

# Prace domowe 3+4

Mateusz Krzyziński

Mikołaj Spytek

Artur Żółkowski

01.11.2020

Dobra grafika statystyczna powinna pokazywać informację zawartą w danych liczbowych. Powinna to robić w taki sposób, by łatwo było odczytać i zrozumieć związek pomiędzy informacją a danymi. Obrazować, jak duże są pewne wielkości, jak ryzykowne są pewne rozwiązania, jak wyglądają zależności pomiędzy zjawiskami. Aby przekaz był zgodny z zamierzeniami, musimy być świadomi sposobu, w jaki nasz mózg postrzega liczby i zależności, w jaki sposób myśli o danych i w jakich sytuacjach postrzeganie liczb lub zależności może być zniekształcone.

— Przemysław Biecek, *Odkrywać! Ujawniać! Objaśniać! Zbiór esejów o sztuce prezentowania danych. Percepcja danych*

## Wprowadzenie

Celem tej pracy było sprawdzenie, w jaki sposób postrzegane i odbierane są dane prezentowane na wykresach. Przygotowaliśmy trzy eksperymenty, sprawdzające występowanie pewnych problemów z odczytywaniem informacji z wizualizacji. Każdy z eksperymentów dotyczył błędów związanych z istotnie różnymi poziomami projektowania wykresów:

- graficzny - wpływ użycia różnych kształtów,
- estetyczny - wpływ użycia różnych rodzajów tego samego typu wykresu,
- najbardziej ogólny - wpływ użycia różnych typów wykresów, w tym wykresów zaawansowanych.

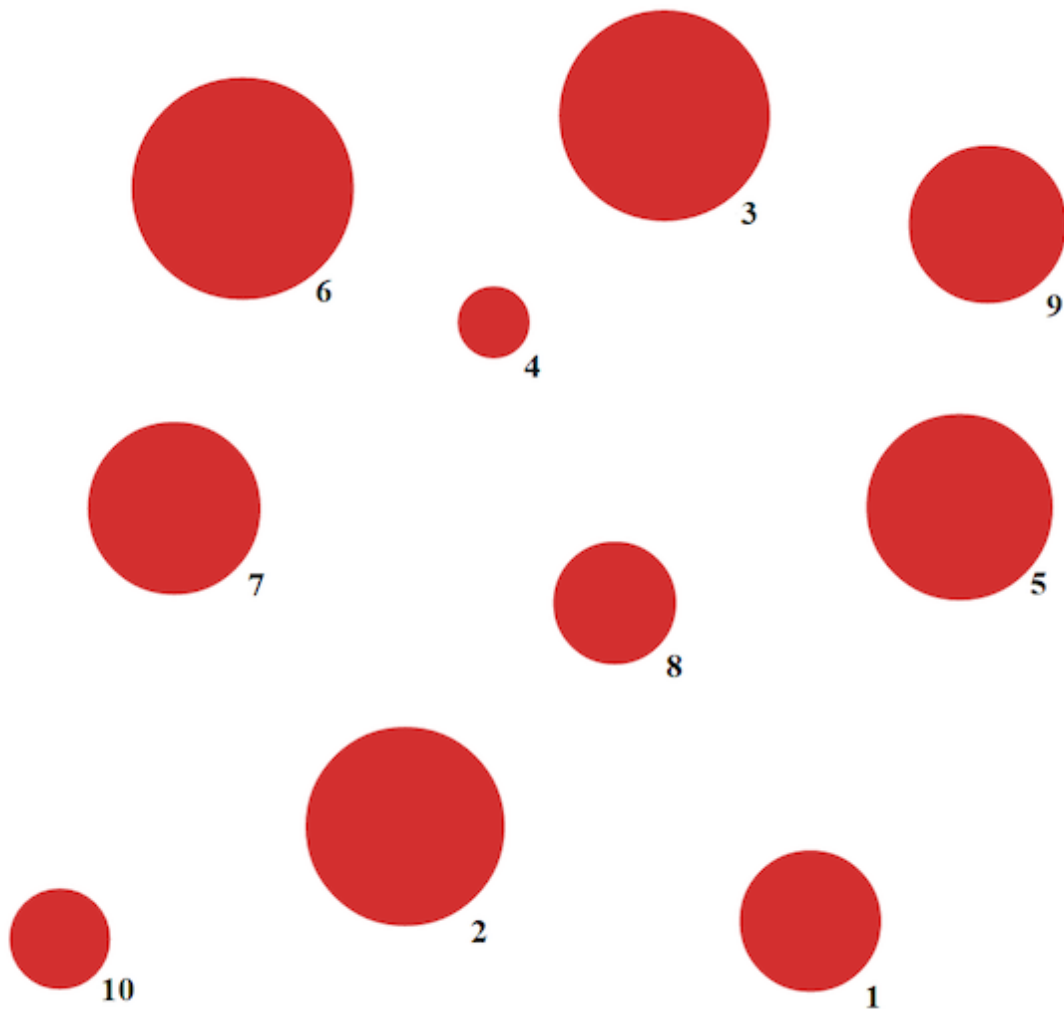
Grupą badawczą byli studenci (nie tylko kierunków technicznych). Badanie przeprowadziliśmy w formie ankiety internetowej dostępnej pod **linkiem**.

W nieniejszym raporcie zaprezentujemy kolejno poszczególne eksperymenty składające się z kilku części oraz ich wyniki i ciekawe obserwacje oraz wnioski.

## **Eksperyment 1**

W tym eksperymencie skupiliśmy się głównie na tym, jak ludzie postrzegają pole powierzchni i jakie problemy może to generować przy wizualizacji danych.

### **Część A - Porównywanie powierzchni losowo rozmieszczonych kół**



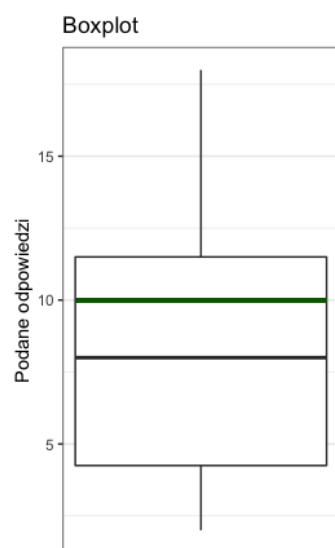
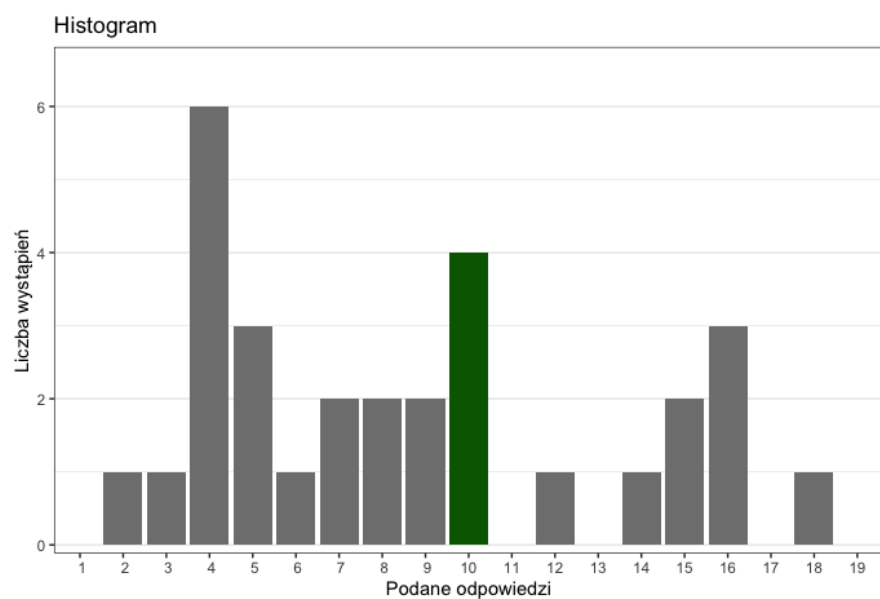
W tej części sprawdziliśmy jak ludzie radzą sobie z odczytywaniem względnych rozmiarów kół, które nie mają wspólnego położenia. Poprosiliśmy między innymi o to, żeby ludzie wskazali największe spośród narysowanych kół. Nawet na tak proste pytanie poprawnie odpowiedziało tylko 93% ankietowanych. Trzecie największe koło potrafiło wskazać już tylko 83% wypełniających ankietę.

Poprosiliśmy też o to, aby ludzie porównali ze sobą koło nr 2 i koło nr 1, pytając ile razy to mniejsze zmieści się w większym. Poprawnej odpowiedzi (dwukrotnie większe) udzieliło tylko 2/3 osób, a średnia z tych odpowiedzi wynosiła 2,1.

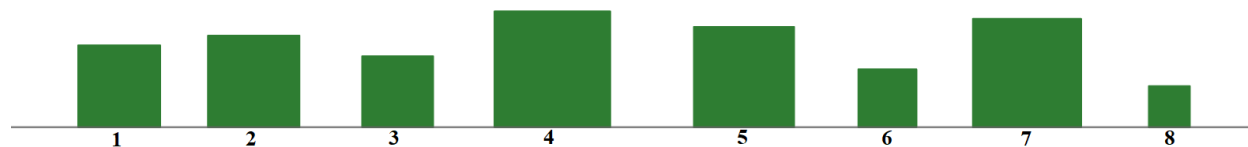
Najciekawsze okazało się jednak oszacowanie stosunku powierzchni koła największego do najmniejszego. W rzeczywistości było to 10, prawidłowo zauważyło to tylko 13% wypełniających, a rozstrzał odpowiedzi

był ogromny - od 2 do 18, co jest pokazane na poniższym wykresie - zielonym kolorem oznaczyliśmy poprawną odpowiedź.

Ile razy największe z powyższych kół jest większe niż najmniejsze z powyższych kół?



## Część B - Porównywanie powierzchni figur rozmieszczonych na wspólnej prostej



Chcieliśmy sprawdzić, czy subiektywne odbieranie powierzchni poprawi się, jeżeli kształty umieścimy na jednej osi. W ten sposób ułatwiliśmy porównanie między sobą przynajmniej długości boku kwadratów.

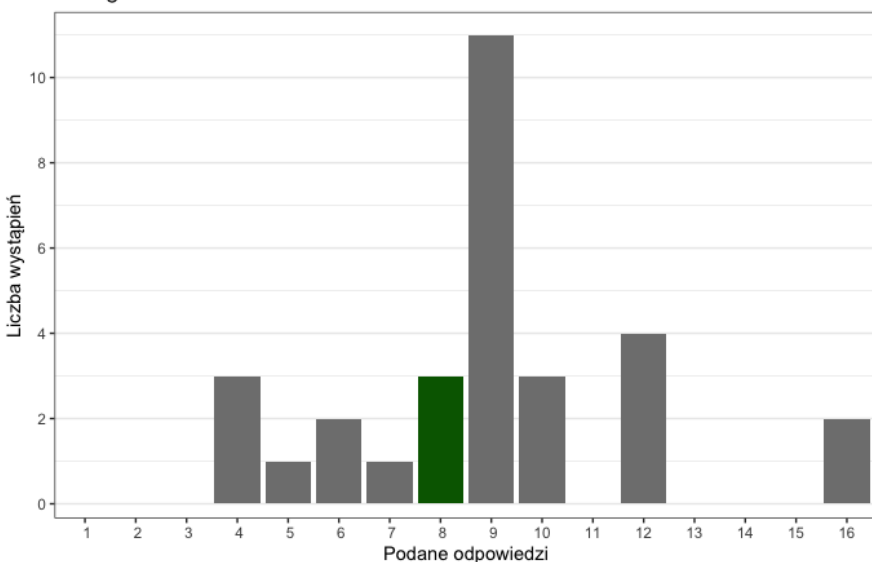
W pierwszych dwóch pytaniach odbiór rzeczywiście poprawił się. Największy kwadrat wskazało już 96% ankietowanych, a trzeci największy 90%.

Jednak poprawność porównywania powierzchni poszczególnych kwadratów, nie podniosła się zbyt wiele. Na pytanie czy suma powierzchni kwadratów 1 i 3 jest większa od pola kwadratu 5 poprawnie odpowiedziało tylko 2/3 wypełniających ankietę.

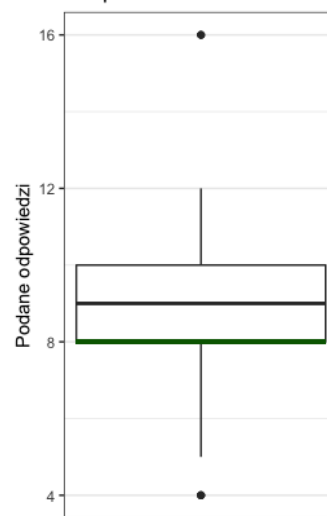
Nie poprawiła się również umiejętność szacowania stosunku pola figury największej do najmniejszej. Tylko 10% osób poprawnie oszacowało tę wartość. Znacznie częściej wybierano odpowiedź 9 (być może dlatego, że w wyobraźni łatwiej podzielić kwadrat na 9 równych kawałków niż na 8?). Rozkład odpowiedzi na to pytanie też był znaczący - zielonym kolorem oznaczyliśmy poprawną odpowiedź.

Ile razy powierzchnia najmniejszego kwadratu zmieściłaby się, Twoim zdaniem, w największym kwadracie?

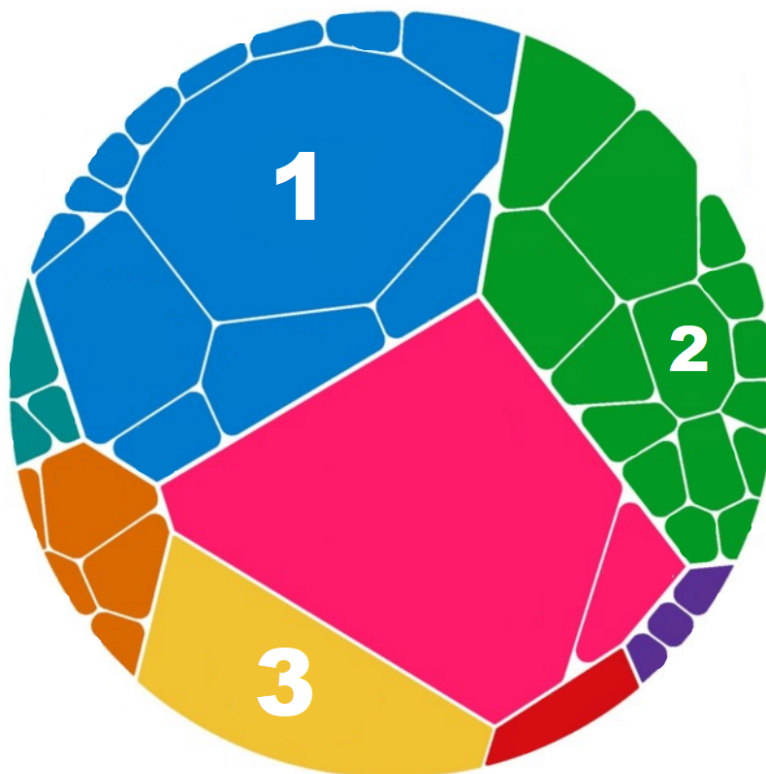
Histogram



Boxplot



## Część C - Porównywanie powierzchni figur o nieregularnym kształcie

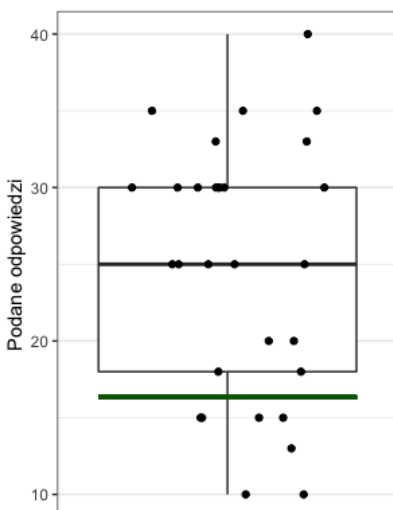


Korzystając z wykresu, który mieliśmy już okazję zobaczyć na laboratoriach chcieliśmy sprawdzić, czy potrafimy też szacować powierzchnię kształtów bardziej złożonych niż koła czy kwadraty.

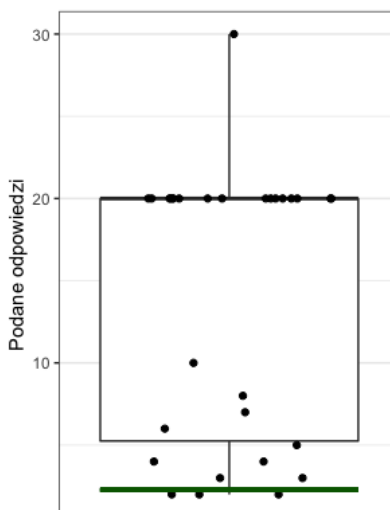
Wybraliśmy trzy części które oznaczyliśmy cyframi (1, 2, 3), odpowiednio o udziale procentowym (16,34%; 2,28%; 9,8%). A ankietowani udzielili następujących odpowiedzi (zielonym kolorem oznaczyliśmy poprawne odpowiedzi):

Jaki procent całego kształtu stanowi Twoim zdaniem część oznaczona...

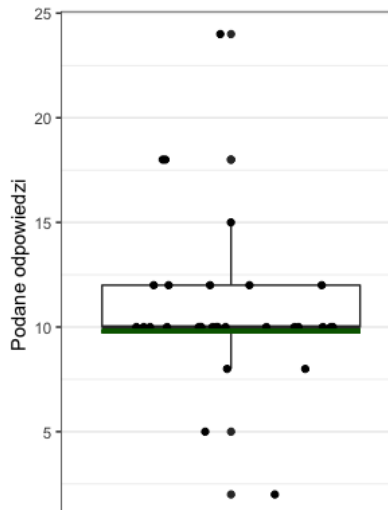
numerem 1?



numerem 2?



numerem 3?



Kształt niebieski w miarę poprawnie odczytało jedynie 13% osób wypełniających ankietę. Całkiem duża część znacznie zawyżyła wynik, szacując, że jest to aż 30% - prawie dwukrotnie więcej.

Z kształtem zielonym ludzie mieli jeszcze większy problem. Być może niewidoczne były białe linie oddzielające od siebie poszczególne zielone kawałki, ale aż 50% ankietowanych zaznaczyło, że małe kształt o powierzchni ok. 3% ma powierzchnię aż 20%.

Pole kształtu trzeciego zostało oszacowane najlepiej.

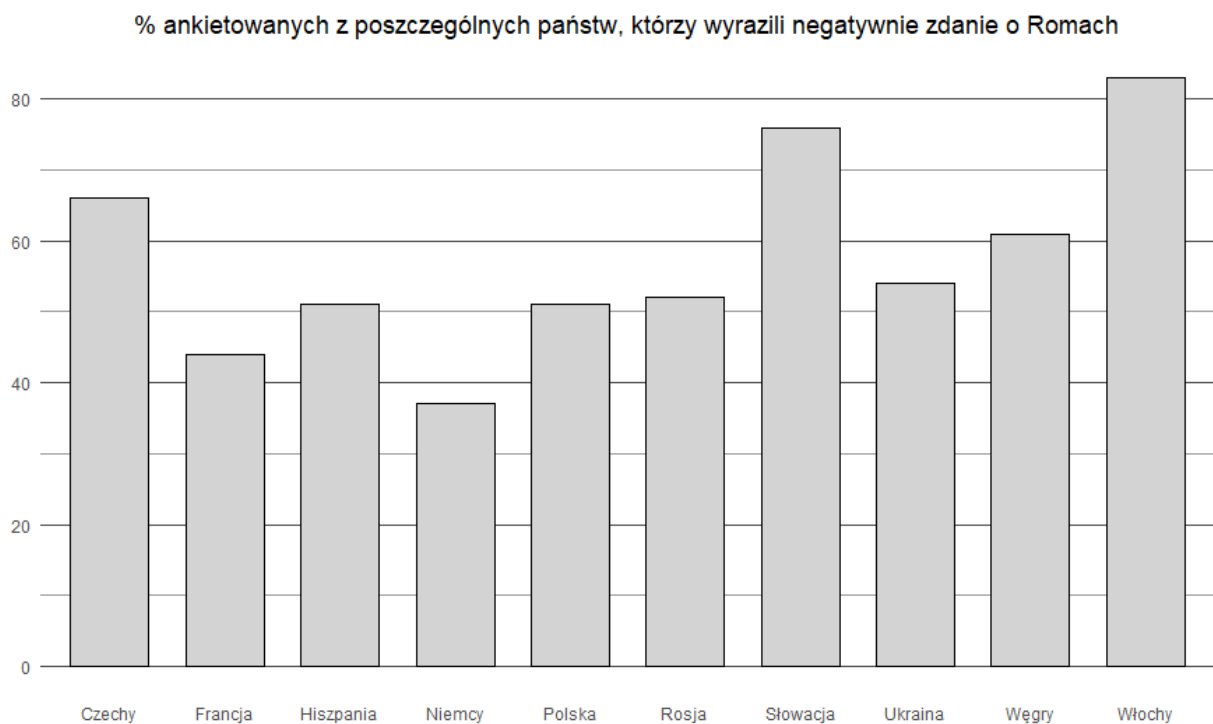
## **Wnioski**

Z tego eksperymentu dowiedzieliśmy się przede wszystkim, że ludzie źle oceniają powierzchnię. Być może uda im się znaleźć kształt największy czy najmniejszy, jeśli wszystkich jest niewiele. Ale już takie operacje jak porównywanie wielkości, czy też szacowanie stosunku pól nie jest łatwo osiągalne dla większości.

## Eksperyment 2

W tym eksperymencie sprawdziliśmy, jak dwie wersje tego samego wykresu wpływają na odbiór i poprawność odczytania danych.

### Część A - Odczytywanie danych z klasycznego wykresu słupkowego



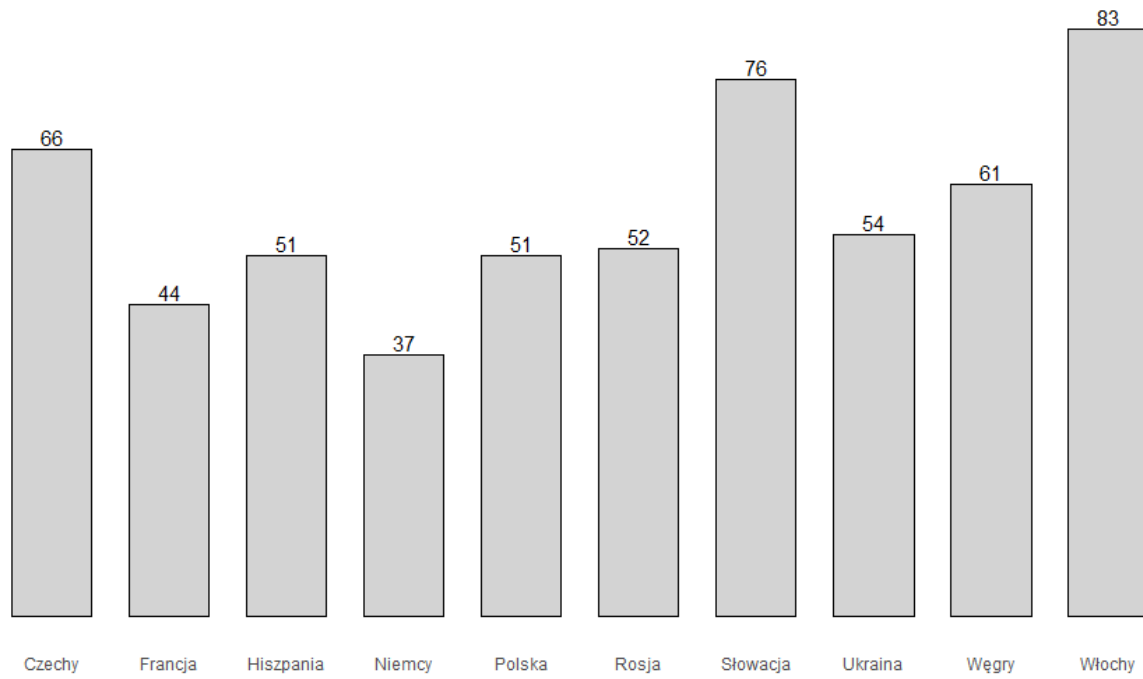
Zadaliśmy pytania odnośnie odczytania z wykresu wartości procentowych dla Czech, Słowacji i Włoch.

W przypadku Czech 46,7% ankietowanych wskazało poprawną odpowiedź, 33,3% podało o jeden punkt procentowy więcej. Nie podano odpowiedzi różniących się o więcej niż 2 punkty procentowe.

Co ciekawe odczyty danych dla Słowacji były widocznie inne. Mimo, że odległości do linii pomocniczych były dokładnie takie same, tym razem 56,7% ankietowanych odpowiedziało poprawnie.

Z kolei znaczną część odpowiedzi dla Włoch (33,3%), gdzie słupek był ponad ostatnią linią pomocniczą, stanowiły odczyty o 1 punkt procentowy mniejsze, na co mogło wpływać brak kolejnej linii i zaniżanie wartości. Prawidłowość odczytu w tym przypadku wynosiła 46,7%.

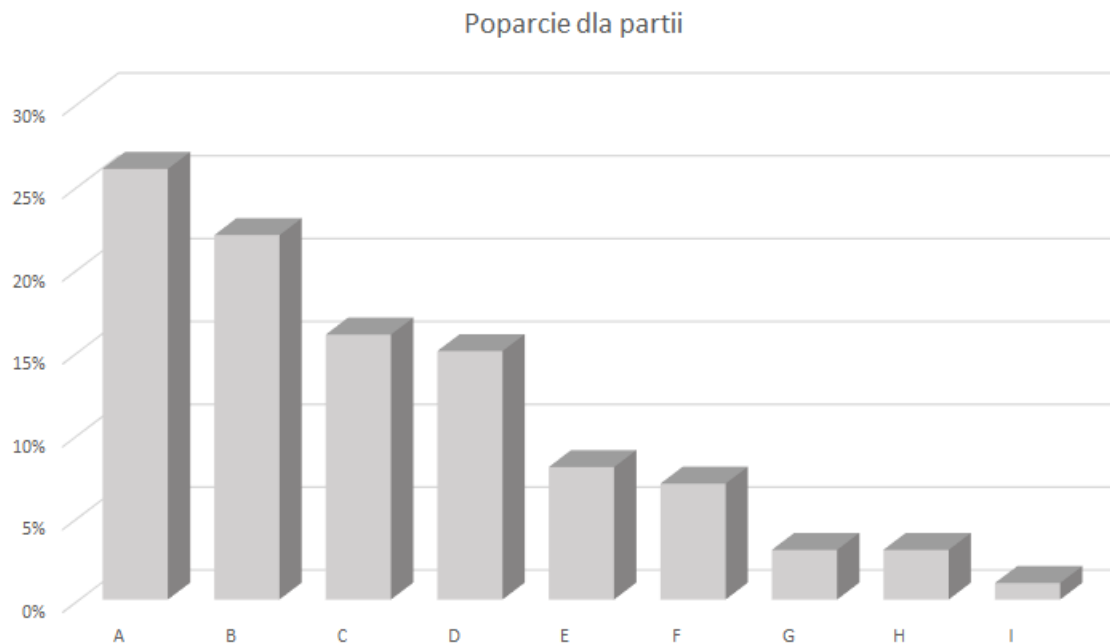
% ankietowanych z poszczególnych państw, którzy wyrazili negatywne zdanie o Romach



Następnie przedstawiliśmy ankietowanym inną wersję tego samego wykresu (bez linii pomocniczych, a z dodanymi etykietami słupków) i zadaliśmy pytanie o to, który wykres uważają za lepszy. 56,7% ankietowanych wskazało wykres z etykietami.



## Część B - Odczytywanie danych z wykresu słupkowego 3D

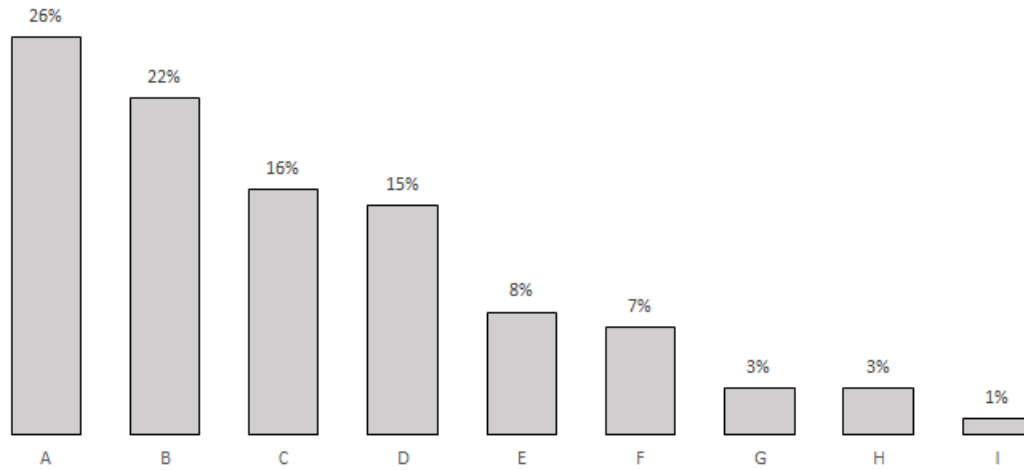


Chcieliśmy również sprawdzić, jak ludzie radzą sobie z dokładnością odczytywanych danych z wykresu słupkowego 3D. Poprosiliśmy ankietowanych, aby odczytali wartości dla partii A, B i D.

W przypadku partii A tylko 6,7% odpowiedziało poprawnie, reszta podała odpowiedź o 1 punkt procentowy mniejszą od poprawnej. Dla partii D żaden ankietowany nie odpowiedział poprawnie, padały nawet odpowiedzi znacząco odbiegające od stanu faktycznego. W obu przypadkach może to być spowodowane bliskością linii pomocniczej, ponieważ przechylenie kąta widzenia w poziomie może sprawiać wrażenie, że ta linia jest niżej niż w rzeczywistości.

W przypadku partii B, gdzie wynik był bardziej oddalony od linii pomocniczej 33,3% ankietowanych odpowiedziało poprawnie.

### Poparcie dla partii



Następnie przedstawiliśmy ankietowanym inną wersję tego samego wykresu (bez linii pomocniczych, w 2D, z dodanymi etykietami słupków) i zadaliśmy pytanie o to, który wykres uważają za lepszy. 80% ankietowanych wskazało na wykres 2D.

### Wnioski

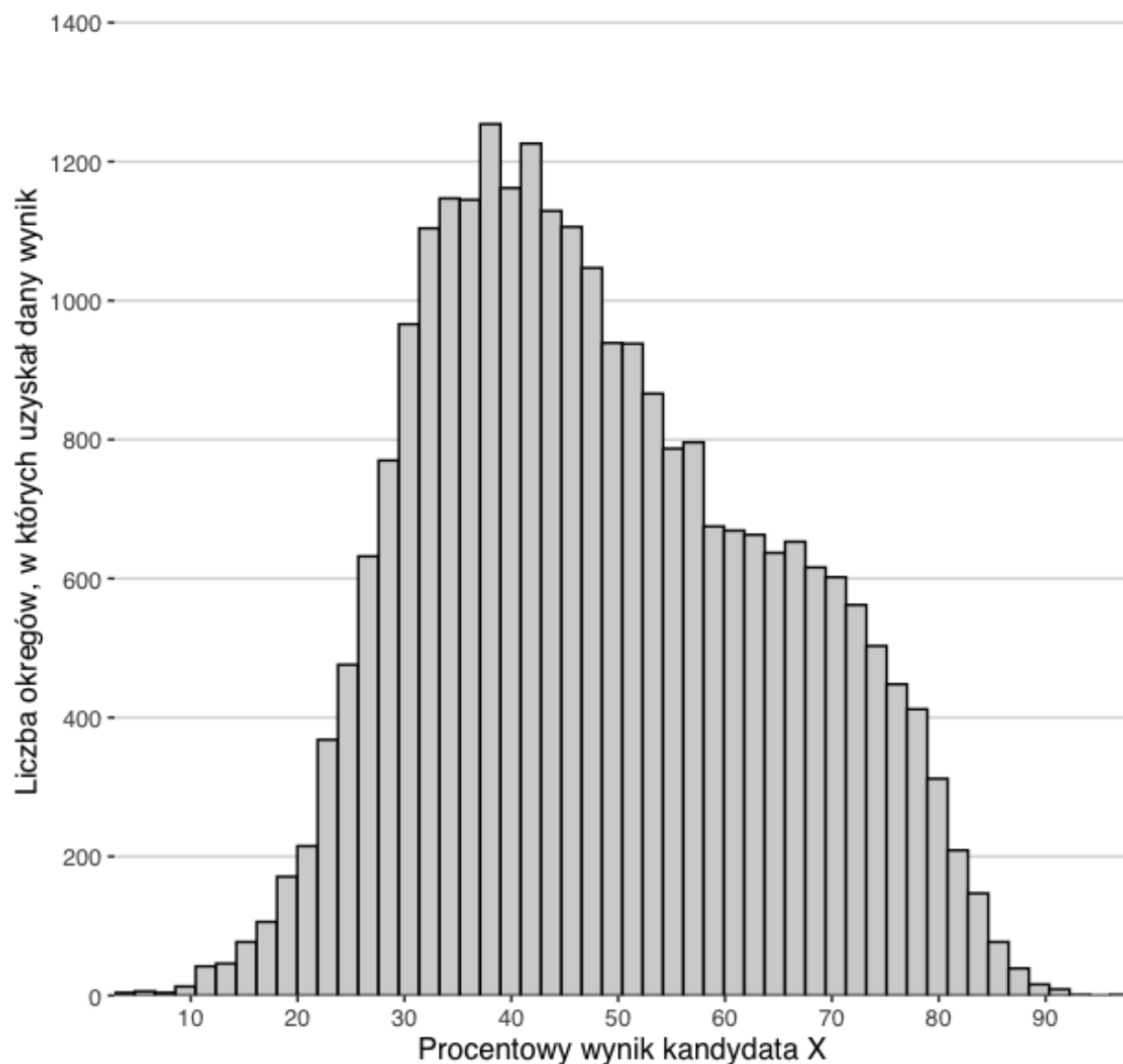
- Pierwsza część eksperymentu pokazała, że w przypadku względnie odległości od linii pomocniczych odczyt danych może być do pewnego stopnia losowy (znacząco inne wyniki w przypadku dwóch słupków tak samo oddalonych od linii pomocniczych, odpowiednio 66% i 76%). Z reguły jednak odpowiedzi są dokładne lub lekko odbiegają od prawidłowych.
- W przypadku wykresów 3D zmiana kąta nachylenia w pionie znacząco wpływa na odczyt danych.
- Ankietowani częściej wskazywali, że bardziej podoba im się wykres z etykietami (56,7%) oraz w zdecydowanej większości (80%), że wykres 2D jest lepszy od jego odpowiednika w 3D.

## **Eksperyment 3**

W tym eksperymencie zbadaliśmy umiejętności odczytywania danych z wykresów, które dla wielu ludzi są zaawansowane – mniej intuicyjne aniżeli typowe, często spotykane w mediach wizualizacje danych. Sprawdziliśmy, jak ankietowani poradzą sobie z odczytywaniem kwartyli z histogramu. Zbadaliśmy również, czy intuicyjne jest odczytywanie wykresów skrzynkowych, na których dane o kwartylach są przedstawione w niemalże jawny sposób. Analizując wyniki, należy wspomnieć, że 43,3% naszych ankietowanych przed wypełnieniem ankiety nie wiedziało, czym są kwartyle.

### **Część A - Odczytywanie histogramów**

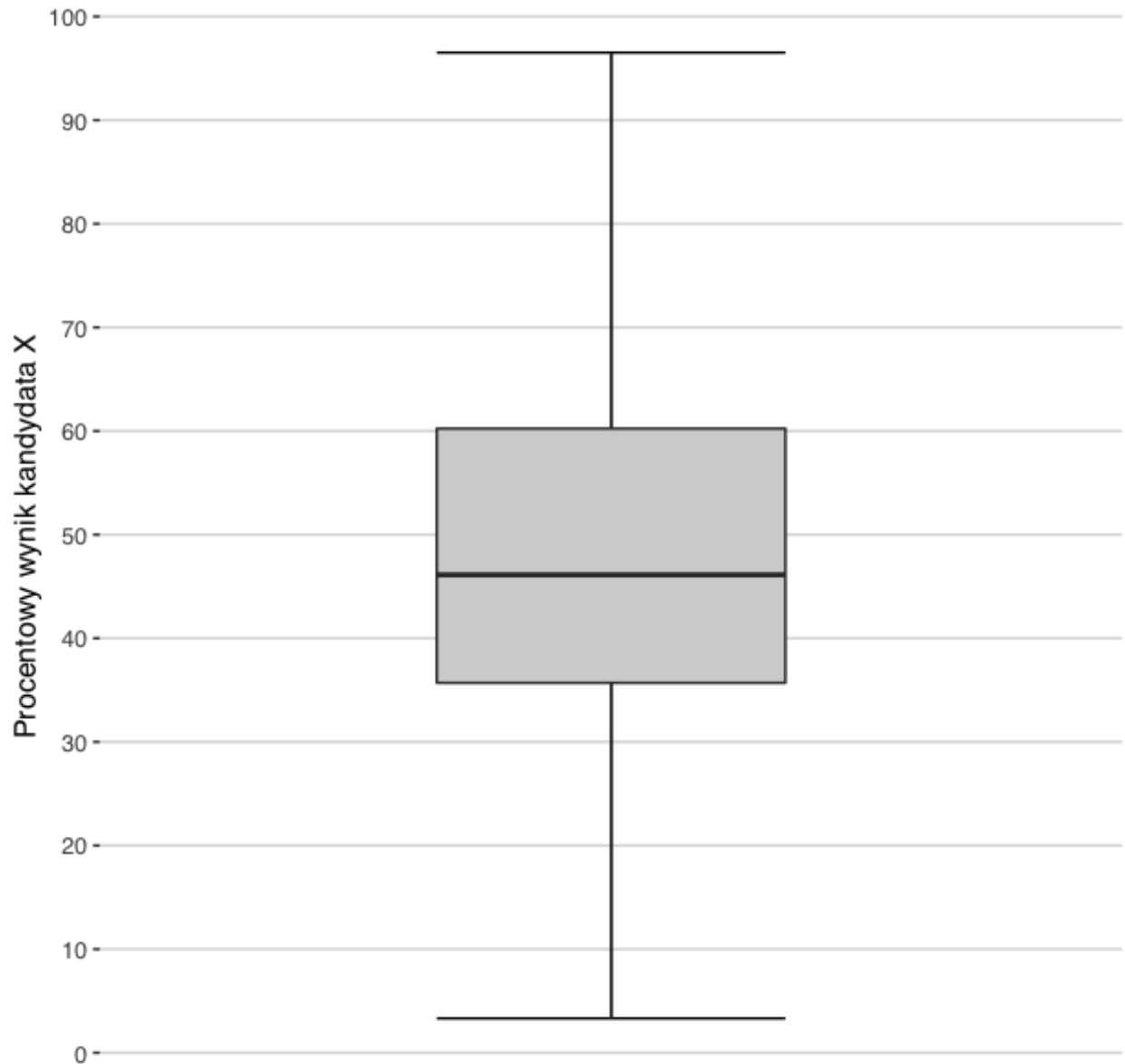
Zadaliśmy pytanie o odczytanie z histogramu wartości pierwszego, drugiego (mediany) i trzeciego kwartyla.



- Pierwszy kwartył dla podanego zbioru danych wynosi 35,70. Cztery osoby (13,33% ankietowanych) wskazały wynik 35, natomiast jedna (3,33%) wskazała wynik 36. Najwięcej – 9 osób (30% ankietowanych) odpowiedziało, że pierwszy kwartył to 30, co wskazuje na silną skłonność do zaokrągleń przy odczytywaniu wykresów. Co ciekawe, aż 10 osób (1/3 ankietowanych) nie odpowiedziało na to pytanie lub podała liczbę z przedziału wykraczającego poza możliwe odpowiedzi (np. odczytując liczebność dla wartości 25 na osi x czy odczytując przybliżoną wartość trzeciego kwartyłu).
- Drugi kwartył, czyli mediana dla podanego zbioru danych wynosi 46,12. Jedna osoba wskazała wynik 46, natomiast pięć osób wskazało wynik 45. Przy tym pytaniu największy odsetek ankietowanych wskazał wartości z przedziału zakładanych możliwych wyników, co pokazuje, że mediana może być pojęciem bliższym aniżeli inne kwartyły.
- Trzeci kwartył dla podanego zbioru danych wynosi 60,24. Pięć osób (16,66% ankietowanych) wskazało wynik 60. Kolejnym najbliższym wskazaniem był wynik 64, który podały w odpowiedzi dwie osoby. Podobnie jak w przypadku pierwszego pytania duża część ankietowanych nie potrafiła podać żadnej odpowiedzi lub źle zinterpretowała wykres/pytanie.

## Część B - Odczytywanie wykresów skrzynkowych

Zadaliśmy pytanie o znajomość wykresu skrzynkowego. Tych spośród ankietowanych, którzy nie znali wcześniej boxplotów (50% z nich), zapytaliśmy ponownie o odczyt kwartyli z tego typu wykresu, bez uprzedniego poinstruowania o tym, jak należy go rozumieć. Chcieliśmy tym samym zbadać, czy ten typ wykresu (znany w dość wąskim gronie i uchodzący za dość skomplikowany) okaże się intuicyjny do odczytania.



- 1/3 ankietowanych nie podjęła się próby odczytu wartości kwartyli z nowego dla nich typu wykresu.
- Nikt z odpowiadających nie potraktował zakończenia “wąsów” wykresu jako wartości do odczytania.
- Pierwszy kwartyl dla podanego zbioru danych wynosi 35,70. Tylko 3 z 15 osób wskazało wynik z przedziału 34-36. Najwięcej osób (4) wskazało wartość 40.
- Drugi kwartyl, czyli mediana dla podanego zbioru danych wynosi 46,12. Wszystkie odpowiedzi ankietowanych, którzy podjęli się próby, zawierały się w przedziale 45-50.

- Trzeci kwartył dla podanego zbioru danych wynosi 60,24. Trzy osoby wskazały wynik 60. Kolejny najbliższy wynik wśród odpowiedzi to 57.

## Wnioski

- Pierwsza część eksperymentu ponownie pokazała, że występuje duży problem z szacowaniem procentowego udziału pewnych obszarów w całości, w szczególności jeśli kształt jest nieregularny. Odczyt kwartyli z histogramu polega bowiem w uproszczeniu na określeniu do jakiej wartości na osi x sięga 25%, 50% i 75% kształtu poczynawszy od lewej strony wykresu.
- Nawet osoby, które znały pojęcie kwartyli miały problem z odczytaniem ich z histogramu. Około 15-20% ankietowanych było w stanie określić w przybliżeniu żądane wartości.
- Wiele osób ma problem nie z samym odczytem, ale również ze zrozumieniem pojęcia kwartyli.
- Pomimo iż wykres pudełkowy wydaje się dla wielu osób związanych z analizą danych bardzo intuicyjny i prosty, wiele osób, które nie miało z nim wcześniej styczności nawet nie próbuje go odczytać i przeanalizować.
- Odczyt kwartyli z wykresu pudełkowego nie okazuje się być wyraźnie prostszy niż z histogramu (dla osób, które nie znały wcześniej tego typu wykresu).
- Wiele osób ma skłonność do zaokrąglania wartości, których nie są pewni.