

# Analiza Spektralna - badanie średnich anomalii temperatury na świecie od 1945 roku

Justyna Zbiegień

03-02-2020

Dane użyte w projekcie pochodzą ze strony internetowej: [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov). Dane przedstawiają średnie miesięczne anomalie temperatury na całym świecie od roku 1945 do 2019. Ściągnięto plik .csv i obrobiono do dalszych analiz.

Najpierw zainstalowano niezbędne pakiety:

```
#install.packages("oce")
#install.packages("outliers",repos="http://cran.rstudio.com/")
#install.packages("multitaper")
#install.packages("lattice")

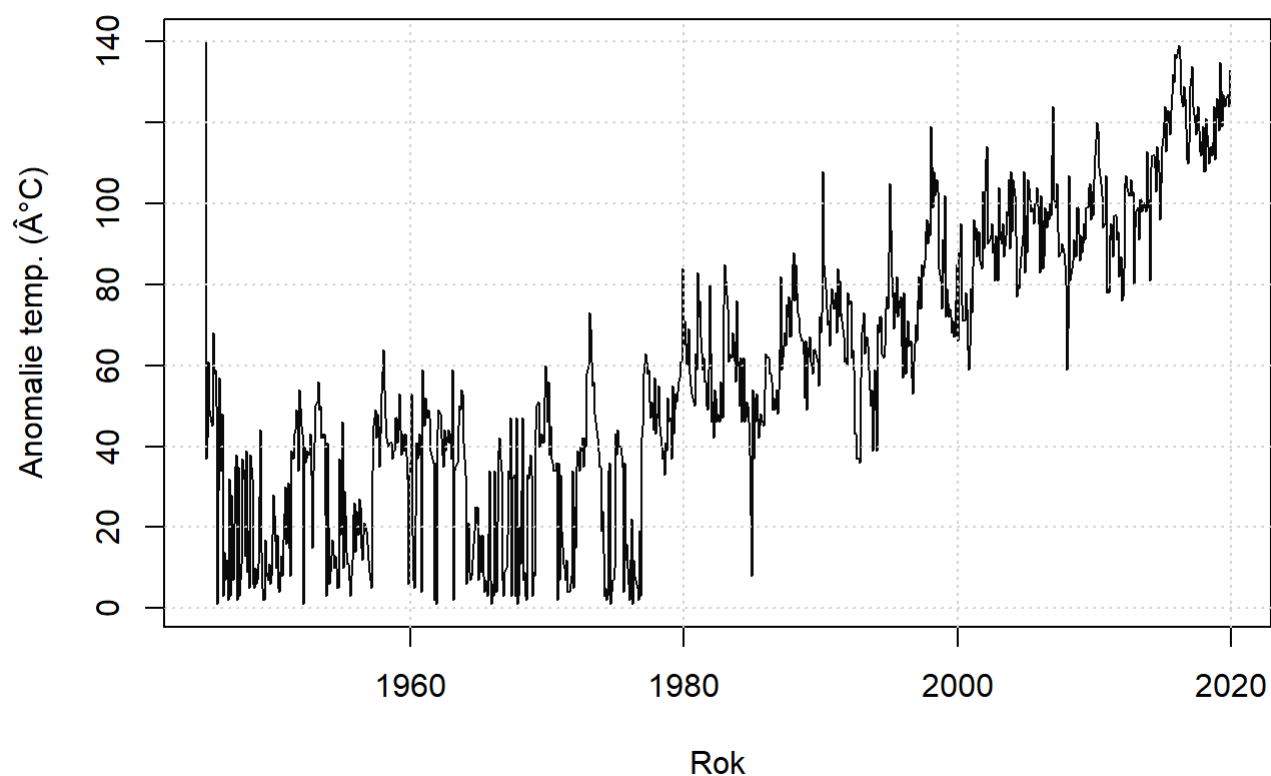
library(oce)
library(outliers)
library(lattice)
library(multitaper)
require(multitaper)
```

Następnie wczytano dane:

```
rm(list=ls())
dane<-read.table("anomalie2.csv",header=FALSE,sep="")
dane2 <- ts(read.table("anomalie2.csv"),start=1945,frequency=12)
```

## Wykres danych:

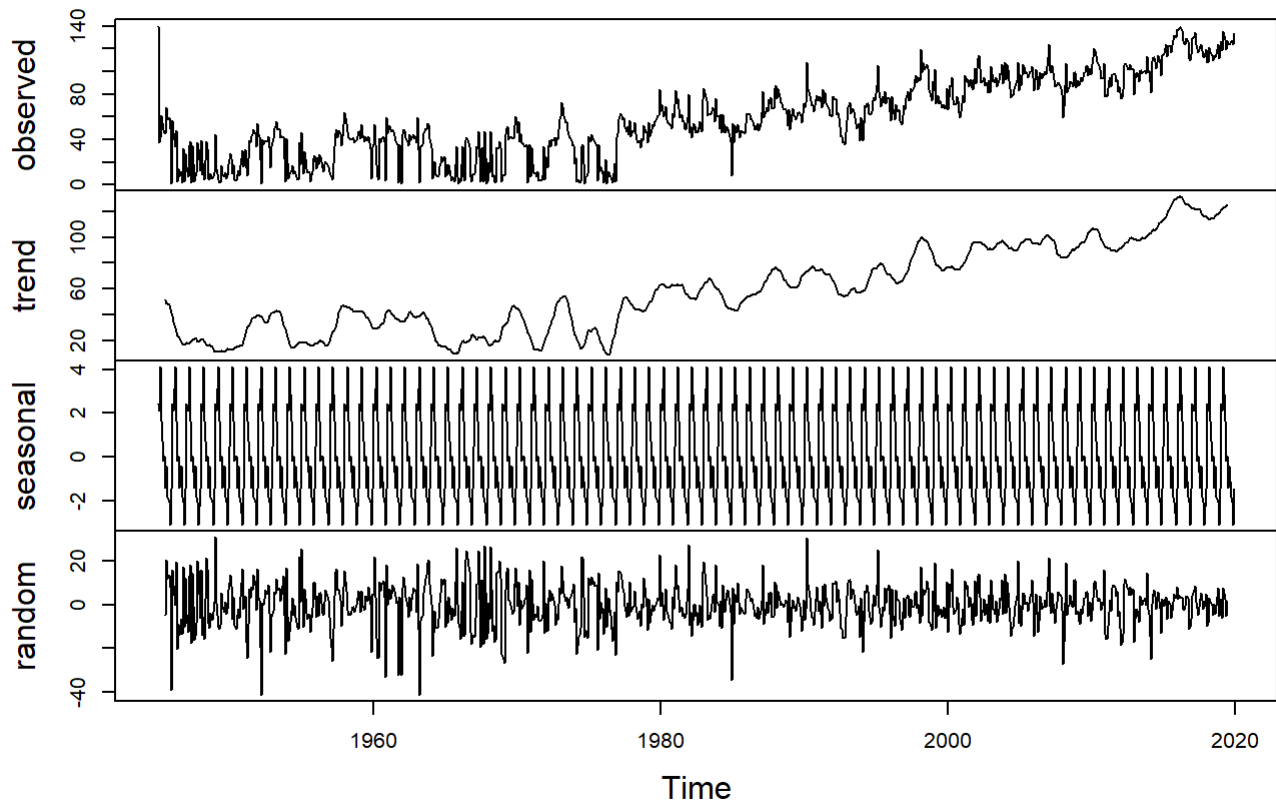
```
#WYKRES:
plot(dane2, type="l", ylab="Anomalie temp. (°C)",xlab="Rok",col=grey(.05))
grid()
```



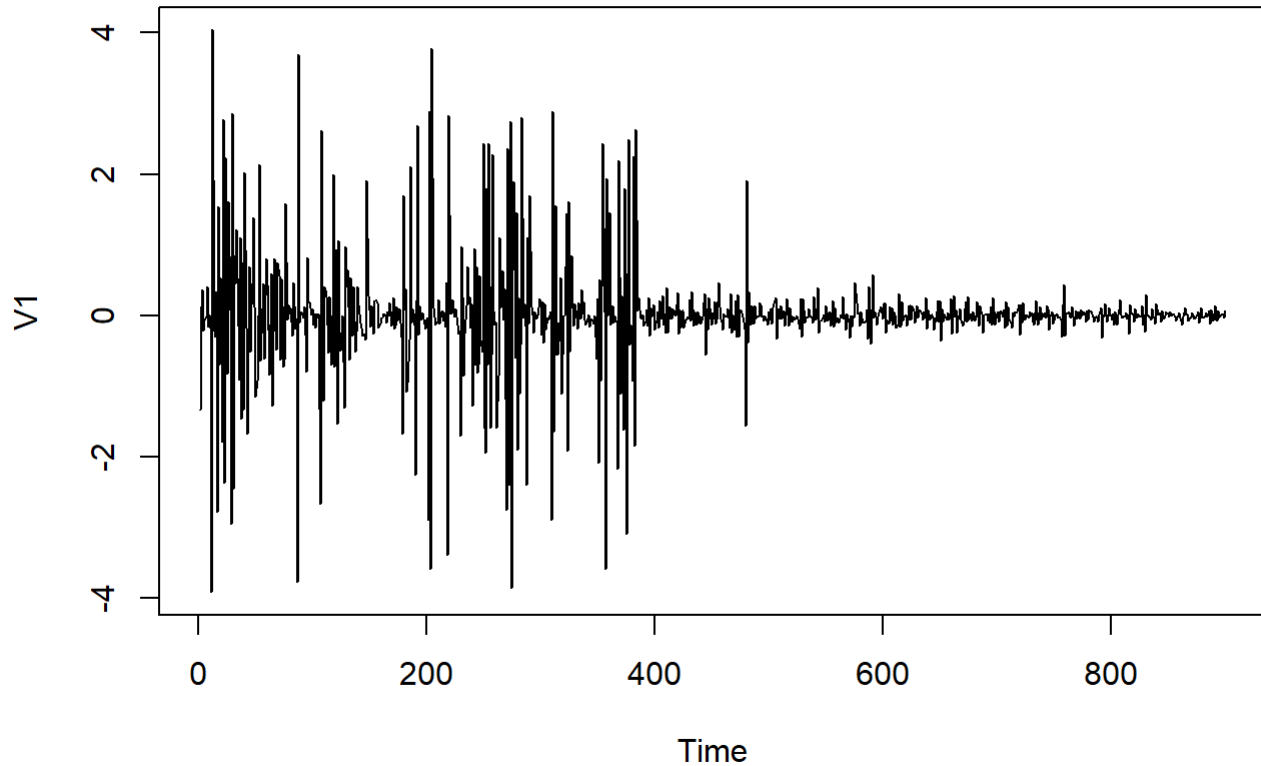
Dekompozycja szeregu czasowego i usuwanie trendu z danych:

```
dane_dekom<-decompose(dane2)
plot(dane_dekom)
```

## Decomposition of additive time series

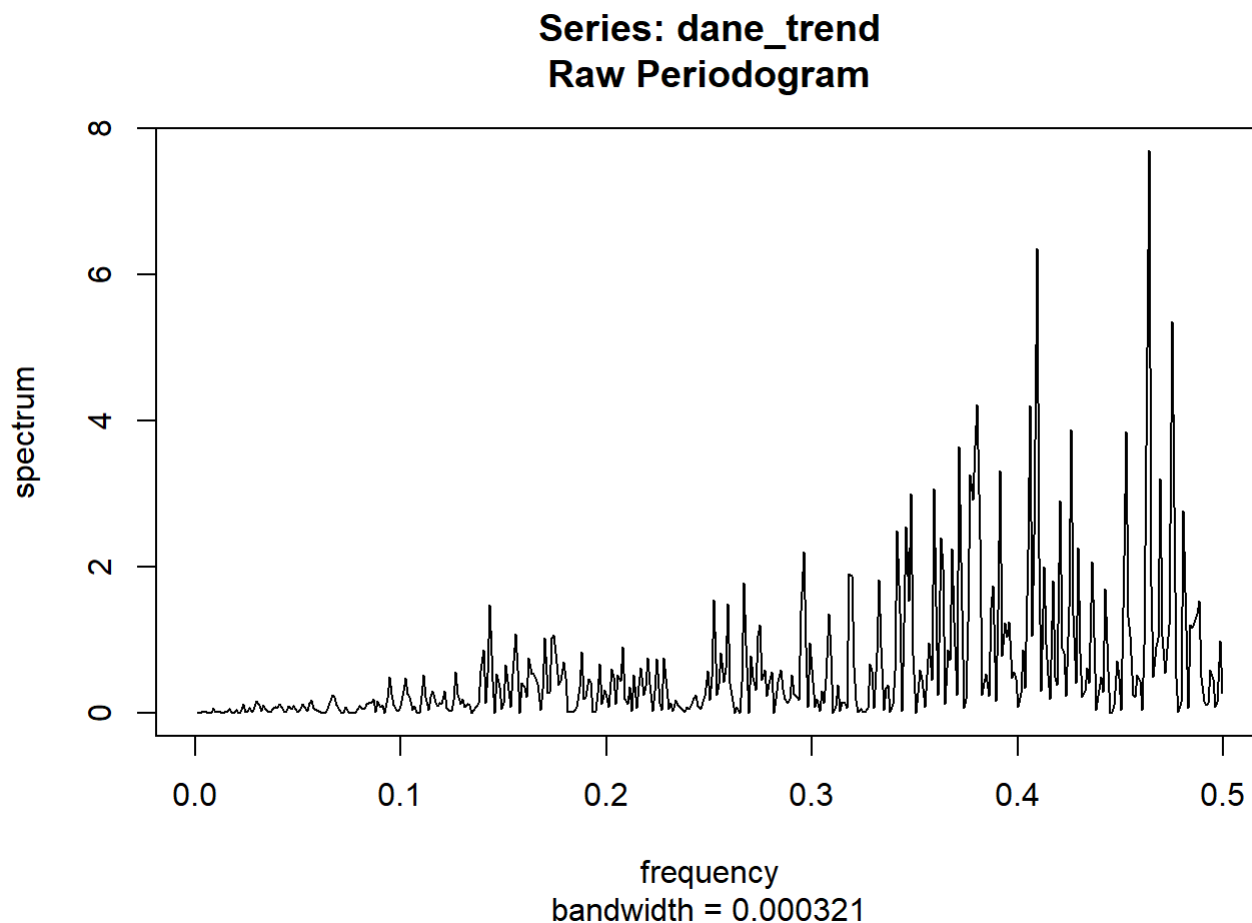


```
#dane bez trendu  
dane_trend<-diff(ts(log(dane2)))  
plot(dane_trend)
```



## Periodogram naiwny dla danych bez trendu:

```
P2<- spec.pgram(dane_trend,log='no', taper=0,pad=0, fast=FALSE,demean=FALSE,detrend=TRUE)
```

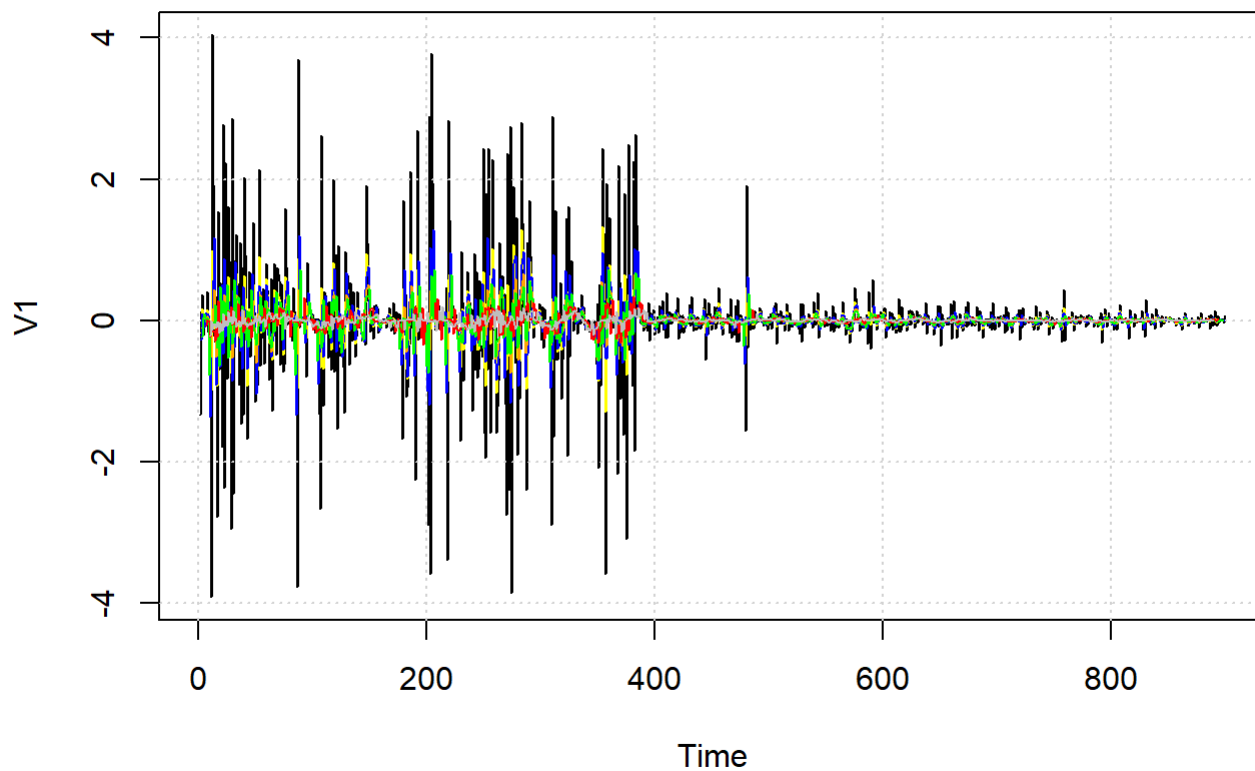


```
#write.csv(cbind(P2$spec,P2$freq),"sd3.csv")
```

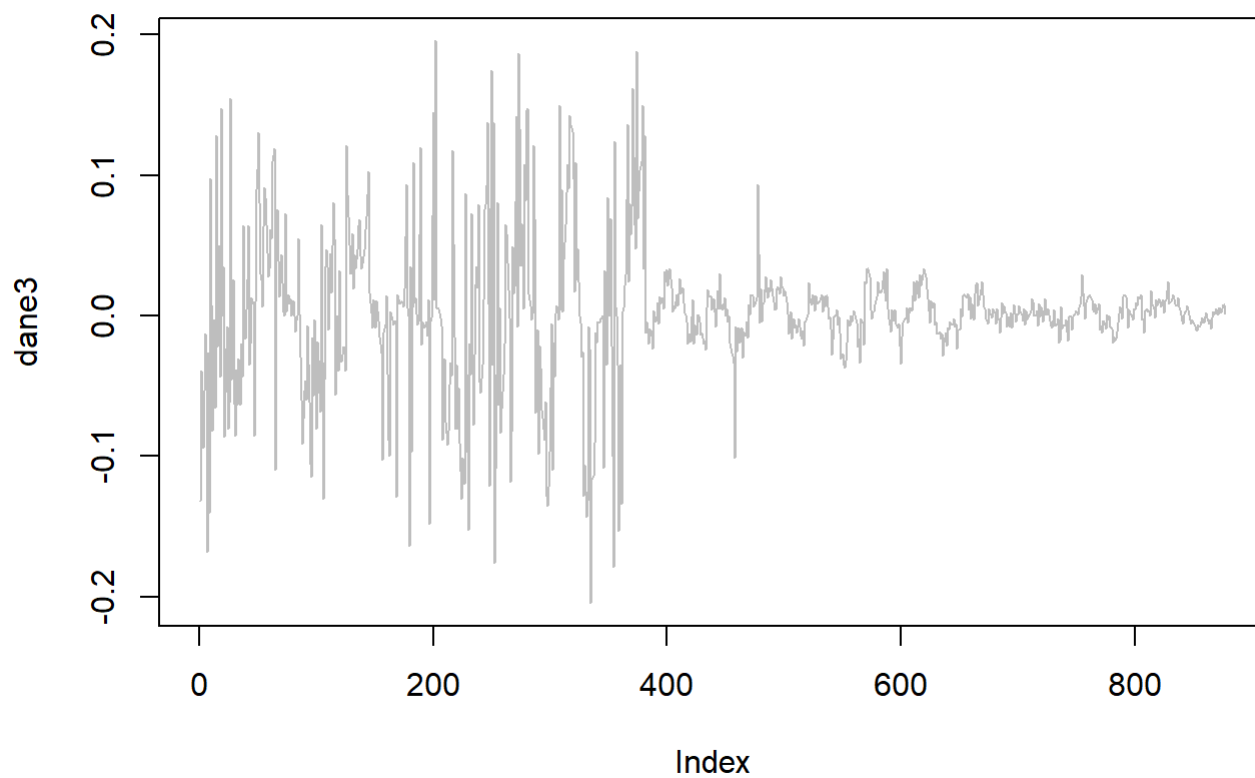
Jak widać powyżej a perdiogramie, jest wiele “pików”, jednak najbrdziej dominującymi są “pik” dla częstotliwości 0.38, 0.406, 0.409, 0.426, 0.453, 0.464, 0.475. Według nich cykl główny powtarza się co:  $1/0.38 = 2,63$  miesiąca do  $1/0.475 = 2,1$  miesiąca. Może to oznaczać, że jest około 2-miesięczna zmiana cyklu.

# Wygładzanie średnią ruchomą

```
#WYGLADZANIE SREDNIA RUCHOMA:
plot(dane_trend,type="l")
grid()
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 2
f2<-c(1/4,0.5,1/4)
d2 <-filter(dane_trend,f2,sides=2)
lines(d2, col="yellow")
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 3
f3<-c(1/3,1/3,1/3)
d3<-filter(dane_trend,f3,sides=2)
lines(d3, col="blue")
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 4
f4<-c(1/8,1/4,1/4,1/8)
d4 <-filter(dane_trend,f4,sides=2)
lines(d4, col="orange")
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 5
f5<-c(1/5,1/5,1/5,1/5,1/5)
d5 <-filter(dane_trend,f5,sides=2)
lines(d5, col="green")
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 10
f10<-rep(1/10,10)
d10<-filter(dane2,f10,sides=2)
lines(d10,col="blue")
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 12
f12<-rep(1/12,12)
d12<-filter(dane_trend,f12,sides=2)
lines(d12,col="red")
#wygladzenie srednia ruchoma rzędu 20
f20<-rep(1,20)/20
d20 <- filter(dane_trend,f20,sides=2)
lines(d20, col="grey")
```



```
dane3<-d20[12:888]  
plot(dane3,type="l",col="grey")
```



Wykres jest najbardziej wygładzony dla linii szarej, która odpowiada wygładzeniu średnią ruchomą rzędu 20. Jednak należy zwrócić uwagę, że nie ma wielkiej różnicy między wygładzeniem średnią rzędu 12, 20 czy 10.

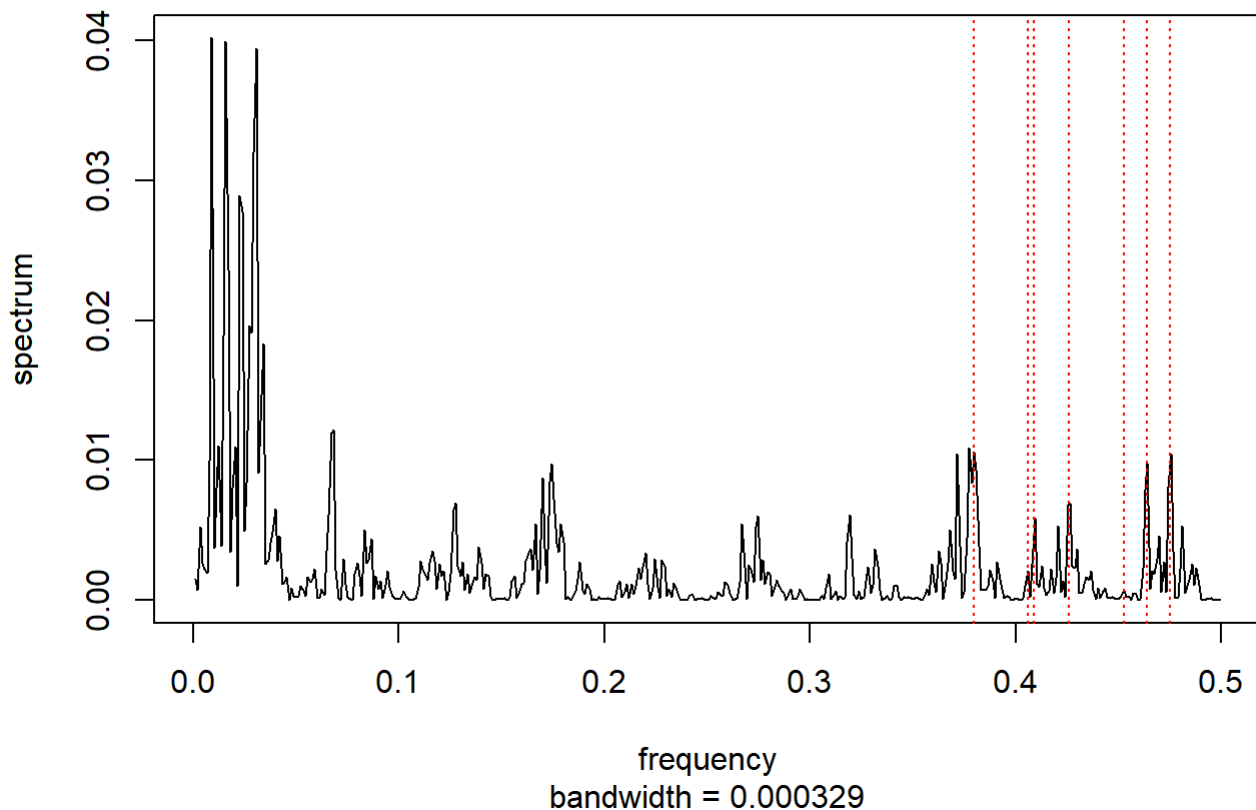
## Periodogramy

### Periodogram naiwny

Na wykresie periodogramu naiwnego nie widać jednego wyraźnego pik, jednak kilkadziesiąt. Najwyższe są dla cykli od 2 do 2,5 miesięcznych:

```
P<- spec.pgram(dane3,log='no', taper=0,pad=0, fast=FALSE,demean=FALSE,detrend=TRUE)
abline(v=0.38,lty='dotted',col="red")
abline(v=0.406,lty='dotted',col="red")
abline(v=0.409,lty='dotted',col="red")
abline(v=0.426,lty='dotted',col="red")
abline(v=0.453,lty='dotted',col="red")
abline(v=0.464,lty='dotted',col="red")
abline(v=0.475,lty='dotted',col="red")
```

**Series: dane3**  
**Raw Periodogram**



Jak widać najwyższe piki są w okolicach 0 - oznaczać to może brak powtarzającego się cyklu głównego.

### Periodogram wygładzony oknem Daniella

Periodogram wygładzony oknem Daniella  $m=c(2,2)$  pokazuje przeciwną rzecz, jaką pokazał periodogram naiwny - pokazuje niewielki pik dla częstotliwości  $1/12$  - czyli przy cyklu corocznym. Również periodogram wygładzony oknem Daniella  $m=c(2,2)$  oraz  $m=3$  wykazują pik dla częstotliwości  $0.03$  ( $1/0.03 > 2,5$  roku).

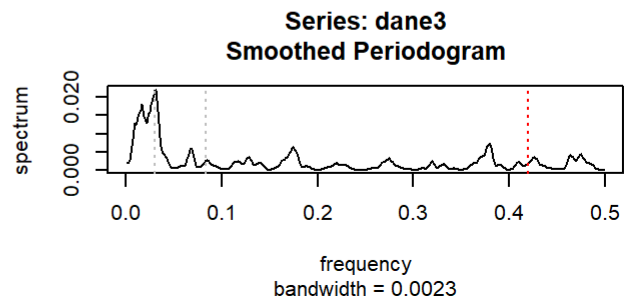
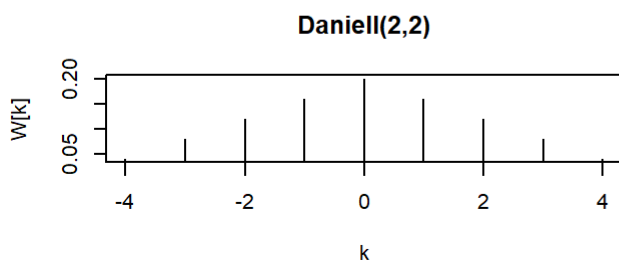
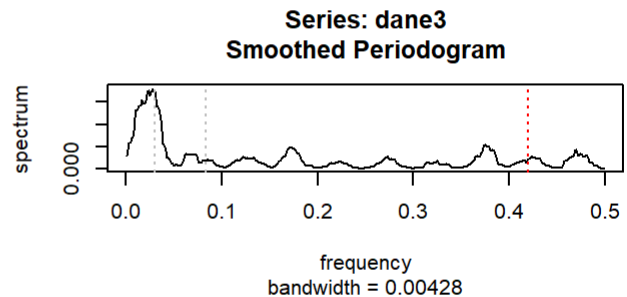
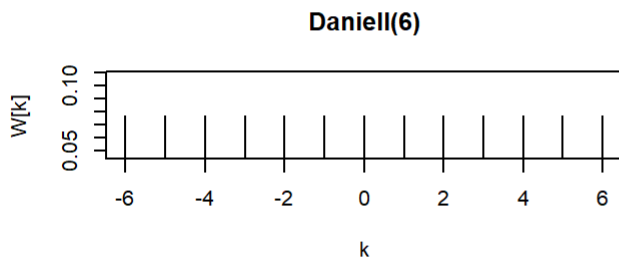
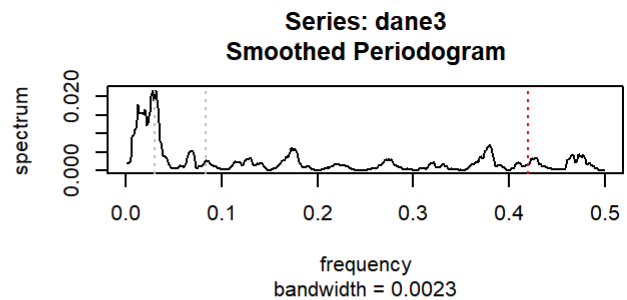
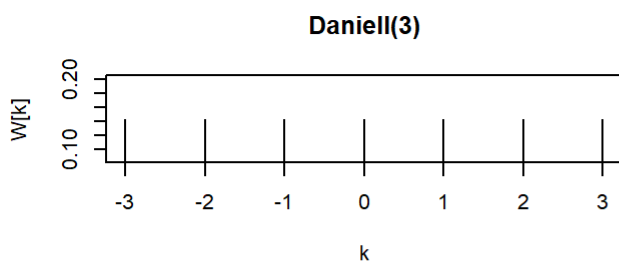


```

par(mfrow=c(3,2))
window_1<-kernel('daniell',3)
window_2<-kernel('daniell',6)
window_3<-kernel('daniell',c(2,2))
plot(window_1)
P1<-spec.pgram(dane3,kernel=window_1,log='no',taper=0,fast=F,detrend=T)
abline(v=0.42,lty='dotted',col="red")
abline(v=1/12,lty='dotted',col="grey")
abline(v=0.03,lty='dotted',col="grey")
plot(window_2)
spec.pgram(dane3,kernel=window_2,log='no',taper=0,fast=F,detrend=T)

abline(v=0.42,lty='dotted',col="red")
abline(v=1/12,lty='dotted',col="grey")
abline(v=0.03,lty='dotted',col="grey")
plot(window_3)
spec.pgram(dane3,kernel=window_3,log='no',taper=0,fast=F,detrend=T)
abline(v=0.42,lty='dotted',col="red")
abline(v=1/12,lty='dotted',col="grey")
abline(v=0.03,lty='dotted',col="grey")

```



## Odfiltrowanie dominującego sygnału i ponowne wyznaczenie periodogramu

Po odfiltrowaniu dominującej częstotliwości rocznej oraz 2,5-letniej i ponownym wyznaczeniu periodogramu, okazało się, że w przedziale  $<0,1>$  występuje tylko jedna częstotliwość wynosząca 0. Oznacza ona brak jakiegokolwiek cyklu.

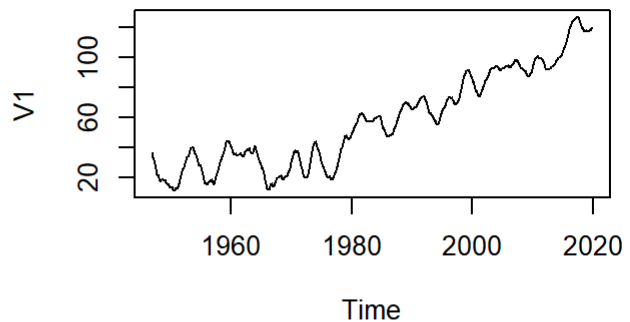
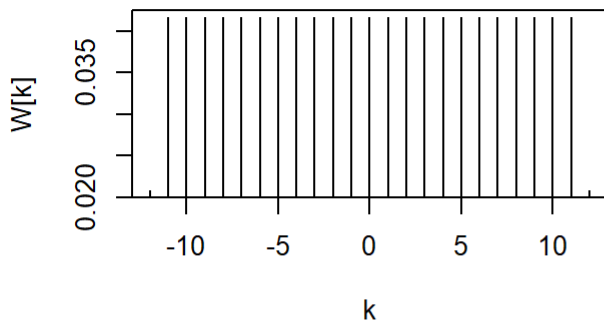
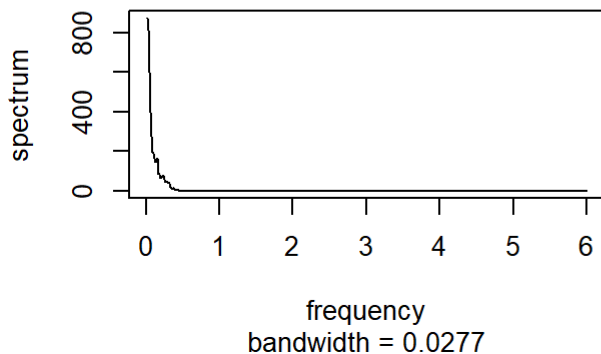
```

par(mfrow=c(2,2))
k=kernel("modified.daniell",12)
plot(k)
dane2_filter<-kernapply(dane2,k)

#Po odfiltrowaniu:
plot.ts(dane2_filter)

#Periodogram po odfiltrowaniu:
spec.pgram(dane2_filter, kernel('daniell',3), log='no', taper=0, fast=F)

```

**mDaniell(12)****Series: dane2\_filter  
Smoothed Periodogram**

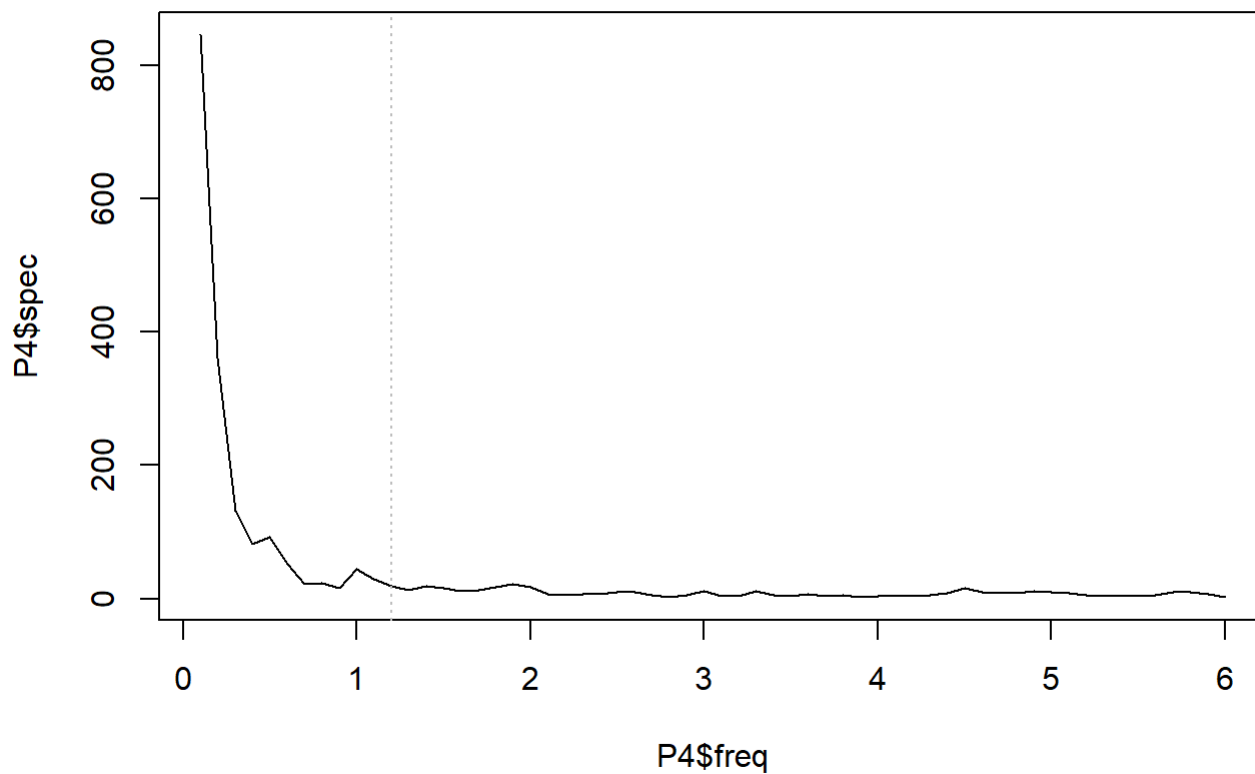
## Periodogram Welcha

Najwyższa wartość periodogramu odpowiada częstotliwości 0.

```

#library(oce)
require(oce)
#PERIODOGRAM WELCHA
danets<-ts(dane,frequency=12)
danets<-danets-mean(danets)
#wykres oeriodogramu welcha wraz z periodogramem naiwnym
P4<-pwelch(dane2,noverlap=10,plot=FALSE)
plot(P4$freq,P4$spec,type="l")
abline(v=1.2,lty='dotted',col="grey")

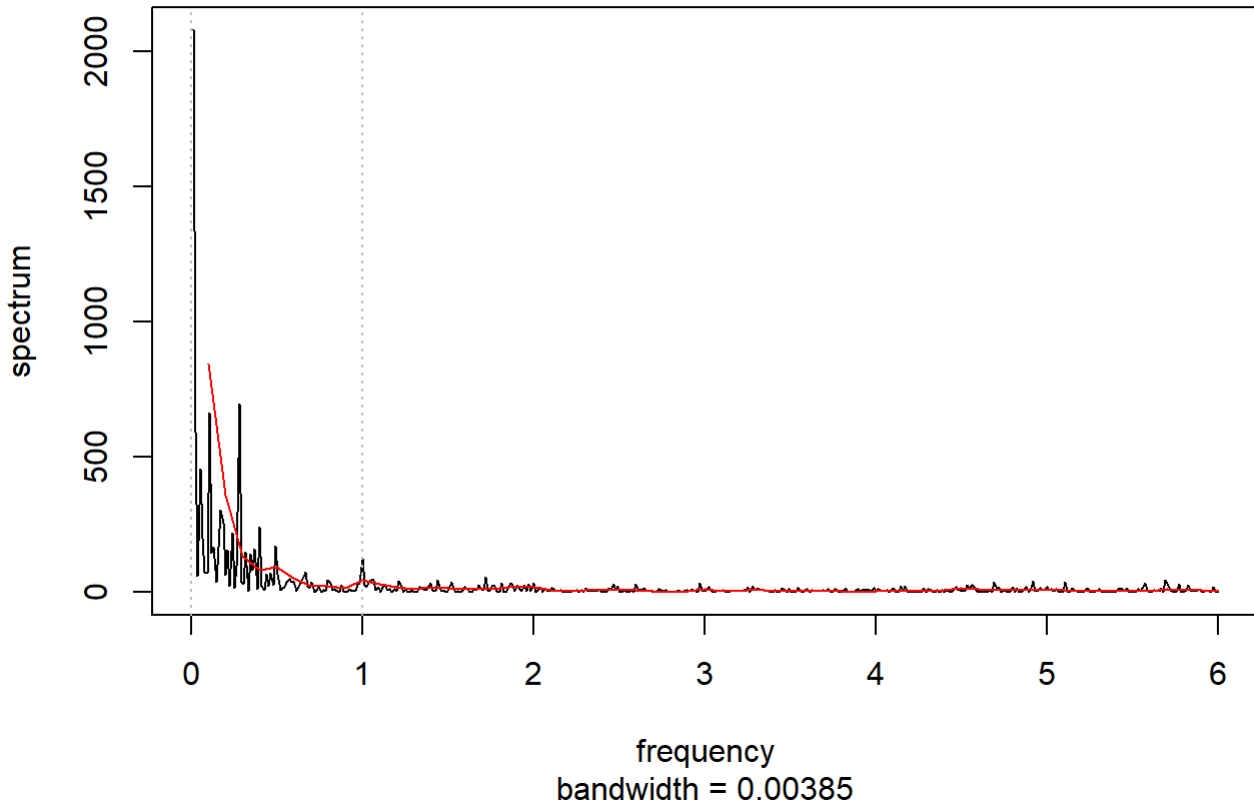
```



```
#write.csv(cbind(P4$spec,P4$freq),"sd4.csv")
```

```
spec.pgram(dane2,log='no',taper=0,fast=T)  
lines(P4$freq,P4$spec,type="l", col="red")  
abline(v=1,lty='dotted',col="grey")  
abline(v=0,lty='dotted',col="grey")
```

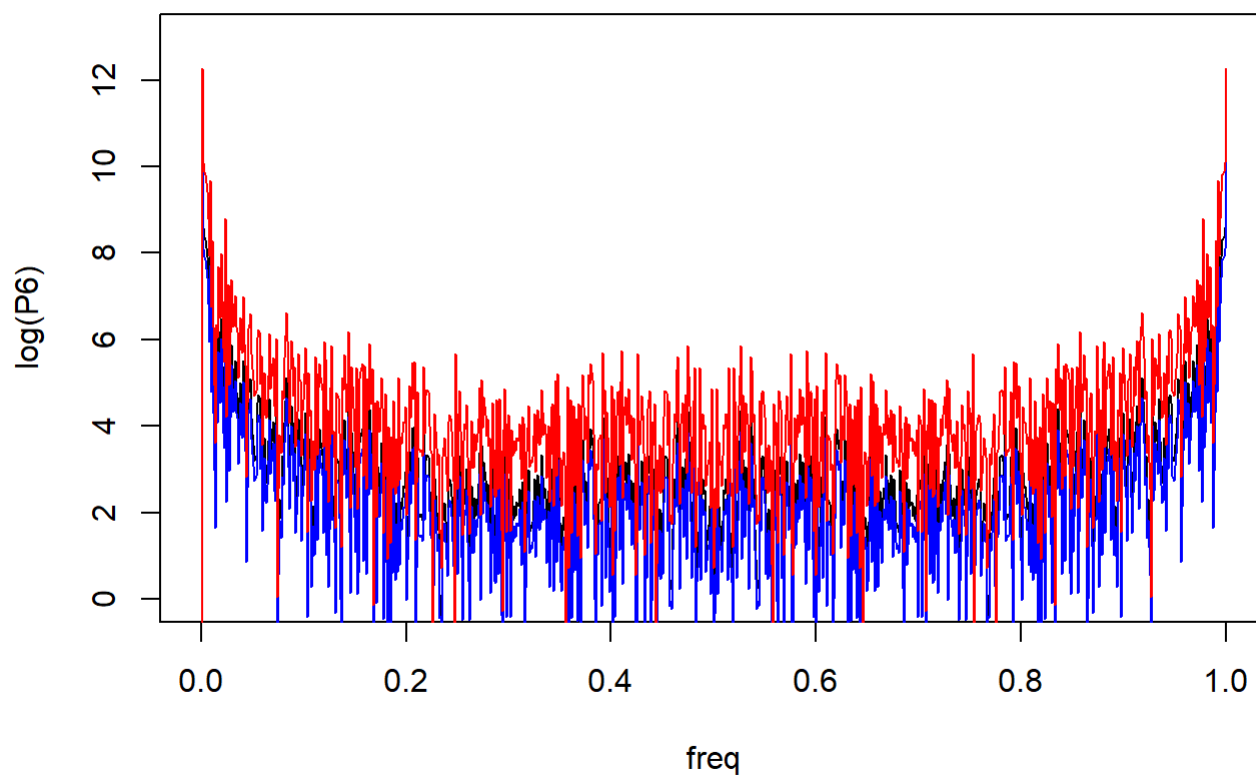
### Series: dane2 Raw Periodogram



Wykres przedstawia periodogram naiwny oraz periodogram Welcha

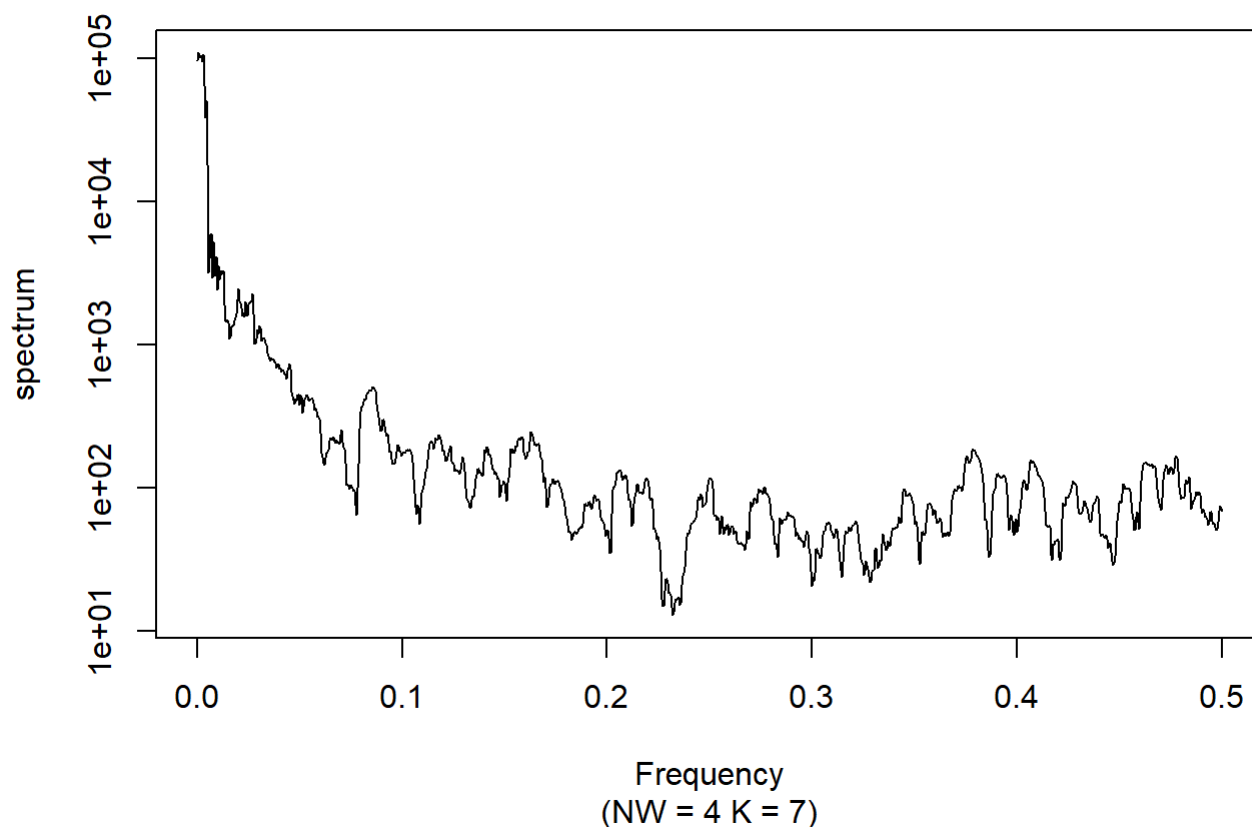
## Periodogram MTM

```
#PERIODOGRAM MTM
require(multitaper)
dane5<-as.ts(read.table("anomalie2.csv"))
freq<-seq(from=0,to=1, length=length(dane5[,1]))
uu<-as.ts(dane5[,1])
uu<-uu-mean(uu)
P6<-abs(fft(uu))^2/(2*pi*length(uu))
L<-qchisq(.2,2)
U<-qchisq(.8,2)
#wyznaczenie przedzialow ufności
plot(freq,log(P6),type="l",ylim=c(0,13))
D<-as.matrix(2*P6/L)
G<-as.matrix(2*P6/U)
lines(freq,log(G),type="l",col="blue")
lines(freq,log(D),type="l",col="red")
```

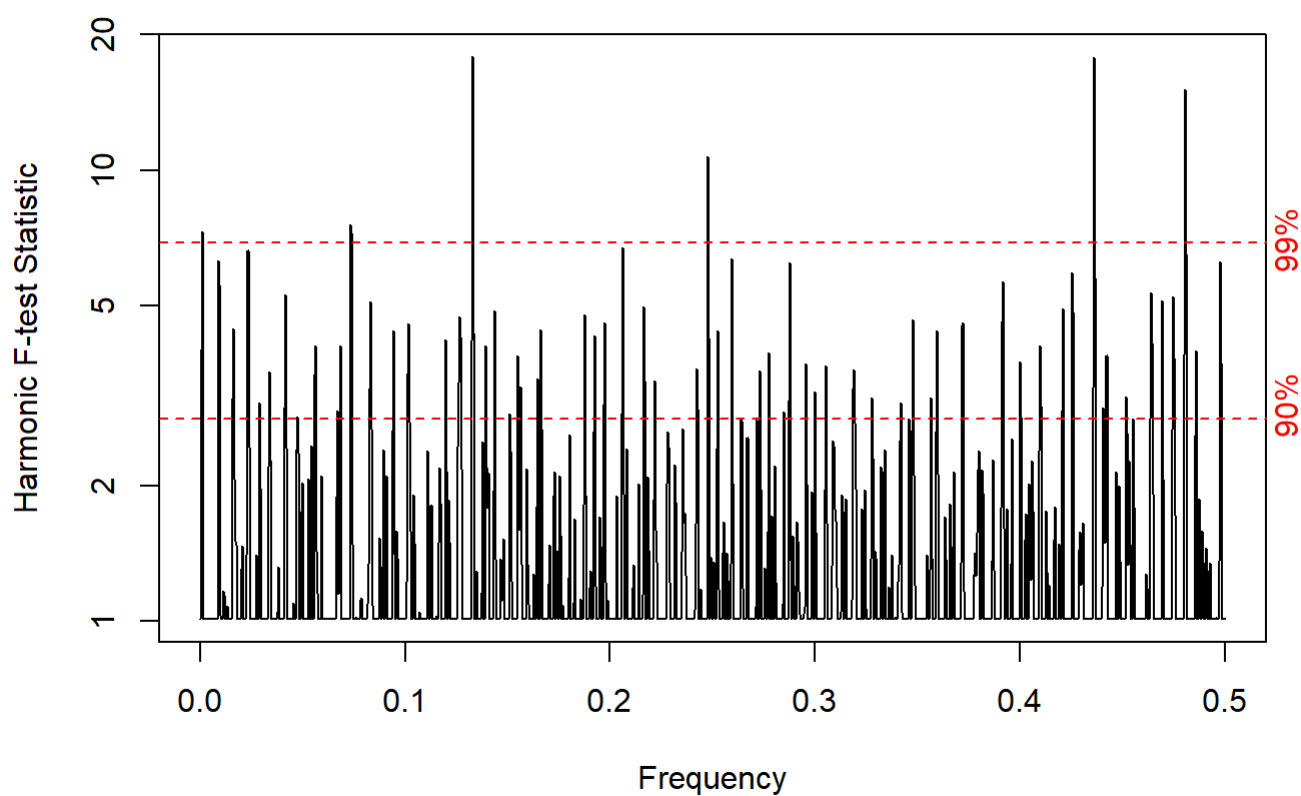


```
#par(mfrow=c(1,1))  
#linie istotnosci dla statystyki F  
Spec2<-spec.mtm(dane5,Ftest=TRUE)
```

**Series: dane5**  
**Multitaper Spectral Estimate**



```
plot(Spec2,Ftest=TRUE,siglines=c(0.90,0.99))
```



```
#write.csv(cbind(Spec2$mtm$Ftest,Spec2$freq),"sd2.csv")
```

**Na poziomie istotności  $\alpha = 0.1$  dominuje zbyt wiele częstotliwości**

**Na poziomie istotności  $\alpha = 0.01$  dominują częstotliwości:** 0.141 - 7 miesięczny; 0.25- 4 miesięczny; 0.45 - 2,2 miesięczny; 0.48- około 2 miesięczny; 0.5 - 2 miesięczny

```
#Przedział ufności
```

```
Spec2<-spec.mtm(dane5,Ftest=TRUE,jackknife=TRUE)
```

### Series: dane5 Multitaper Spectral Estimate

