



AGH

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE**

SPRAWOZDANIE

**TEMAT: Analiza zmian temperatury dla miasta
Rzeszów w latach 1961-2020**

Autor: Filip Hałys

Kierunek: Geoinformatyka

Wydział: Wydział Geologii, Geofizyki i ochrony środowiska

1. Cel Projektu

Celem projektu jest przeprowadzenie analizy temperatur w mieście Rzeszów (51°02'01"N 21°00'17"E) dla każdego z dwunastu miesięcy. Analiza ta polega na wyznaczeniu dla każdego miesiąca trendu liniowego w dwóch okresach czasowych; pierwszy okres dla lat 1961-1990, drugi 1991-2020. Po wyznaczeniu linii dla obydwu okresów kluczowe jest skonfrontowanie rzeczywistego rozkładu temperatur w drugim okresie z wymodelowanym przedłużeniem okresu pierwszego. Dla przeprowadzonej analizy tychże danych istotne jest porównanie zmian pomiędzy każdym kolejnym miesiącem i wyciągnięcie wniosków.

2. Wykonanie projektu

Projekt wykonano w środowisku RStudio, na podstawie danych temperaturowych z pliku `cru_ts4.07.1901.2022.tmp.dat.nc`. Które wczytano do programu używając funkcji „`ncin`” (funkcja ta należy do biblioteki, którą wczytano do projektu „`library(ncdf4)`”):

```
# Wczytanie danych
ncin <- nc_open("cru_ts4.07.1901.2022.tmp.dat.nc")
```

Z danych wyodrębnione potrzebne do analizy wartości; `lon` – przechowującą wartość długości geograficznej od -179.75 do 179.75 z korkiem 0.5, `lat` – przechowującą wartość długości geograficznej od -89.75 do 89.75 również z krokiem 0.5 oraz `time` – przechowującą czas:

```
# Przygotowanie zmiennych lon i lat, time
lon <- ncvar_get(ncin, "lon")
lon
lat <- ncvar_get(ncin, "lat")
lat
time <- ncvar_get(ncin, "time")
time
```

Na zmiennej „`time`” przeprowadzono szereg operacji ułatwiających jej odczyt, które doprowadziły ją do postaci:

```
> head(time_m_y)
[1] "Jan 1901" "Feb 1901" "Mar 1901" "Apr 1901" "May 1901" "Jun 1901"
```

Operacje te są zaprezentowane poniżej:

```
# Tworzenie zmiennej z datami
tunits <- ncatt_get(ncin, "time", "units")
tustr <- strsplit(tunits$value, " ")
tdstr <- strsplit(unlist(tustr)[3], "-")
tmonth <- as.integer(unlist(tdstr)[2])
tday <- as.integer(unlist(tdstr)[3])
tyear <- as.integer(unlist(tdstr)[1])
time_ch <- chron(time, origin=c(tmonth, tday, tyear))
time_m_y <- as.yearmon(time_ch)
Sys.setlocale("LC_TIME", "C")
time_m_y <- as.yearmon(time_ch)
head(time_m_y)
```

Centrum miasta Rzeszów, dla którego przeprowadzono analizę charakteryzuje się następującymi współrzędnymi geograficznymi: (51°02'01"N 21°00'17"E). Pierwszą współrzędną przypisano do wartości „lat=51.25”, gdyż jest to najbliższy równoleżnik przechowywany przez zmienną „lat”. Podobną operację wykonano dla drugiej współrzędnej, przypisując jej wartość „lon=22.25”. Po wyznaczeniu najbliższych współrzędnych odczytano odpowiednie oczka gridu:

```
> which(lat==51.25)
[1] 281
> which(lon==22.25)
[1] 405
```

Następnie odczytano wartości temperatur w Rzeszowie dla każdego miesiąca funkcją „ncvar_get”. Było to możliwe dzięki informacji o numerze odpowiednich oczek gridu dla miasta. Fragment odczytanych wartości zaprezentowano poniżej:

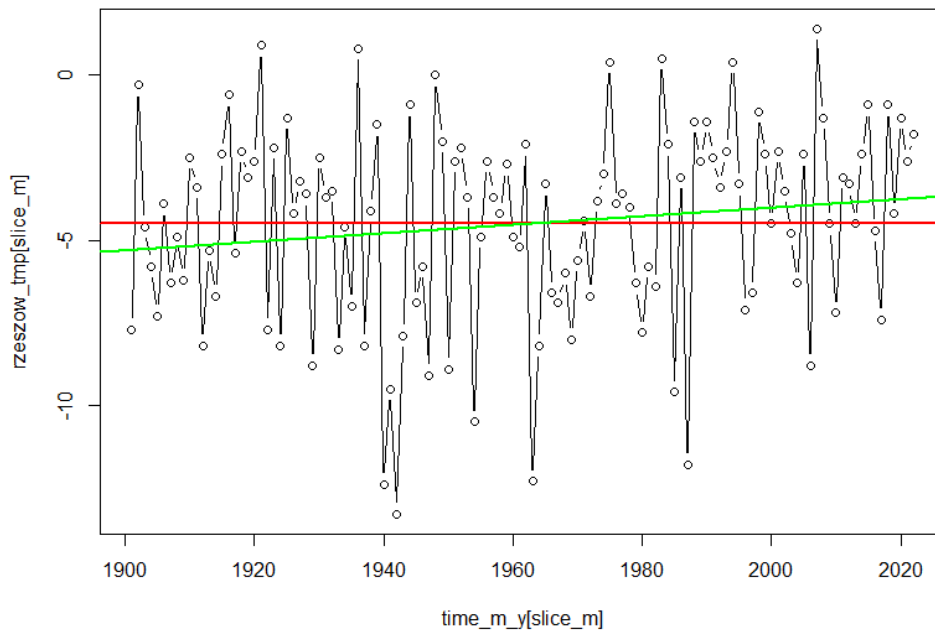
```
> # Odczytywanie wartości temperatury dla tej lokalizacji w każdym miesiącu
> rzeszow_tmp <- ncvar_get(ncin,"tmp",start=c(405,281,1),count=c(1,1,1464))
> round(rzeszow_tmp, 1)
  [1] -7.7 -6.4  2.5  8.9 14.3 18.5 20.0 18.1 13.6 10.4  2.2 -0.3 -0.3 -4.5  1.8  7.2
 [17] 10.0 16.1 17.2 17.3 13.3  8.0 -1.0 -7.8 -4.6 -0.1  5.0  7.1 13.5 16.1 18.2 17.0
 [33] 14.5  9.4  3.8 -2.9 -5.8 -1.2  1.6  8.7 11.8 16.2 19.4 17.9 12.5  8.9  1.2 -1.7
 [49] -7.3 -2.7  3.0  6.9 13.7 18.4 19.9 19.1 14.6  5.7  4.1 -2.6 -3.9 -2.7  2.7 10.4
 [65] 15.0 16.4 19.1 17.0 12.7  8.3  5.8 -5.2 -6.3 -6.5 -0.2  6.2 15.4 16.6 17.3 17.0
 [81] 13.4 13.0  1.1 -3.1 -4.9 -2.2  2.2  7.5 15.3 18.1 18.7 16.5 12.4  7.7 -1.8 -4.7
 [97] -6.2 -7.6  1.6  8.3 11.9 16.3 17.8 18.4 15.1 11.3  1.9 -0.6 -2.5  0.5  3.1  9.0
[113] 14.0 18.3 17.7 17.2 13.0  8.3  2.2 -0.2 -3.4 -5.4  3.0  8.6 14.1 16.1 19.3 19.0
```

Kolejnym krokiem było utworzenie wykresów dla każdego miesiąca w całym zakresie czasu (od 1901 do 2022). Każdy wykres składa się z niewielkich okręgów, prezentujących próbki średnich temperatur w danym miesiącu w danym roku. Okręgi te połączone są ze sobą czarnymi liniami (jest to zabieg umożliwiający odczyt zmiany względem roku poprzedniego). Do wykresu dodano również czerwoną linię prostą ze współczynnikiem kierunkowym równym zero. Jest to linia średniej temperatury w całym badanym okresie czasu. Ponadto dołączono zieloną linię, która określa tendencję. Dzięki niej łatwo jest określić czy tendencja była wzrostowa, czy malejąca. Kod pozwalający na prezentację wykresu przedstawiono poniżej:

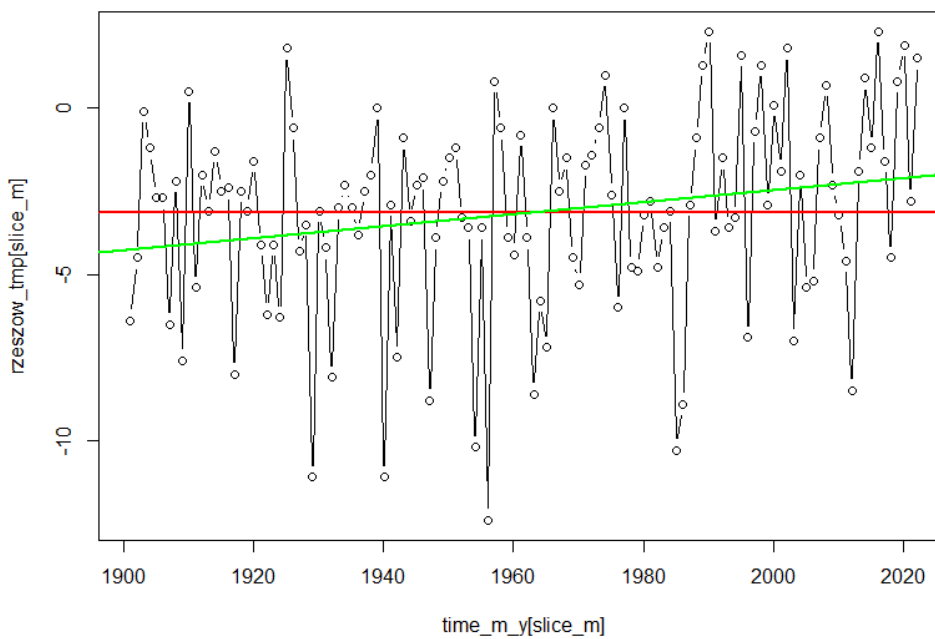
```
# Wykres temperatur dla stycznia w okresie 1901-2022
slice_m <- seq(1,length(time_m_y),12)
plot(time_m_y[slice_m],rzeszow_tmp[slice_m],t="b")
abline(a=mean(rzeszow_tmp[slice_m]),b=0,col="Red",lwd=2)
abline(lm(rzeszow_tmp[slice_m]~time_m_y[slice_m]), col="Green", lwd=2)
```

Kod ten pozwala na wymodelowanie wykresu dla stycznia. Każdy kolejny miesiąc wykonano analogicznie, zmieniając wartość kolumny w funkcji „seq” na numer odpowiadający badanemu miesiącowi.

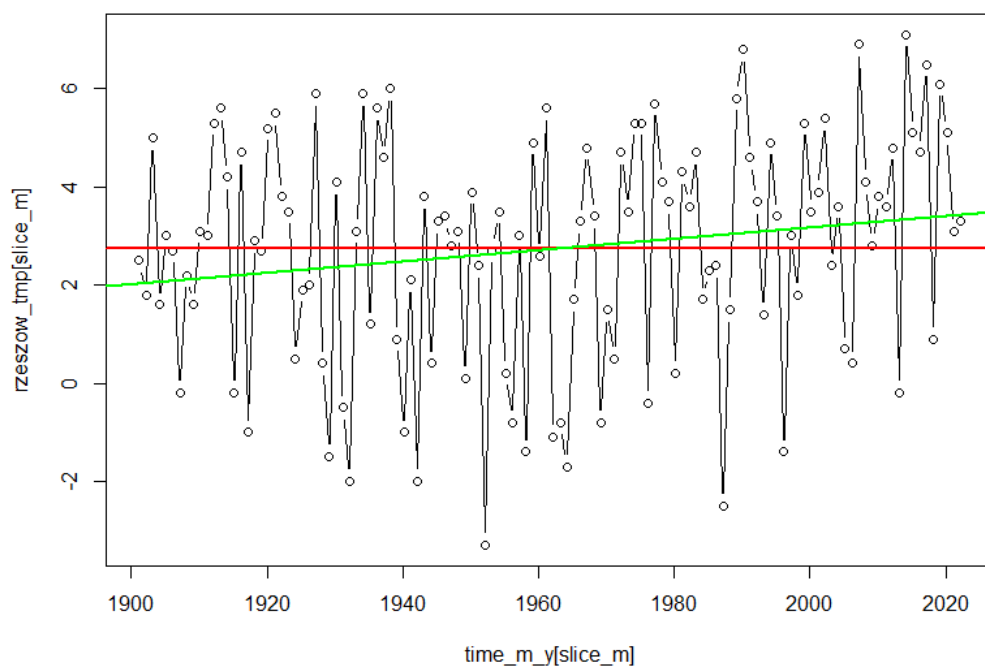
Wyniki zaprezentowano poniżej (wykres 1 – wykres 12)



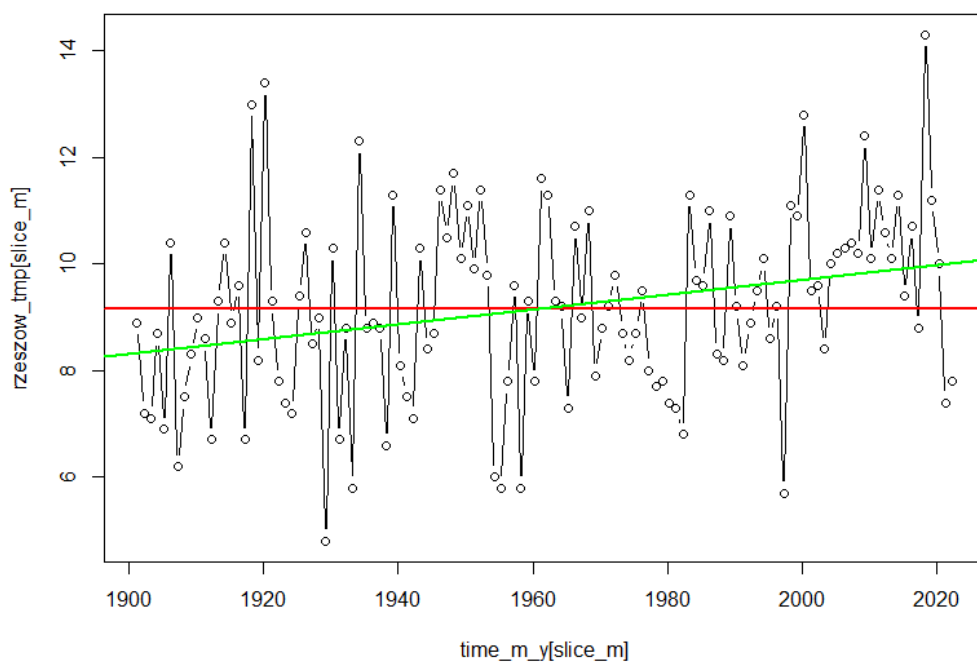
(wykres 1) Wykres temperatur w Rzeszowie w styczniu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



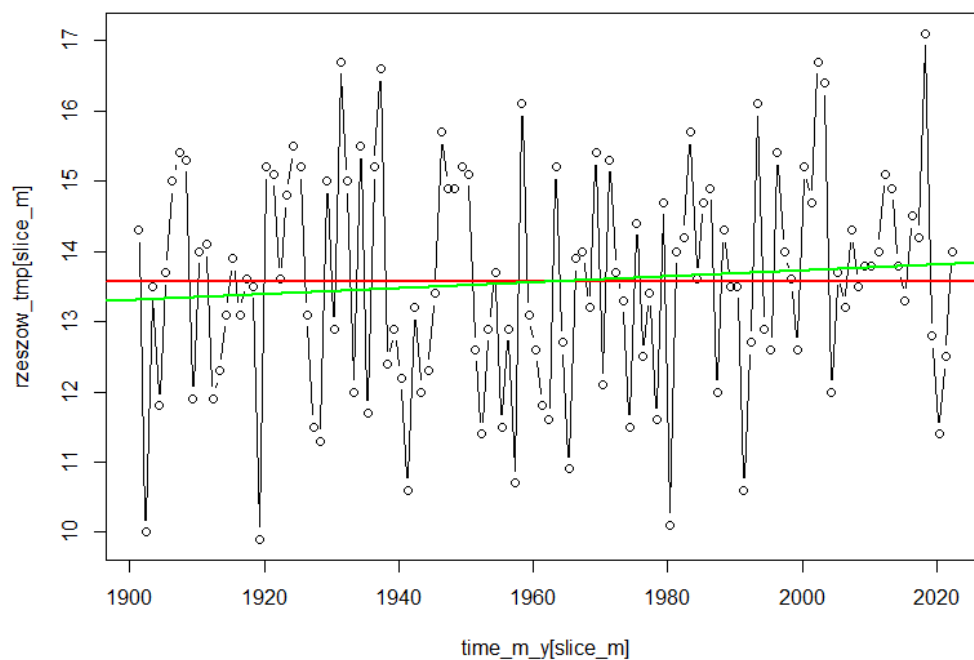
(wykres 2) Wykres temperatur w Rzeszowie w lutym w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



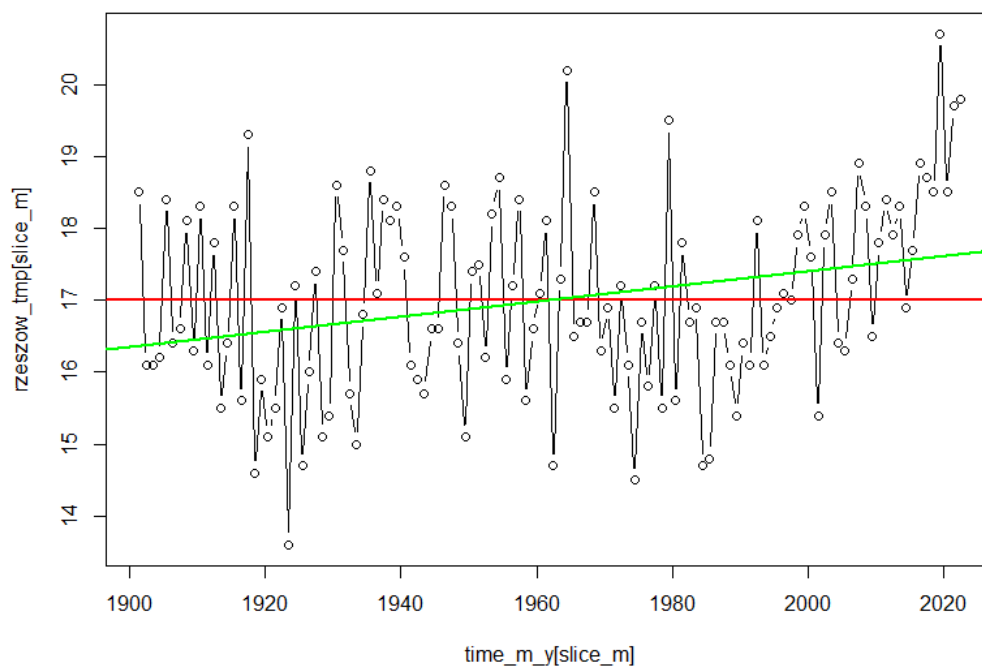
(wykres 3) Wykres temperatur w Rzeszowie w marcu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



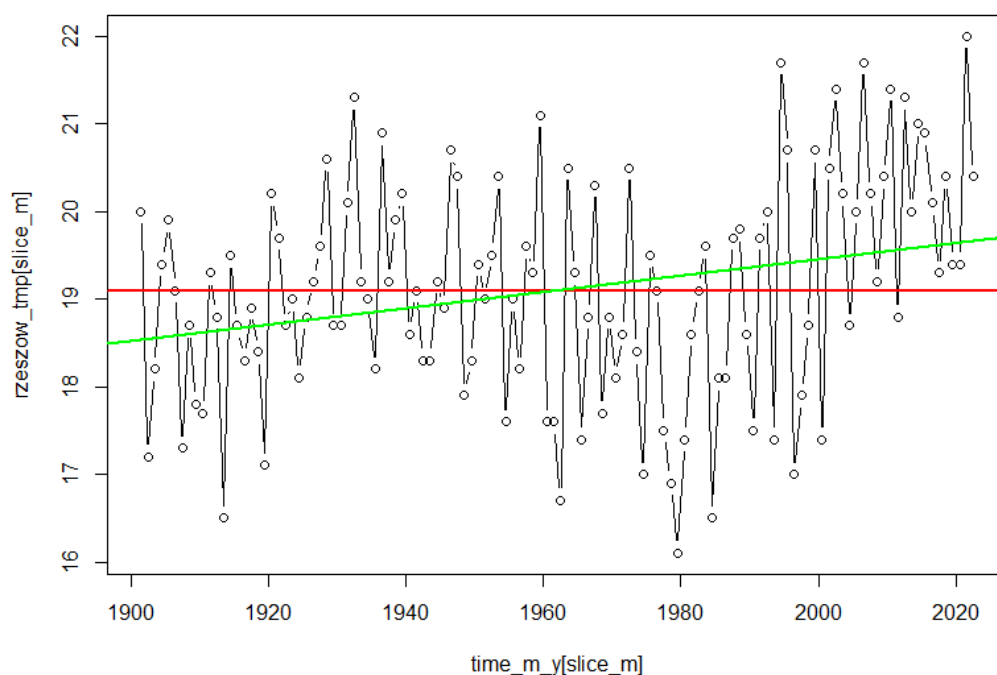
(wykres 4) Wykres temperatur w Rzeszowie w kwietniu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



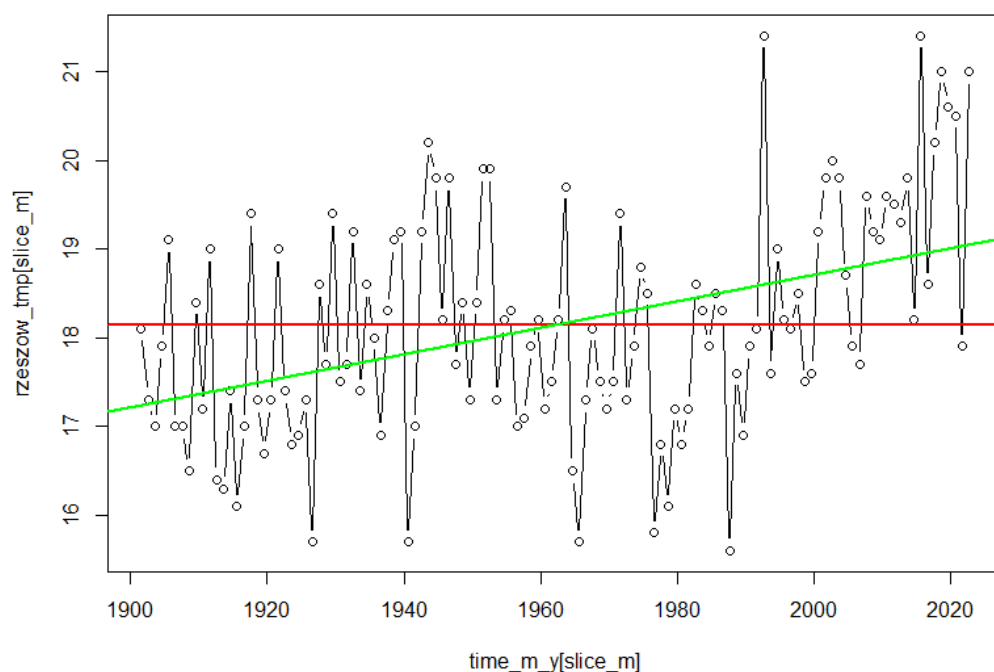
(wykres 5) Wykres temperatur w Rzeszowie w maju w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



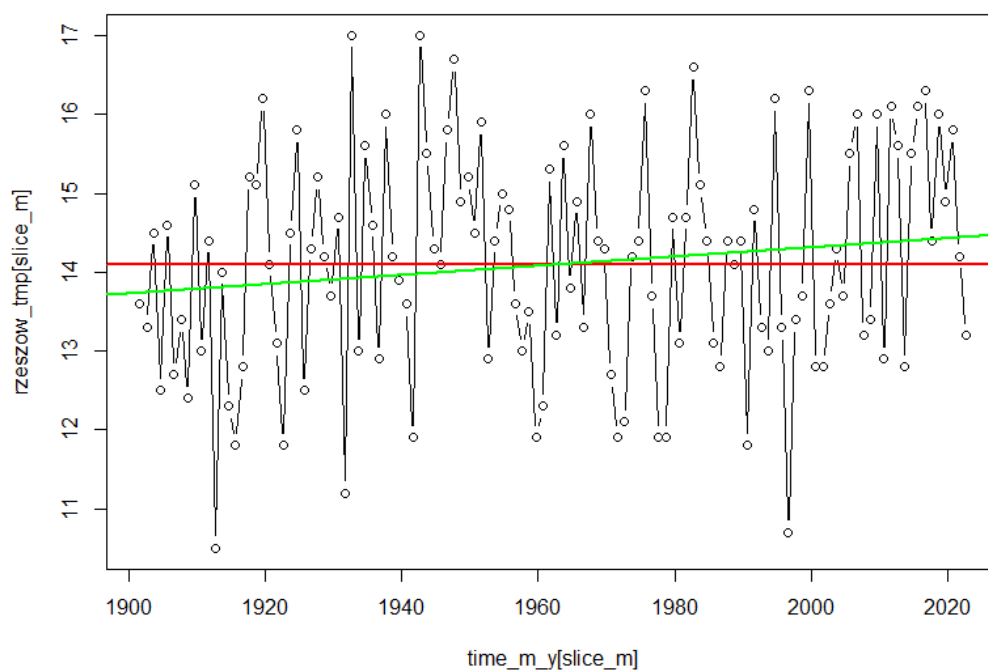
(wykres 6) Wykres temperatur w Rzeszowie w czerwcu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



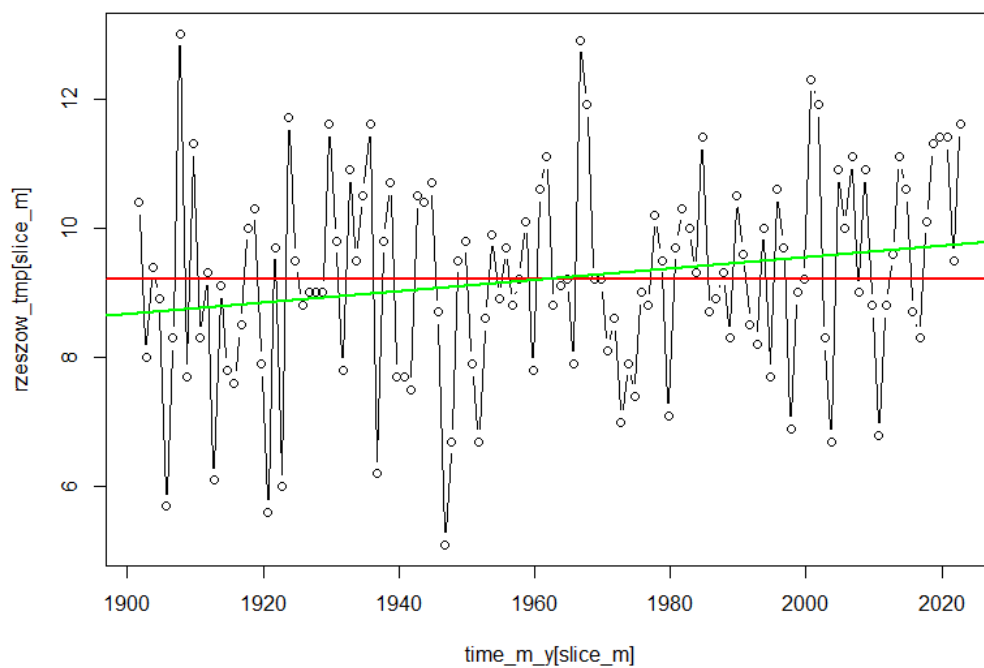
(wykres 7) Wykres temperatur w Rzeszowie w lipcu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



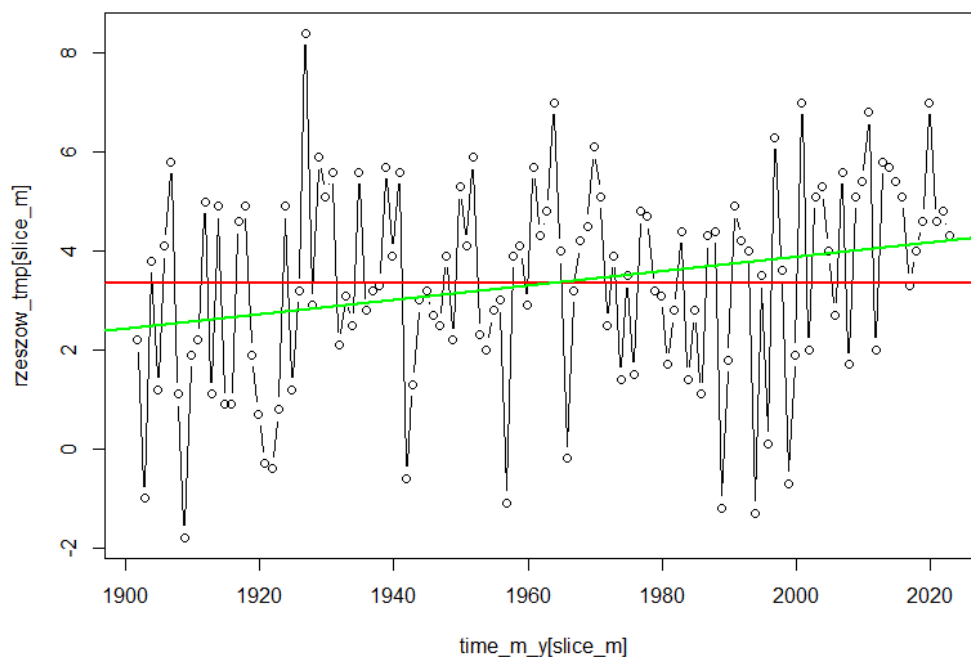
(wykres 8) Wykres temperatur w Rzeszowie w sierpniu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



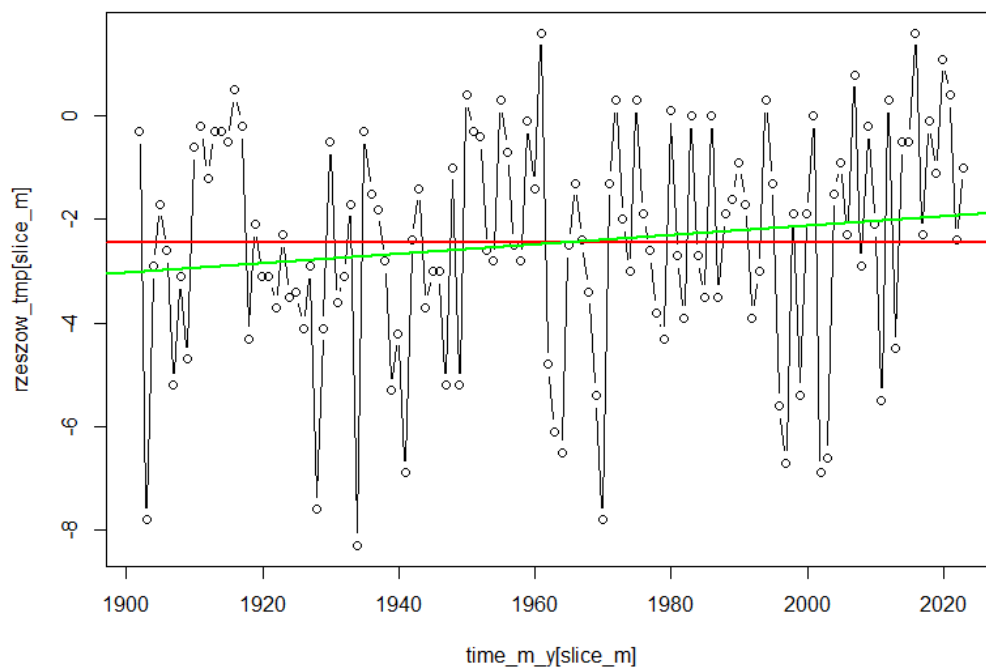
(wykres 9) Wykres temperatur w Rzeszowie we wrześniu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



(wykres 10) Wykres temperatur w Rzeszowie w październiku w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



(wykres 11) Wykres temperatur w Rzeszowie w listopadzie w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji



(wykres 12) Wykres temperatur w Rzeszowie w grudniu w latach 1901-2022 z dodaną czerwoną linią średniej temperatury i zieloną linią regresji

Po wykonaniu wszystkich wykresów przedstawiających temperatury w pełnym zakresie czasowym, skupiono się na utworzeniu wykresów, które wskażą zmienność zmian temperatury w ostatnim trzydziestoleciu (1991-2020) względem poprzedniego (1961-1990).

W tym celu dla każdego miesiąca utworzono po 2 wykresy. Pierwszy z nich zawiera nałożone na siebie dane z obu trzydziestoletnich okresów. Drugi natomiast zawiera dane z okresów umieszczone w odpowiednich przedziałach czasowych (okres 1991-2020 jest później od okresu 1961-1990). Dodatkowo na drugim wykresie dodano osobne linie trendu dla obu okresów oraz wymodelowaną linię, która określa ciąg dalszy przebiegu okresu 1, gdyby trend pozostał niezmienny w czasie trwania okresu 2.

Rysowanie wykresów rozpoczęto od wyznaczenia zakresu (wyznaczenie maksymalnej i minimalnej temperatury) temperatur, w celu lepszej wizualizacji wykresu. Na wykres naniesiono w kolorze czarnym dane z lat 1961-1990 oraz dane z lat 1991-2020 w kolorze czerwonym: Współrzedną „y” wykresu ograniczono zgodnie z wyznaczonym zakresem danych:

```
slice_m <- seq(1,length(time_m_y),12)
# Wybor odpowiednich okresow
g1<-slice_m[61:90]
g2<-slice_m[91:120]

# Wyznaczenie zakresu
range(na.omit(as.numeric(rzeszow_tmp[slice_m])))

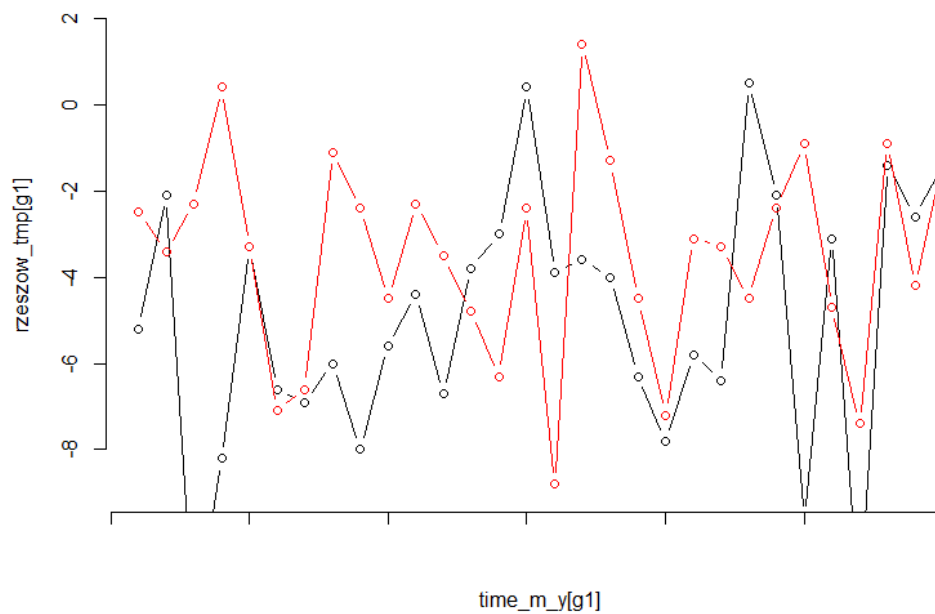
# Stworzenie wykresu
plot(time_m_y[g1],rzeszow_tmp[g1],t="b",ylim=c(-9,2),axes=FALSE)

# Dodanie drugiej serii danych
lines(time_m_y[g1],rzeszow_tmp[g2],t="b",col="Red")

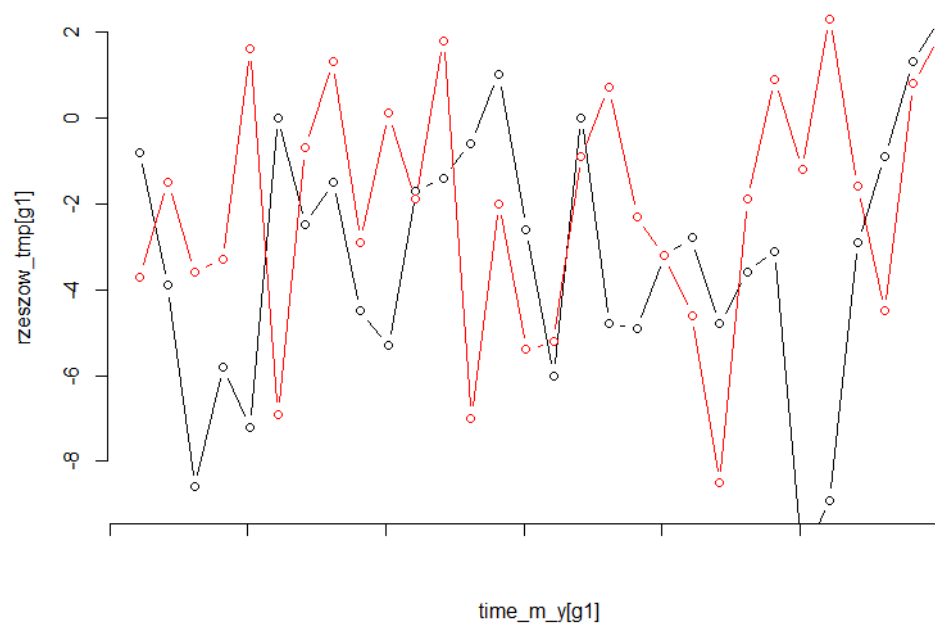
axis(1,labels=FALSE)
axis(2)
```

Powyższy kod służy do narysowania wykresu dla stycznia (miesiąc numer 1). Do narysowania wykresów dla kolejnych miesięcy zmieniano wartość wewnątrz funkcji „seq” zgodną z numerem miesiąca oraz zakres współrzędnej „y”.

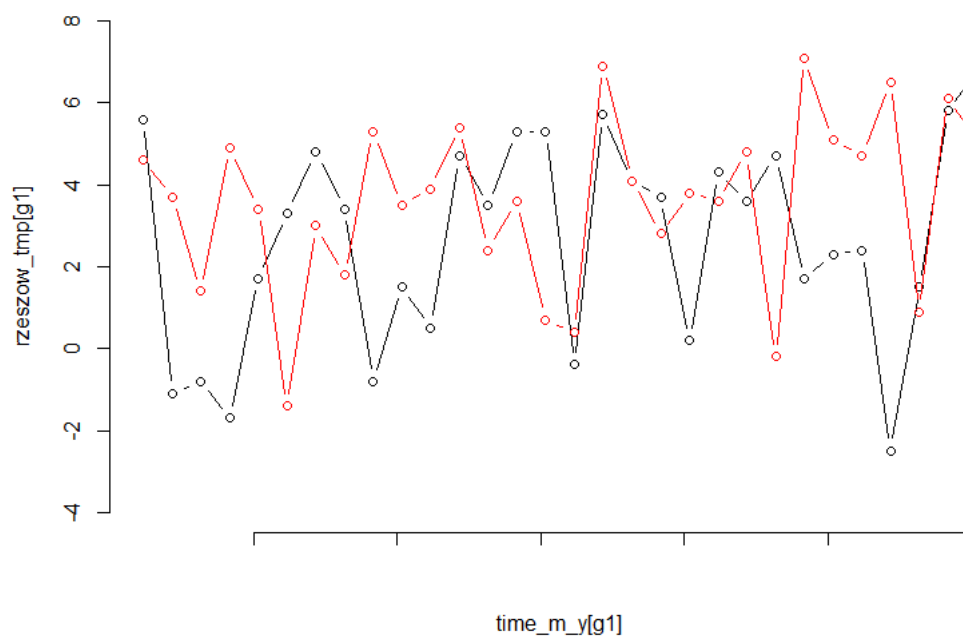
Wyniki zaprezentowano poniżej (wykres 13 – wykres 24):



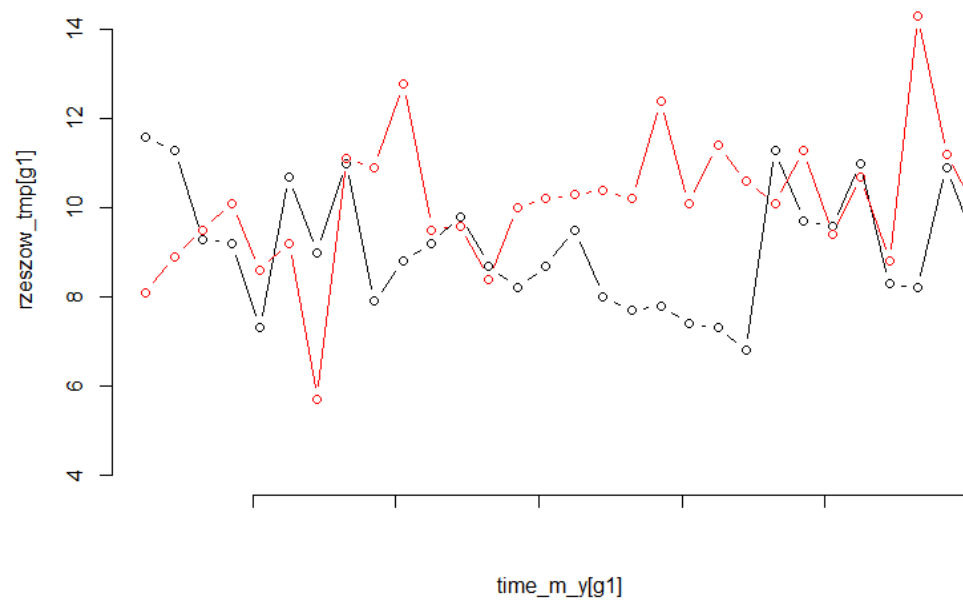
(wykres 13) Wykres temperatur w styczniu, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)



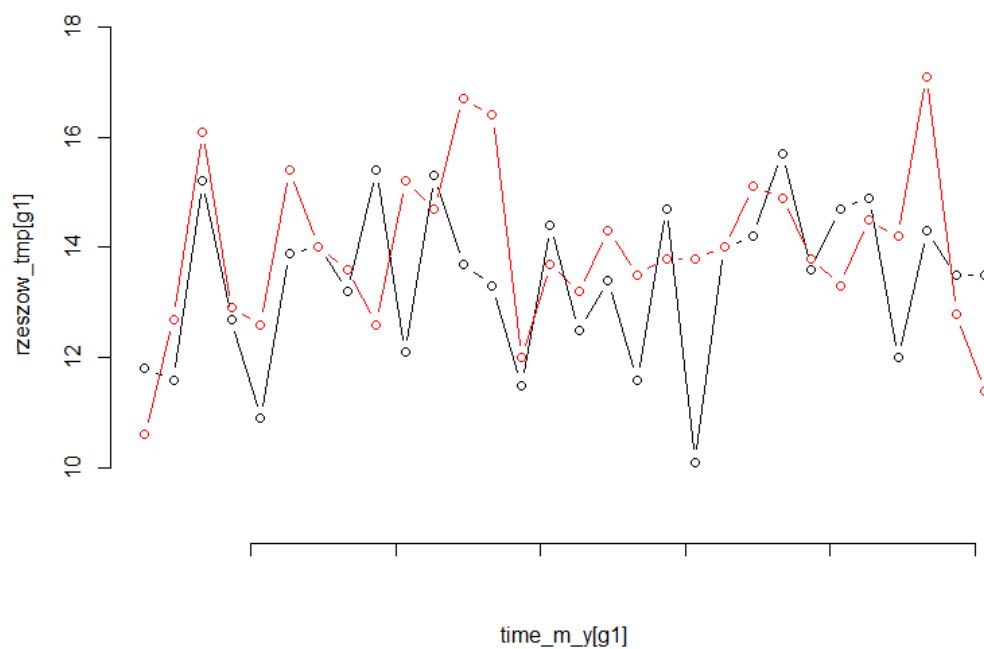
(wykres 14) Wykres temperatur w lutym, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)



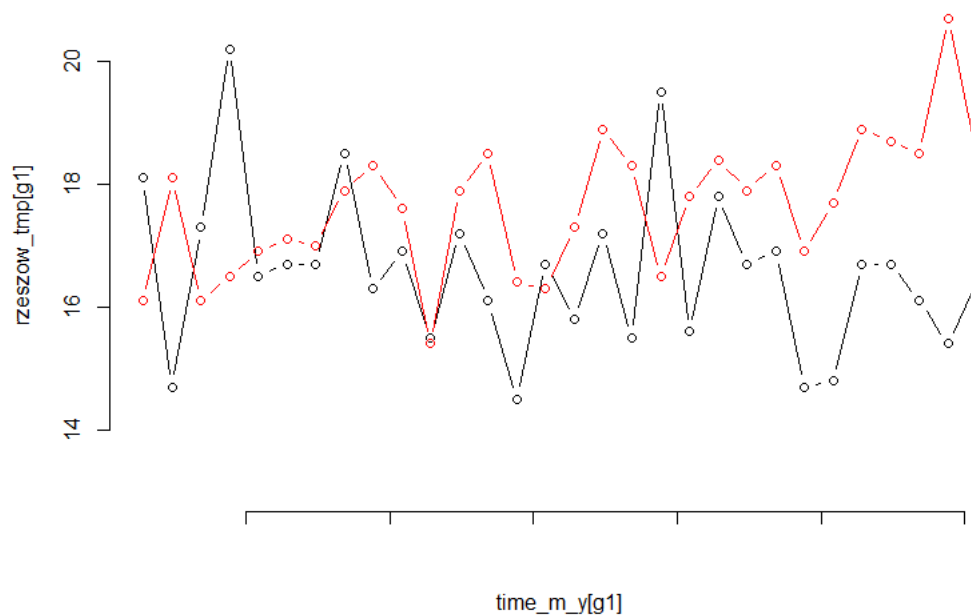
(wykres 15) Wykres temperatur w marcu, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)



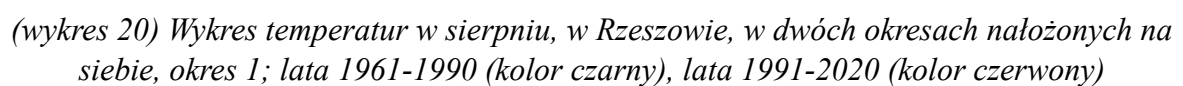
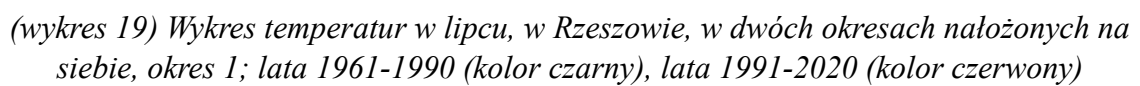
(wykres 16) Wykres temperatur w kwietniu, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

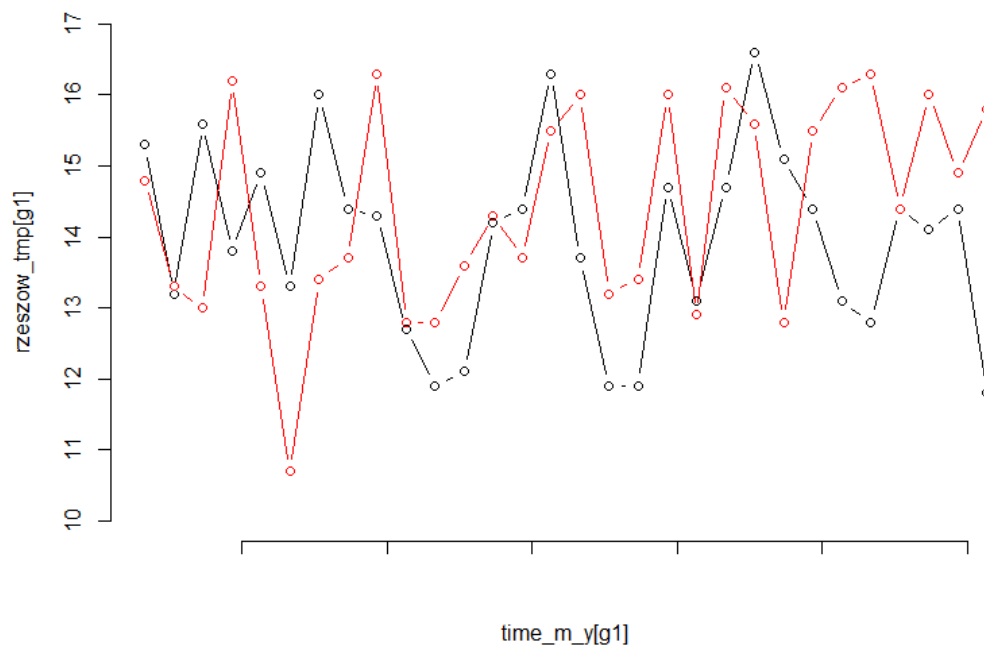


(wykres 17) Wykres temperatur w maju, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

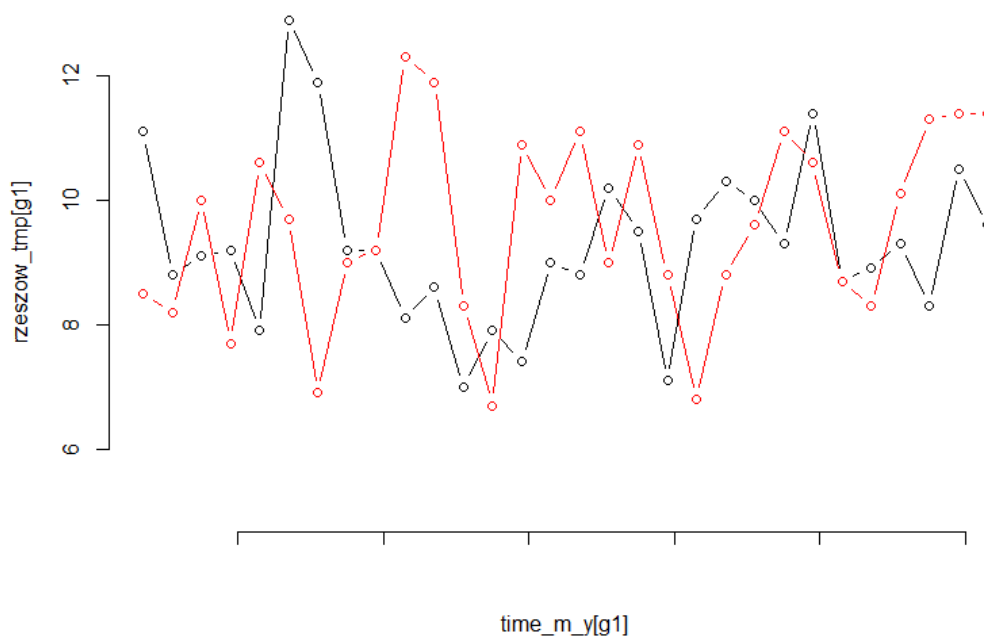


(wykres 18) Wykres temperatur w czerwcu, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

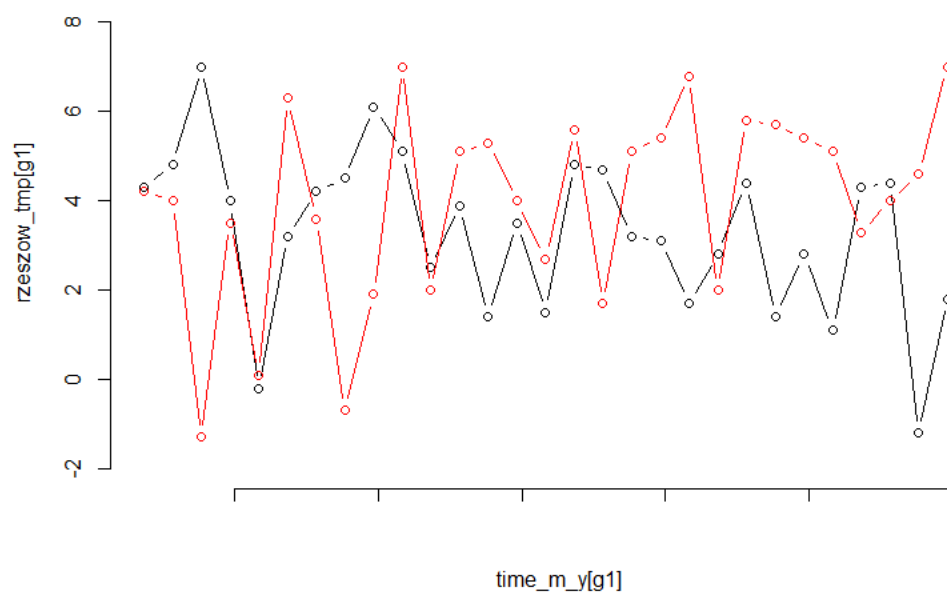




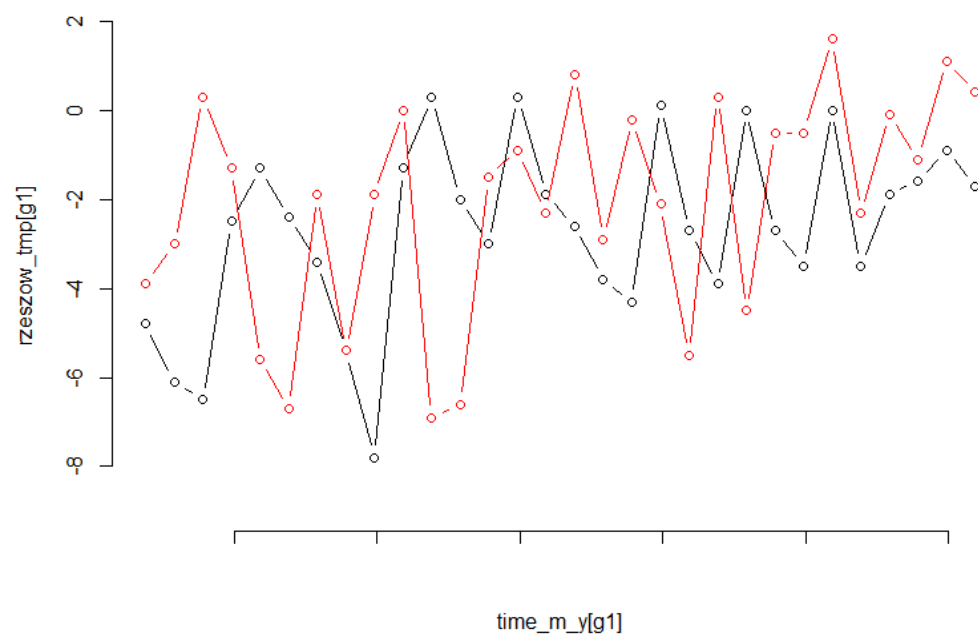
(wykres 21) Wykres temperatur we wrześniu, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres I; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)



(wykres 22) Wykres temperatur w październiku, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres I; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)



(wykres 23) Wykres temperatur w listopadzie, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)



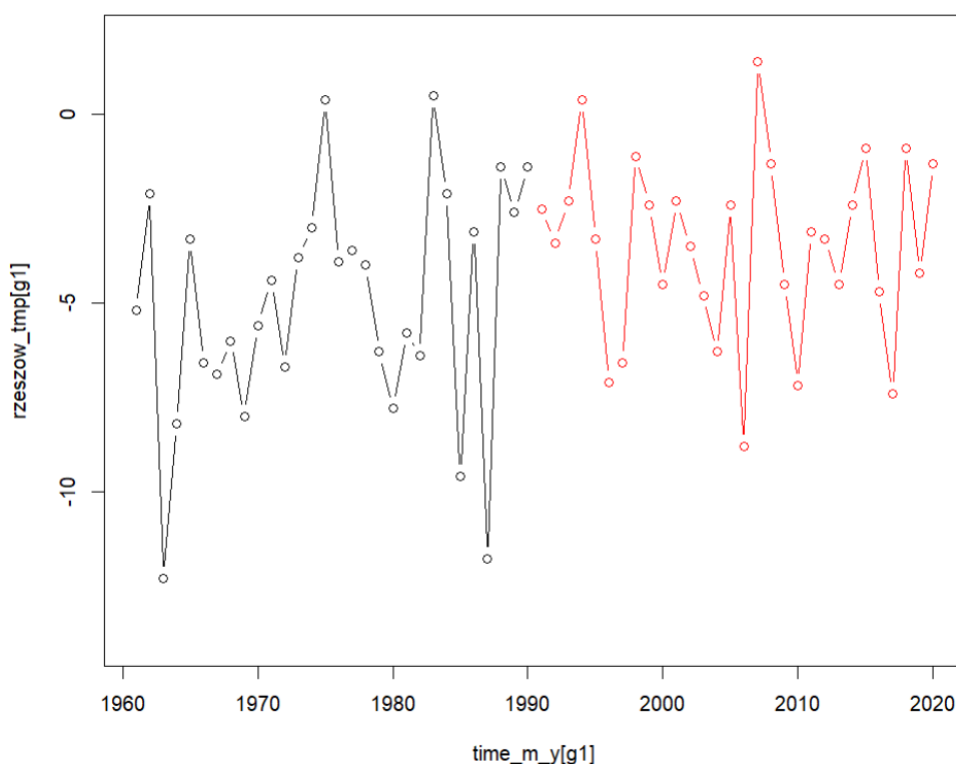
(wykres 24) Wykres temperatur w grudniu, w Rzeszowie, w dwóch okresach nałożonych na siebie, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Następnie wykonano wykresy dla obu okresów, nie nakładając ich na siebie, lecz zgodnie z ich położeniem w czasie:

```
# Analiza zjawiska z liniami trendow
slice_m <- seq(1,length(time_m_y),12)
range(na.omit(as.numeric(rzeszow_tmp[slice_m])))

# Wybor odpowiednich okresow
g1<-slice_m[61:90]
g2<-slice_m[91:120]
# Umieszczenie na nowym wykresie danych z poprzedniego, zachowujac odpowiednie polozenie czasowe
plot(time_m_y[g1],rzeszow_tmp[g1],t="b",xlim=c(1961,2020),ylim=c(-14,2))
lines(time_m_y[g2],rzeszow_tmp[g2],t="b",col="Red")
```

Wykres dla stycznia prezentuje się następująco:



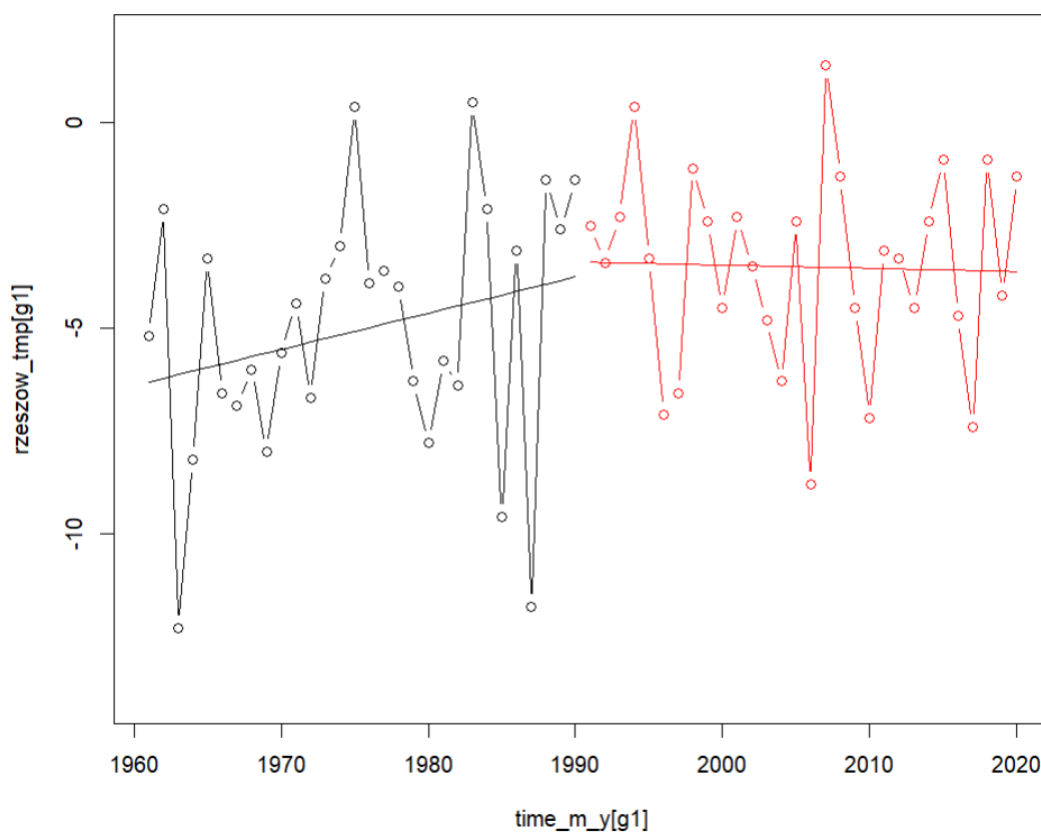
(wykres 25) Wykres temperatur w styczniu, w Rzeszowie, w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Następnie utworzone dwie zmienne pomocnicze tworzące ramki danych, z których wyliczono model liniowy funkcją „lm”:

```
# Tworzenie dwiuch ramek danych dla dwuch analizowanych okresow
df1<-data.frame(x=time_m_y[g1],y=rzeszow_tmp[g1])
df1
df2<-data.frame(x=time_m_y[g2],y=rzeszow_tmp[g2])
df2

# Wyliczenie modeli liniowych funkcja lm
m1<-lm(y~x,data=df1)
m2<-lm(y~x,data=df2)
```

Po wyliczeniu modeli liniowych dodano jest do wykresu (wykres 25). Wynik zaprezentowano poniżej:



(wykres 26) Wykres temperatur w styczniu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Następnie sprawdzono, czy model jest istotny statystycznie (czy założeniu $p < 0.05$):

```
> summary(m1)
```

Call:

```
lm(formula = y ~ x, data = df1)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-7.7808	-1.5210	0.9101	1.9877	5.4774

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-179.24650	129.25326	-1.387	0.176
x	0.08819	0.06543	1.348	0.189

Residual standard error: 3.102 on 28 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.06093, Adjusted R-squared: 0.02739

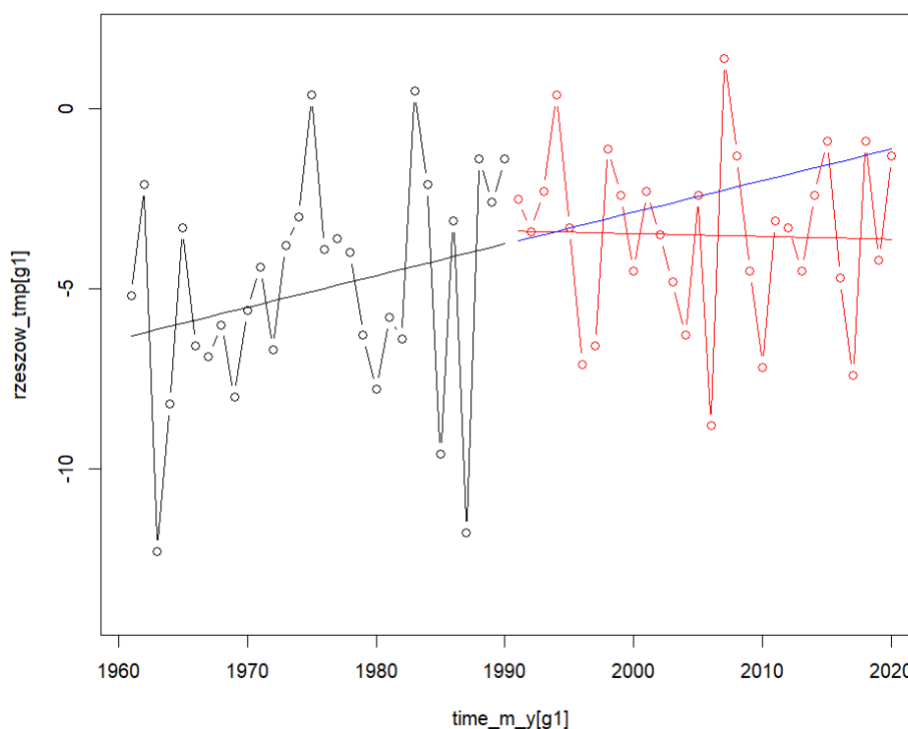
F-statistic: 1.817 on 1 and 28 DF, p-value: 0.1885

Odczytano wartość $p=0.1885 > 0.05$, zatem nieistotny

Finalnym krokiem było nałożenie na wykres niebieskiej linii, która określa trend w drugim, późniejszym okresie, który jest przedłużeniem okresu pierwszego:

```
# Dodaje przedłużenie linii z 1 okresu (predykcje)  
lines(time_m_y[g2],predict(m1,newdata=df2),col="Blue")
```

Wynik prezentuje się w taki sposób:



(wykres 26) Wykres temperatur w styczniu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Ponownie sprawdzono czy model (tym razem dla drugiego okresu) jest istotny statystycznie:

```
Call:
lm(formula = y ~ x, data = df2)

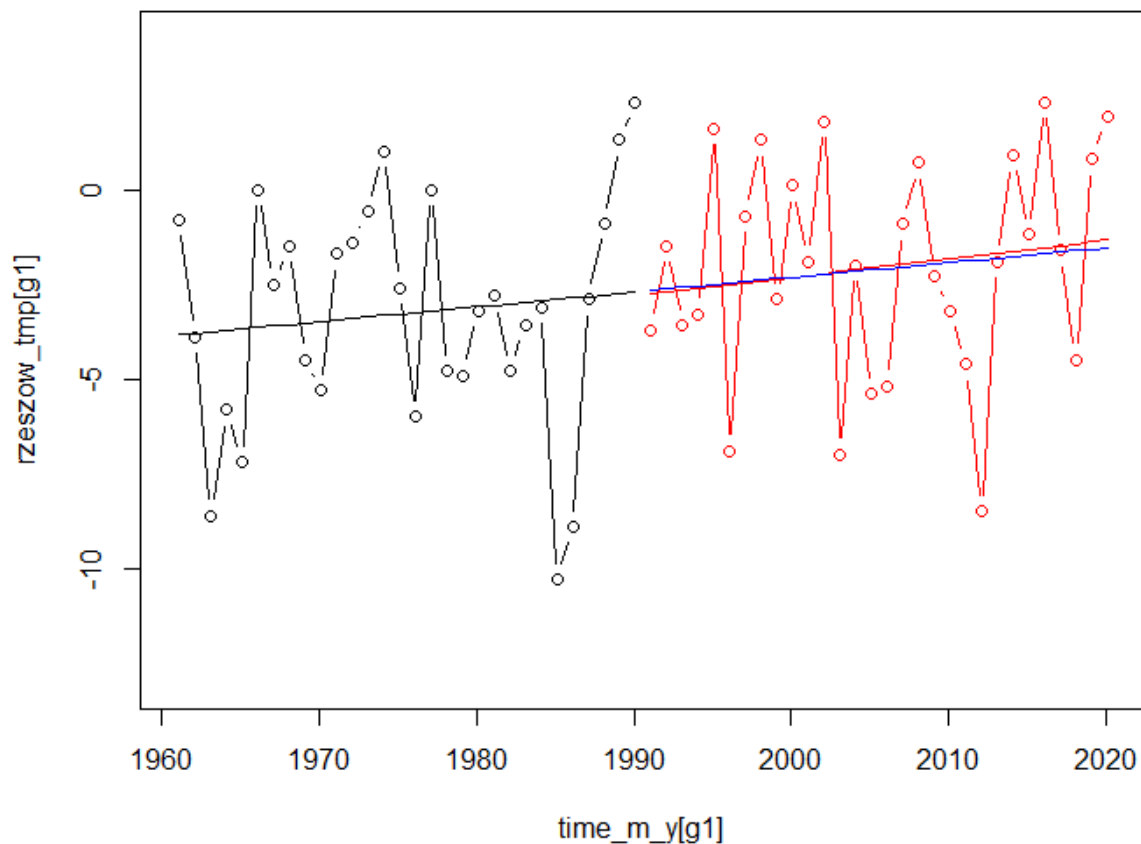
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.2894 -1.0919  0.1908  1.1732  4.9185

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  12.37673   104.18119   0.119   0.906
x            -0.00792    0.05195  -0.152   0.880

Residual standard error: 2.463 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.0008295, Adjusted R-squared:  -0.03486
F-statistic: 0.02324 on 1 and 28 DF,  p-value: 0.8799
```

Odczytano wartość $p=0.8799 > 0.05$, zatem nieistotny

Identyczne zabiegi wykonano dla każdego z pozostałych miesięcy, a wyniki przedstawione są na wykresach 27-37. Sprawdzono również istotność statystyczną.



(wykres 27) Wykres temperatur w lutym, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

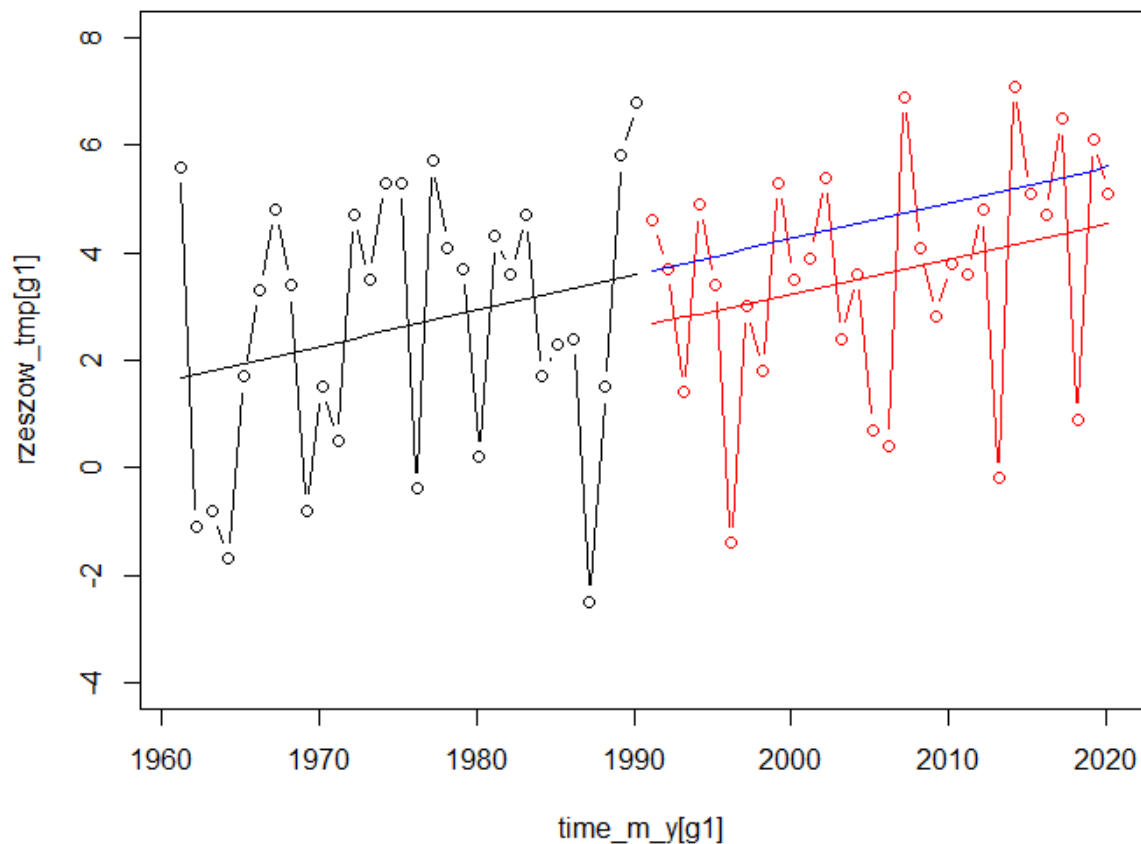
Residual standard error: 3.104 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.01241, Adjusted R-squared: -0.02286
 F-statistic: 0.3519 on 1 and 28 DF, p-value: 0.5578

$p=0.5578 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 2.891 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.02257, Adjusted R-squared: -0.01234
 F-statistic: 0.6466 on 1 and 28 DF, p-value: 0.4281

$p=0.4281 > 0.05$, zatem nieistotny



(wykres 28) Wykres temperatur w marcu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

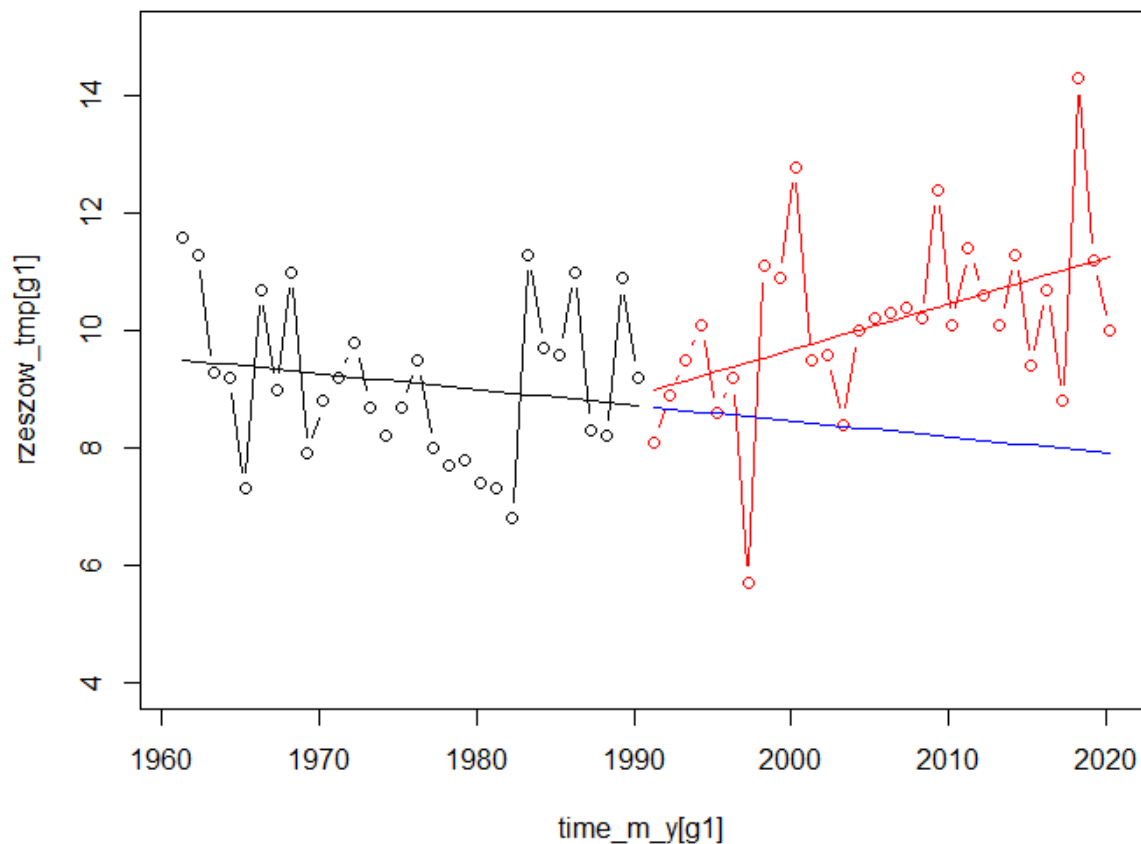
Residual standard error: 2.526 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.0529, Adjusted R-squared: 0.01907
 F-statistic: 1.564 on 1 and 28 DF, p-value: 0.2215

$p=0.2215 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 2.078 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.07076, Adjusted R-squared: 0.03758
 F-statistic: 2.132 on 1 and 28 DF, p-value: 0.1554

$p=0.1554 > 0.05$, zatem nieistotny



(wykres 29) Wykres temperatur w kwietniu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

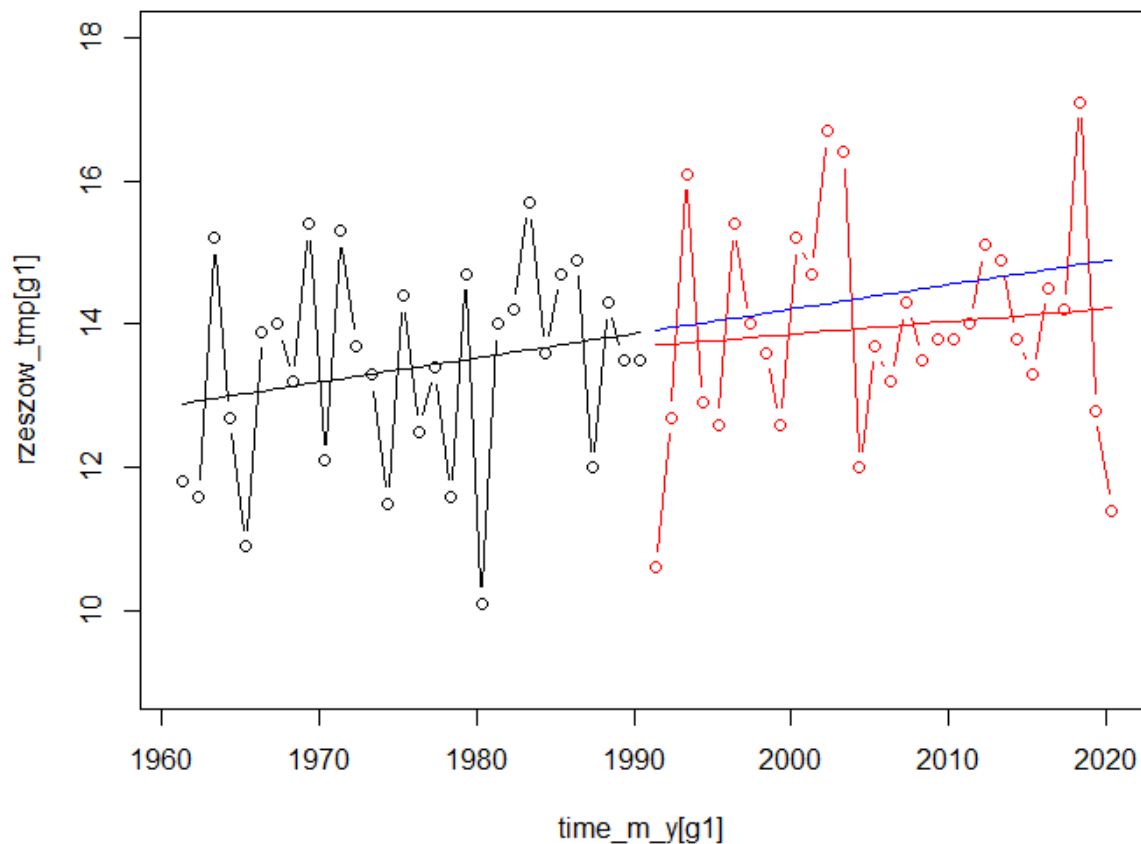
Residual standard error: 1.366 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.03031, Adjusted R-squared: -0.004325
 F-statistic: 0.8751 on 1 and 28 DF, p-value: 0.3575

$p=0.3575 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 1.428 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.1938, Adjusted R-squared: 0.1651
 F-statistic: 6.733 on 1 and 28 DF, p-value: 0.0149

$p=0.0149 < 0.05$, zatem istotny



(wykres 30) Wykres temperatur w maju, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

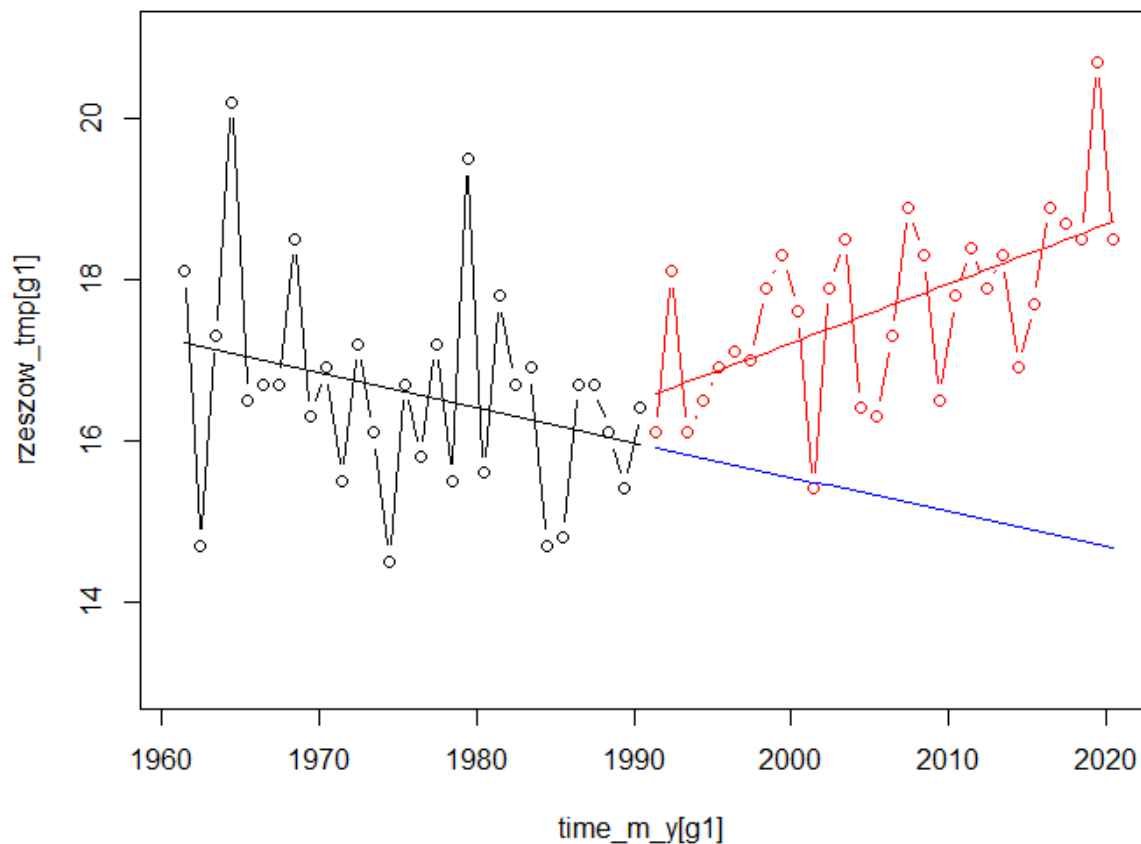
Residual standard error: 1.433 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.04314, Adjusted R-squared: 0.008963
F-statistic: 1.262 on 1 and 28 DF, p-value: 0.2708

$p=0.2708 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 1.523 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.01076, Adjusted R-squared: -0.02457
F-statistic: 0.3046 on 1 and 28 DF, p-value: 0.5854

$p=0.3046 > 0.05$, zatem nieistotny



(wykres 31) Wykres temperatur w czerwcu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

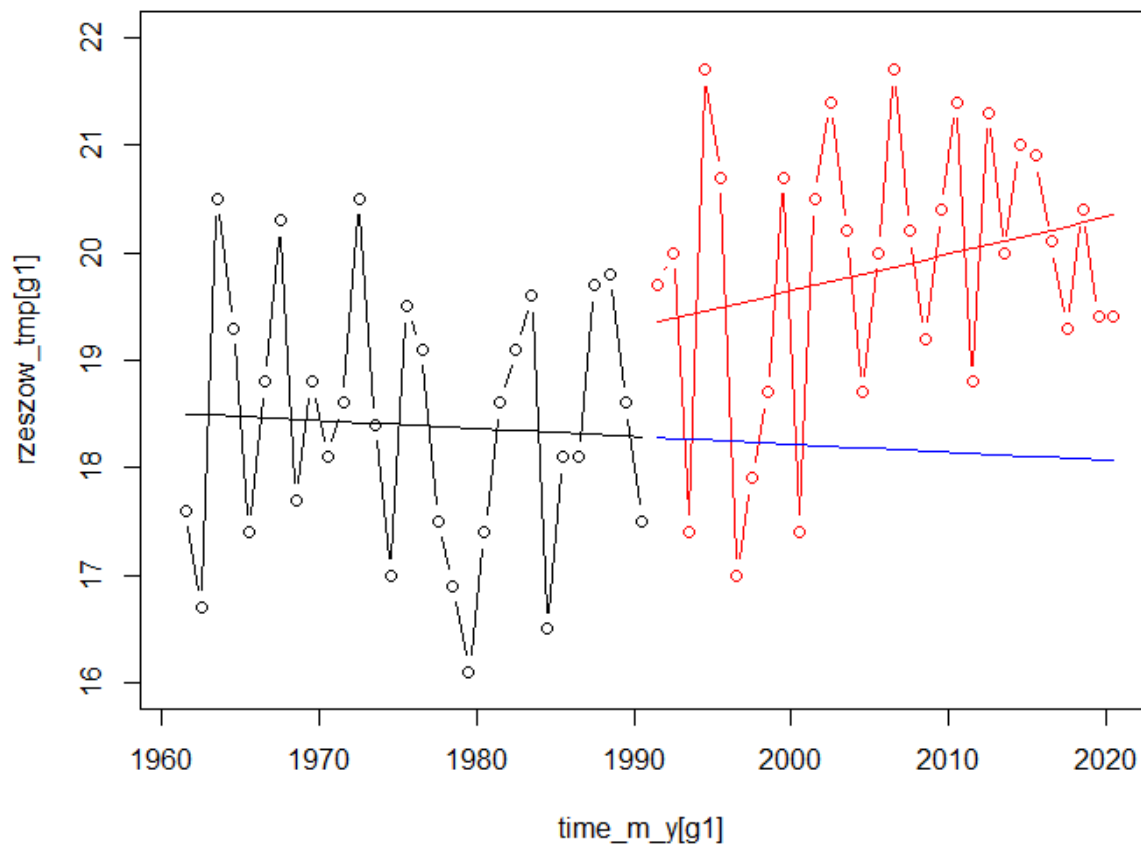
Residual standard error: 1.294 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.08231, Adjusted R-squared: 0.04953
 F-statistic: 2.511 on 1 and 28 DF, p-value: 0.1243

$p=0.1243 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 0.9186 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.3403, Adjusted R-squared: 0.3167
 F-statistic: 14.44 on 1 and 28 DF, p-value: 0.0007159

$p=0.0007159 < 0.05$, zatem istotny



(wykres 32) Wykres temperatur w lipcu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

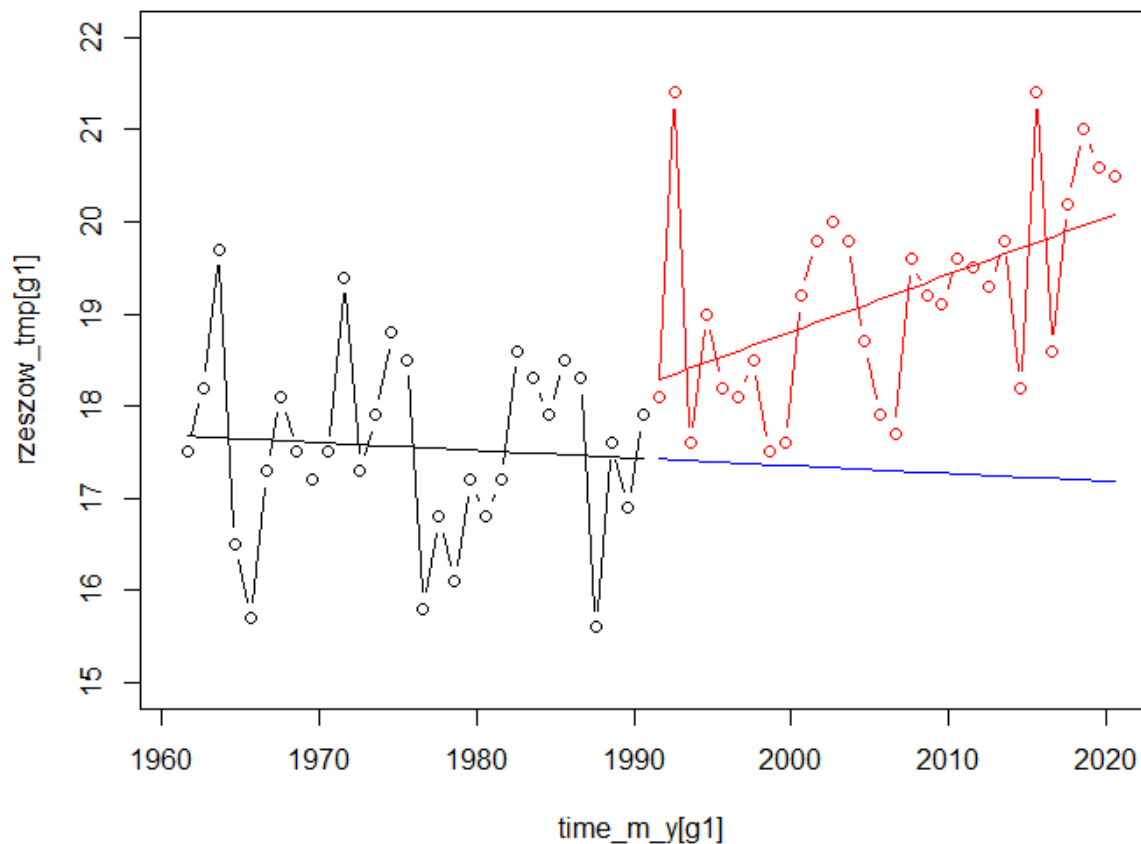
Residual standard error: 1.223 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.002921, Adjusted R-squared: -0.03269
 F-statistic: 0.08202 on 1 and 28 DF, p-value: 0.7767

$p=0.7767 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 1.271 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.0552, Adjusted R-squared: 0.02145
 F-statistic: 1.636 on 1 and 28 DF, p-value: 0.2114

$p=0.2114 > 0.05$, zatem nieistotny



(wykres 33) Wykres temperatur w sierpniu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

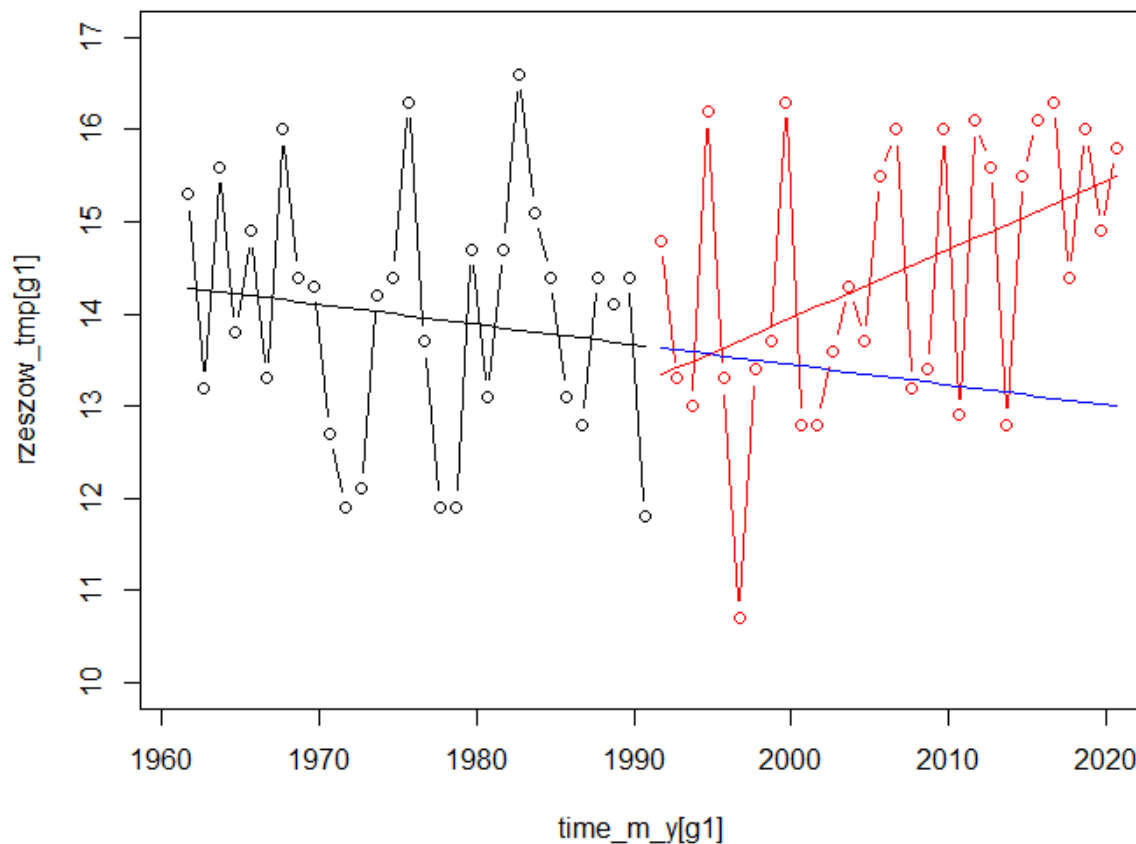
Residual standard error: 1.037 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.005194, Adjusted R-squared: -0.03033
 F-statistic: 0.1462 on 1 and 28 DF, p-value: 0.7051

$p=0.7051 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 1.011 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.2308, Adjusted R-squared: 0.2033
 F-statistic: 8.4 on 1 and 28 DF, p-value: 0.007215

$p=0.007215 < 0.05$, zatem istotny



(wykres 34) Wykres temperatur we wrześniu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

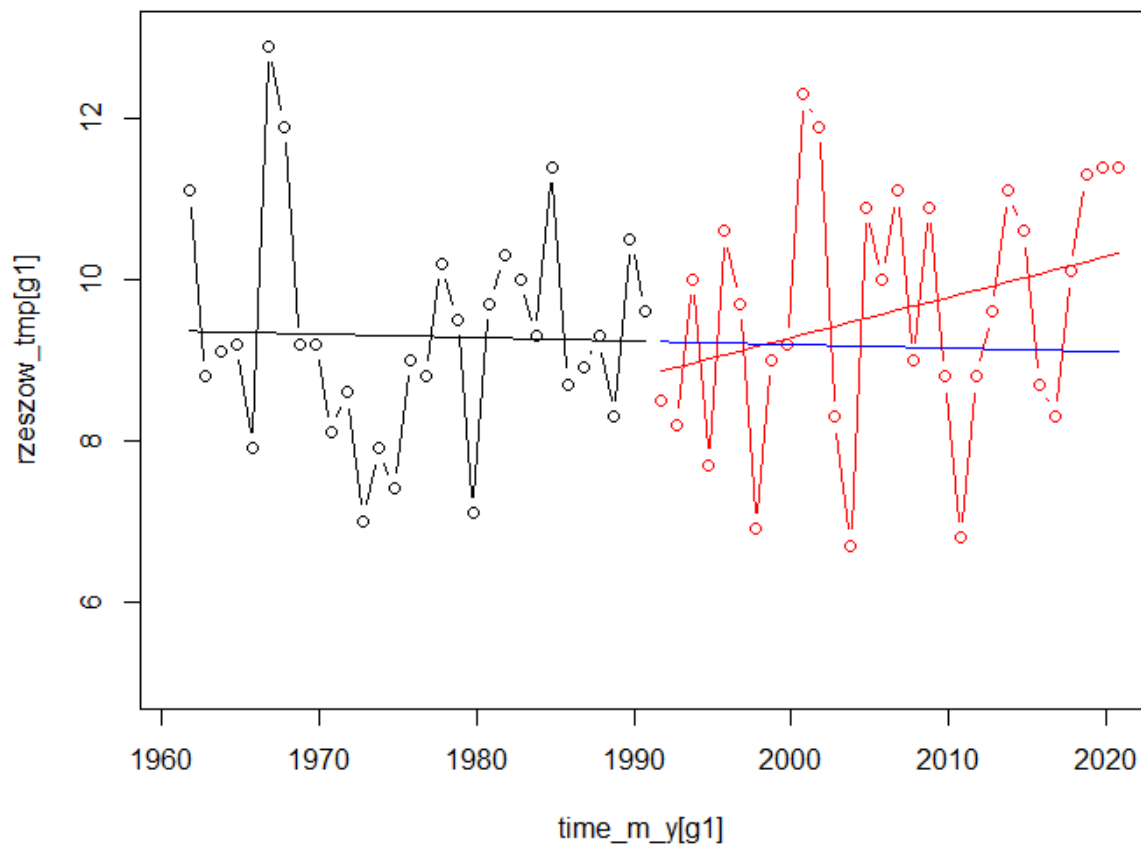
Residual standard error: 1.347 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.02062, Adjusted R-squared: -0.01435
F-statistic: 0.5897 on 1 and 28 DF, p-value: 0.449

$p=0.449 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 1.348 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1951, Adjusted R-squared: 0.1664
F-statistic: 6.788 on 1 and 28 DF, p-value: 0.01453

$p=0.01453 < 0.05$, zatem istotny



(wykres 35) Wykres temperatur w październiku, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

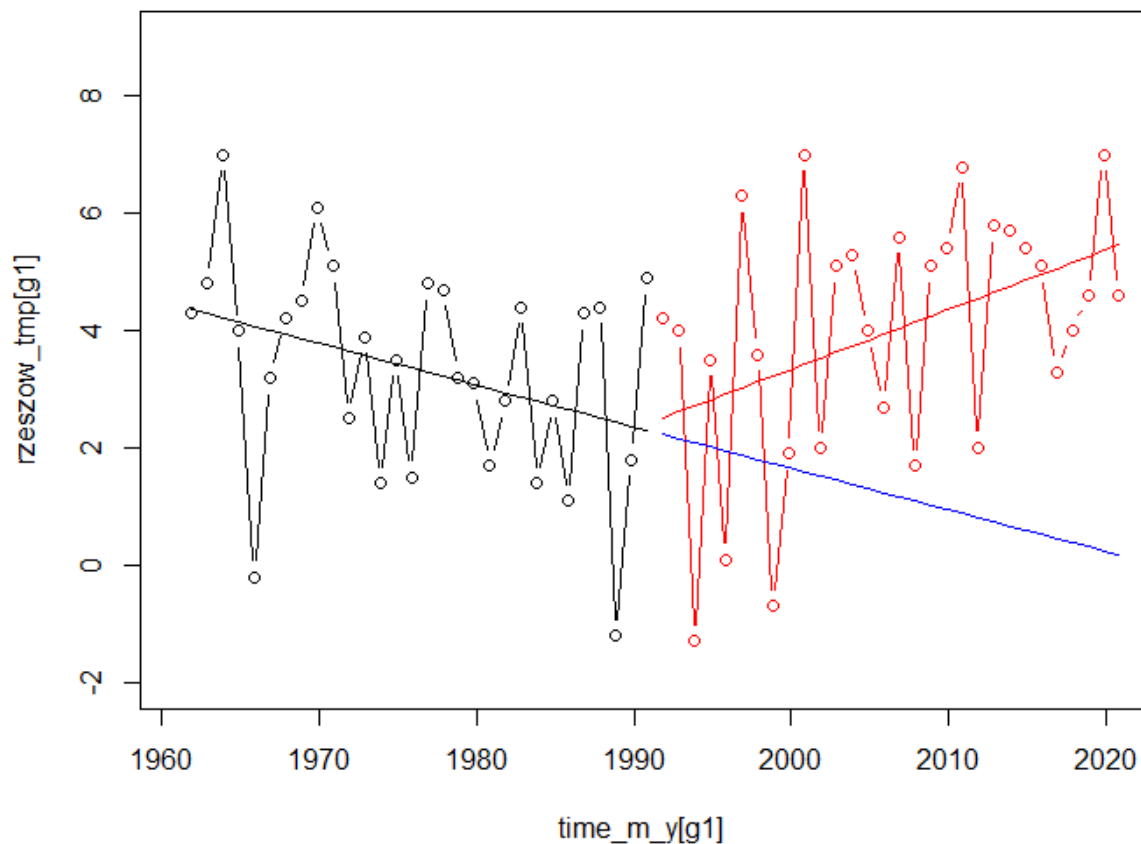
Residual standard error: 1.377 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.0008119, Adjusted R-squared: -0.03487
 F-statistic: 0.02275 on 1 and 28 DF, p-value: 0.8812

$p=0.8812 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 1.505 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.08225, Adjusted R-squared: 0.04947
 F-statistic: 2.509 on 1 and 28 DF, p-value: 0.1244

$p=0.1244 > 0.05$, zatem nieistotny



(wykres 36) Wykres temperatur w listopadzie, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

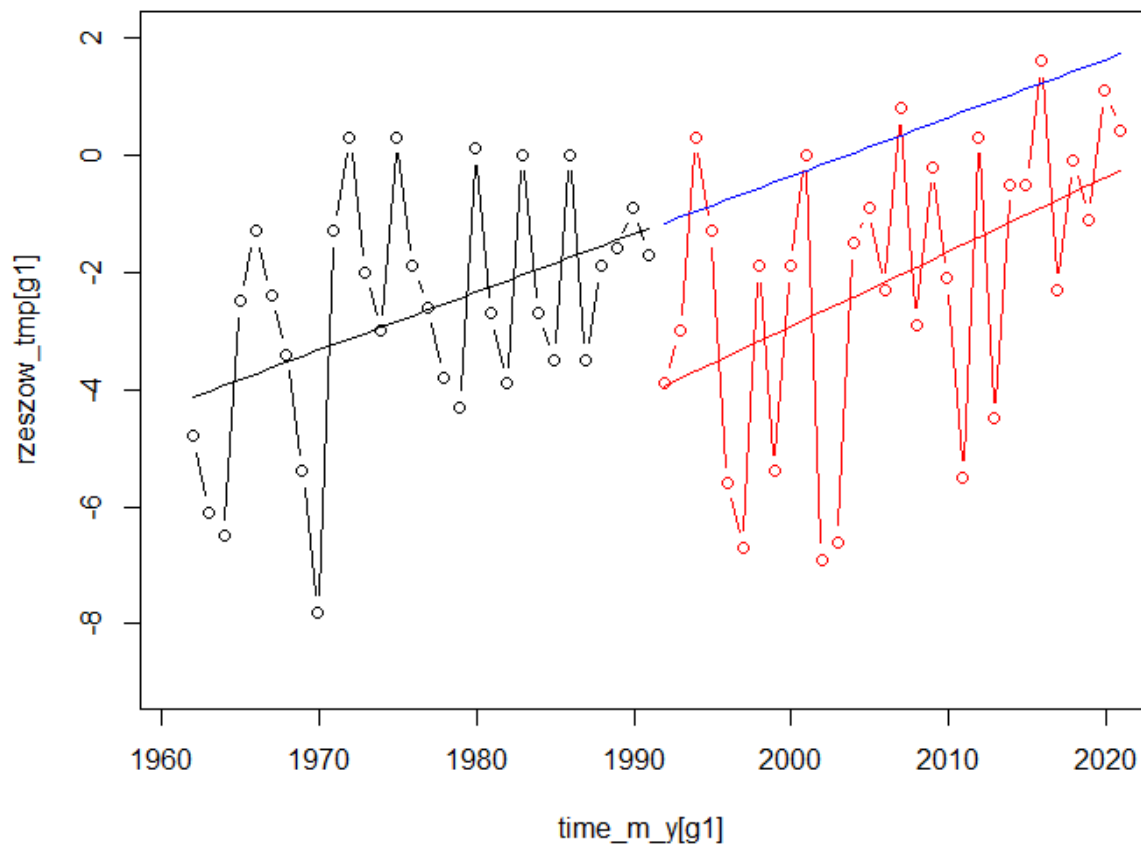
Residual standard error: 1.73 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1193, Adjusted R-squared: 0.08784
F-statistic: 3.793 on 1 and 28 DF, p-value: 0.06157

$p=0.06157 > 0.05$, zatem nieistotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 2.001 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1727, Adjusted R-squared: 0.1431
F-statistic: 5.843 on 1 and 28 DF, p-value: 0.0224

$p=0.0224 < 0.05$, zatem istotny



(wykres 37) Wykres temperatur w grudniu, w Rzeszowie z dodanymi liniami trendu i przedłużeniem linii trendu z okresu pierwszego w dwóch okresach ustawionych zgodnie z ich położeniem czasowym, okres 1; lata 1961-1990 (kolor czarny), lata 1991-2020 (kolor czerwony)

Sprawdzenie istotności; 1 część wykresu:

Residual standard error: 1.893 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.1805, Adjusted R-squared: 0.1512
 F-statistic: 6.167 on 1 and 28 DF, p-value: 0.01927

$p=0.01926 < 0.05$, zatem istotny

Sprawdzenie istotności; 2 część wykresu:

Residual standard error: 2.271 on 28 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.1999, Adjusted R-squared: 0.1714
 F-statistic: 6.997 on 1 and 28 DF, p-value: 0.01324

$p=0.01324 < 0.05$, zatem istotny

3. Obserwacje i Wnioski

Na przestrzeni całego badanego okresu tj. od 1901 do 2022 roku temperatura w Rzeszowie wzrasta w każdym miesiącu. Świadczą o tym wykonane w pierwszej części projektu krzywe regresji. Każda krzywa (dla każdego miesiąca) ma dodatni współczynnik kierunkowy, co pozwala zauważyć, że w badanym czasie utrzymuje się wzrostowy trend temperatur. W drugiej części projektu, gdy analizowano dane dla dwóch okresów zauważono kilka tendencji. W latach 1961-1990 temperatura w miesiącach zimowych; grudniu, styczniu, lutym i marcu wzrastała. Trend ten został podtrzymany w kolejnym trzydziestoleciu, z wyjątkiem stycznia, w którym to krzywa regresji świadczy o odwróceniu się trendu i maleniu temperatury. W reszcie miesięcy w pierwszym okresie zauważyć można malejącą temperaturę (oprócz miesiąca maj, w którym to temperatura wzrastała). Sytuacja znacząco zmienia się w okresie drugim. W każdym z tych miesięcy temperatura bardzo szybko wzrasta (w maju trend się praktycznie nie zmienia).

Istotną obserwacją jest, że w pierwszym okresie temperatura rosła w pięciu spośród dwunastu miesięcy, natomiast w drugim badanym okresie rosła w jedenastu miesiącach.

