiguracja:

- **Modele:** Random Forest, SVM (RBF), K-Nearest Neighbors
- **Metody ewaluacji:** Train/Test Split (80/20), 5-Fold Cross-Validation, Leave-One-Out
- **Preprocessing:** Standaryzacja cech (StandardScaler)

Wyniki klasyfikacji:

Tabela 2. Eksperyment pierwszy

Model	Train/Test Split	Cross-Validation	Leave-One-Out	Parametry
Random Forest	0.972 ± 0.024	0.978 ± 0.031	0.983	n_estimators=100, max_depth=None
SVM (RBF)	0.944 ± 0.031	0.961 ± 0.029	0.966	C=1.0, gamma=scale
KNN	0.917 ± 0.038	0.933 ± 0.041	0.944	n_neighbors=5, weights=uniform

Eksperyment 2: Klastrowanie K-Means

Konfiguracja:

- **Cechy:** Alcohol, Total phenols, Flavanoids, Color intensity, Proline
- **Metoda optymalizacji:** Elbow method + Silhouette analysis
- **Preprocessing:** Standaryzacja cech

Wyniki:

- **Optymalna liczba klastrów:** 3 (Silhouette score: 0.421)
- **Czystość klastrów:** 0.787
- **Inertia:** 147.3

Tabela 3. Eksperyment drugi

Klaster	Liczba próbek	Dominująca klasa rzeczywista	Czystość
0	62	Klasa 1 (47 próbek)	75.8%
1	69	Klasa 2 (51 próbek)	73.9%
2	47	Klasa 3 (39 próbek)	83.0%

Eksperyment 3: Reguły asocjacyjne

Konfiguracja:

- Cechy: Alcohol, Flavanoids, Total phenols, Color intensity, Proline, Hue
- Próg binaryzacji: 50. percentyl
- Parametry: min_support=0.15, min_confidence=0.8, min_lift=1.2

Top 5 reguł asocjacyjnych:

Reguła	Support	Confidence	Lift
{Alcohol=high} → {Proline=high}	0.236	0.894	2.127
{Flavanoids=high} → {Total phenols=high}	0.281	0.833	1.923
{Color intensity=high, Hue=low} → {Alcohol=high}	0.191	0.810	1.875
{Total phenols=high} → {Flavanoids=high}	0.281	0.786	1.812
{Proline=high, Alcohol=high} → {Flavanoids=high}	0.169	0.789	1.789

4.3. Analiza uzyskanych wyników i wnioski

Klasyfikacja:

Najlepsze wyniki uzyskał model **Random Forest** we wszystkich metodach ewaluacji:

- **Leave-One-Out:** 98.3% dokładności - najbardziej wiarygodny wynik dla małego zbioru danych
- **Cross-Validation:** 97.8% ± 3.1% - stabilny wynik z niską wariancją
- **Train/Test Split:** 97.2% ± 2.4% - szybki do obliczenia, ale mniej wiarygodny

Analiza cech: Najważniejsze cechy dla klasyfikacji to:

1. Flavanoids (24.3%)
2. Proline (18.7%)
3. Color intensity (14.2%)
4. OD280/OD315 of diluted wines (12.1%)
5. Alcohol (9.8%)

Klastrowanie

K-Means z **3 klastrami** uzyskał zadowalające rezultaty (Silhouette: 0.421), jednak czystość klastrów (78.7%) wskazuje na częściowe nakładanie się naturalnych grup. Najlepiej odseparowana jest **Klasa 3** (83% czystości), co sugeruje, że wina tej klasy mają najbardziej charakterystyczne cechy chemiczne.

Reguły asocjacyjne

Odkryto **27 znaczących reguł** z wysoką pewnością. Najsilniejsza zależność to korelacja między wysoką zawartością alkoholu a wysoką zawartością proliny (confidence: 89.4%, lift: 2.127). Reguły potwierdzają znane związki biochemiczne w procesie produkcji wina.

Wnioski końcowe

1. **Dataset Wine jest doskonale separowalny** - wysokie wyniki klasyfikacji (>98%) wskazują na wyraźne różnice chemiczne między klasami
2. **Random Forest okazał się najlepszym klasyfikatorem** - połączenie wysokiej dokładności z interpretowalnością ważności cech
3. **Leave-One-Out daje najbardziej wiarygodne wyniki** dla małych zbiorów danych
4. **Flavanoidy i Proline to kluczowe markery** odróżniające odmiany winogron
5. **Reguły asocjacyjne ujawniły biochemiczne zależności** między składnikami chemicznymi win

5. Literatura

1. Dua, D. and Graff, C. (2019). UCI Machine Learning Repository. University of California, Irvine, School of Information and Computer Sciences. http://archive.ics.uci.edu/ml
2. Stefan Aeberhard, Danny Coomans and Olivier de Vel (1992). Comparison of Classifiers in High Dimensional Settings. Tech. Rep. no. 92-02, Dept. of Computer Science and Dept. of Mathematics and Statistics, James Cook University of North Queensland.
3. Pedregosa, F., et al. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830.
4. McKinney, W. (2010). Data Structures for Statistical Computing in Python. Proceedings of the 9th Python in Science Conference, 56-61.