

# 1. WYBÓR KRAJU

Krajem wybranym do prognozy jest Szwajcaria – państwo federacyjne w Europie Zachodniej, którego liczba ludności w 2020 roku wynosiła 8 638 000. Jest jednym z nielicznych państw w Europie, które nie należy do Unii Europejskiej.

Walutą obowiązującą w Szwajcarii są franki szwajcarskie (CHF), na podstawie których będzie przeprowadzana prognoza.

Ryc. 1 Położenie Szwajcarii na mapie Europy

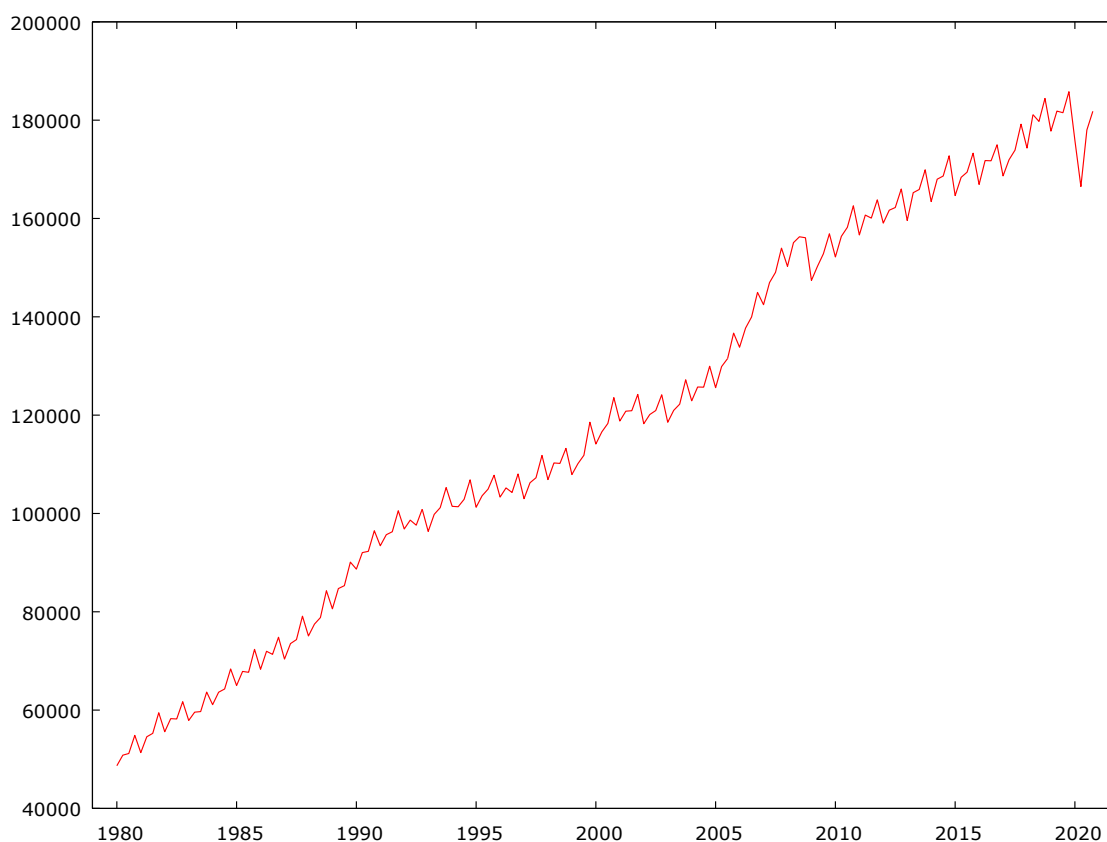


Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Szwajcaria#/media/Plik:Switzerland\\_in\\_Europe.svg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szwajcaria#/media/Plik:Switzerland_in_Europe.svg)

Gospodarka Szwajcarii ma najlepszy wskaźnik wolności spośród państw europejskich. W ogólnoświatowym rankingu ustępuje miejsca jedynie Hongkongowi, Singapurowi i Nowej Zelandii. Kraj według wielu rankingów jest krajem wysoko rozwiniętym oraz jednym z najbogatszych na świecie.

## 2. OPIS STATYSTYCZNY SZEREGU

Ryc. 2 Wykres szeregu czasowego PKB Szwajcarii w latach 1980-2020



Źródło: Opracowanie własne w programie GRETl

Na powyższym wykresie zauważalna jest jego sezonowość, o czym świadczą sezonowe załamania, które są wynikiem świąt i zamknięcia roku fiskalnego, gdzie PKB Szwajcarii wzrasta. Występuje ponadto trend liniowy, ponieważ szereg wraz z upływem lat wzrasta liniowo.

Tab. 1 Statystyki opisowe dla PKB Szwajcarii w latach 1980-2020 (w mln franków szwajcarskich)

Średnia	119390,00
Mediana	118280,00
Minimalna	48677,00
Maksymalna	185790,00
Odchylenie standardowe	39641,00
Wsp. zmienności	0,33
Skośność	-0,03
Kurtoza	-1,19
Percentyl 5%	56172,00
Percentyl 95%	178890,00
Zakres Q3-Q1	67286,00
Brakujące obs.	1,00

Źródło: Opracowanie własne w programie GRETl

Jak można zauważyć w powyższej tabeli, średnia PKB na przestrzeni podanych lat wynosi 119 390 mln CHF, natomiast mediana 118 280 mln CHF. W badanym okresie minimalne PKB Szwajcarii wynosiło w 1 kwartale 1980 roku 48 766 mln CHF, natomiast maksymalne PKB wynoszące 185 790 mln Szwajcaria osiągnęła w 4 kwartale 2019 roku.

Współczynnik zmienności wynosi natomiast 0,33 – co świadczy o przeciętnej zmienności badanej zbiorowości. Statystyka skośności na ujemnym poziomie świadczy o niewielkiej lewostronnej asymetrii rozkładu, ponadto ujemna wartość statystyki kurtozy (-1,19) informuje o tym, iż wyniki w badanym okresie są bardziej rozproszone wokół średniej. Rozkład normalny charakteryzuje się skośnością i kurtozą na poziomie 0, w związku z czym badany rozkład nie jest rozkładem normalnym. Natomiast niskie wartości wskazują na ich podobieństwo.

### 3. TESTOWANIE STOPNIA INTEGRACJI – TEST ADF

---

```
Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu PKB
testowano istotność opóźnienia od rzędu 8, dla kryterium AIC
liczebność próby 159
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy a = 1; proces I(1)

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 4 procesu (1-L)PKB
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
estymowana wartość (a-1) wynosi: -0,100535
Statystyka testu: tau_ct(1) = -2,45704
asymptotyczna wartość p = 0,3498
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,004
opóźnione różnice: F(4, 152) = 98,571 [0,0000]
```

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego na poziomie 0,004 świadczy o dobrym wyborze rzędu opóźnienia, które w tym przypadku wynosi 8.

#### HIPOTEZY

$$\mathcal{H}_0 : \delta = 0$$

$$\mathcal{H}_1 : \delta < 0$$

**Hipoteza zerowa: występowanie pierwiastka jednostkowego – niestacjonarność zmiennej testowanej)**

**Hipoteza alternatywna: stacjonarność zmiennej**

Na potrzeby badania, przyjęty poziom istotności wynosi 5% (0,05).

Statystyka testu  $\tau_{ct}(1)$  jest ujemną wartością na poziomie -2,45704[0,3498]. Wartość p jest większa niż przyjęty poziom istotności, w związku z czym nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o niestacjonarności zmiennej testowanej.

## TESTOWANIE INTEGRACJI – PIERWSZEGO PRZYROSTU

```
Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu d_PKB
testowano istotność opóźnienia od rzędu 8, dla kryterium AIC
liczebność próby 157
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy a = 1; proces I(1)

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 5 procesu (1-L)d_PKB
model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
estymowana wartość (a-1) wynosi: -1,18588
Statystyka testu: tau_c(1) = -4,64425
asymptotyczna wartość p = 0,0001
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,010
opóźnione różnice: F(5, 150) = 65,096 [0,0000]
```

Wynik autokorelacji reszt rzędu pierwszego ponownie informuje o dobrym doborze opóźnienia 8 rzędu, ponieważ jest mniejszy od 0,1.

## HIPOTEZY

$$\mathcal{H}_0 : \delta = 0$$

$$\mathcal{H}_1 : \delta < 0$$

Statystyka testu  $\tau_{ct}(1)$  jest ponownie ujemną wartością, natomiast p na poziomie 0,0001 przy przyjętym poziomie istotności 5% świadczy o odrzuceniu hipotezy zerowej, na rzecz hipotezy alternatywnej. W związku z tym, pierwszy przyrost PKB jest szeregiem stacjonarnym oraz samo PKB jest szeregiem zintegrowanym stopnia pierwszego.

## 4. TESTOWANIE INTEGRACJI SEZONOWE (TEST HEGY) – BADANIE INTEGRACJI SEZONOWEJ

HEGY test of seasonal unit roots for series PKB:

AR order = 1 (determined by AIC with max.order=8)

Deterministic component: constant + trend

Dof (T-k) = 152

Statistic	p-value	Ang. Frequency	Period
t1= -2,46	0,26573	zero	infinity
F1= 0,33	0,74141	+pi/2	4
t2= -1,14	0,18022	pi	2
Fs= 0,66	0,68434	All the seasonal cycles	
Ft= 2,09	0,42449	Delta_s (all the seas. + zero freq.)	

### HIPOTEZY

$H_A : \pi_1 = 0 \Rightarrow$  nonseasonal unit root.

$H_B : \pi_2 = 0 \Rightarrow$  biannual unit root.

$H_C : \pi_3 = \pi_4 = 0 \Rightarrow$  annual unit root.

$H_A$  odnosi się do statystyki **t1**.

$H_B$  odnosi się do statystyki **t2**.

$H_C$  odnosi się do statystyki **F1**.

W trzech hipotezach wartość **p** jest większa od przyjętego poziomu istotności na poziomie 5%, w związku z czym nie ma podstaw do odrzucenia hipotez zerowych.

These hypotheses aren't rejected	These hypotheses are rejected	Stationary variable
$H_A, H_B, H_C$	–	$\Delta_4 y_t$ ( $= y_{4t}$ )

Informacja o nieodrzućeniu żadnej z hipotez informuje ponadto, iż powinniśmy wybrać zmienną stacjonarną widoczną w powyższej tabeli. Jest to różnicowanie sezonowe, stąd wiadomo, że w modelu SARIMA wartość  $D=1$ , czyli model będzie wyglądał następująco:

$SARIMA(p, d=1, q)_x(P, D=1, Q)_4$

## 5. „NAJLEPSZY” MODEL SARIMA

Model SARIMA został wybrany na podstawie kryt AIC obliczonym w gretlu. Najniższa wartość AIC świadczy o najlepszym dopasowaniu danego modelu. Wartości zostały obliczone dla 6 modeli ukazanych w poniższej tabeli.

Tab. 2 Wyniki wybranych modeli

p	d	q	P	D	Q	AiC
1	1	3	1	1	1	2854,084
1	1	1	2	1	1	2848,504
1	1	1	0	1	1	2849,42
0	1	1	0	1	1	2847,518
0	1	0	0	1	1	2847,436
0	1	1	0	1	0	2876,055

Źródło: Opracowanie własne w programie GRETl

Na podstawie najniższej wartości kryterium AIC wybrany został model **SARIMA** o parametrach **(0,1,0)<sub>x</sub>(0,1,1)<sub>4</sub>**.

Model 1: Estymacja ARIMA, wykorzystane obserwacje 1981:2–2020:4 (N = 159)  
 Estymacja z wykorzystaniem filtru Kalmana (właściwa ML)  
 Zmienna zależna (Y): (1-L) (1-Ls) PKB  
 Błędy standardowe na bazie Hessian

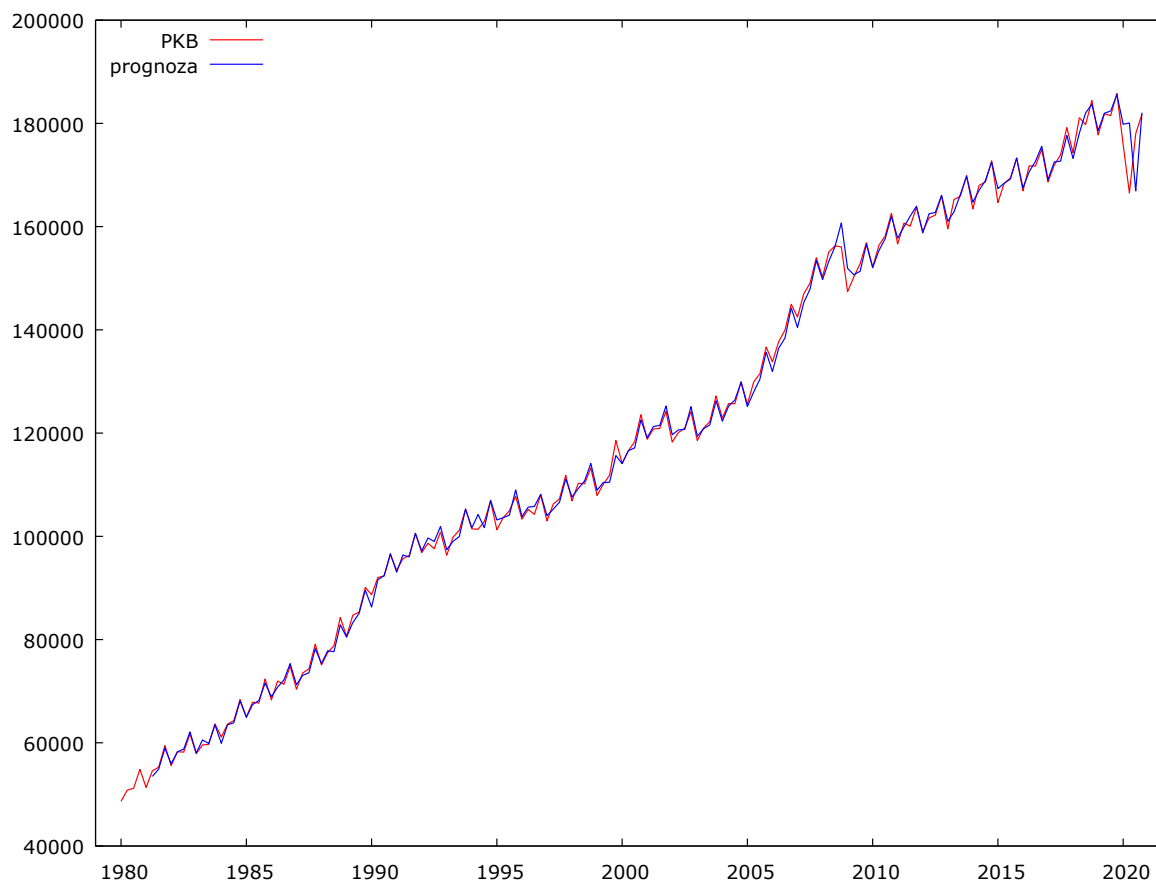
	współczynnik	błąd standardowy	z	wartość p
const	-12,1200	24,5739	-0,4932	0,6219
Theta_1	-0,857206	0,0591711	-14,49	1,47e-047 ***

Średn. aryt. zm. zależnej	-41,87547	Odch. stand. zm. zależnej	2019,617
Średnia zaburzeń los.	19,23176	Odch. st. zaburzeń los.	1807,497
Logarytm wiarygodności	-1420,718	Kryt. inform. Akaike'a	2847,436
Kryt. bayes. Schwarza	2856,642	Kryt. Hannana-Quinna	2851,174

	część	Rzeczywista	Urojona	Moduł	Częstość
MA (sezonowe)					
Pierwiastek	1	1,1666	0,0000	1,1666	0,0000

## 6. PROGNOZA

Ryc. 3 Prognoza i rzeczywiste PKB Szwajcarii w latach 1980-2020



Źródło: Opracowanie własne w programie GRET

Powyższy wykres ukazuje prognozę modelu oraz rzeczywiste PKB zanotowane w okresie 1980-2020. Można zauważyć, iż prognoza w dużej mierze pokrywa się z PKB Szwajcarii, natomiast występują również pewne odstępstwa.

Pierwszymi z odstępstw są lata 2007-2009. Przyczyną złej prognozy jest tutaj nieprzewidziany przez model ogólnosiwiatowy kryzys gospodarczy na rynkach finansowych i bankowych, zapoczątkowany w Stanach Zjednoczonych.

Drugim odstępstwem są lata 2019-2020. Zamknięcie gospodarek z powodu globalnej pandemii spowodowało nieprzewidziane wcześniej straty PKB dla zdecydowanej większości świata, w tym Szwajcarii.

## 7. PROGNOZA: MIARY DOPASOWANIA EX POST

Miary dokładności prognoz ex post

Średni błąd predykcji	ME =	19,232
Pierwiastek błędu średniokwadr.	RMSE =	1810,8
Średni błąd absolutny	MAE =	1000,3
Średni błąd procentowy	MPE =	0,035861
Średni absolutny błąd procentowy	MAPE =	0,81574
Współczynnik Theila (w procentach)	I =	0,36026
Udział obciążoności predykc.	$I1^2/MSE$ =	0,0001128
Udział niedost. elastyczności	$I2^2/MSE$ =	0,0056805
Udział niezgodności kierunku	$I3^2/MSE$ =	0,99421

### ŚREDNI BŁĄD PREDYKCJI – ME, ŚREDNI BŁĄD PROCENTOWY - MPE

Średnia arytmetyczna błędu prognoz wynosi 19 232 milionów franków szwajcarskich, co oznacza, że prognozy są średnio niedoszacowane o 19 232 milionów franków szwajcarskich. Wartość ta stanowi 0,036% prognozy, w związku z czym prognoza jest nieobciążona.

### PIERWIASTEK BŁĘDU ŚREDNIOKWADRATOWEGO – RMSE

RMSE to inaczej średni błąd prognozy. Wartości prognoz PKB odchylają się od zmiennej prognozowanej o +/- 1810,8 milionów franków, co stanowi 1,52% średniej wartości PKB. Świadczy to o dopuszczalności prognoz, ponieważ miara ta nie przekracza 5%. Wybrany model jest odpowiednim modelem do analizowania.

### ŚREDNI BŁĄD ABSOLUTNY – MAE, ŚREDNI BŁĄD PROCENTOWY – MAPE

Prognozy odchylają się średnio od wartości zmiennej prognozowanej o +/- 1000,3 milionów franków szwajcarskich, co stanowi 0,81% wartości prognoz. W związku z tym prognoza jest odpowiednia, ponieważ wartość MAPE nie przekracza 5%.

### WSPÓŁCZYNNIK THEILA – I

Błędy kwadratowe prognozy stanowią 36% błędów kwadratowych prognoz naiwnych. Świadczy to o odpowiednim doborze modelu, ponieważ wartość ta jest niższa od 1 (100%).

### UDZIAŁ OBCIĄŻONOŚCI PREDYKC. - $I1^2/MSE$

### UDZIAŁ NIEDOST. ELASTYCZNOŚCI – $I2^2/MSE$

### UDZIAŁ NIEZGODNOŚCI KIERUNKU $I3^2/MSE$

Błąd prognozy w 0,011% powstaje wskutek obciążoności prognozy, w 0,568% powstaje na skutek nieodpowiedniej elastyczności prognoz, natomiast w 99,421% powstają na skutek niezgodności realizacji prognoz w porównaniu do zmiennej prognozowanej.



## 8. PODSUMOWANIE

Na podstawie wartości miar RMSE oraz ME i MPE można uznać, iż model jest dobrze dopasowany, natomiast prognozy są nieobciążone.

### PROGNOZA EX ANTE I JEJ DOPASOWANIE

2021:1                      175279,7              1807,50              171737,1 - 178822,3

**$Y_{p2021q1}$  – 175279,7 mln franków szwajcarskich**

**Błąd prognozy ex ante – 1807,50 mln franków szwajcarskich**

**Przedział ufności – 171737,1 – 178822,3 mln franków szwajcarskich**

Prognoza PKB na 1 kwartał 2021 roku wynosi 175279,7 milionów franków szwajcarskich, przy czym prognoza ta odchyła się od zmiennej prognozowanej średnio o +/- 1807,50 milionów franków szwajcarskich, co stanowi 1,03% wartości prognozy. Świadczy to o dopuszczalności tej prognozy, ponieważ wartość ta nie przekracza 5%.

Przedział <171737.1 , 178822.3> milionów franków szwajcarskich z 95% prawdopodobieństwem pokrywa nieznaną, prognozowaną wartość PKB na 1 kwartał 2021 roku.