Samobójstwa na świecie - analiza statystyczna

Projekt z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki 2022/2023

Jakub Szaredko

24 stycznia 2023

Spis treści

1 Wprowadzenie

Celem projektu jest analiza samobójstw oraz zapoznanie się ze statystycznymi sposobami analizy danych. Powodem powstania tego projektu jest chęć dokładniejszego zrozumienia tego zjawiska, które staje się z roku na rok coraz bardziej popularne, a także moja osobista ciekawość. W dalszej części zostanie przeprowadzone badanie wybranych danych i opracowanie modelu statystycznego.

2 Opis danych statystycznych

2.1 Źródło

Projekt został opracowany, dzięki danym z portalu Kaggle: Suicide rates overview.

2.2 Wczytanie bazy danych

[1]:
```
import sqlite3

conn = sqlite3.connect("../data/suicides.db")
cur = conn.cursor()
```

2.3 Czyszczenie zbioru danych

Wykorzystane dane są w dobrym stanie, kolumna `hdi_per_year`, jedna z 12 kolumn, posiadała tylko braki danych w ponad 19 tys. wierszy, co jest bardzo olbrzymim ubytkiem i budzi niepewność przy analizie. Sposobów na poradzenie sobie z tym było kilka: - wstawieniem jakieś stałej, np. 0; - wstawieniem średniej arytmetycznej lub mediany z pozostałych znanych wartości; - wytworzenie pewnego modelu, który pozwoliłby na korelację tej kolumny z pozostałymi danymi, dzięki temu umożliwiłby relatywnie pewne przybliżenie; - usunięcie niepełnych wierszy; - usunięcie kolumny `hdi_per_year`.

Ostatecznie usunięta została po prostu kolumna, ponieważ zbyt duży odsetek nieznanych wartości uniemożliwiłby na dobre wykorzystanie jakiegoś wskaźnika położenia jako zamiennika, a także kolumna ta nie była kluczowa do dalszej analizy - mimo tego, że jest ciekawą zmienną. Dodatkowo została usunięta kolumna `country_year`, która była połączeniem 2 kolumn.

Dane zostały także wyczyszczone o państwa, które nie posiadały przynajmniej 20 zapisanych danych statystycznych z okresu 1990-2015.

[2]:
```
cur.execute("""
    DELETE FROM suicides WHERE country IN (
        SELECT country FROM (
            SELECT DISTINCT country, year FROM suicides WHERE year BETWEEN 1990␣
 ↪AND 2015
        )
        GROUP BY country
        HAVING COUNT(*) < 20
    )
""")
```

```
print("3,068 rows affected")
```

```
3,068 rows affected
```

Usuniętych zostało 24 krajów: - Albania - Aruba - Azerbejdżan - Bahrajn - Bośnia i Hercegowina - Cypr - Czarnogóra - Fidżi - Filipiny - Jamajka - Katar - Kiribati - Makau - Malediwy - Nikaragua - Oman - Republika Zielonego Przylądka - Saint Kitts i Nevis - San Marino - Serbia - Seszele - Sri Lanka - Turcja - Zjednoczone Emiraty Arabskie

W dalszej części analizy będę stosować się do informacji głównie między 1990 a 2015 rokiem, ponieważ pozostałe lata nie są aż tak dobrze opisane dla każdego z wylistowanych państw.

[3]:
```
years_range = "year BETWEEN 1990 AND 2015"
```

2.4 Opis bazy danych

Początkowo baza danych zawierała 27800 wierszy, po czyszczeniu danych ta liczba uległa redukcji do 24752, dodatkowo znaczna część analizy przeprowadzona jest na latach 1990-2015, ze względu na zmniejszony zbiór danych na krańcach pierwotnego zakresu. Dane działają w oparciu o lokalną bazę danych `SQLite 3.40.1`. W bazie znajduje się tylko 1 tabela `suicides`, która opisuje zależność samobójstw dokonanych globalnie z podziałem na poszczególne państwa.

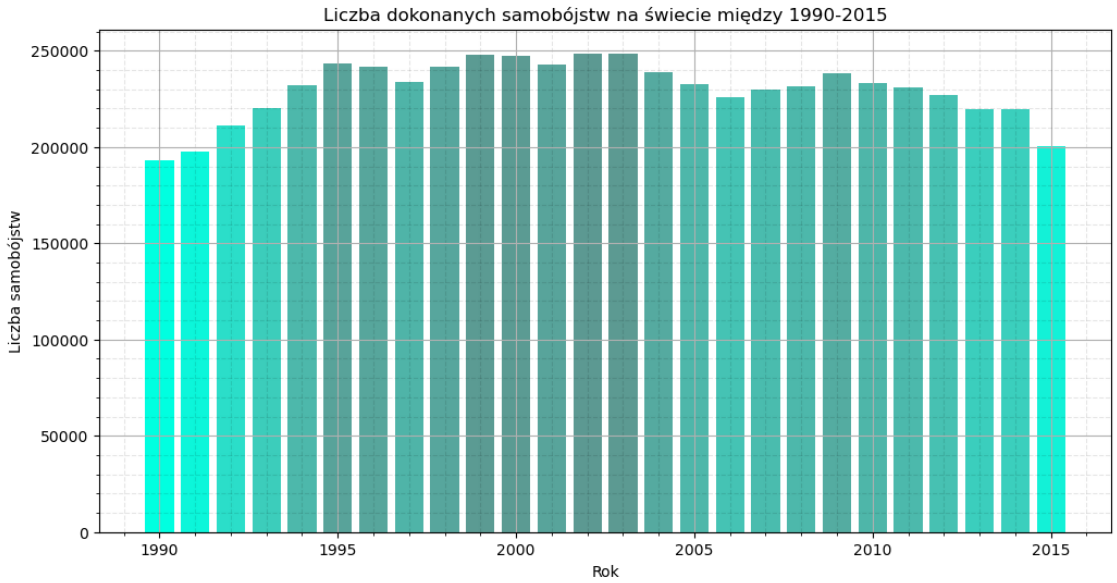
`suicides`
- `country`- nazwa państwa (`TEXT`)
- `year` - rok (`INTEGER`)
- `sex` - płeć (`TEXT`)
  - `female` - kobieta - `male` - mężczyzna
- `age` - grupa wiekowa osób (`TEXT`)
  - `5-14 years`
  - `15-24 years`
  - `25-34 years`
  - `35-54 years`
  - `55-74 years`
  - `75+ years`
- `suicides_no` - liczba dokonanych samobójstw (`INTEGER`)
- `population` - populacja (`INTEGER`)
- `suicides_per_100k` - liczba samobójstw na 100 tys. osób (`REAL`)
- `gdp_per_year` - roczne PKB (`REAL`)
- `gdp_per_capita` - roczne PKB na osobę (`REAL`)
- `generation` - nazwa generacji społecznej (`TEXT`)
  - `Boomers`
  - `G.I. Generation`
  - `Generation X`
  - `Generation Z`
  - `Millenials`
  - `Silent`

3 Analiza eksploracyjna

[4]:
```
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy import stats
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.colors as cl
```

3.1 Semi-globalna liczba samobójstw dokonanych w latach 1990-2015

[5]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT year, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE {years_range}
    GROUP BY year
    ORDER BY year DESC
""")
x, y = zip(*res.fetchall())
y_min, y_max = min(y), max(y)

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 6))
ax.bar(x, y, color=[cl.hsv_to_rgb((.48, 1 - (x - y_min) / (y_max - y_min) * .6,␣
 ↪1 - (x - y_min) / (y_max - y_min) * .4)) for x in y])

ax.set_title("Liczba dokonanych samobójstw na świecie między 1990-2015")
ax.set_xlabel("Rok")
ax.set_ylabel("Liczba samobójstw")

plt.minorticks_on()
plt.grid(which="major")
plt.grid(which="minor", linestyle="--", color="#000000", alpha=.1)

plt.show()
```



Wskaźniki i położenia rozproszenia

[6]:
```
data = [[
    round(np.mean(y), 1),
    np.median(y),
    round(np.std(y), 1),
    round(np.mean(np.absolute(y - np.mean(y))), 1)
]]
pd.DataFrame(data, columns=["Wartość średnia", "Mediana", "Oddchylenie␣
 ↪standardowe", "Oddchylenie przeciętne"], index=['']).transpose()
```

[6]:

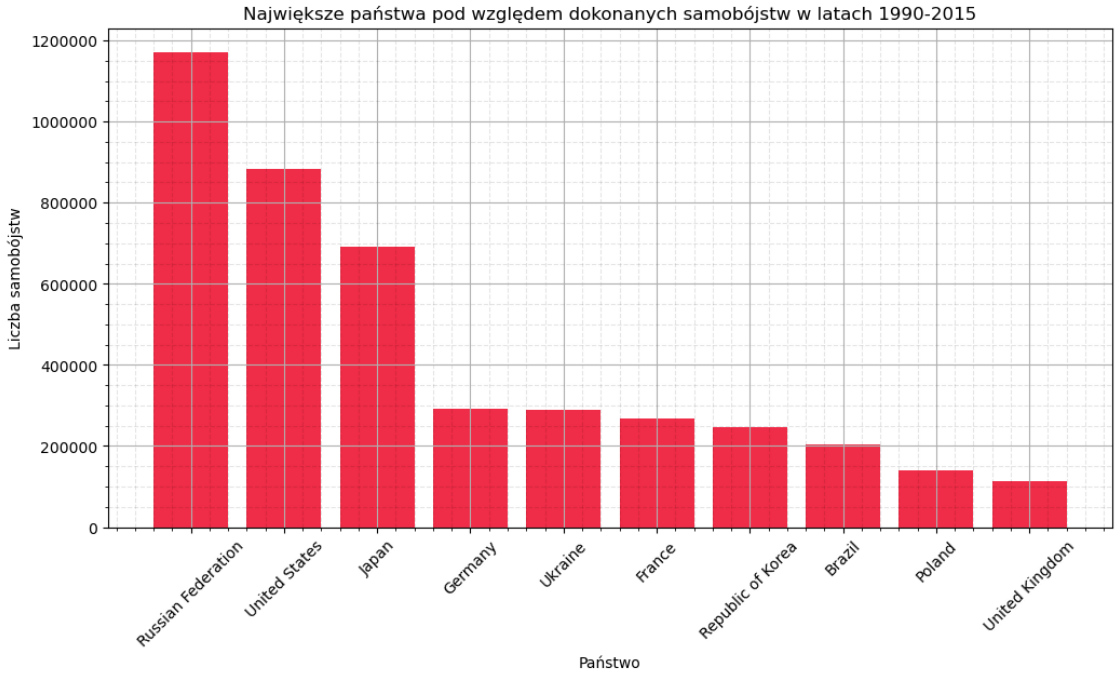
Wartość średnia	229950.7
Mediana	232243.5
Oddchylenie standardowe	15259.0
Oddchylenie przeciętne	11872.3

Na powyższym wykresie można zaobserować spadki na początku lat 90. jak i także po 2011 roku. Główną przyczyną mniejszej liczby śmierci jest najprawdopodobniej zmniejszona ilość zebranych danych na poziomie ok. 10-15%.

3.2 10 największych państw pod względem dokonanych samobójstw w latach 1990-2015

[7]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT country, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE {years_range}
    GROUP BY country
```

```
    ORDER BY SUM(suicides_no) DESC
""")
countries, y = zip(*res.fetchall()[:10])

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 6))
ax.ticklabel_format(useOffset=False, style="plain")
ax.bar(countries, y, color="#f02d48")

ax.set_title("Największe państwa pod względem dokonanych samobójstw w latach␣
 ↪1990-2015")
ax.set_xlabel("Państwo")
ax.set_ylabel("Liczba samobójstw")

plt.xticks(rotation=45)
plt.minorticks_on()
plt.grid(which="major")
plt.grid(which="minor", linestyle="--", color="#000000", alpha=.1)

plt.show()
```



Wskaźniki położenia i rozproszenia (roczne)

[8]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT country, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
```

```
    WHERE country IN (
        SELECT country
        FROM suicides
        WHERE {years_range}
        GROUP BY country
        ORDER BY SUM(suicides_no) DESC
        LIMIT 10
    ) AND {years_range}
    GROUP BY country, year
    ORDER BY country, year
""")
res = res.fetchall()

suicides_by_country = [[y for x, y in res if x == c] for c in countries]
data = [
    [
        c,
        round(np.mean(suicides_by_country[i]), 1),
        np.median(suicides_by_country[i]),
        round(np.std(suicides_by_country[i]), 1),
        round(np.mean(np.absolute(suicides_by_country[i] - np.
 ↪mean(suicides_by_country[i]))), 1)
    ] for i, c in enumerate(countries)
]
pd.DataFrame(data, columns=["Państwo", "Wartość średnia", "Mediana",␣
 ↪"Oddchylenie standardowe", "Oddchylenie przeciętne"], index=range(1, 11))
```

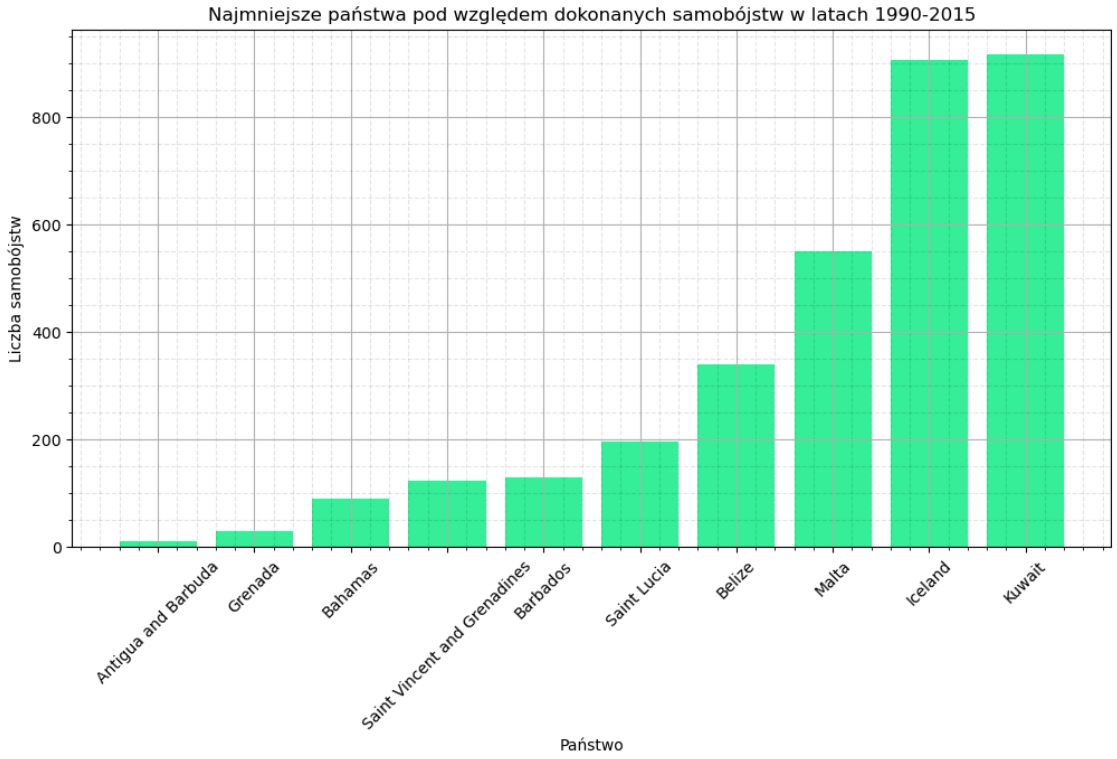
[8]:

	Państwo	Wartość średnia	Mediana	Oddchylenie standardowe	Oddchylenie przeciętne
1	Russian Federation	45070.0	45862.5	11185.8	9880.7
2	United States	33934.1	31561.0	4389.2	3745.1
3	Japan	26569.6	28949.0	4244.8	3917.4
4	Germany	11202.4	11114.0	1383.3	1154.0
5	Ukraine	11570.5	11256.0	2303.7	2025.5
6	France	10744.9	10643.0	761.4	592.7
7	Republic of Korea	9435.0	9632.0	4251.5	3863.5
8	Brazil	7865.9	7774.5	1807.5	
9	Poland	5795.8	5820.5	366.2	
10	United Kingdom	4343.7	4302.5	256.6	

```
8                    1537.6
9                     291.8
10                    210.2
```

3.3 10 najmniejszych państw pod względem dokonanych samobójstw w latach 1990-2015

[9]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT country, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE {years_range}
    GROUP BY country
    ORDER BY SUM(suicides_no)
""")
countries, y = zip(*res.fetchall()[:10])

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 6))
ax.ticklabel_format(useOffset=False, style="plain")
ax.bar(countries, y, color="#35ee97")

ax.set_title("Najmniejsze państwa pod względem dokonanych samobójstw w latach␣
 ↪1990-2015")
ax.set_xlabel("Państwo")
ax.set_ylabel("Liczba samobójstw")

plt.xticks(rotation=45)
plt.minorticks_on()
plt.grid(which="major")
plt.grid(which="minor", linestyle="--", color="#000000", alpha=.1)

plt.show()
```



Wskaźniki położenia i rozproszenia (roczne)

[10]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT country, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE country IN (
        SELECT country
        FROM suicides
        WHERE {years_range}
        GROUP BY country
        ORDER BY SUM(suicides_no)
        LIMIT 10
    ) AND {years_range}
    GROUP BY country, year
    ORDER BY country, year
""")
res = res.fetchall()

suicides_by_country = [[y for x, y in res if x == c] for c in countries]
data = [[
        c,
        round(np.mean(suicides_by_country[i]), 1),
        np.median(suicides_by_country[i]),
```

```
        round(np.std(suicides_by_country[i]), 1),
        round(np.mean(np.absolute(suicides_by_country[i] - np.
 ↪mean(suicides_by_country[i]))), 1)
    ] for i, c in enumerate(countries)
]
pd.DataFrame(data, columns=["Państwo", "Wartość średnia", "Mediana",␣
 ↪"Oddchylenie standardowe", "Oddchylenie przeciętne"], index=range(1, 11))
```

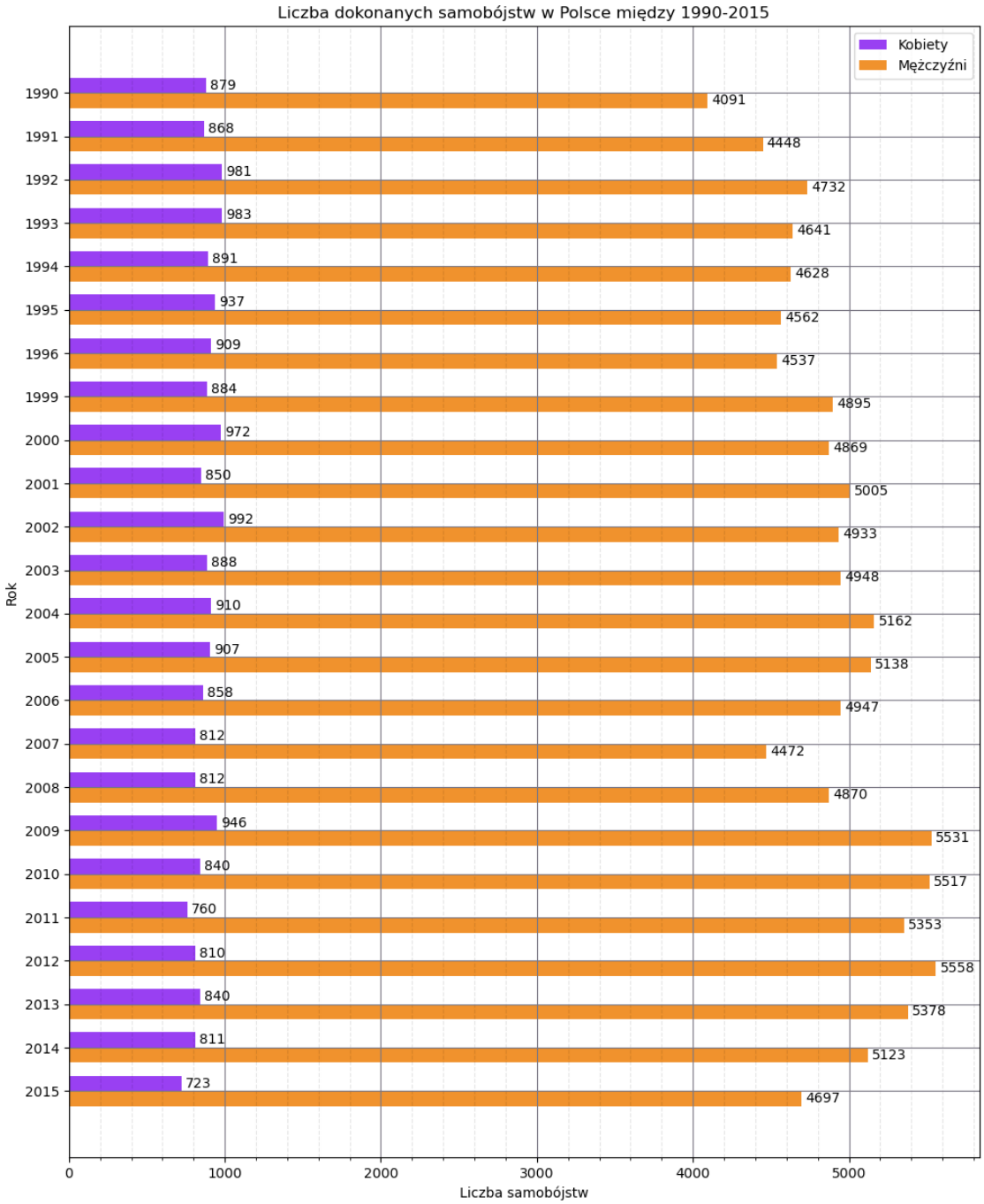
[10]:

	Państwo	Wartość średnia	Mediana	Oddchylenie standardowe	Oddchylenie przeciętne
1	Antigua and Barbuda	0.5	0.0	0.7	0.6
2	Grenada	1.3	1.0	1.7	1.3
3	Bahamas	4.2	4.0	2.6	2.0
4	Saint Vincent and Grenadines	5.5	5.0	2.8	2.3
5	Barbados	6.4	3.0	6.7	6.2
6	Saint Lucia	8.2	8.0	3.7	2.9
7	Belize	13.6	14.0	7.6	5.9
8	Malta	21.1	20.0	7.6	6.4
9	Iceland	34.8	34.0	6.9	5.5
10	Kuwait	41.7	42.5	11.6	9.2

3.4 Liczba dokonanych samobójstw w Polsce między 1990-2015 (z podziałem na płci)

[11]:
```
res = cur.execute("""
    SELECT sex, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE country = 'Poland'
    GROUP BY year, sex
    ORDER BY year
""")
res = res.fetchall()
years = cur.execute("SELECT DISTINCT year FROM suicides WHERE country =␣
 ↪'Poland'").fetchall()
years = [y[0] for y in years]
suicides_female = [x for s, x in res if s == "female"]
```

```
suicides_male = [x for s, x in res if s == "male"]

x = np.arange(len(years))  # the label locations
width = 0.35  # the width of the bars

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 15))
rects1 = ax.barh(x - width/2, suicides_female, width, label="Kobiety",␣
↪color="#9940f2")
rects2 = ax.barh(x + width/2, suicides_male, width, label="Mężczyźni",␣
↪color="#f0922d")

# Axis formatting
ax.ticklabel_format(useOffset=False, style="plain")
ax.set_title("Liczba dokonanych samobójstw w Polsce między 1990-2015")
ax.set_ylabel("Rok")
ax.set_xlabel("Liczba samobójstw")
ax.invert_yaxis()
ax.set_yticks(x, years)
ax.tick_params(axis="y", which="minor", left=False)
ax.legend()

ax.bar_label(rects1, padding=3)
ax.bar_label(rects2, padding=3)

# Grid formatting
plt.minorticks_on()
plt.grid(which="major", color="#7a7784")
plt.grid(which="minor", axis="x", linestyle="--", color="#000000", alpha=.1)

plt.show()
```



Wskaźniki położenia i rozproszenia

[12]:
```
data = [
    [
        round(np.mean(suicides_female), 1),
        np.median(suicides_female),
```

```
        round(np.std(suicides_female), 1),
        round(np.mean(np.absolute(suicides_female - np.mean(suicides_female))),␣
 ↪1)
    ],
    [
        round(np.mean(suicides_male), 1),
        np.median(suicides_male),
        round(np.std(suicides_male), 1),
        round(np.mean(np.absolute(suicides_male - np.mean(suicides_male))), 1)
    ]
]
pd.DataFrame(data, columns=["Wartość średnia", "Mediana", "Oddchylenie␣
 ↪standardowe", "Oddchylenie przeciętne"], index=["Kobiety", "Mężczyźni"]).
 ↪transpose()
```

[12]:

	Kobiety	Mężczyźni
Wartość średnia	877.6	4918.1
Mediana	881.5	4914.0
Oddchylenie standardowe	69.1	372.5
Oddchylenie przeciętne	55.8	298.0

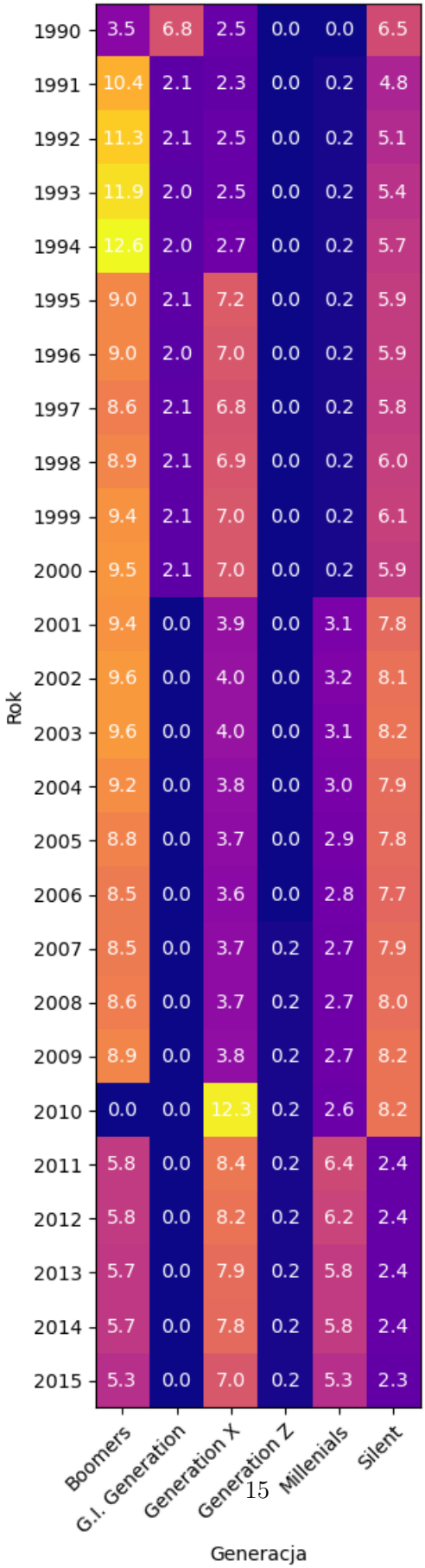
Dysproporcja między samobójstwami dokonanych przez kobiety a mężczyzn jest zaskakująca, zarówno w Polsce jak i na świecie. Średni udział kobiet do wszystkich dokonanych samobójstw w Polsce wynosi ok. 15%, natomiast na świecie ok. 23% - zatem w Polsce statystycznie więcej mężczyzn decyduje się na drastyczne kroki w postaci skrócenia swego życia.

3.5 Liczba dokonanych samobójstw w latach 1990-2015 z podziałem na generacje

[13]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT generation, year, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE {years_range}
    GROUP BY generation, year
""").fetchall()
generations = [x[0] for x in cur.execute("SELECT DISTINCT generation FROM␣
 ↪suicides ORDER by generation").fetchall()]
years = [x[0] for x in cur.execute(f"SELECT DISTINCT year FROM suicides WHERE␣
 ↪{years_range} ORDER BY year").fetchall()]

suicides = np.empty((len(years), len(generations)))
for i, gen in enumerate(generations):
    for j, yr in enumerate(years):
        filtered_res = [no for g, y, no in res if g == gen and y == yr]
        no = filtered_res[0] if filtered_res else 0
        suicides[j, i] = round(no / 1000) / 10
```

```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 12))
im = ax.imshow(suicides, cmap="plasma")

# Axis formatting
ax.set_xticks(np.arange(len(generations)), labels=generations)
ax.set_yticks(np.arange(len(years)), labels=years)
ax.set_ylabel("Rok")
ax.set_xlabel("Generacja")

# Rotate the tick labels and set their alignment.
plt.setp(ax.get_xticklabels(), rotation=45, ha="right",
         rotation_mode="anchor")

# Loop over data dimensions and create text annotations.
for i in range(len(years)):
    for j in range(len(generations)):
        text = ax.text(j, i, suicides[i, j],
                       ha="center", va="center", color="w")

ax.set_title("Liczba dokonanych samobójstw (w 10 tysiącach)\nw latach 1990-2015␣
 ↪z podziałem na generacje")
fig.tight_layout()
plt.show()
```

Liczba dokonanych samobójstw (w 10 tysiącach)
w latach 1990-2015 z podziałem na generacje



Wskaźniki położenia i rozproszenia

[14]:
```
data = []
for i, gen in enumerate(generations):
    filtered_res = [no for g, y, no in res if g == gen]
    data.append((
        gen,
        round(np.mean(filtered_res), 1),
        np.median(filtered_res),
        round(np.std(filtered_res), 1),
        round(np.mean(np.absolute(filtered_res - np.mean(filtered_res))), 1)
    ))

pd.DataFrame(data, columns=["Generacja", "Wartość średnia", "Mediana",␣
↪"Oddchylenie standardowe", "Oddchylenie przeciętne"], index=range(1,␣
↪len(generations) + 1))
```

[14]:

	Generacja	Wartość średnia	Mediana	Oddchylenie standardowe	Oddchylenie przeciętne
1	Boomers	85302.6	89062.0	21122.4	15630.9
2	G.I. Generation	25094.5	20862.0	13601.3	7818.8
3	Generation X	53920.7	39907.5	24754.3	22138.0
4	Generation Z	1693.6	1700.0	74.3	65.4
5	Millenials	24113.7	27403.0	21344.0	17841.4
6	Silent	59619.0	59726.5	20407.3	16173.2

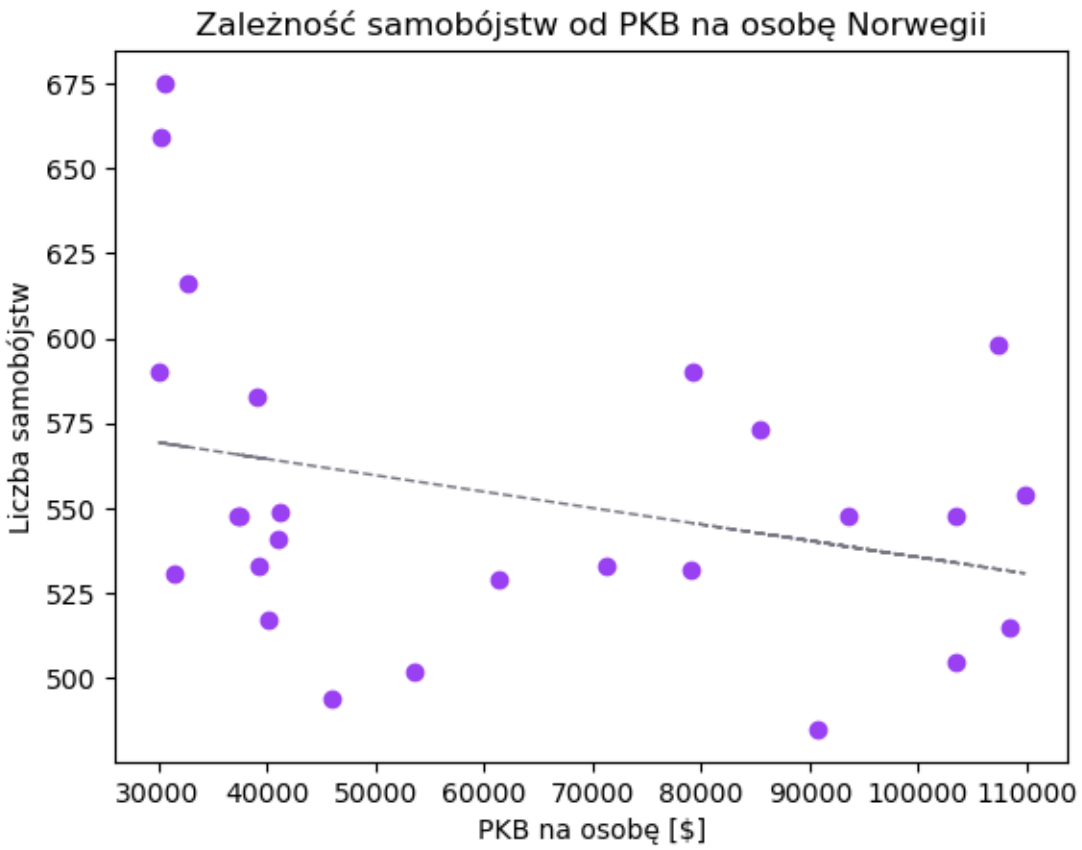
Najwięcej osób w latach 1990-2015, którzy popełnili samobójstwo to ludzie z generacji *Baby boomers* (lata 1946-1964), *Silent* (lata 1928-1945) oraz *Generation X* (lata 1965-1980). Nie jest to wielkim zaskoczeniem, ponieważ te osoby w tych latach dorastały lub były dorosłe. Na powyższym zestawieniu widać wymianę pokoleń i zmianę generacji, w latach 2010-2015 coraz więcej osób z generacji X popełniło samobójstw na rzecz generacji *Boomers* i *Silent*. Można także zaobserować pewne anomalie w danych w postaci skoków między poszczególnymi latami, a także zmniejszonej lub zerowej liczbie zgonów.

4 Opracowanie modelu statystycznego

4.1 Związek liczby samobójstw z PKB (poziomem rozwoju gospodarczego państwa)

Pierwszym pomysłem jaki przyszedł mi do głowy była korelacja samobójstw z PKB, ponieważ mogłoby się wydawać, że są to silnie zależne od siebie zmienne - teoretycznie im większe PKB na osobę, tym populacja jest bardziej szczęśliwa. Zakładam, że PKB na osobę jest odwrotnie proporcjonalne do liczby popełnionych samobójstw. Na początku tworzę odpowiedni wykres i określam jakąś zależność między punktami.

[15]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT AVG(gdp_per_capita), SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE {years_range} AND country = 'Norway'
    GROUP BY year
""").fetchall()
x, y = zip(*res)

a, b, r, p, std_err = stats.linregress(x, y)

fig, ax = plt.subplots()

ax.set_title("Zależność samobójstw od PKB na osobę Norwegii")
ax.set_xlabel("PKB na osobę [$]")
ax.set_ylabel("Liczba samobójstw")

plt.scatter(x, y, color="#9940f2")
plt.plot(x, list(map(lambda x: a*x + b, x)), linestyle="--", linewidth=1,␣
 ↪color="#7a7784")

plt.show()

print(f"f(x) = {round(a, 5)}x + {round(b, 2)}")
```




```
f(x) = -0.00048x + 583.78
```

Do wykresu dopasowałem model liniowy, który można powiedzieć, że relatywnie dobrze pokrywa się z punktami. Współczynnik kierunkowy prostej jest ujemny, a więc wygląda na to, że hipoteza została potwierdzona. Sprawdzę dodatkowo korelacje między zmiennymi za pomocą testu `Spearmana`.

[16]:
```
stats.spearmanr(x, y)
```

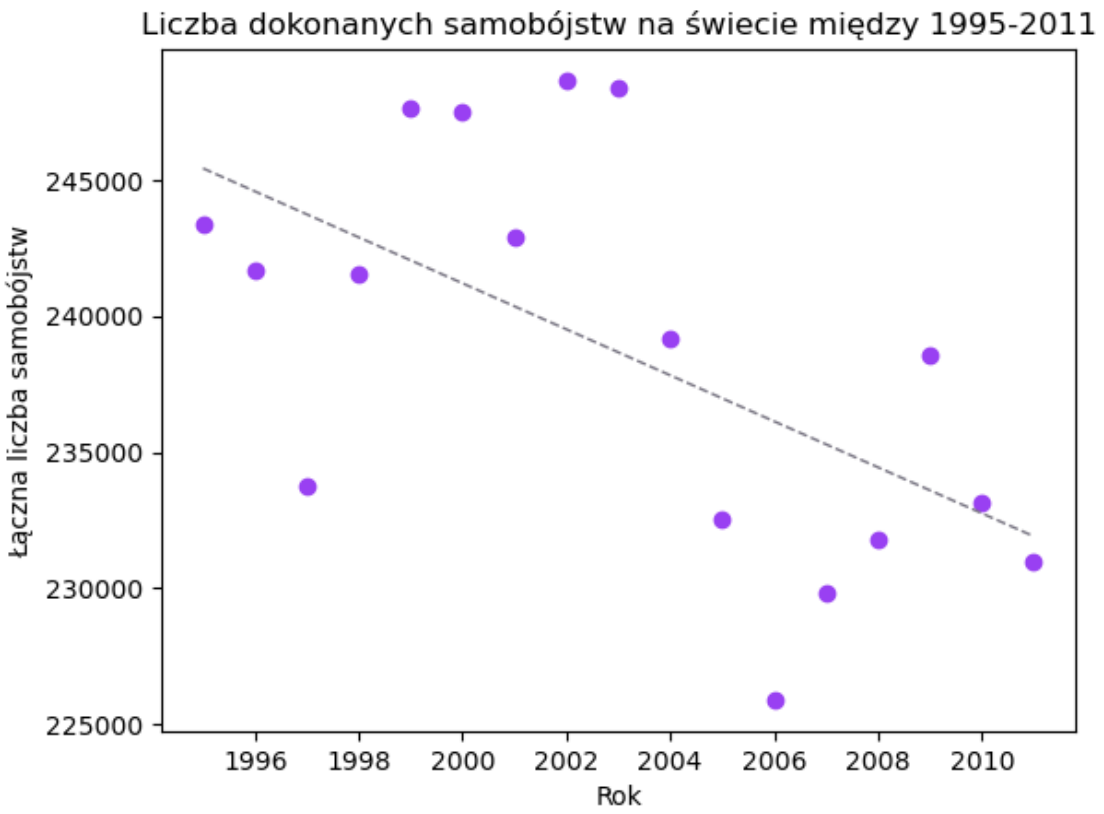
[16]:
```
SpearmanrResult(correlation=-0.31860293410948787, pvalue=0.11266597331346244)
```

Wartość wskaźnika p jest równa 0.11, zatem zmienne zależne są zależne od siebie. Hipoteza wydaje się być potwierdzona, nie mniej trzeba dodać, że test został poprowadzony tylko dla 1 państwa, co może być tylko i wyłącznie (nie)szczęśliwym wyborem. Hipotezę należałoby wykonać też dla przynajmniej kilkunastu innych państw z innym rozkładem PKB.

4.2 Związek liczby samobójstw z rokiem

Dość ciekawą, i wydawałoby się słuszną, hipotezą jest relacja liczby samobójstw z rokiem, to jest im młodszy rok tym bardziej zwiększa się liczba popełnionych samobójstw. Patrząc na wykres słupkowy z poprzedniej sekcji jest to raczej hipoteza nietrafiona, ponieważ widać, że przybliżone równanie liniowe posiada współczynnik kierunkowy bliski 1. W ramach pewności oszacuję funkcję liniową tego związku.

[17]:
```
res = cur.execute(f"""
    SELECT year, SUM(suicides_no)
    FROM suicides
    WHERE year BETWEEN 1995 AND 2011
    GROUP BY year
""").fetchall()
x, y = zip(*res)

a, b, r, p, std_err = stats.linregress(x, y)
fig, ax = plt.subplots()

plt.scatter(x, y, color="#9940f2")
plt.plot(x, list(map(lambda x: a*x + b, x)), linestyle="--", linewidth=1,␣
 ↪color="#7a7784")

ax.set_title("Liczba dokonanych samobójstw na świecie między 1995-2011")
ax.set_xlabel("Rok")
ax.set_ylabel("Łączna liczba samobójstw")

plt.show()

print(f"f(x) = {round(a, 2)}x + {round(b, 2)}")
```



`f(x) = -844.55x + 1930304.48`

Współczynnik kierunkowy prostej jest mniejszy od zera, zatem według dostępnych danych statystycznych tendencja jest odwrotna niż stawiana hipoteza. Niekoniecznie musi tak być faktycznie, może być to spowodowane brakach w danych, patrząc np. dla zestawienia liczby samobójstw dla Polski tendencja jest lekko wzrostowa.

5 Podsumowanie

Projekt okazał się być niełatwy a zarazem ciekawy, podczas jego pisania napotkałem na kilka problemów, nauczyłem się pracy z nowymi narzędziami i środowiskami. Wnioski, które zostały zaprezentowane w modelu statystycznym były, w mojej opinii, wartościowe. W ramach rozwinięcia relacji liczby samobójstw a rokiem wybrałbym kilka innych zestawów danych (w tym te nowsze, które obejmują już rok 2022) i próbował je bardziej dogłębnie przeanalizować, ponieważ uważam, że co rok wzrasta liczba samobójców w Polsce jak i na świecie.

W procesie tworzenia projektu nauczyłem się lub rozwinąłem swoje umiejętności w: lokalnym środowisku bazodanowym `SQLite`, bardziej analitycznym podejściu w `Pythonie`, obsłudze bibliotek `NumPy`, `SciPy` oraz `Matplotlib`, obsłudze `JupyterLab`, a także statystycznej analizy problemów.