Analiza parametrów win

Celem poniższej pracy jest **przedstawienie wyników** analizy statystycznej dokonanej na próbce danych, zawierającej wyniki pomiarów wybranych parametrów **win** pochodzących z tego samego regionu Włoch, ale wyprodukowanych z trzech różnych **odmian**.

Odmiany winogron oznaczone są kolejnymi liczbami: 1, 2, 3

Inne parametry to:

- Zawartość alkoholu
- Zawartość kwasu jabłkowego
- Popiół (składniki mineralne będące pozostałościami po fermentacji winogron)
- Flawonoidy
- Intensywność koloru
- Stosunek absorbancji światła przy długościach fali 280 nm i 315 nm.

W pracy zawarte są odpowiedzi na **trzy** zasadnicze pytania:

1) Pod jakimi względami wina wykonane z poszczególnych odmian winogron są podobne, a pod jakimi się różnią?
2) Które zestawienia parametrów pozwalają na rozróżnienie win wykonanych z poszczególnych odmian winogron?
3) Jakie związki między parametrami win możemy zaobserwować, z uwzględnieniem kierunku i siły relacji dla całości zestawu danych oraz dla win poszczególnych odmian?

Do wykonania analizy posłużył język **Python** oraz biblioteki: pandas, matplotlib, seaborn, scipy, numpy.

Numer Zespołu: 43

Autorzy:

- Kacper Potaczała 425724
- Robert Skulik 428339
- Maja Piątek 427763

1. Pod jakimi względami wina wykonane z poszczególnych odmian winogron są podobne, a pod jakimi się różnią?

Analizując wykresy **boxplot** i **stripplot** możemy zauważyć podobieństwa oraz różnice.

Podobieństwa:

- **Kwas Jabłkowy**: Odmiana 1 i 2 mają podobne **średnie wartości**.
- **Popiół**: Wszystkie odmiany 1,2,3 mają zbliżone zarówno **wartości średnie** i zakresy **Q1** – **Q3**.
- **Absorbancja**: Dla odmian 1 oraz 2 **wartości średnie** są oddalone bardziej niż w poprzednich przykładach ale **rozrzut danych** jest podobny.

Różnice:

- **Alkohol**: Odmiana 1 ma największą średnią zawartość alkoholu, odmiana 2 ma ją najmniejszą.
- **Kwas Jabłkowy:** Odmiana 3 ma wyższe średnie wartości i znacznie szerszy zakres niż odmiany 1 i 2. Odmiany 1 i 2 posiadają dużą liczbę wartości odstających, których obecność wpływa na wartość średniej w znacznym stopniu.
- **Flawonoidy**: Każda z odmian ma inna wartość średnią, gdzie 1 ma ją największą. Największy rozrzut wartości wykazuje odmiana 2, a najmniejszy odmiana 3.
- **Intensywność Koloru:** Odmiana 3 ma najwyższą wartość średnią i największe zróżnicowanie. Odmiana 2 jest najbardziej stabilna.
    - **Absorbancja**: Odmiana 3 ma niższe wartości średnie od odmian 1 oraz 2 i najmniejsze rozproszenie.

Analiza

Na podstawie **danych powyżej** możemy zauważyć następujące **interesujące zależności**.

Jeżeli zależy nam na **ilości alkoholu** to najlepszym wyborem byłyby wina z odmiany **1**, ponieważ średnio zawierają one **najwięcej** alkoholu - około **13.75 %.**

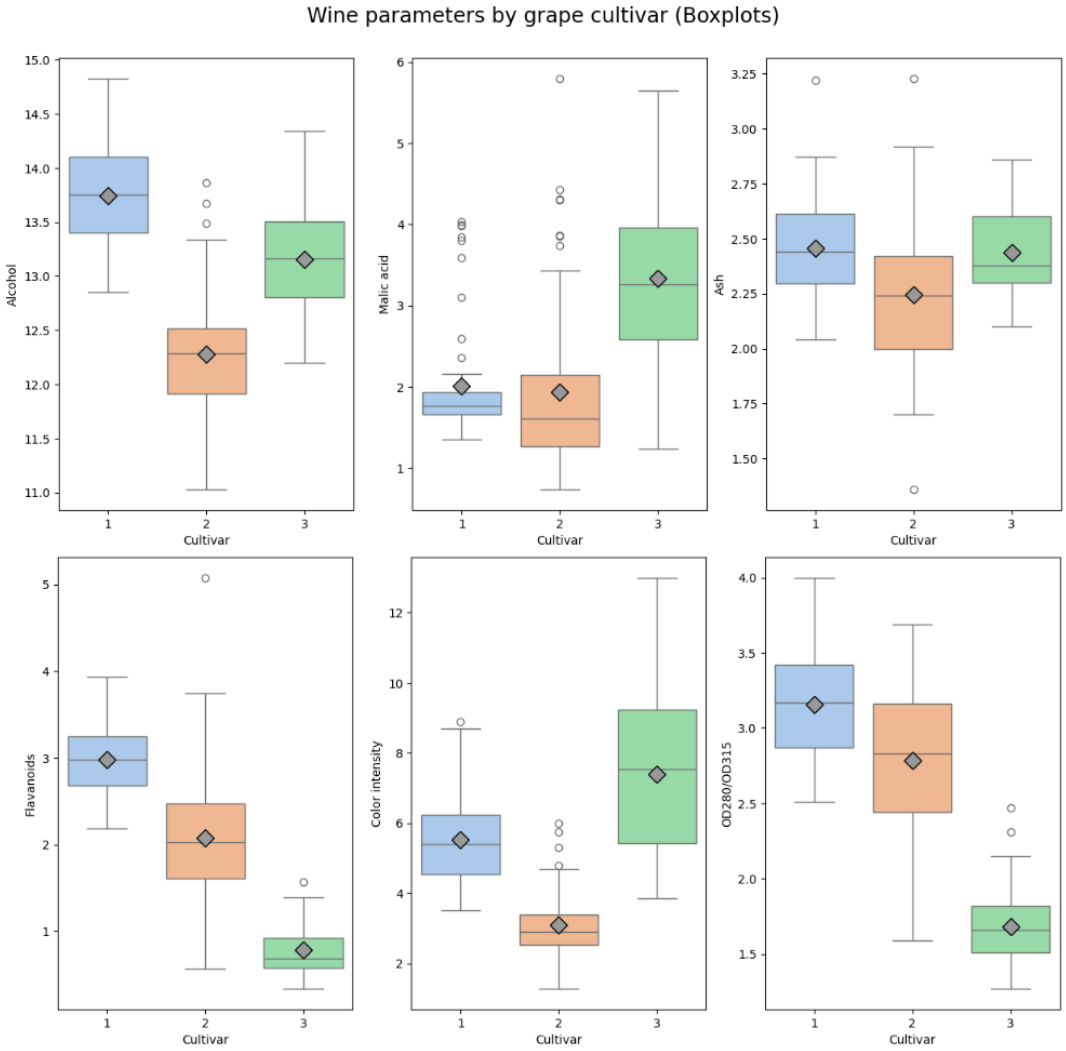
Tak samo należy wybrać odmianę **1** gdyby ktoś chciał **zminimalizować** ilość **kwasu jabłkowego**, chociaż w tym wypadku odmiana **2** również jest **dobrym wyborem**. Należy tutaj jednak **zwrócić uwagę**, że jej **wartości odstające** są **większe** co wiąże się z **większym ryzykiem** kupienia wina z **wyższą ilością kwasu jabłkowego** niż gdyby wybrać wino z odmiany **1**.

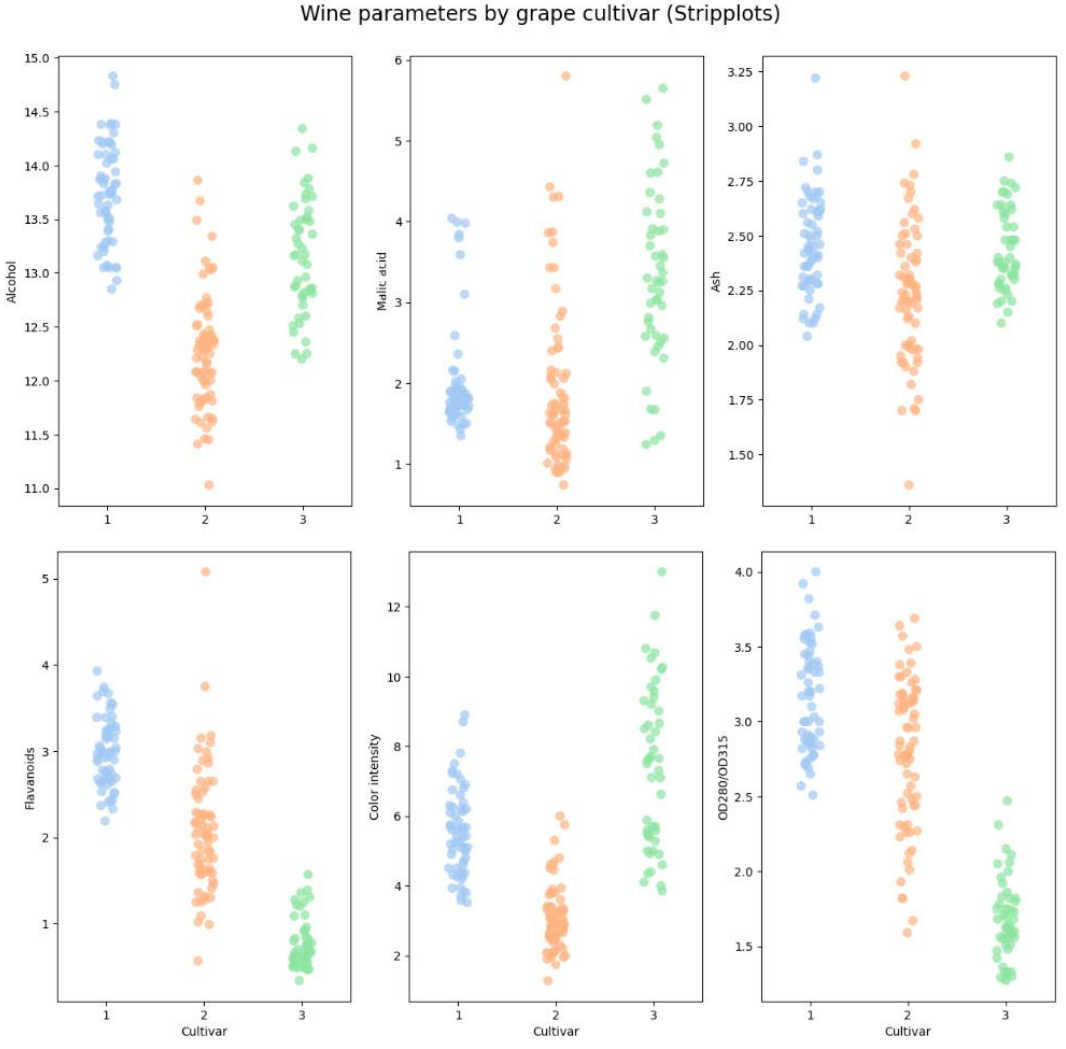
Jeżeli chodzi o zawartość **popiołu** to **nie** ma **dużego znaczenia** z jakiej odmiany zostanie wybrane wino, ponieważ ich **wartości średnie** są **bardzo zbliżone** do siebie więc lepiej oprzeć wybór na **innych parametrach** które są **ważne** dla danej osoby.

Flawonoidy bardzo dobrze pokazują **różnice** w winie każda z odmian ma inną **wartość średnią -** od mniej niż 1 dla odmiany **3** aż do wartości 3 dla odmiany **1** więc jeżeli ktoś zna swoje **preferencje** to ten **parametr** świetnie wskazuje jakie wino **powinien wybrać**.

Intensywność koloru również różnicuje odmiany **wyraźnie**. jeżeli ktoś preferuje **ciemniejsze wina** to odmiana **3** będzie **dobrym wyborem** ze względu na **najwyższą wartość średnią**. Odmiana **2** natomiast ma **najmniejszą wartość średnią** więc jest odpowiednia dla osób które wolą **stonowane kolory**.

Warto także zwrócić uwagę na **absorbancję**, która przypomina **trendy flawonoidów**, czyli **najmniejszą średnią absorbancje** ma odmiana **3** a **największą** odmiana **1**. **Możliwe** że istnieje **zależność** między tymi **parametrami**, jednak na tym etapie analizy **nie możemy** tego jednoznacznie **potwierdzić**.


Wine parameters by grape cultivar (Boxplots)
Alcohol
Malic acid
Ash
Flavanoids
Color intensity
OD280/OD315
Cultivar


Wine parameters by grape cultivar (Stripplots)
Alcohol
Malic acid
Ash
Flavanoids
Color intensity
OD280/OD315
Cultivar

2. Które zestawienia parametrów pozwalają na rozróżnienie win wykonanych z poszczególnych odmian winogron?

Zestawienia parametrów

Do znalezienia, które zestawienia parametrów pozwalają na rozróżnienie win z poszczególnych odmian, skorzystamy z wykresu **pairplot** z podziałem na **odmiany winogron**.

By znaleźć odpowiednie zestawienia **parametrów**, szukamy na wykresie **pairplot** tych połączeń, które mają **jak najmniej nachodzących** na siebie **punktów**.

Stosując to znajdujemy **zestawienia parametrów** pozwalających rozróżnić odmiany:

- **Alkohol** & **Popiół:** można wydzielić grupę dla odmiany 2
- **Alkohol** & **Flawonoidy:** wyraźne grupy dla wszystkich odmian
- **Alkohol** & **Intensywność koloru:** można wydzielić grupę dla odmiany 2
- **Alkohol** & **Absorbancja**: bardzo wyraźne grupy dla wszystkich odmian
- **Kwas Jabłkowy** & **Flawonoidy**: stosunkowo dobrze wyraźne grupy dla wszystkich odmian
- **Kwas Jabłkowy** & **Absorbancja:** można wydzielić grupę dla odmiany 3
- **Popiół** & **Absorbancja:** można wydzielić grupę dla odmiany 3
- **Flawonoidy** & **Intensywność Koloru**: wyraźne grupy dla wszystkich odmian
- **Flawonoidy** & **Absorbancja:** można wydzielić grupę dla odmiany 3
- **Intensywność Koloru** & **Absorbancja:** stosunkowo dobrze wyraźne grupy dla wszystkich odmian

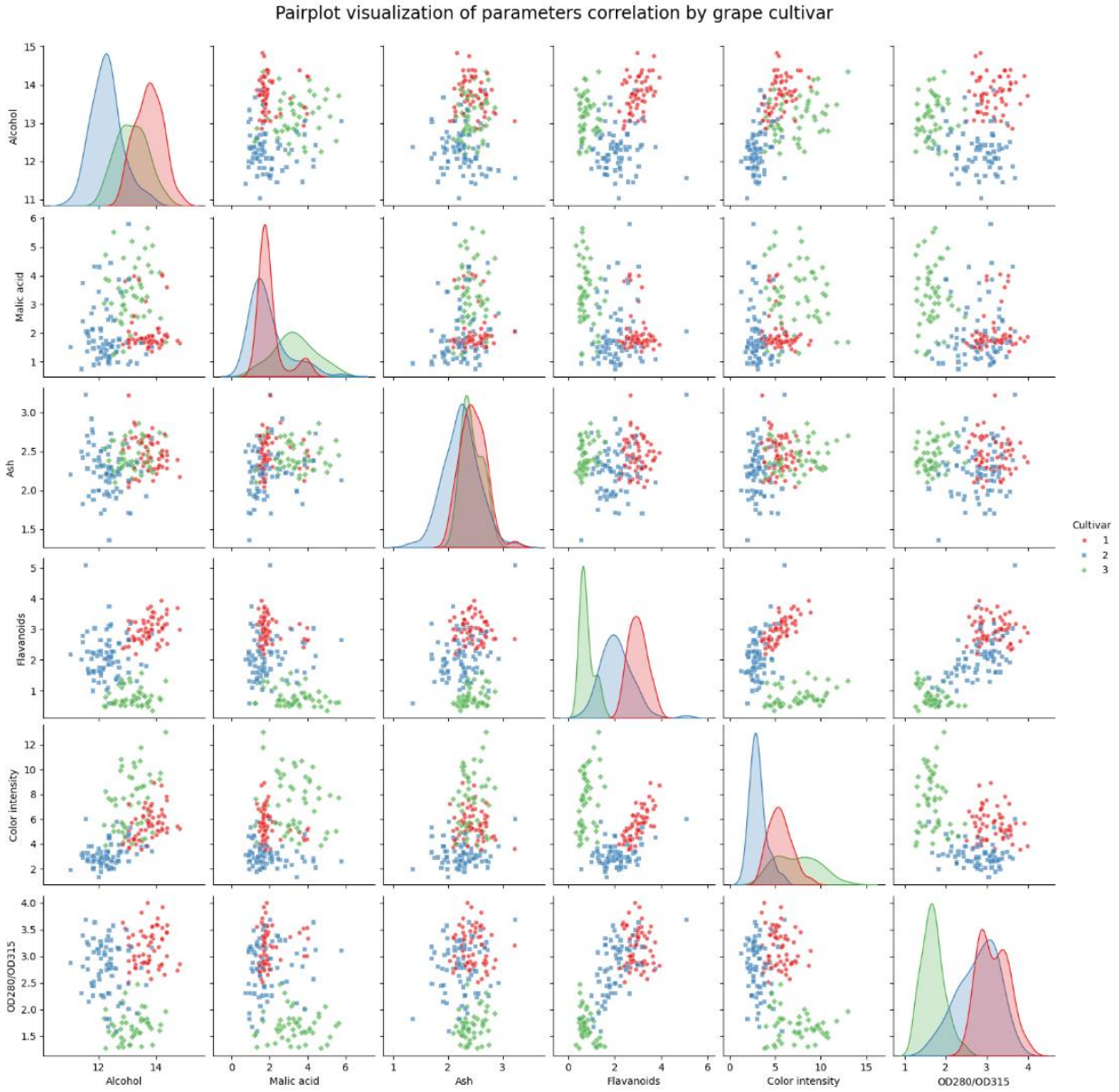
Analiza

Dodatkowo możemy zauważyć, że same **Flawonoidy** czy **Intensywność Koloru** są dobrymi **parametrami** do rozróżniania win wykonanych z odmian winogron, co widać na **przekątnej osi** gdzie wykresy **nie** są bardzo **nałożone** na siebie. Szczególnie w Flawonoidach wykres dla odmiany 3 nie nachodzi na resztę wykresów.

Możemy z tego wysnuć następujące **wnioski**. Gdy znamy **zależności** między parametrami np. takimi jak **Alkohol** i **Flawonoidy** czy **Intensywność Koloru** i **Absorbancja** możemy z dużym **prawdopodobieństwem** określić z jakiej **odmiany winogron** zostało wykonane wino.

Natomiast jeżeli chcielibyśmy **sprawdzić** czy wino pochodzi z odmiany **3** to **najlepszym** wyborem byłoby sprawdzenie **parametrów związanych** z **Flawonoidami**, ponieważ ta odmiana **wyraźnie** różni się od **pozostałych** co można łatwo zauważyć na **przekątnej** pairplotu gdzie wykres zielony (odmiana 3) **nie nachodzi** na inne wykresy w **dużym stopniu**.

Problematyczna natomiast może być odmiana **1**, ponieważ **nie tworzy** oddzielnej grupy gdzie odmiany 2 i 3 się **mieszają** jak to ma miejsce w przypadku wymienionych **wcześniej** odmian np. w zestawieniu **Alkoholu** i **Intensywności Koloru** tam tylko możemy wydzielić grupę **2.** W takim wypadku musimy **badać** te zestawienia gdzie **wszystkie trzy** odmiany tworzą **oddzielone grupy**, nie jest to bardzo duży kłopot ale pozostawia nam **mniej możliwości**.



Korelacja między parametrami.

Do badania **korelacji** między parametrami korzystamy z **heatmapy**, która jest **wizualizacją korelacji** uzyskanych z **danych**.

Warto zaznaczyć tutaj, że badamy korelacje **dodatnie** (gdy jedna wartość **rośnie**, druga także), **ujemne** (gdy jedna wartość **rośnie**, druga **maleje**) oraz **brak** korelacji. Zastosujemy przedstawione niżej przedziały wartości:

|Kor| < 0.2	->	**brak** korelacji
0.2 <= |Kor| < 0.4	->	**słaba** korelacja
0.4 <= |Kor| < 0.7	->	**umiarkowana** korelacja
0.7 <= |Kor| < 0.9	->	**mocna** korelacja
|Kor| >= 0.9	->	**bardzo** mocna korelacja

Dodatkowo, na naszym wykresie **przekątna główna** składa się z samych **1,** co jest prawidłowe, ponieważ jest to korelacja danej cechy ze **samą sobą**. **Nie uwzględniamy** jej w analizie, gdyż nic do niej nie wnosi. Tak samo **nie uwzględniamy korelacji** z **odmianą** mimo że **znajduje** się na **wykresie**. Robimy tak, ze względu że jej **liczby** tylko **informują** nas o **rodzaju odmiany winogron** i **nie** są **znaczące statystycznie**.

Korelacje dodatnie:

- **Alkohol** & **Popiół**: 0.21 – **słaba** korelacja
- **Alkohol** & **Flawonoidy**: 0.24 – **słaba** korelacja
- **Alkohol** & **Intensywność Koloru**: 0.55 – **umiarkowana** korelacja
- **Kwas Jabłkowy** & **Intensywność Koloru**: 0.25 – **słaba** korelacja
- **Popiół** & **Intensywność Koloru**: 0.26 – **słaba** korelacja
- **Flawonoidy** & **Absorbancja**: 0.79 – **mocna** korelacja

Korelacje ujemne:

- **Kwas Jabłkowy** & **Flawonoidy:** -0.41 – **umiarkowana** korelacja
- **Kwas Jabłkowy** & **Absorbancja:** -0.37 – **słaba** korelacja
- **Intensywność Koloru** & **Absorbancja:** -0.43 – **umiarkowana** korelacja

Brak korelacji:

- **Alkohol** & **Kwas Jabłkowy**: 0.094
- **Alkohol** & **Absorbancja**: 0.072
- **Kwas Jabłkowy** & **Popiół**: 0.16
- **Popiół** & **Flawonoidy**: 0.12
- **Popiół** & **Absorbancja**: 0.0039
- **Flawonoidy** & **Intensywność Koloru**: -0.17

Analiza

Patrząc na **korelacje** zebrane powyżej możemy zauważyć kilka **istotnych zależności**.

Najsilniejsza dodatnia korelacja występuje między **flawonoidami** a **absorbancją**. Oznacza to, że gdy ilość flawonoidów **rośnie zazwyczaj** również **rośnie** absorbancja. Co ciekawe **pokrywa** się to z naszymi **podejrzeniami** z podpunktu **1**. W **praktyce** może to okazać się **użyteczne** - jeżeli **nie znamy** wartości **absorbancji**, ale **znamy** ilość **flawonoidów** to możemy z pewnym **przybliżeniem** oszacować **absorbancję**.

Dodatkowo widzimy że **ilość alkoholu** jest **umiarkowanie** i **dodatnio** skorelowana z **intensywnością koloru**, co oznacza że wina o **wyższej zawartości alkoholu** mają **zazwyczaj intensywniejsze kolory**. Warto mieć to na **uwadze** przy wyborze wina. Również wino o **wysokiej zawartości alkoholu**, ale o **mało intensywnym kolorze** może być **trudniejsze** do znalezienia.

Spójrzmy jeszcze na **umiarkowaną ujemną** korelacje **kwasu jabłkowego** i **flawonoidów**. Sugeruje to, że gdy zostanie wybrane wino z **większą** ilością **kwasu jabłkowego może** wiązać się to ze **spadkiem flawonoidów**. Ponieważ **flawonoidy** są **dodatnio** skorelowane z **absorbancją**, to ta zmiana będzie też miała **wpływ** na **absorbancję**. Więc zmiana tego **jednego parametru** może mieć konsekwencje dla **innych właściwości** wina. Jednak należy pamiętać że nie oznacza to **bezpośredniego związku przyczynowego**.

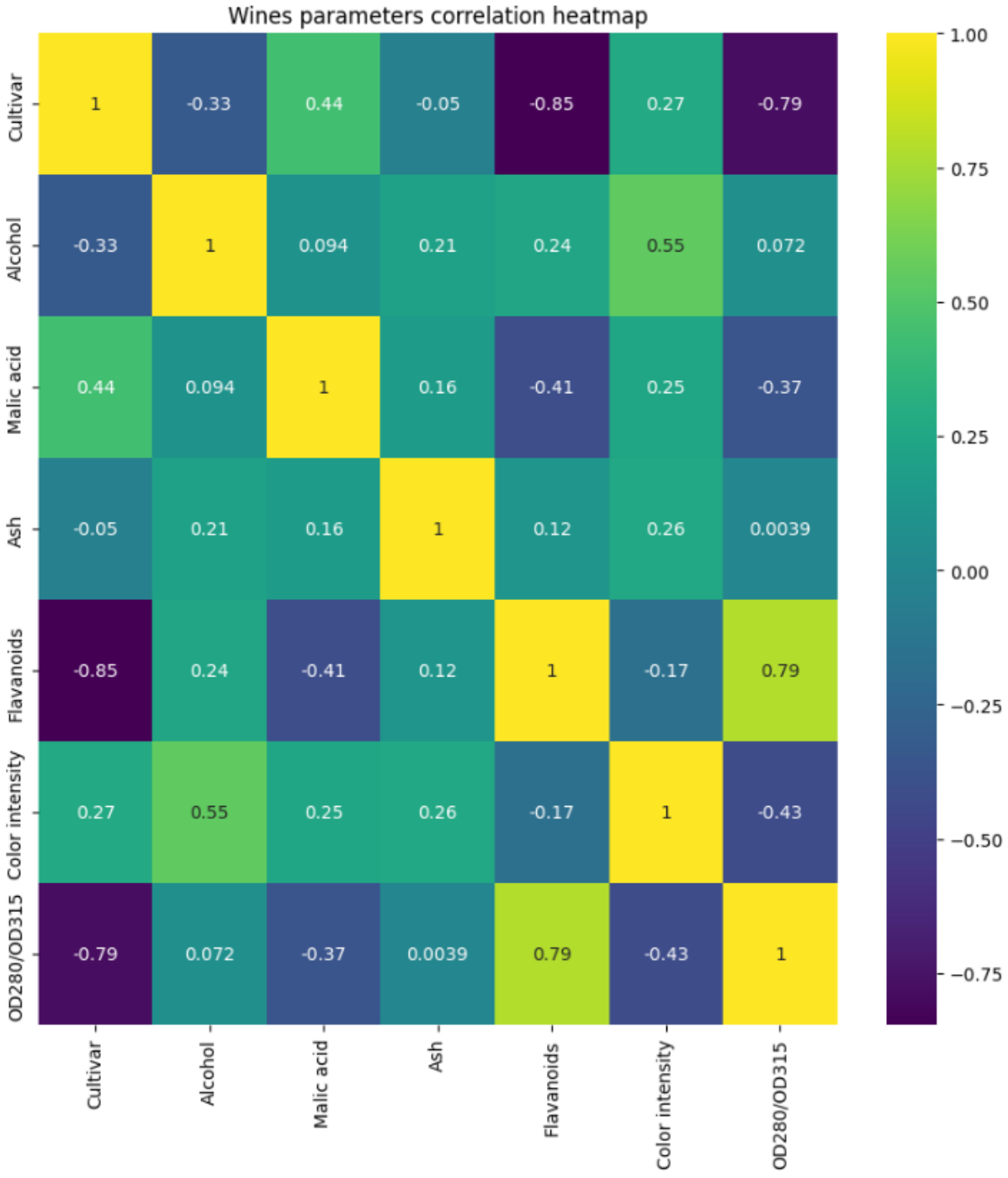
Podobną zależność zauważamy dla **Intensywności koloru** a **absorbancją**. Również jest to korelacja **ujemna umiarkowana**, i tak samo jak dla **kwasu jabłkowego** i **flawonoidów** obserwujemy jak **jedna właściwość** może wpływać na **inne**, w tym wypadku **flawonoidy**.

Pozostałe **połączenia parametrów** mają korelacje **słabe** lub **nieistotne statystycznie**, **nie oznacza** to że **nie istnieją** między nimi jakieś **zależności**, jednak ich **wpływ** jest **mniejszy** niż w przypadkach **wymienionych wyżej**. W takim wypadku przy **wyborze win** warto skupić się tych **parametrach** które wskazują **silniejsze korelacje**.

Korelacja w postaci tabeli

	Cultivar	Alcohol	Malic acid	Ash	Flavanoids	Color intensity	OD280/OD315
Cultivar	1.000000	-0.328222	0.437776	-0.049643	-0.847498	0.265668	-0.788230
Alcohol	-0.328222	1.000000	0.094397	0.211545	0.236815	0.546364	0.072343
Malic acid	0.437776	0.094397	1.000000	0.164045	-0.411007	0.248985	-0.368710
Ash	-0.049643	0.211545	0.164045	1.000000	0.115077	0.258887	0.003911
Flavanoids	-0.847498	0.236815	-0.411007	0.115077	1.000000	-0.172379	0.787194
Color intensity	0.265668	0.546364	0.248985	0.258887	-0.172379	1.000000	-0.428815
OD280/OD315	-0.788230	0.072343	-0.368710	0.003911	0.787194	-0.428815	1.000000

Wizualizacja tabeli jako heatmapa



3. Jakie związki między parametrami win możemy zaobserwować, z uwzględnieniem kierunku i siły relacji dla całości zestawu danych oraz dla win poszczególnych odmian?

Cały zestaw danych.

Skorzystamy z **pairplot** z dodatkową **prostą regresji**, która wskaże nam **kierunek**:

- Prosta regresji skierowana w **górę** -> korelacja **dodatnia**
- Prosta regresji skierowana w **dół** -> korelacja **ujemna**
- Prosta regresji przypominająca prostą **poziomą** -> **brak** korelacji

Oraz **siłę** korelacji:

- Bardziej **stroma** prosta regresji -> **duża** siła korelacji
- Mniej **stroma** prosta regresji -> **mała** siła korelacji / **brak** korelacji

Proste regresji wykorzystamy również do **porównania trendów** między **całym** zestawem danych a danymi z **podziałem** na **odmiany**.

Całość danych:

- **Alkohol**:
  - **Dodatnia słaba** korelacja z **Popiołem** oraz **Flawonoidami**
  - **Dodatnia umiarkowana** korelacja z **Intensywnością Koloru**
  - **Brak** korelacji z **Kwasem Jabłkowym** oraz **Absorbancją**
- **Kwas Jabłkowy:**
  - **Dodatnia słaba** korelacja z **Intensywnością Koloru**
  - **Ujemna słaba** / **umiarkowana** korelacja z **Flawonoidami** oraz **Absorbancją**
  - **Brak** korelacji z **Popiołem**
- **Popiół**:
  - **Dodatnia słaba** korelacja z **Intensywnością Koloru**
  - **Brak** korelacji z **Flawonoidami** oraz **Absorbancją**
- **Flawonoidy**:
  - **Dodatnia mocna** korelacja z **Absorbancją**
  - **Brak** korelacji z **Intensywnością Koloru**
- **Intensywność Koloru:**
  - **Ujemna umiarkowana** korelacja z **Absorbancją**

Analiza

Po zbadaniu **wizualizacji** można wyciągnąć następujące **wnioski**.

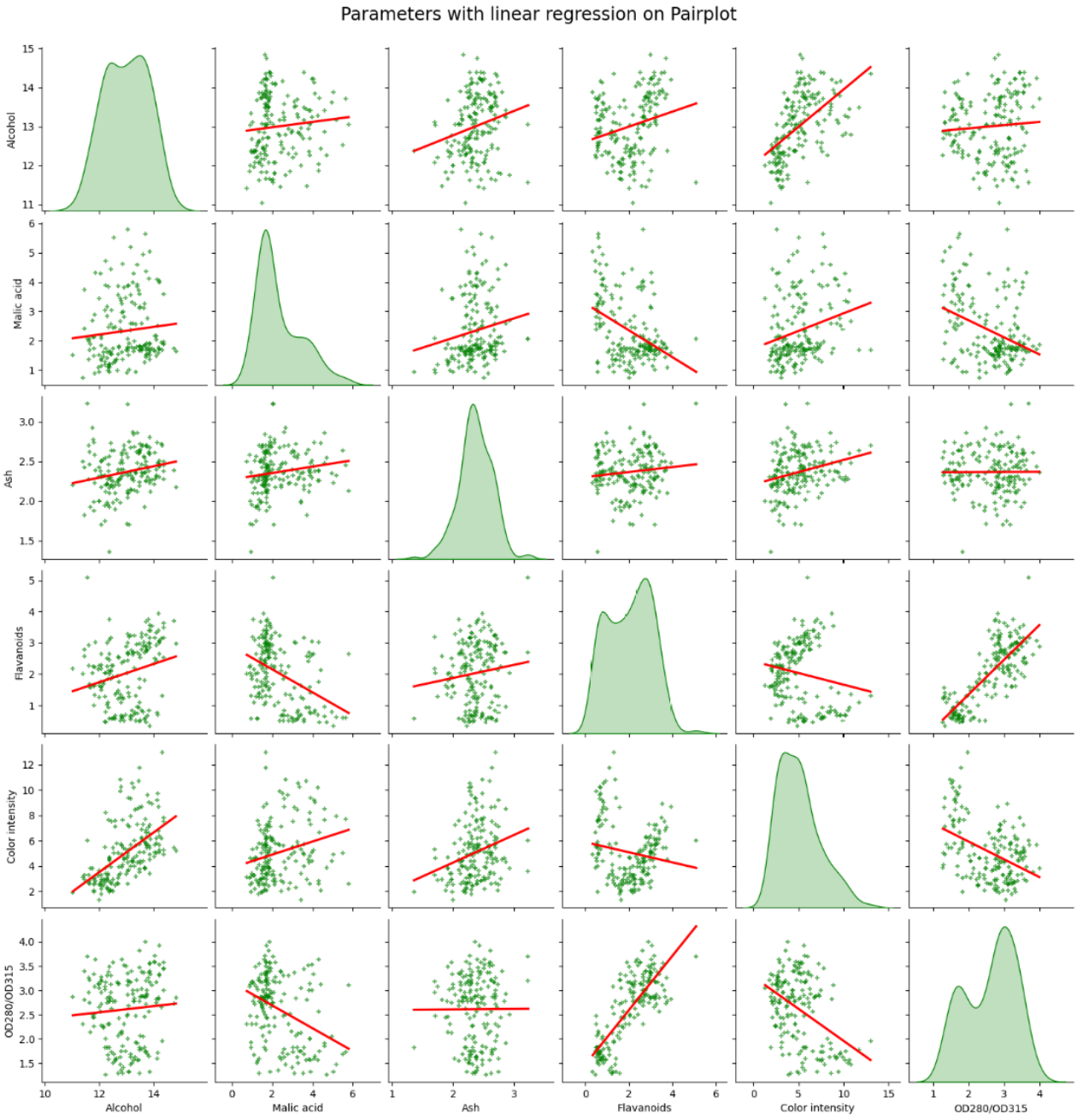
Dla **alkoholu potwierdzają** się korelacje analizowane w podpunkcie **drugim**. W szczególności wykres **liniowej regresji** dla **intensywności koloru** pokazuje **umiarkowaną dodatnią** zależność. Prosta regresji jest zauważalnie **dodatnie nachylona**.

Tak samo potwierdzają się **wyniki** dla **kwasu jabłkowego**, chociaż tutaj można zauważyć że **korelacja** z **absorbancją** i **flawonoidami** jest **ujemna** i **słaba** / **umiarkowana**. Jednak to też **pokrywa się** z wynikami z **podpunktu wyżej** ze względu na to, że wartości te występują na **pograniczu przedziałów** które ustaliliśmy wcześnie. Proste regresji mają **zauważalne nachylenie** w **dół**.

Dla **popiołu** wyniki **pokrywają** się w całości z **wcześniejszymi wnioskami** i bardzo dobrze można to **zauważyć** na **wykresach**.

Flawonoidy są **mocno** skorelowane z **absorbancją** co widoczne jest na **wykresie**, **prosta regresji** jest **stroma** i skierowana w **górę** co wskazuje na **silną liniową zależność** między tymi **cechami**. Dodatkowo zauważamy że korelacja z **intensywnością koloru** jest **ujemna** jednak wydaje się **słaba** – **nachylenie** prostej regresji jest **niewielkie**.

Intensywność koloru wskazuje **umiarkowaną** i **ujemną** korelacje z **absorbancją**, prosta regresji skierowana jest w **dół** a **nachylenie** wskazuje już na korelację **umiarkowaną**.



Zestaw danych z podziałem na odmiany.

Dla wykresów **pairplot** z dodatkowym podziałem na **odmiany** pojawią się dodatkowe **linie regresji** (łącznie 3) oraz punkty odpowiadające **odmianom**.

Gdy **prosta regresji** danej **odmiany** będzie **pokrywać** się z prostą regresji dla **całości danych,** czyli jej kierunek i siła będą się mniej więcej zgadzać to, możemy stwierdzić, że **trendy** są **takie same**, w przeciwnym wypadku będą się **różnić**.

Dane z podziałem na odmiany:

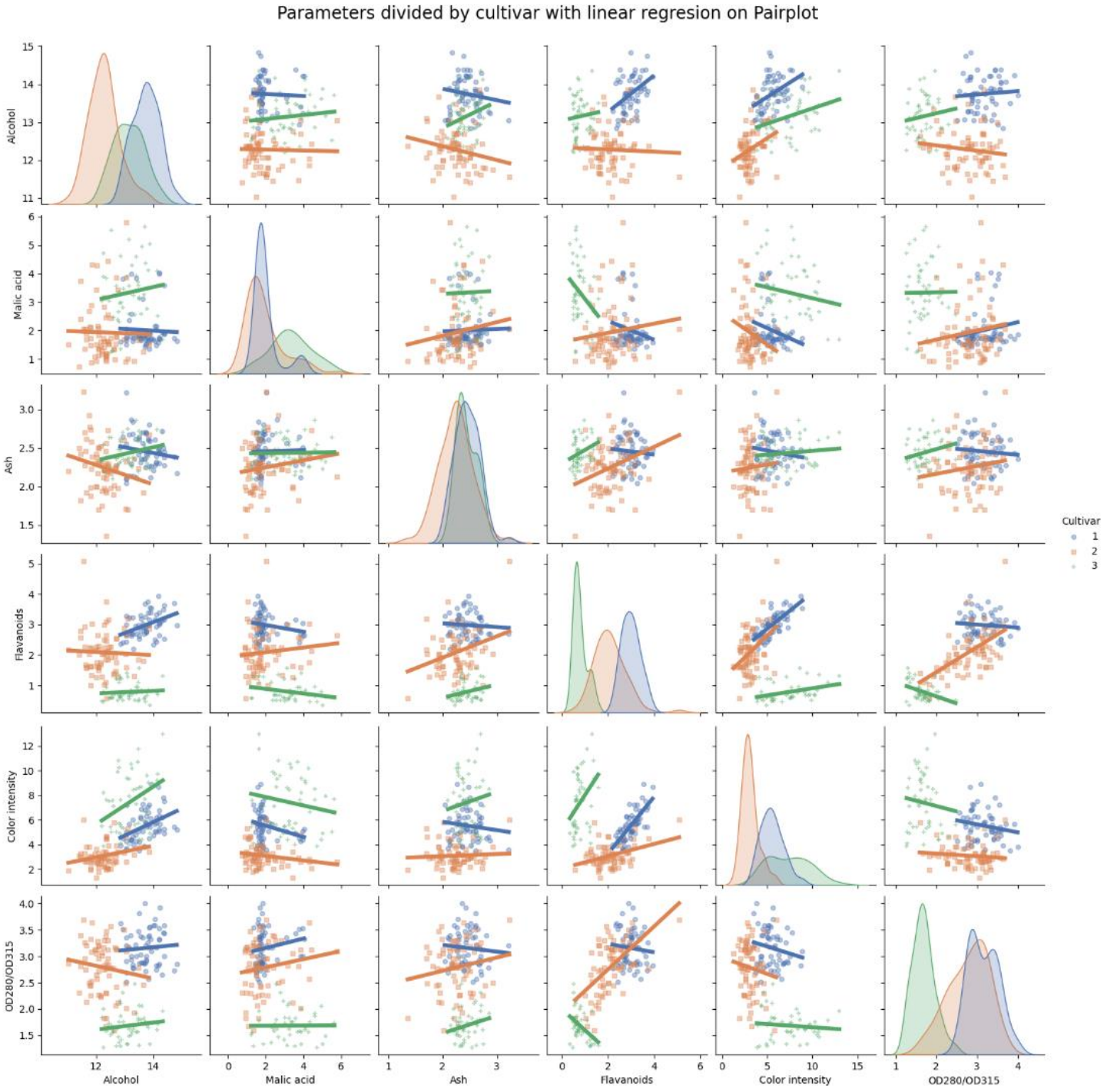
- **Alkohol**:
  - **Kwas Jabłkowy** => **Brak** korelacji dla odmian 1,2,3
    - 3 trend **taki sam**; 1,2 trend **delikatnie inny**
  - **Popiół** => **Brak** / **ujemna słaba** korelacja dla odmian 1,2; **dodatnia słaba** / **umiarkowana** korelacja dla odmiany 3
    - 1,2 trend **inny**; dla 3 trend **taki sam**.
  - **Flawonoidy** => **Brak** korelacji dla odmiany 2; **brak** / **słaba dodatnia** dla odmiany 3; **słaba dodatnia** dla odmiany 1
    - 1,3 trend **taki sam,** przy czym 1 **większa siła** relacji**;** dla 2 trend **inny**
  - **Intensywność Koloru** => **Słaba** / **umiarkowana dodatnia** korelacja dla odmian 1,2,3
    - 1,2,3 trend **taki sam,** przy czym **delikatnie mniejsza siła** relacji
  - **Absorbancja** => **Brak / słaba dodatnia** dla odmian 1,3; **Brak / słaba ujemna** dla odmiany 2
    - 1,3 trend **taki sam**; 2 trend **inny**
- **Kwas Jabłkowy**:
  - **Popiół** => **Brak** korelacji dla odmian 1,3; **Brak** / **słaba dodatnia** dla odmiany 2
    - 1,2,3 trend **taki sam**
  - **Flawonoidy** => **Brak** / **słaba ujemna** korelacja dla odmiany 1; **Brak / słaba dodatnia** korelacja dla odmiany 2; **Umiarkowana ujemna** korelacja dla odmiany 3
    - 1,3 trend **taki sam,** przy czym 3 **większa siła** relacji; dla 2 trend **inny**
  - **Intensywność Koloru** => **Słaba** ujemna korelacja dla odmian 1,2,3
    - 1,2,3 trend **inny**
  - **Absorbancja** => **Brak** korelacji dla odmian 1,2,3
    - 1,2,3 trend **inny**
- **Popiół:**
  - **Flawonoidy** => **Brak** korelacji dla odmiany 1; **Słaba / umiarkowana dodatnia** korelacja dla odmian 2,3
    - 1 trend **inny** ; 2,3 trend **taki sam**, przy czym mają **większą siłę** relacji
  - **Intensywność Koloru** => **Brak / słaba ujemna** korelacja dla odmiany 1; **Brak / słaba dodatnia** korelacja dla odmian 2,3
    - 1 trend **inny**; 2,3 trend **taki sam**, przy czym mają **mniejszą siłę** relacji
  - **Absorbancja** => **Brak** korelacji dla odmiany 1; **Brak / słaba dodatnia** korelacja dla odmian 2,3
    - 1 trend **delikatnie inny**; 2,3 trend **taki sam**
- **Flawonoidy**:
  - **Intensywność Koloru** => **Umiarkowana / mocna dodatnia** korelacja dla odmian 1,2; **Brak / słaba dodatnia** korelacja dla odmiany 3
    - 1,2 3 trend **inny**
  - **Absorbancja** => **Brak / Słaba ujemna** korelacja dla odmian 1,3; **Umiarkowana / mocna dodatnia** korelacja dla odmiany 2
    - 1,3 trend **inny**; 2 trend **taki sam**
- **Intensywność Koloru:**
  - **Absorbancja => Brak** korelacji z odmianami 1,2,3
    - 1,2,3 trend **taki sam**, przy czym **mniejsza siła** relacji

Analiza

Ilość danych powyżej jest duża dlatego **skupimy się** na **trendach** i tym co możemy dzięki temu **zauważyć** i na co **uważać**.

Ważne jest tutaj co **oznacz** dla nas że trend jest **taki sam** albo **podobny** a co oznacza, że trend jest **inny**. Gdy trendy są **podobne** to możemy do analizowania korelacji korzystać z **prostej regresji** wygenerowanej na podstawie **całości danych bez** podziału na **odmiany** i nasz **wynik** będzie mocno **przybliżony** do wyniku z **podziału** na **odmiany**. Natomiast gdy trendy są **inne** możemy zrobić **bardzo duży błąd** w analizie jeżeli skorzystamy z **trendów ogólnych** a mamy zbadać korelację dla **danej odmiany** która akurat **nie pokrywa** się z nimi. Możemy np. stwierdzić , że **korelacja** jest **dodatnia** i to **umiarkowana** ale dla tej danej **odmiany** może ona być **ujemna** co skutkować może zupełnie **źle** przeanalizowanymi **parametrami**, dlatego jest to tak **ważne**.

Podsumowując musimy zdecydować kiedy **bardziej opłaca** nam się zastosować **korelację ogólną** a kiedy musimy **rozdzielić** ją na **poszczególne odmiany**, dlatego właśnie **powyższe obserwacje** są kluczowe dla **poprawnej analizy**.



Bibliografia:

Źródło danych:

Aeberhard S., Forina M. LeardiR.; Wine; DOI:10.24432/C5PC7J; https://archive.ics.uci.edu/dataset/109/wine

Biblioteki:

https://pandas.pydata.org/

https://numpy.org/

https://seaborn.pydata.org/

https://matplotlib.org/

https://scipy.org/

Użyte funkcje:

https://pandas.pydata.org/docs/reference/api/pandas.read_csv.html

https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.subplots.html

https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.boxplot.html

https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.show.html

https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.stripplot.html

https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.pairplot.html

https://pandas.pydata.org/docs/reference/api/pandas.DataFrame.corr.html

https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.heatmap.html