ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Το πακέτο hydroTSM της R

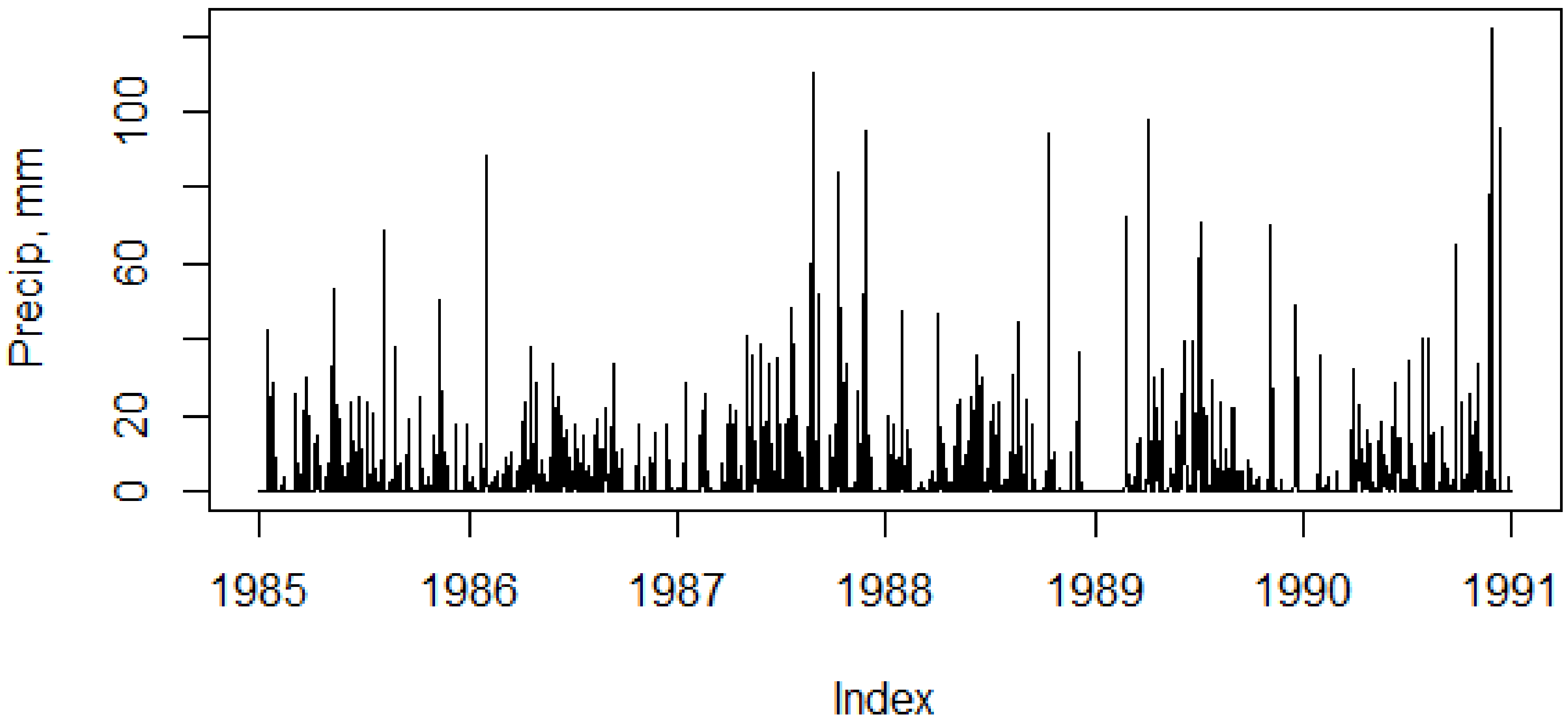
Το πακέτο hydroTSM είναι ένα βασικό εργαλείο ανάλυσης υδρολογικών δεδομένων στην R.

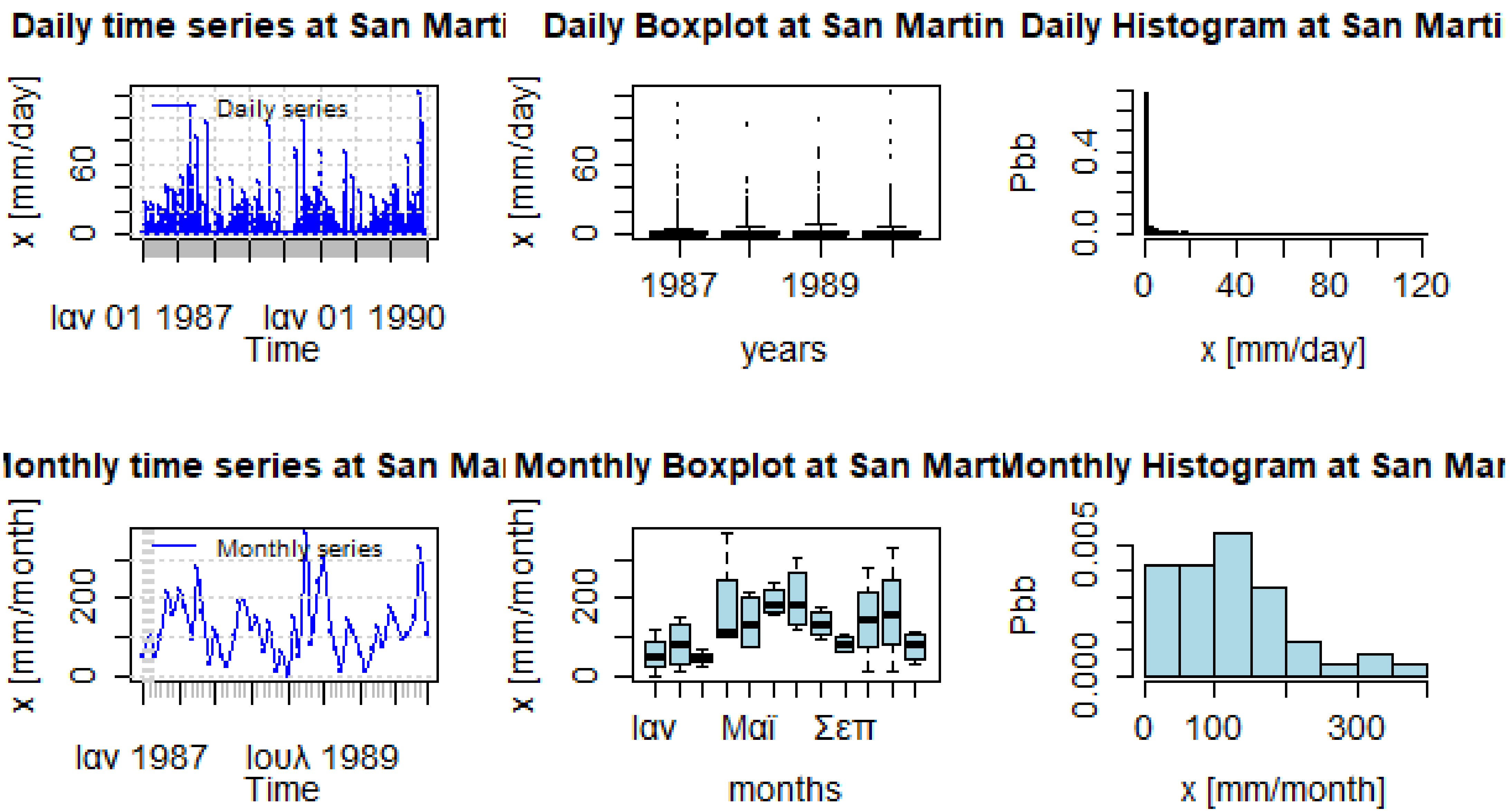
Κυρίως χρησιμοποιείται για την ανάλυση δεδομένων:
α) βροχόπτωσης
β) παροχής ποταμών

Όπως τα περισσότερα πακέτα της R το hydroTSM διαθέτει έτοιμα ενσωματωμένα δεδομένα ώστε ο χρήστης να αναλύσει και να εκπαιδευτεί στην χρήση του πακέτου.

Σήμερα θα αναλύσουμε το ενσωματωμένο σετ δεδομένων ημερήσιας βροχόπτωσης από έναν μετεωρολογικό σταθμό που ονομάζεται SanMartinoPPts

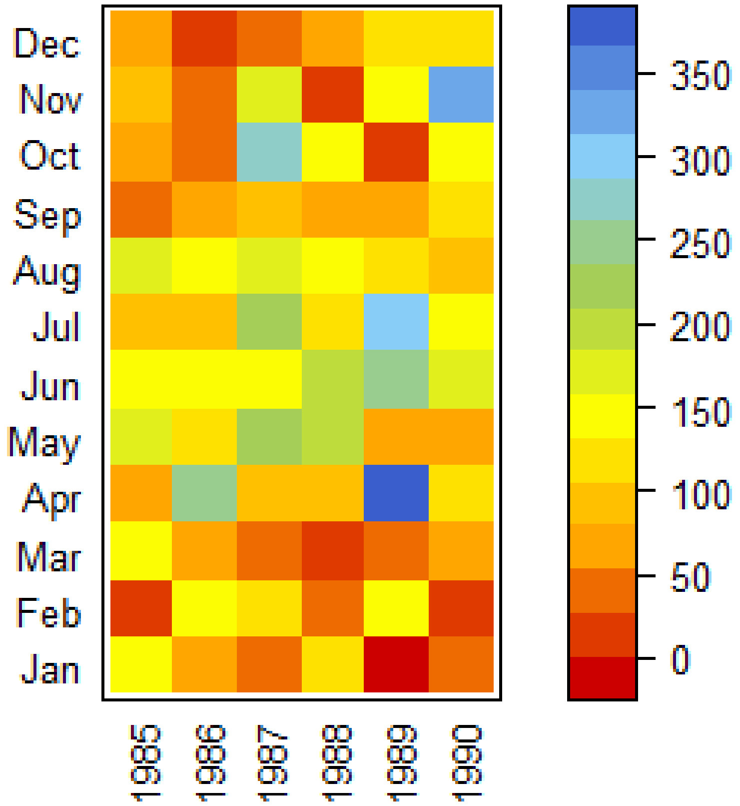
Άλλα ενσωματωμένα σετ δεδομένων είναι: EbroPPtsMonthly (μηνιαία δεδομένα βροχόπτωσης από την λεκάνη απορροής του ποταμού Ebro στην Ισπανία), OcaEnOnaQts (ημερήσια δεδομένα ποτάμιας παροχής από την λεκάνη του ποταμού Ebro).

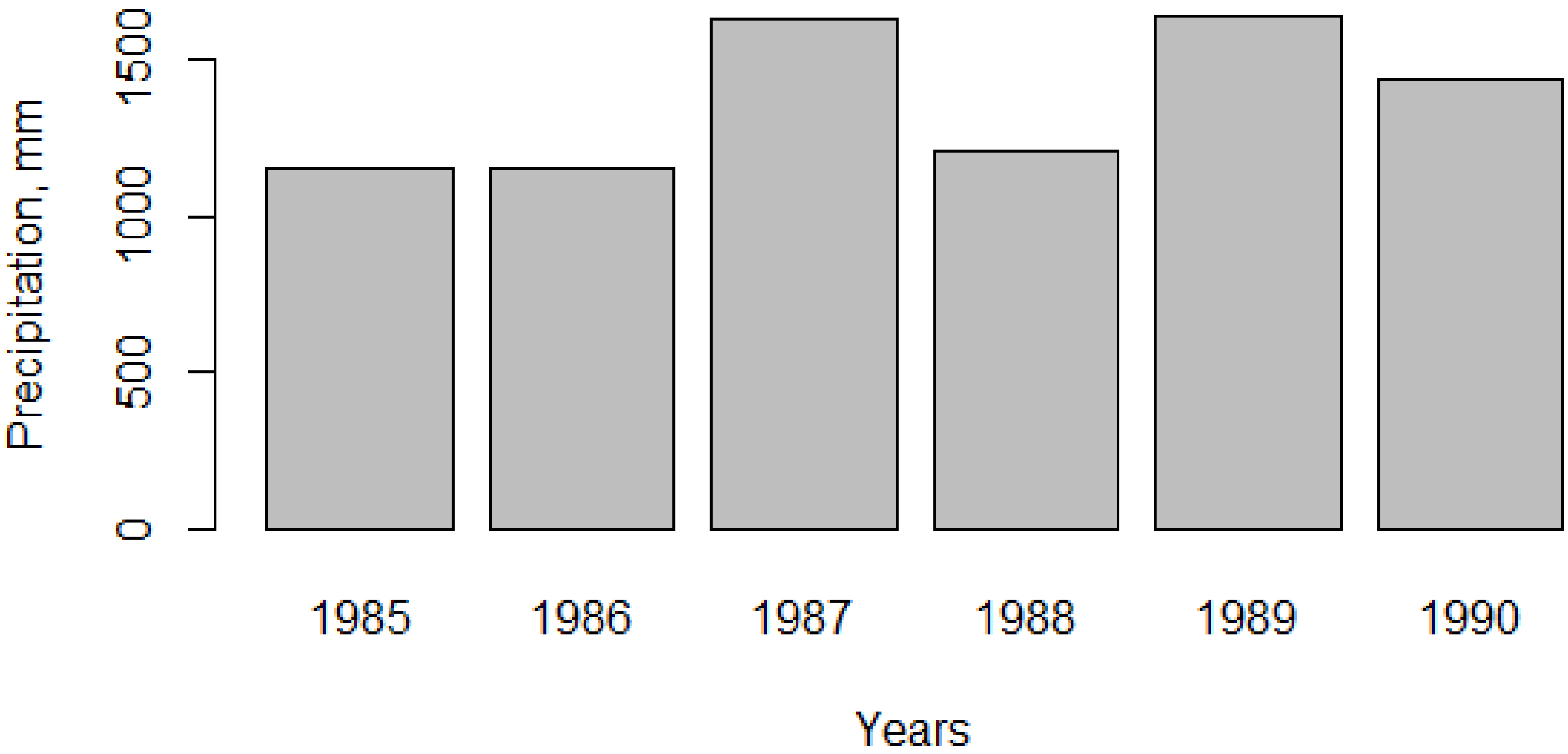

Precip, mm
0
20
60
100
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
Index

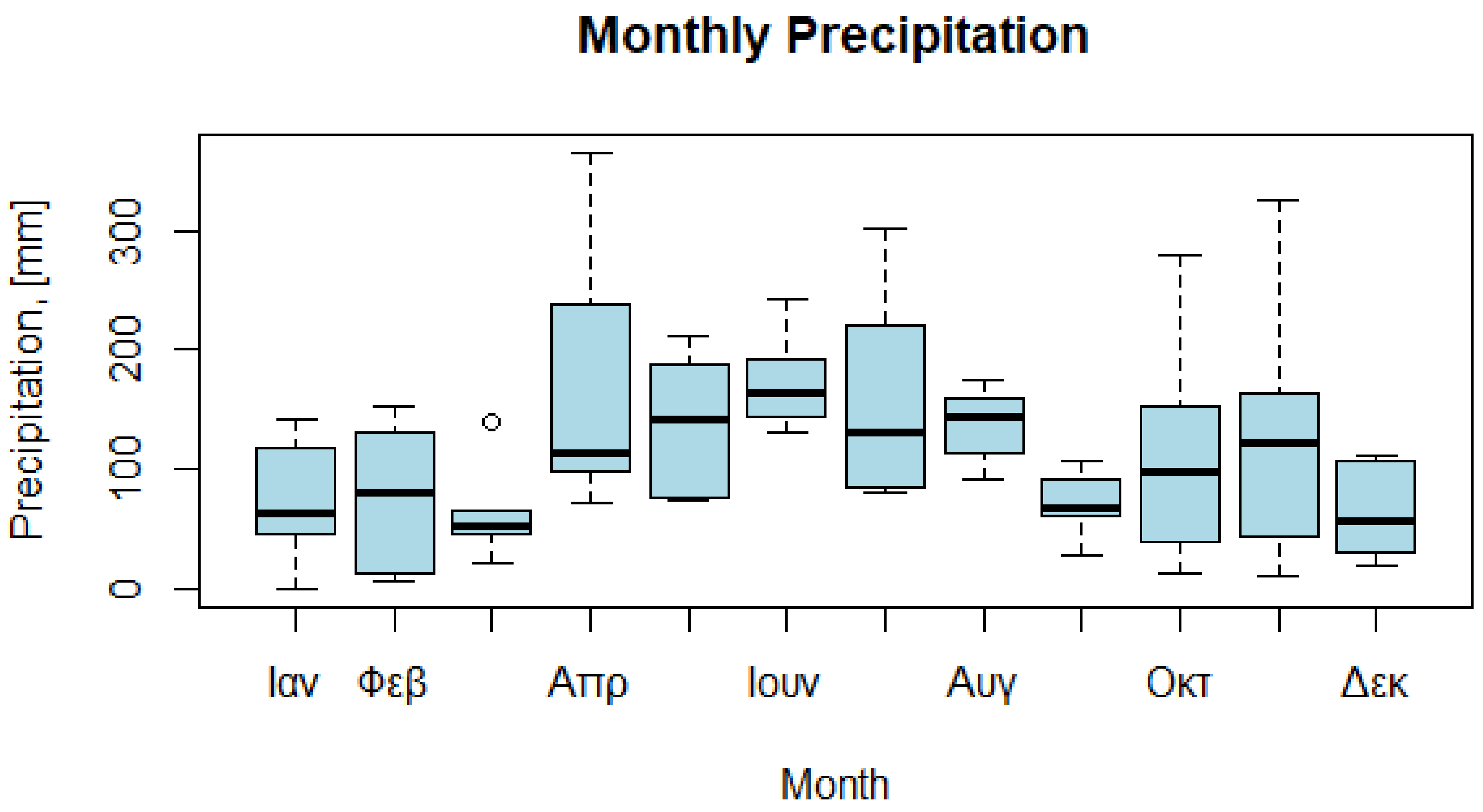


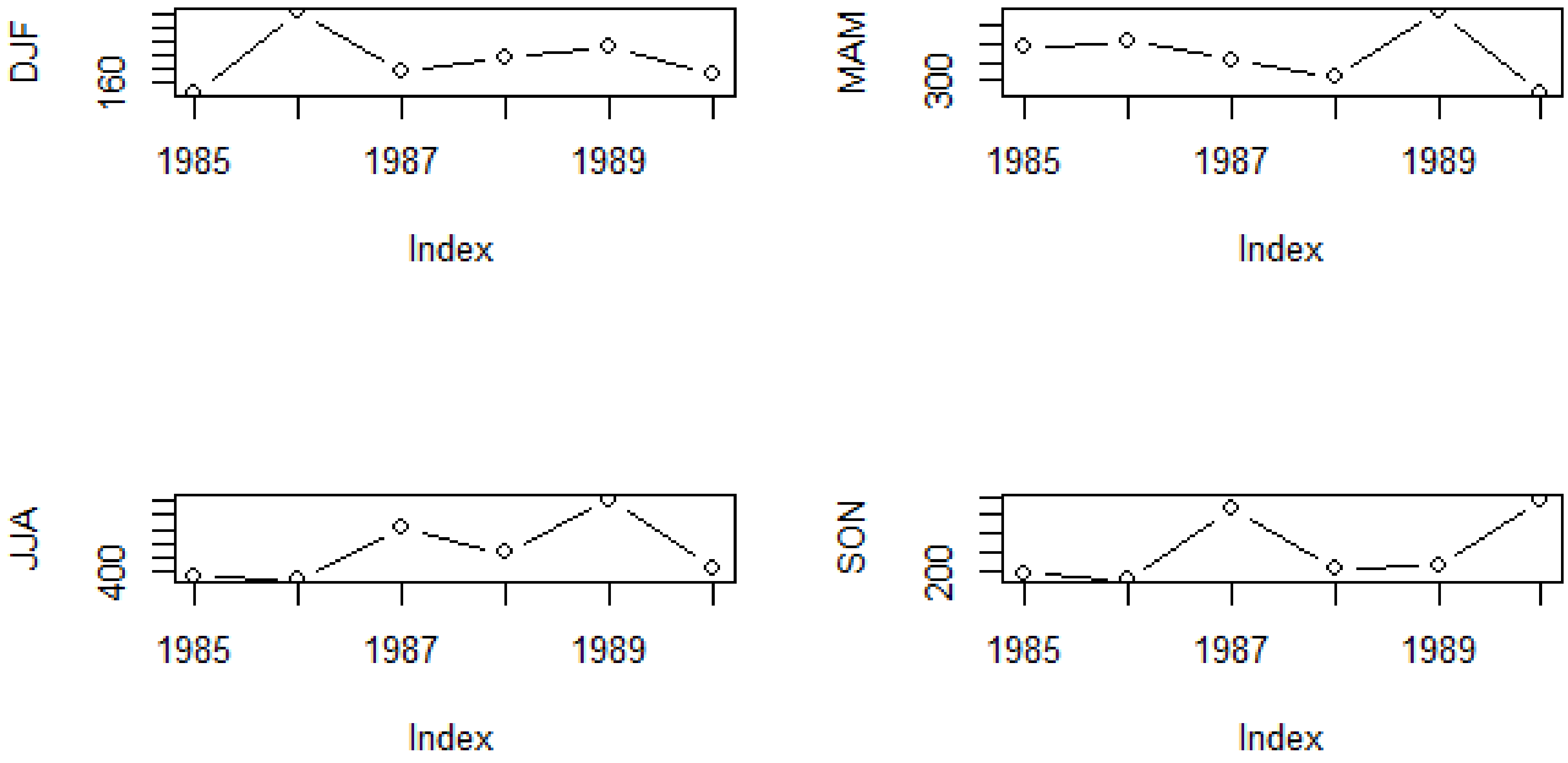
Daily time series at San Marti
Daily series
x [mm/day]
0
60
Ιαν 01 1987
Ιαν 01 1990
Time
Daily Boxplot at San Martin
x [mm/day]
0
60
1987
1989
years
Daily Histogram at San Marti
Pbb
0.0
0.4
0
40
80
120
x [mm/day]
lonthly time series at San Ma
Monthly series
x [mm/month]
0
200
Ιαν 1987
Ιουλ 1989
Time
Monthly Boxplot at San Mart
x [mm/month]
0
200
Ιαν
Μαϊ
Σεπ
months
Monthly Histogram at San Ma
Pbb
0.000
0.005
0
100
300
x [mm/month]

Monthly precipitation at San Martino st., [mm/month]

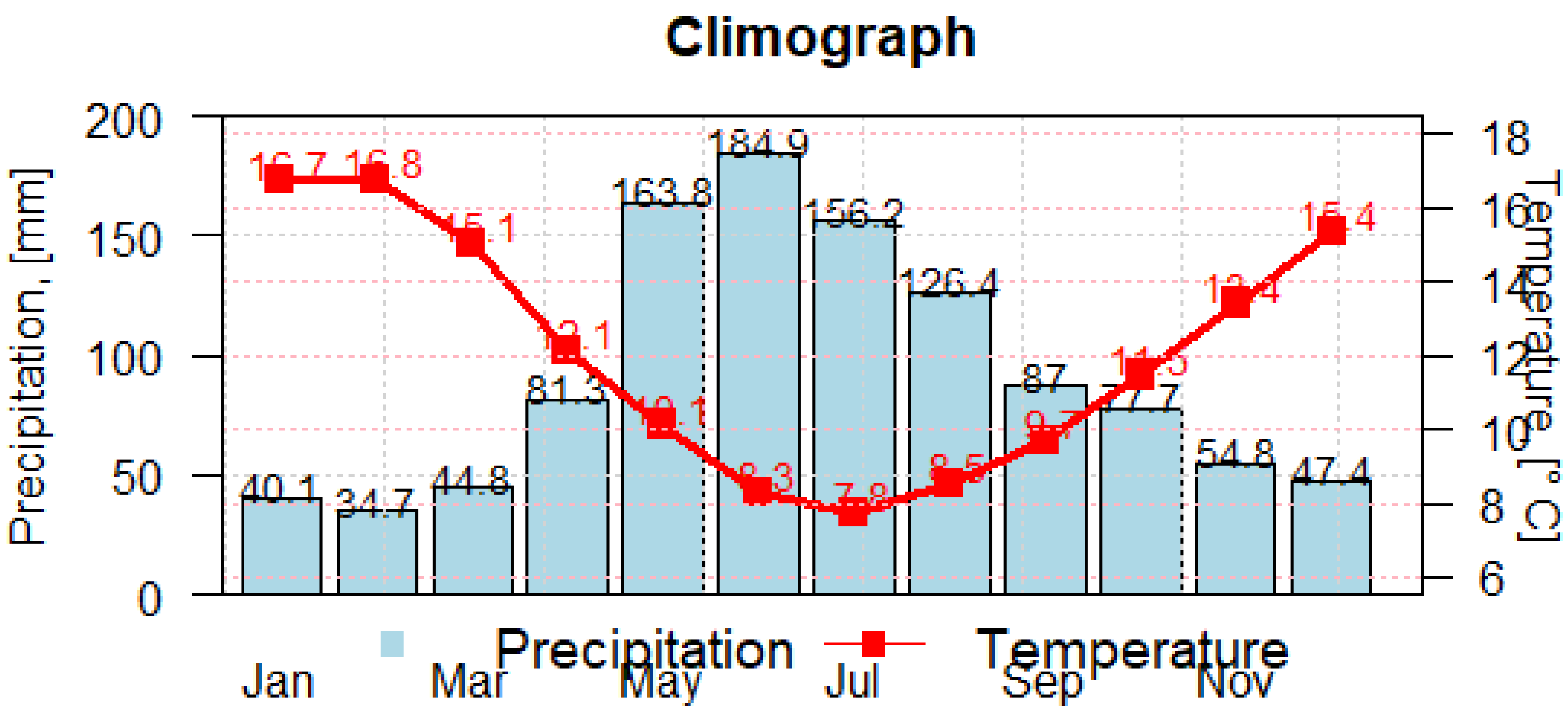



Precipitation, mm
0
500
1000
1500
1985
1986
1987
1988
1989
1990
Years


Monthly Precipitation
Precipitation, [mm]
0
100
200
300
Ιαν
Φεβ
Απρ
Ιουν
Αυγ
Οκτ
Δεκ
Month



DJF
160
1985
1987
1989
Index
MAM
300
1985
1987
1989
Index
JJA
400
1985
1987
1989
Index
SON
200
1985
1987
1989
Index



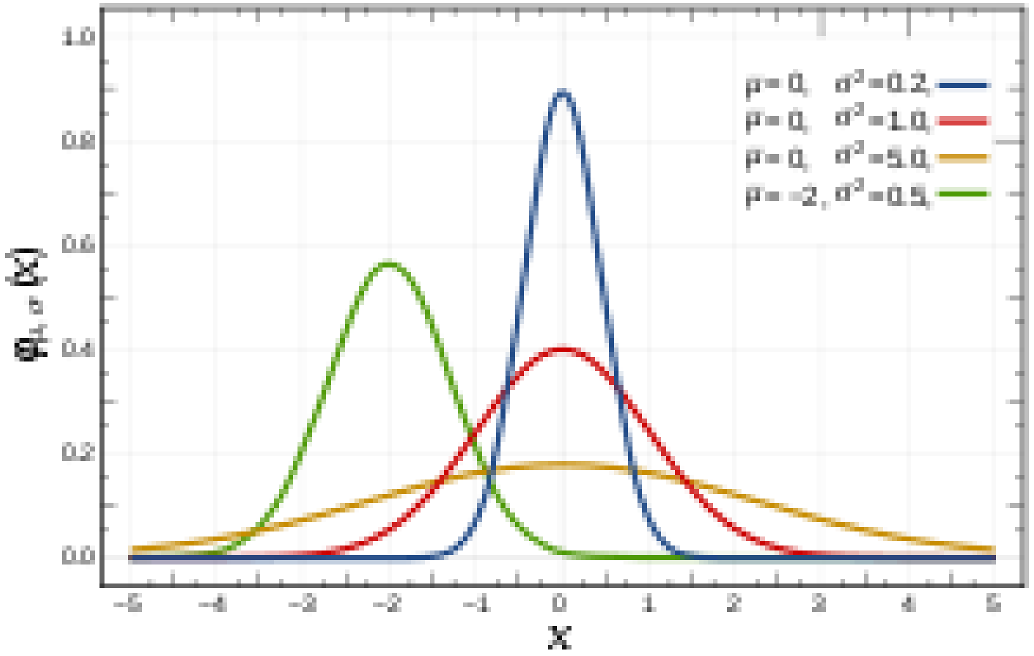
Climograph
Precipitation, [mm]
Temperature [°C]
200
150
100
50
0
18
16
14
12
10
8
6
40.1
34.7
44.8
81.3
163.8
184.9
156.2
126.4
87
77.7
54.8
47.4
16.7
16.8
15.1
12.1
10.1
8.3
7.8
8.5
9.7
11.5
13.4
15.4
Precipitation
Temperature
Jan
Mar
May
Jul
Sep
Nov

Προσαρμογή της βέλτιστης συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας πάνω στα δεδομένα

1. Κανονική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Μέσα από την προσαρμογή αναζητούμε δύο παράγοντες:
α) την μέση τιμή (μ),
β) την τυπική απόκλιση (σ)

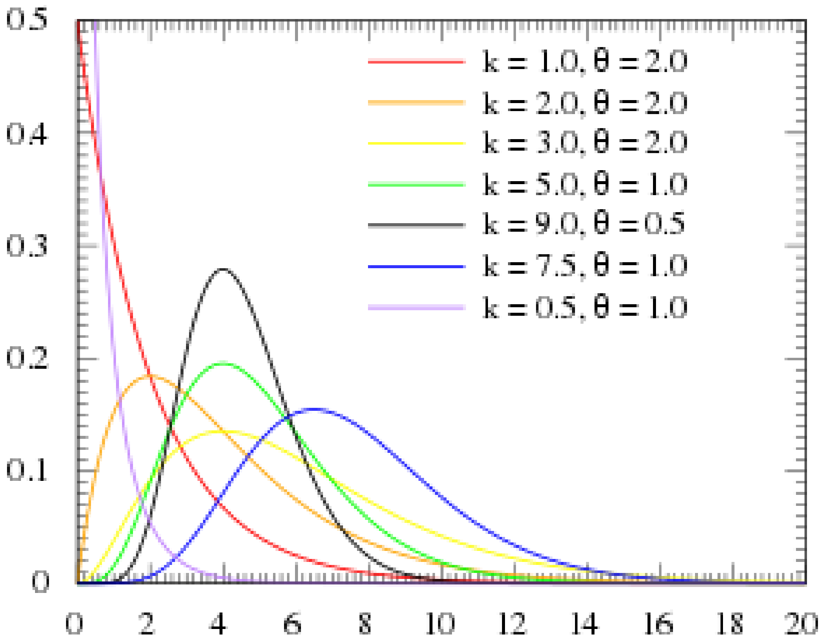


Προσαρμογή της βέλτιστης συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας πάνω στα δεδομένα

2. Gamma συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

$$f(x;k,\theta) = \frac{x^{k-1} e^{-\frac{x}{\theta}}}{\theta^k \Gamma(k)}$$

$$\Gamma(k) = (k-1)!$$

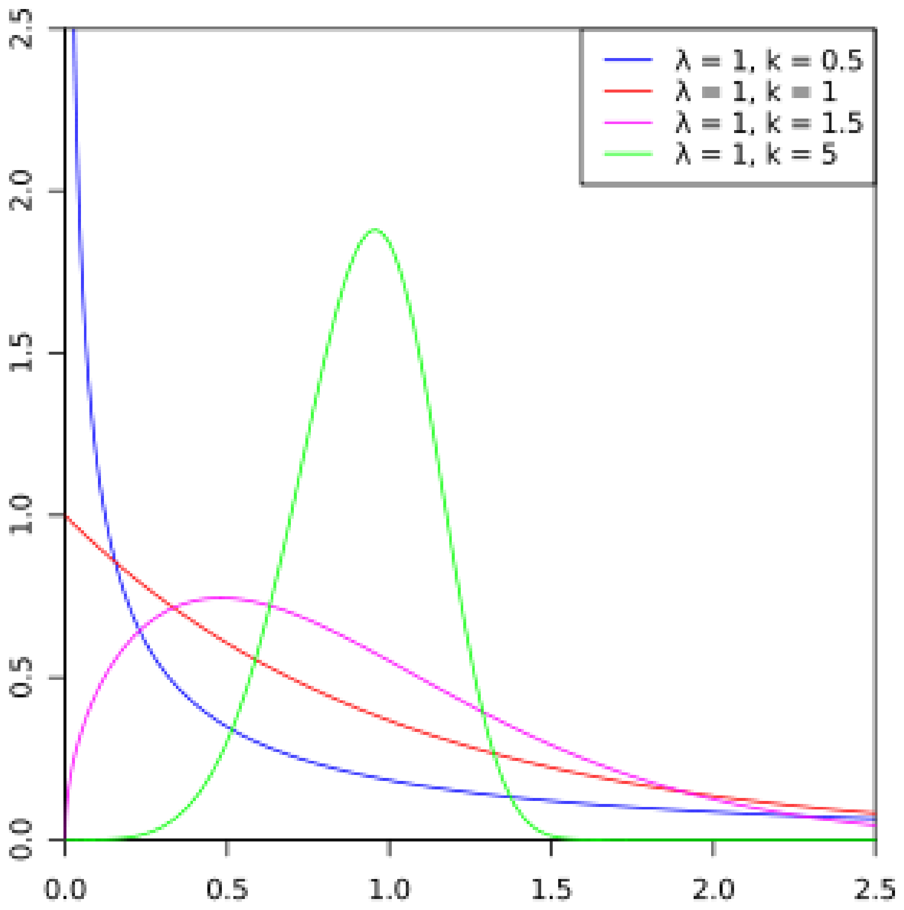


Μέσα από την προσαρμογή αναζητούμε δύο παράγοντες:
α) την παράμετρο μορφής (shape, k),
β) την παράμετρο κλίμακας (scale, θ)
Το αντίστροφο της κλίμακας λέγεται rate $\beta = 1/\theta$

Προσαρμογή της βέλτιστης συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας πάνω στα δεδομένα

3. Weibull συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

$$f(x;\lambda,k)=\begin{cases}\frac{k}{\lambda}\left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1}e^{-(x/\lambda)^k}, & x\geq 0\\ 0, & x<0\end{cases}$$



Μέσα από την προσαρμογή αναζητούμε δύο παράγοντες:
α) την παράμετρο μορφής (shape, k),
β) την παράμετρο κλίμακας (scale, λ)

```
install.packages("hydroTSM")
install.packages("plyr")
install.packages("devtools")
install.packages("lattice")
install.packages("fitdistplus")


library(hydroTSM)
library(plyr)
library(devtools)
library(lattice)
library(fitdistrplus)

#Import data from hydroTSM package
#Daily precipitation data
data(SanMartinoPPts)

#Select only the data from 1985
x <- window(SanMartinoPPts, start=as.Date("1985-01-01"))
```

```
#Check the starting date
start(x)

#Check the ending date
end(x)

#Check if the time-series is regular or not
is.regular(x)

#Strict check on time-series
is.regular(x,strict=TRUE)

#Omit the third value and check regularity again
is.regular(x[-3],strict=TRUE)
```

```
#move the time-series one step forward
lag(x, k =-1 )
merge(x, lag1 = lag(x, k=1))

#move the time-series one step forward
merge(x, lag1 = lag(x, k=1))

#Get data summary
summary(x)
smry(x)

#Create a simple plot of data-set
plot(x, ylab = "Precip, mm")


#Plot data with the hydroplot function
hydroplot(x,
        var.type="Precipitation",
        main="at San Martino",
        pfreq = "dm",
        from="1987-01-01")
```

```
#Transform daily into monthly values
m <- daily2monthly(x, FUN=sum)
smry(m)

# Creating a matrix with monthly values per year in each column
M <- matrix(m, ncol=12, byrow=TRUE)

colnames(M) <- month.abb
rownames(M) <- unique(format(time(m), "%Y"))

# Plotting the monthly precipitation values
# with a heat plot
print(matrixplot(M, ColorRamp="Precipitation",
        main="Monthly precipitation at San Martino st., [mm/month]"))

#Transform daily into yearly values
z = daily2annual(x, FUN=sum, na.rm=TRUE)
smry(z)
```

```
#Plot annual time-series
barplot(z,
        xlab = "Years",
        ylab = "Precipitation, mm")

#Get Years from time-series
yr = as.numeric(format(index(z),"%Y"))

#plot again with year-values in x-axis
barplot(z,
        yr,
        xlab = "Years",
        ylab = "Precipitation, mm")

#Compute annual mean value
z.mean = sum(z)/length(z)

#Monthly data analysis
#Median of the monthly values of dataset x
monthlyfunction(m, FUN=median, na.rm=TRUE)
cmonth <- format(time(m), "%b")
months <- factor(cmonth,
                 levels=unique(cmonth),
                 ordered=TRUE)
```

```
#Create boxplot of monthly values
boxplot(coredata(m) ~ months,
        col="lightblue",
        main="Monthly Precipitation",
        ylab="Precipitation, [mm]",
        xlab="Month")

#Seasonal Analysis
#Compute the mean-seasonal values of precipitation
seasonalfunction(x, FUN=sum) / length(z)

#Extracting the seasonal values for each year
DJF <- dm2seasonal(x, season="DJF", FUN=sum)
MAM <- dm2seasonal(m, season="MAM", FUN=sum)
JJA <- dm2seasonal(m, season="JJA", FUN=sum)
SON <- dm2seasonal(m, season="SON", FUN=sum)

#Plot Seasonal Precipitation plots
par(mfrow = c(1,1))
plot(DJF,type="b")
plot(MAM,type="b")
plot(JJA,type="b")
plot(SON,type="b")
```

```r
#Extreme value analysis
hydroplot(x,
	ptype="ts",
	pfreq="o",
	var.unit="mm")

#Counting and plotting the number of days
#in the period where precipitation is > 10 [mm]
R10mm <- length( x[x>10] )

#Identifying the wet days
#daily precipitation >= 10 mm
wet.index <- which(x >= 10)
smry(wet.index)

#Computing the 95th percentile
#of precipitation on wet days
quantile(wet.index)
PRwn95 <- quantile(wet.index,
		probs=0.95,
		na.rm=TRUE)
```

```
#Identifying the very wet days
#daily precipitation >= PRwn95
very.wet.index <- which(x >= PRwn95)

#Computing the total precipitation on the very wet days
R95p <- sum(x[very.wet.index])

#Create Climograph
data(MaquehueTemuco)

# extracting individual ts of precipitation, maximum and minimum temperature
pcp <- MaquehueTemuco[, 1]
tmx <- MaquehueTemuco[, 2]
tmn <- MaquehueTemuco[, 3]
```

```
# Plotting the climograph
par(mfrow=c(1,1))
m <- climograph(pcp=pcp,
          tmx=tmx,
          tmn=tmn,
          pcp.label="Precipitation, [mm]",
          tmean.label="Temperature, [\U00B0 C]",
          na.rm=TRUE)


#Transform daily to monthly precipitation values
#Transform daily into yearly values
mon = daily2monthly(x, FUN=sum, na.rm=TRUE)

#Compute monthly precipitation descriptive statistics
mean.mon.prec = mean(mon)
median.mon.prec = median(mon)
range = range(mon)
range.mon.prec = range[2]-range[1]
sd.mon.prec = sd(mon)
var.mon.prec = var(mon)
IQR.mon.prec = IQR(mon)
summary(mon)
```

```r
#Plot the location of monthly precipitation
#in relation to other theoretical probability density distributions
mon1 = data.frame(mon)
descdist(mon1$mon)

#Fit the normal probability density distribution
#to the monthly precipitation data
fn <- fitdist(mon1$mon,
            "norm",
            method = "mle")
#Get summary of normal model output
summary(fn)
#Make a plot of data and normal distribution curve
plot(fn)
```

```
#Fit the gamma probability density distribution
#to the monthly precipitation data
fg = fitdist(replace(mon1$mon,
          which(mon1$mon==0),0.1),
    "gamma",
    method = "mle")

summary(fg)
plot(fg)

#Fit the most appropriate Weibull probability density
#distribution model to the monthly precipitation data
fw <- fitdist(replace(mon1$mon,
          which(mon1$mon==0),0.1),
          "weibull",
          method = "mle")
#Get summary of Weibull model output
summary(fw)
plot(fw)
```

```
#Get the probability of an event
#with precipitation from 50 to 400 mm/month with step 50 m^3/s
dweibull(seq(50,400,by=50),
      shape=1.440047, scale = 124.590789,
      log = FALSE)

#Get the cumulative probability of an event
#with discharge higher than 300 mm/month
pweibull(300,
      shape=1.440047, scale = 124.590789,
      log = FALSE,
      lower.tail=TRUE)
```