

AGH

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

**Próba rekonstrukcji czynników klimatycznych dla Finlandii
na podstawie danych dendrochronologicznych.**

Kraków 03.01.2024

Agnieszka Ramian

Marcin Adolf

Piotr Powroźnik

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Materiały	3
3. Wyniki	4
4. Podsumowanie	15
5. Metody badawcze	16
6. Bibliografia	20

1. Wstęp

Projekt ma na celu przeprowadzenie próby rekonstrukcji czynników klimatycznych na podstawie danych dendrochronologicznych dla 3 lokalizacji na terenie Finlandii.

2. Materiały

W celu odtworzenia czynników klimatycznych posłużono się danymi dendrologicznymi pochodzącymi z zasobów NOAA dla lokalizacji na terenie Finlandii. Spośród wszystkich dostępnych lokalizacji zostały wybrane te najbardziej od siebie oddalone by jak najlepiej pokryć terytorium całej Finlandii. W celu przeprowadzenia rekonstrukcji zostały wybrane 3 chronologie rezydualne, wszystkie z nich przedstawiają roczne przyrosty sosen zwyczajnych.

Wybrane chronologie:

- finl010, zakres czasowy: 1643-1978, współrzędne: 62.85 lat 25.48 lon, wysokość: 185 m
- Finl011, zakres czasowy: 1670-1978, współrzędne: 67 lat 27.12 lon, wysokość: 270 m
- finl014, zakres czasowy: 1779-1978, współrzędne: 62.58 lat 31.17 lon, wysokość: 145 m

Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L) jest to gatunek pochodzący z rodziny sosnowatych. Zasięg występowania sosny zwyczajnej w Europie rozciąga się od morza śródziemnego aż pod koła podbiegunowe. Zasięg wysokościowy rozciąga się od poziomu morza aż po wysoko położone tereny góryste (do 2440m). Sosna zwyczajna jest przystosowana do życia przy różnych warunkach klimatycznych, rośnie na terenach gdzie średnia roczna wartość opadów przekracza 1780 mm jak i na obszarach gdzie opady nie przekraczają 200 mm. Potrafi przetrwać ekstremalnie niskie temperatury rzędu -64° C, o czym świadczy ich występowanie m.in. na Syberii. Występuje także na obszarach śródziemnomorskich gdzie temperatura osiąga ekstremalnie wysokie wartości.

Do stworzenia modelu wykorzystano, pochodzące z zasobów UAE UK, gridowe dane temperaturowe dla całego świata, z których wybrano tylko te oczka siatki na których lokalizację mają wybrane wcześniej stanowiska.

Wybrane dane temperaturowe:

- cru_ts4.07.1901.2022.tmp.dat.nc, zakres czasowy: 1901-2022

3. Wyniki

Finl010

Bazując na wykresie korelacji stacjonarnej (Fig. 1) można zauważyć, że istotne korelacje udało się uzyskać tylko dla dwóch miesięcy: lipca i sierpnia. W dalszej części rekonstrukcji wykorzystano dane temperaturowe dla lipca ze względu na najwyższą wartość korelacji (0.37).

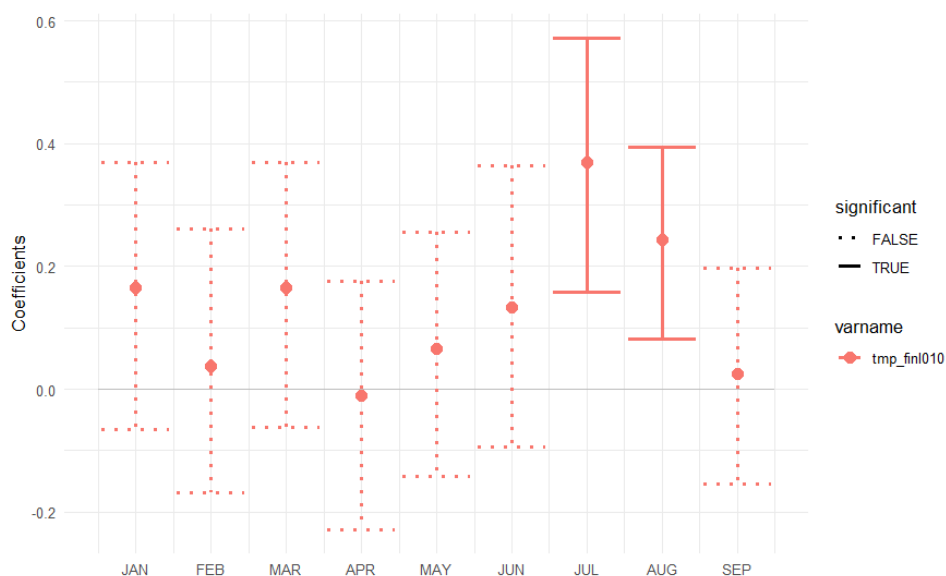


Fig 1 Wykres korelacji stacjonarnej danych dendro i wartości miesięcznych temperatur

Na wykresie rozrzutu z nałożoną prostą regresji (Fig. 2) będącą modelem liniowym związku pomiędzy temperaturą lipca a szerokościami przyrostów rocznych zauważyć można, że im przyrosty roczne sosny zwyczajnej zależą w znacznym stopniu od zaobserwowanej temperatury w lipcu. Im niższą odnotowano temperaturę tym mniejsza była wartość przyrostu rocznego.

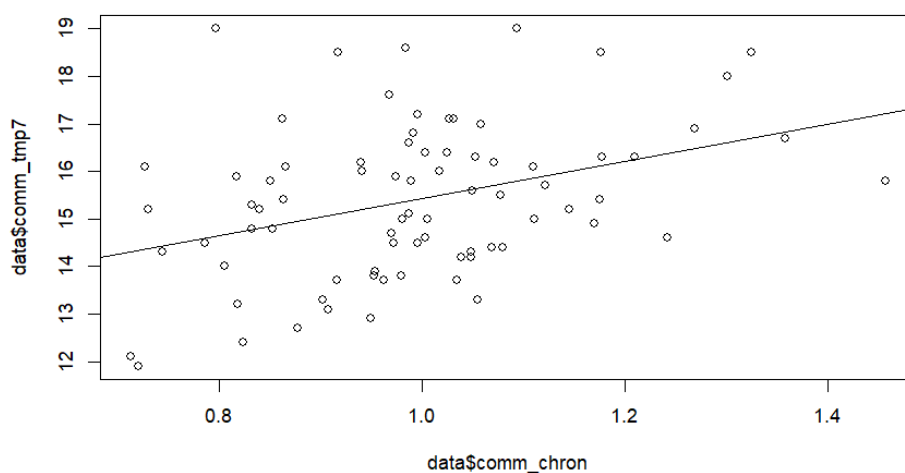


Fig 2 Wykres rozrzutu temperatur lipca i wartości chronologii wraz z prostą regresji

W celach kalibracyjnych stworzony został model obejmujący lata 1940-1978. Utworzony model jest istotny statystycznie przy wartości korelacji wynoszącej 0.40.

```
> cor.test(data1$comm_tmp7, data1$comm_chron)

Pearson's product-moment correlation

data: data1$comm_tmp7 and data1$comm_chron
t = 2.6927, df = 37, p-value = 0.01059
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.1023400 0.6387272
sample estimates:
      cor
0.4047865
```

Fig 3 Test parametrów korelacji dla młodszego okresu

Utworzony wcześniej model został następnie zweryfikowany na danych ze starszego okresu tj. 1901-1939. Wartość korelacji uzyskana podczas weryfikacji jest niedużo niższa i wyniosła 0.35 przy jednoczesnej istotności utworzonego modelu.

```
> cor.test(data2$comm_tmp7, predict(mod_1,data2))

Pearson's product-moment correlation

data: data2$comm_tmp7 and predict(mod_1, data2)
t = 2.2857, df = 37, p-value = 0.0281
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.04076239 0.60061350
sample estimates:
      cor
0.3517554
```

Fig 4 Test parametrów korelacji dla starszego okresu

W celu lepszego zobrazowania stworzonego modelu zestawiono uzyskane przy jego zastosowaniu wartości temperaturowe wraz z rzeczywistymi wartościami temperaturowymi lipca zmierzonymi w okresie 1940-1978.

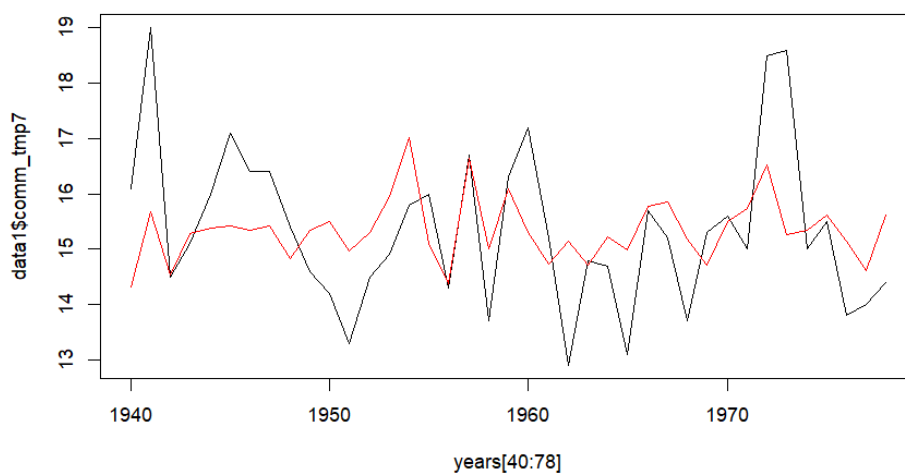


Fig 5 Zestawienie danych wymodelowanych (k. czerwony) i rzeczywistych (okres młodszy)

Przy użyciu modelu odtworzono także dane temperaturowe dla okresu starszego tj. 1901-1939. Odtworzone dane zestawiono z rzeczywistymi danymi temperaturowymi a następnie przedstawiono na poniższym wykresie.

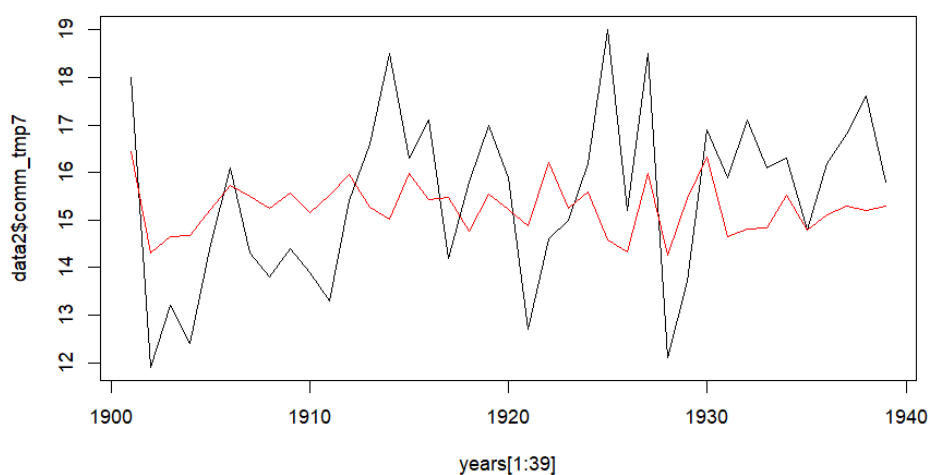


Fig 6 Zestawienie danych wymodelowanych (k. czerwony) i rzeczywistych (okres starszy)

Wyliczone dane temperaturowe zobrazowano na wykresie wraz z połączonymi oboma okresami (starszym i młodszym) rzeczywistych danych temperaturowych. Można zauważyć, że stworzony model nie oddaje we właściwy sposób rzeczywistej temperatury, wymodelowane temperatury mają znacznie mniejsze amplitudy. Natomiast zmienność wymodelowanych temperatur dla lipca w znacznym stopniu odzwierciedla pomierzone temperatury.

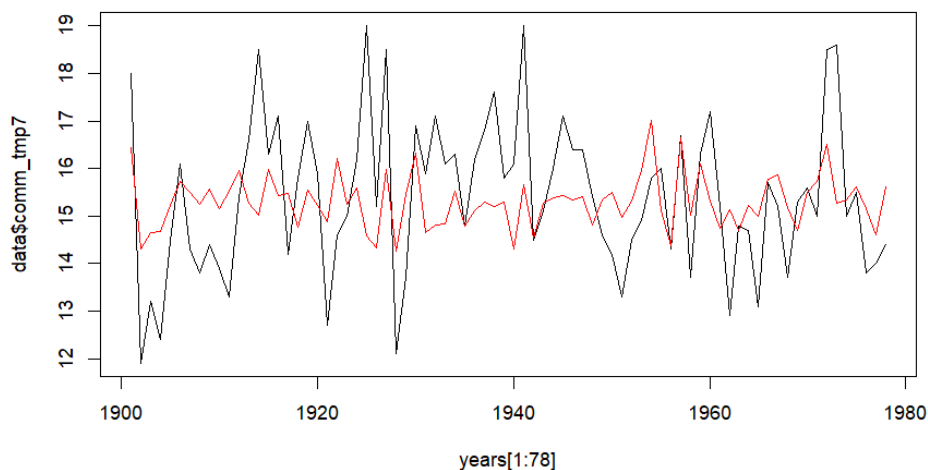


Fig 7 Zestawienie danych wymodelowanych (k. czerwony) i rzeczywistych (okres wspólny)

Ze względu na pomyślnie przejście weryfikacji modelu na danych starszych utworzono model bazujący na danych temperaturowych pochodzących z okresu wspólnego. Uzyskany model przedstawiono na poniższym wykresie. Odtworzone wartości temperatur przy użyciu modelu są bardzo podobne do tych uzyskanych przy użyciu modelu utworzonego tylko na podstawie nowszego okresu.

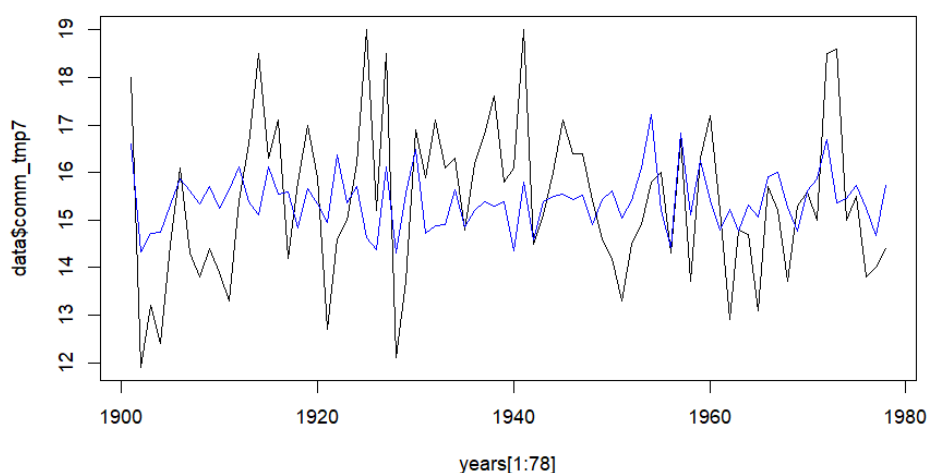


Fig 8 Zestawienie danych odtworzonych za pomocą modelu stworzonego na podstawie całego okresu z rzeczywistymi wartościami pomierzonych temperatur

Przy użyciu stworzonego modelu odtworzono dane temperaturowe lipca dla całego okresu który pokrywają dane dendro. Na wykresie ze zrekonstruowanymi temperaturami można zauważyć liczne wahania temperatur oraz kilka anomalii (okolice roku 1700 i 1770) objawiającymi się drastycznym spadkiem temperatury.

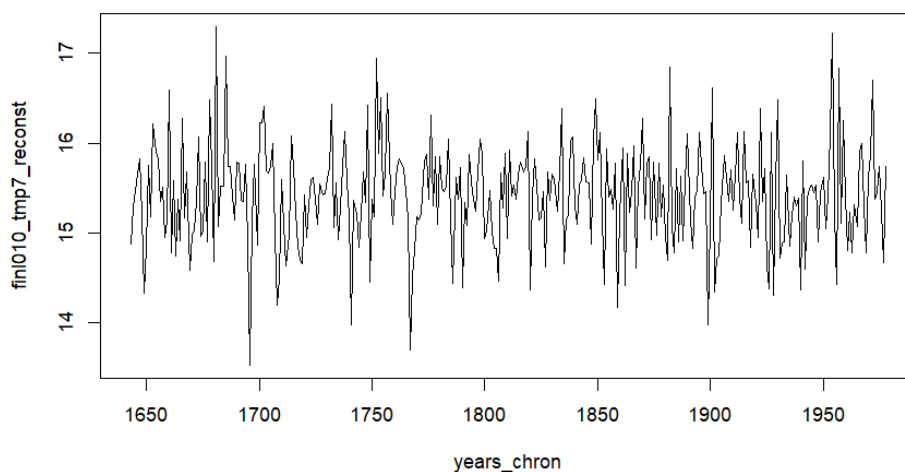


Fig 9 Zrekonstruowane temperatury lipca

Finl011

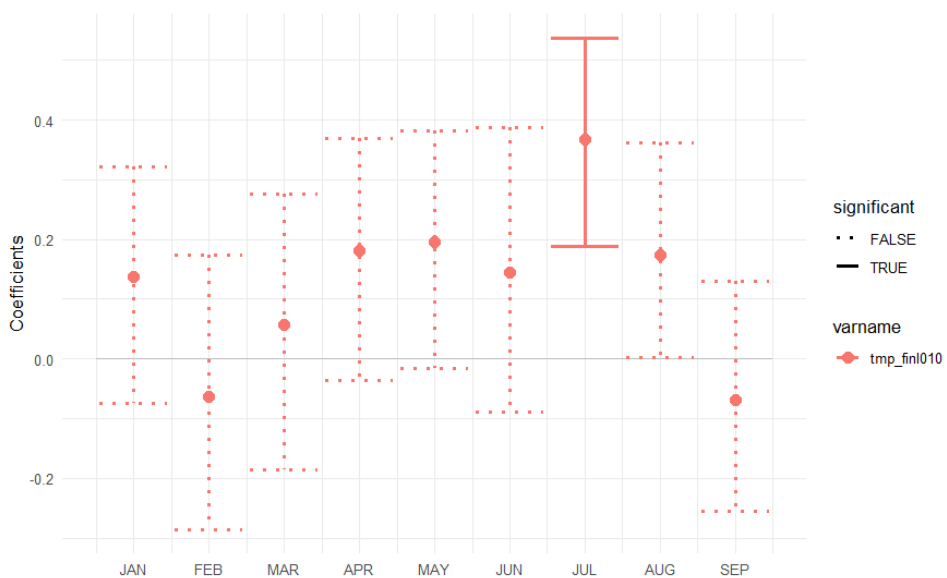


Fig 10 Wykres korelacji stacjonarnej dla danych z dendrochronologicznych finl011

Na podstawie powyższego wykresu (Fig 7) widoczne jest, że korelacja danych z chronologii Finl011 z danymi temperaturowymi jest istotna statystycznie jedynie w lipcu. Dla danych z tego miesiąca został utworzony model tak samo jak dla poprzedniej chronologii.

```
> summary(mod_m)

Call:
lm(formula = comm_tmp7 ~ comm_chron, data = data_m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.9143 -1.0075 -0.3471  1.2962  3.2169

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   10.418     1.489   6.996 2.87e-08 ***
comm_chron      3.406     1.455   2.341  0.0247 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.689 on 37 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.129,    Adjusted R-squared:  0.1055
F-statistic:  5.48 on 1 and 37 DF,  p-value: 0.02474
```

Wartość p-value mniejsza od 0.05 wskazuje, iż stworzony model jest istotny statystycznie.

```
> cor.test(data_m$comm_tmp7, data_m$comm_chron)

Pearson's product-moment correlation

data:  data_m$comm_tmp7 and data_m$comm_chron
t = 2.3408, df = 37, p-value = 0.02474
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.04921599 0.60600103
sample estimates:
cor
0.3591559
```

Fig 11 Test parametrów korelacji dla młodszego okresu

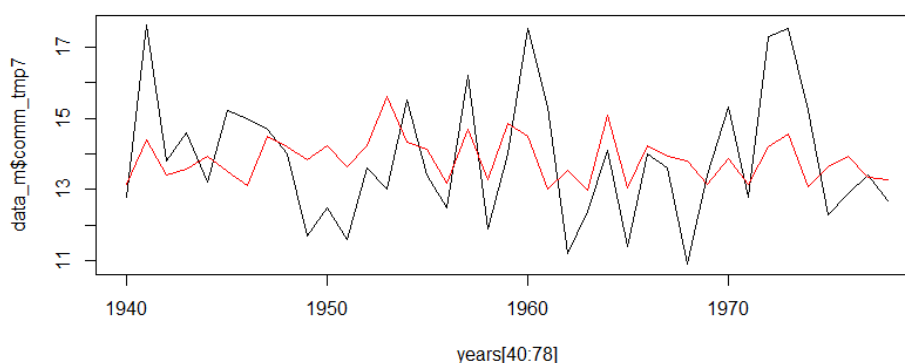


Fig 12 Zestawienie danych wymodelowanych (czerwony) i rzeczywistych (czarny) dla chronologii finl011 w latach 1940-1978

Dla danych z okresu bardziej współczesnego (1940-1978) model jest istotny statystycznie, a jego korelacja z danymi rzeczywistymi jest dodatnia i wynosi 0.36 (Fig 11). Na powyższym wykresie (Fig 12) przedstawiono zestawienie danych wymodelowanych i rzeczywistych.

```
> cor.test(data_s$comm_tmp7, predict(mod_m, data_s))

Pearson's product-moment correlation

data: data_s$comm_tmp7 and predict(mod_m, data_s)
t = 3.223, df = 37, p-value = 0.002648
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.1791471 0.6828437
sample estimates:
cor
0.4681997
```

Fig 13 Test parametrów korelacji dla starszego okresu

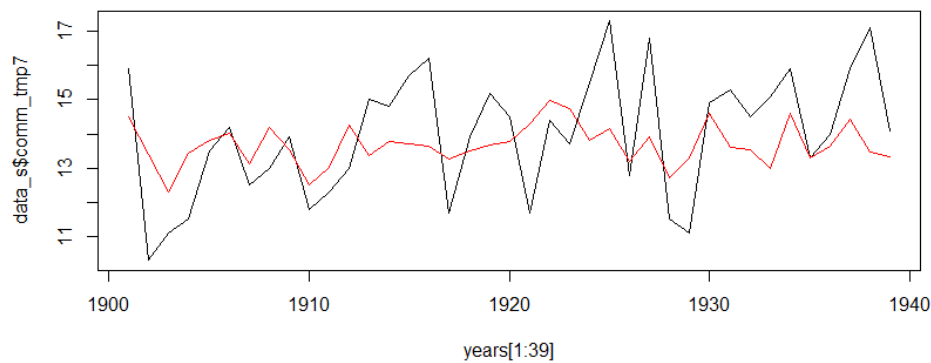


Fig 14 Zestawienie danych wymodelowanych (czerwony) i rzeczywistych (czarny) dla chronologii finl011 w latach 1901-1939

W starszym okresie (1901-1939) model również jest istotny statystycznie. Jego korelacja jest dodatnia i wynosi w przybliżeniu 0.47 (Fig 13).

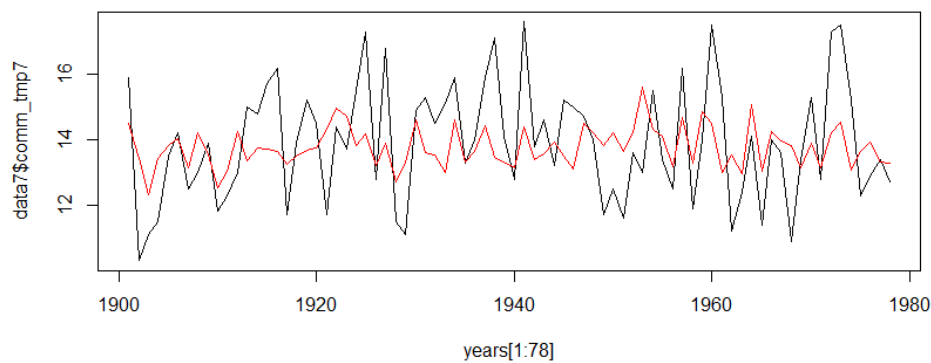


Fig 15 Zestawienie danych wymodelowanych (czerwony) i rzeczywistych (czarny) dla stanowiska finl011 w latach 1901-1978

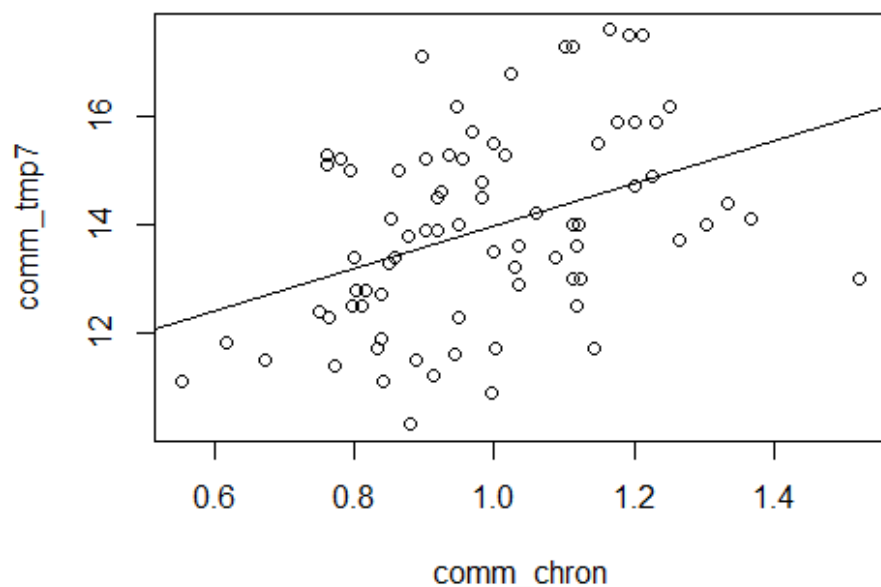


Fig 16 Wykres rozrzutu danych finl011 w lipcu w raz z modelem liniowym

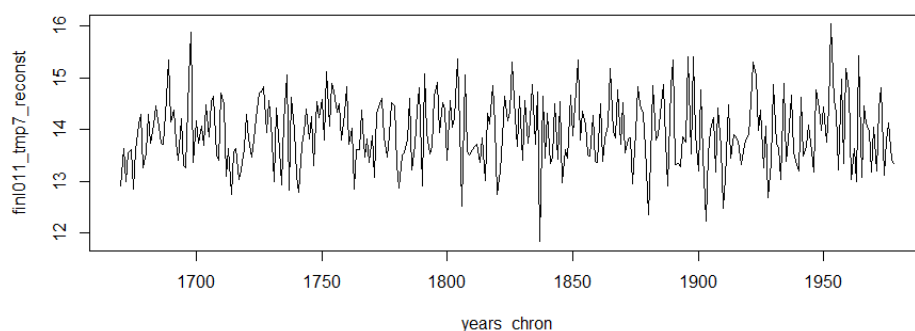


Fig 17 Wykres zrekonstruowanych temperatur w lipcu dla stanowiska finl011

Tak samo jak w poprzednim przypadku, rekonstrukcja danych klimatycznych przebiegła pomyślnie. Wyniki modelowania prezentuje powyższy wykres (Fig 17).

Finl014

Korelacja chronologii przyrostów rocznych drzew ze wszystkimi miesiącami ze wspólnego okresu 1901-1978

year	FINL01	tmp_1	tmp_2	tmp_3	tmp_4	tmp_5	tmp_6	tmp_7	tmp_8	tmp_9	
1	-0.1908104	1	0.050517	0.01547065	0.12028	0.1369762	0.1815528	0.05854976	0.1919613	-0.01137498	0.1005824

Ze wszystkich analizowanych miesięcy najlepiej korelują się dane klimatyczne z miesiącami maj i lipiec z chronologią przyrostów drzew na poziomie 0,18-0,19, jednak trzeba dodać że jest to korelacja znacznie słabsza niż byśmy oczekiwali, w pozostałych przypadkach jest jeszcze niższa lub praktycznie zerowa. Takie wartości korelacji sprawiają że ich istotność statystyczna również może być wątpliwa.

Wartość istotności statystycznej korelacji chronologii przyrostów rocznych z poszczególnymi miesiącami z okresu 1901-1978

	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9
1	0.6604938	0.8930585	0.2942025	0.2317528	0.1116558	0.6106218	0.09224313	0.9212635	0.3809199

Tutaj również widzimy że dla miesięcy od stycznia do września wartości istotności statystycznej w każdym wypadku znacznie przekraczają 0.05, co sprawia że właściwie żadne z miesięcy nie nadaje się do dalszej rekonstrukcji klimatycznej. Jedynie maj lub lipiec wykazuje się znacznie bliższymi do progu wartościami istotności statystycznej, więc można ewentualnie wziąć z nich średnią temperaturę i spróbować tutaj sprawdzić zależność z chronologiami.

Korelacja chronologii z średnimi temperaturami

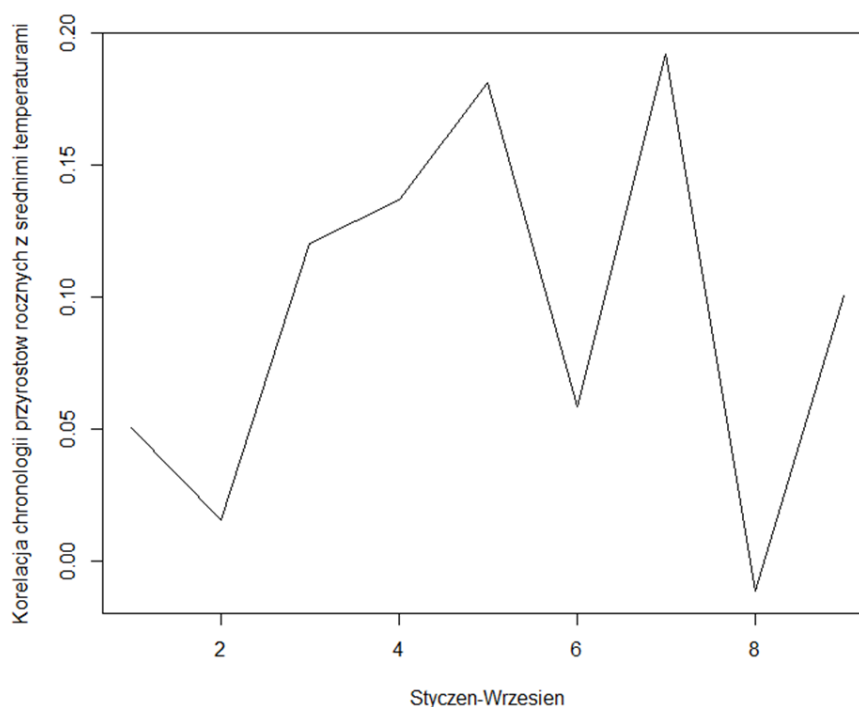


Fig. 18 Korelacja chronologii z średnimi temperaturami

Istotność statystyczna korelacji dla poszczególnych miesięcy

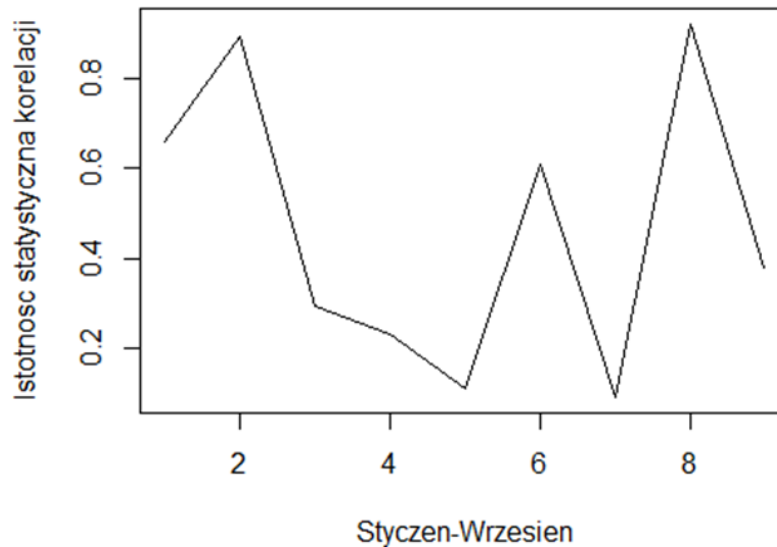


Fig. 19 Istotność statystyczna korelacji dla poszczególnych miesięcy

Korelacja dla uśrednionej temperatury z maja i lipca z okresu 1901-2020 i chronologii przyrostu rocznego wraz z istotnością statystyczną w latach wspólnych 1901-1978

```
cor(finl_data$FINL01, tmp_lato)
] 0.2490262
cor.test(finl_data$FINL01, tmp_lato)$p.value
] 0.02790691
|
```

Model regresji liniowej

```
mod_f <- lm(tmp_common$tmp_lato~tmp_common$finl_data.FINL01, tmp_common)
p-value: 0.02791
```

Wartość istotności statystycznej dla uśrednionej temperatury w maju i lipcu jest na odpowiednim już poziomie, więc można spróbować utworzyć model regresji liniowej dla tej temperatury i chronologii przyrostów rocznych. Wartość istotności również nie przekracza 0,03, zatem dla całego okresu 1901-1978 wydaje się być całkiem właściwy. Trzeba jednak przed próbą rekonstrukcji podzielić okres na mniejsze fragmenty.

```
tmp_common_1 <- tmp_common[40:78,]
mod_1 <- lm(tmp_common_1$tmp_lato~tmp_common_1$finl_data.FINL01, tmp_common_1)
p-value: 0.07306
tmp_common_2 <- tmp_common[1:39,]
cor.test(tmp_common_2$tmp_lato, predict(mod_1, tmp_common_2))
p-value = 0.9453
```

Przechodząc do podziału na dwa równe okresy 1901-1939 oraz 1940-1978 okazuje się że przy procesie kalibracji utworzony model regresji przedstawia wartość istotności na poziomie 0.07 co dyskwalifikuje go do dalszej rekonstrukcji. Podczas przechodzenia do etapu weryfikacji wartość istotności statystycznej przekraczała już ponad 0.94 co kompletnie wyklucza możliwość rekonstrukcji klimatycznej dla tych danych. W tej sytuacji należy zobaczyć które okresy mniejsze wykazywały się znacznie gorszą korelacją i wraz z nią istotnością, które doprowadziły do niepomysłnej rekonstrukcji klimatycznej. Trzeba dokonać analizy korelacji dynamicznej w oknie czasowym oraz korelacji stacjonarnej, by się przekonać czy korelacja z okresu 1901-1978 między chronologią przyrostów rocznych a temperaturą uśrednioną z maja i lipca z lat 1901-2020 była niestabilna w czasie.

Korelacja w oknach czasowych z rozmiarem 40 lat dla kolejnych miesięcy w okresie 1901-1978

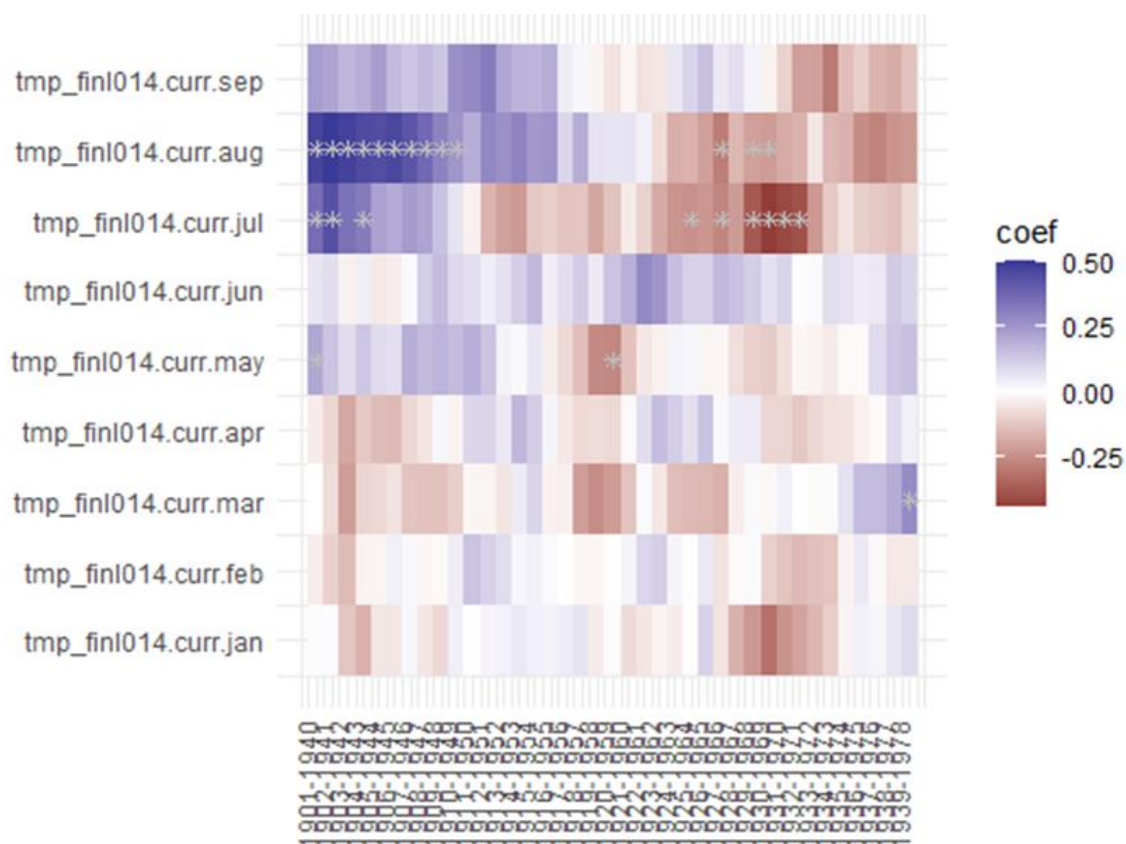


Fig. 20 Korelacja w oknach czasowych z rozmiarem 40 lat dla kolejnych miesięcy w okresie 1901-1978

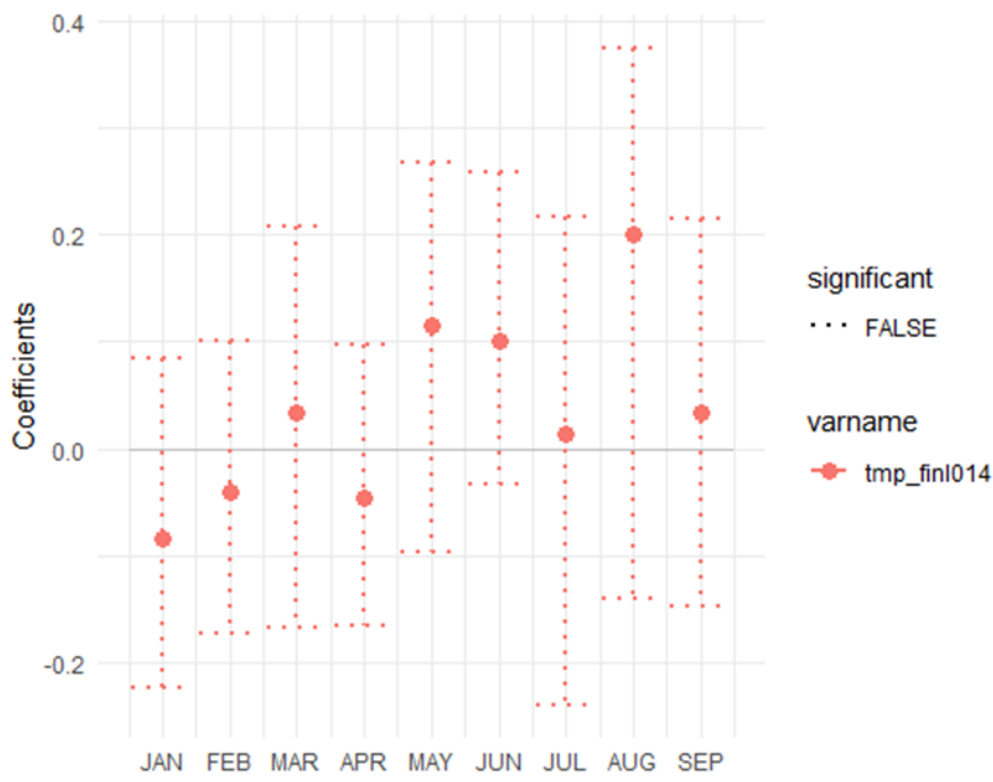


Fig. 21 Korelacja stacjonarna dla kolejnych miesięcy w okresie 1901-1978

Zanim została dokonana weryfikacja korelacji w oknach czasowych trzeba było odpowiednio przeformatować dane temperaturowe, zwłaszcza zmienne czasowe, tak by każda temperatura dla każdego miesiąca w danym roku była widoczna jako osobny rekord. Korelacja zaprezentowana jest w oknach o szerokości 40 lat i widać w niej że praktycznie dla każdego miesiąca korelacja jest niestabilna i przedstawia co jakiś czas odmienne wartości, zwłaszcza dotyczy to okresów letnich, gdzie widzimy czasem dosyć znaczące dodatnie wartości korelacji, by za później okazały się wartościami ujemnymi. Sytuacja ta widoczna jest niemal w każdym miesiącu, co doprowadziło do tego, że rekonstrukcja klimatyczna w tym przypadku nie była możliwa.

4. Podsumowanie

Próba rekonstrukcji temperatury dla wybranych miejsc w Finlandii na podstawie wartości średnich przyrostów rocznych sosny zwyczajnej zakończyła się pozytywnym wynikiem dla dwóch z trzech wybranych zbiorów danych dendrochronologicznych, finl010 i finl011. Dla obydwu stanowisk zrekonstruowano temperatury lipca. Stanowiska, z których pochodzą te chronologie położone są na większych wysokościach n.p.m co mogło mieć wpływ na rozwój drzew w obrębie tych stanowisk.

Dla stanowiska finl014 nie udało się dokonać rekonstrukcji czynników klimatycznych, podczas analizy w oknach czasowych zauważono niestabilność związku pomiędzy danymi dendrochronologicznymi a temperaturami z okresu 1901-1978. Niepowodzenie to może być spowodowane przez silniejszy wpływ, na przyrost roczny drzew, innych czynników klimatycznych niż temperatura. Negatywny przebieg rekonstrukcji może być też spowodowany niską wysokością, na której położone jest stanowisko finl014, lub też słabą jakością danych przyrostów drzew z tego stanowiska.

5. Metody badawcze

Poniżej przykładowo przedstawiono wykorzystany kod w celu przeprowadzenia próby rekonstrukcji dla stanowiska Finl010:

```
#Zaladowanie potrzebnych bibliotek
```

```
library(ncdf4)
```

```
library(chron)
```

```
library(lattice)
```

```
library(RColorBrewer)
```

```
library(zoo)
```

```
library(animation)
```

```
library(dplyr)
```

```
library(treeclim)
```

```
library(lubridate)
```

```
### Wstepne przygotowanie danych ###
```

```
finl010_chron<-read.crn("finl010r.crn")
```

```
head(finl010_chron)
```

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

```
#Grid eye center: Lat 62.75, Lon 25.25 E
```

```
lon <- ncvar_get(ncin,"lon")
```

```
lat <- ncvar_get(ncin,"lat")
```

```
time <- ncvar_get(ncin,"time")
```

```
dim(time)
```

```
lon_i<-which(lon==25.25)
```

```
lat_i<-which(lat==62.75)
```

```
lon_i
```

```
lat_i
```

```
#pobranie danych dla odpowiedniego oczka siatki
```

```
tmp_finl010<- ncvar_get(ncin,"tmp",start=c(lon_i,lat_i,1),count=c(1,1,1464))
```



```
plot(tmp_finl010,t="l")
```

```
#Stworzenie zmiennej z datami
```

```
time <- ncvar_get(ncin,"time")
```

```
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)
```

```
time_m_y
```

```
#stworzenie wektorow z latami i miesiacami
```

```
year<-year(time_m_y)
```

```
month<-rep(seq(1,12),length(unique(year)))
```

```
#stworzenie ramki danych z danych temperaturowych
```

```
clim_tmp_finl010<-data.frame(year,month,tmp_finl010)
```

```
clim_tmp_finl010
```

```
#Wykres korelacji stacjonarnej
```

```
finl010_static<-dcc(finl010_chron, clim_tmp_finl010, selection = 1:9, method = "correlation")
```

```
plot(finl010_static) #Korelacja tmp z danymi dendro
```

```
#Miesiace o istotnych wartosciach korelacji: 7, 8
```

```
#Wyciagniecie danych temperaturaowych dla miesiecy o istotnych wartosciach korelacji
```

```
tmp7_finl010<-tmp_finl010[seq(7, 1464,12)]
```

```
tmp8_finl010<-tmp_finl010[seq(8, 1464,12)]
```

```

## Wstepne przekształcenia danych ##
years<-seq(1901,1978,1)
#przekształcenie lat w wektor numeryczny
years_chron<-as.numeric(row.names(finl010_chron))

#zdefiniowanie początku i końca okresu wspólnego
start_chron<-which(years_chron==1901)
end_chron<-length(finl010_chron[,1])

#wybranie danych dendro
comm_chron<-finl010_chron[start_chron:end_chron,1]
comm_chron

#przycięcie danych temperaturowych dla wszystkich miesięcy
comm_tmp7<-tmp7_finl010[1:(max(years_chron)-1900)]
comm_tmp8<-tmp8_finl010[1:(max(years_chron)-1900)]

#stworzenie ramki danych z chronologia i temperaturami lipca i sierpnia
data<-data.frame(comm_chron, comm_tmp7, comm_tmp8)

#sprawdzenie korelacji 7 i 8 miesiąca
cor.test(data$comm_chron, data$comm_tmp7)
cor.test(data$comm_chron, data$comm_tmp8)

#miesiące istotne 7, 8
#najwyższa wartość korelacji dla 7 miesiąca

mod_f_lipiec<-lm(comm_tmp7~comm_chron,data)

plot(data$comm_chron, data$comm_tmp7)
abline(mod_f_lipiec,data)

```

```

#proba rekonstrukcji, kalibracja/weryfikacja
#podzielenie okresu na przedziały (1901-1939 oraz 1940-1978).

#kalibracja na okresie 1940-1978
data1<-data[40:78,]
mod_1<-lm(comm_tmp7~comm_chron,data1)
summary(mod_1)

#Model jest istotny statystycznie
#sprawdzenie korelacji w przedziale 1940-1978
cor.test(data1$comm_tmp7, data1$comm_chron)


#weryfikacja na okresie 1901-1939
data2<-data[1:39,]
data2

#sprawdzenie jak model sie sprawdza dla danych se starszego okresu
cor.test(data2$comm_tmp7, predict(mod_1,data2))

#korelacja jest istotna, mozna zastosowac model


#predstawienie danych rzeczywistych i tych wymodelowanych
plot(years[40:78],data1$comm_tmp7,t="l")
lines(years[40:78], predict(mod_1,data1),t="l",col="Red")

#tak samo dla okresu starszego
plot(years[1:39], data2$comm_tmp7,t="l")
lines(years[1:39], predict(mod_1,data2),t="l",col="Red")

#polaczenie wykresow w celu lepszego zobrazowania danych
plot(years[1:78], data$comm_tmp7,t="l")
lines(years[1:78],predict(mod_1,data),t="l",col="Red")


#sprawdzenie danych o utworzonym wzczesniej modelu dla okresu wspolnego
summary(mod_f_lipiec)

```

```
#przedstawienie temperatur odtworzonych przy użyciu modelu wraz z ich rzeczywistymi wartościami
plot(years[1:78], data$comm_tmp7,t="l")
lines(years[1:78],predict(mod_f_lipiec,data),t="l",col="Blue")
```

```
#wykorzystanie modelu do odtworzenia temperatury lipca dla okresu gdzie tych danych brakuje
data3<-data.frame (comm_chron=finl010_chron[,1])
```

```
finl010_tmp7_reconst<-predict(mod_f_lipiec,data3)
finl010_tmp7_reconst
```

```
#przedstawienie odtworzonych temperatur na wykresie
plot(years_chron, finl010_tmp7_reconst, t="l")
```

W przypadku nieudanej próby rekonstrukcji temperatury konieczne było stworzenie korelacji z ruchomym oknem czasowym, korelację tą uzyskano poprzez wykonanie poniższego kodu:

```
finl014_dynamic <- dcc(finl_chron, clim_tmp_finl014, selection = 1:9, method = "correlation", dynamic =
"moving", win_size = 40, timespan=c(1901,1978))
finl014_static <- dcc(finl_chron, clim_tmp_finl014, selection = 1:9, method = "correlation")
```

Funkcja “dcc” z pakietu treeclim tworzy korelację w oknie czasowym na wspólnym okresie dla chronologii przyrostów rocznych oraz średnich miesięcznych temperatur. Kolejne parametry to wartości argumentów dla których jest tworzona korelacja, opcja “selection” w której podane są zakresy miesięcy dla których wyliczana jest korelacja w oknie, opcja “dynamic” wskazująca na typ korelacji, opcja “win_size” sugerująca rozmiar okna liczony w latach, opcja “timespan” dla której podawany jest zakres czasowy tworzonej korelacji. Wynik przedstawiany jest w formie barwnych oczek z odpowiednim wartością korelacji.

Funkcja działająca w sposób taki sam jak poprzednio, jednak tym razem bez parametrów “dynamic” i “timespan”, gdyż nie są tu tworzone okna czasowe, lecz jest to korelacja w wersji stacjonarnej dla każdego miesiąca z osobna.

6. Bibliografia

UAE: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.07/cruts.2304141047.v4.07/tmp/

NOAA: <https://www.ncei.noaa.gov/access/paleo-search/>

USDA: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654/volume_1/pinus/sylvestris.htm