

A bioindikátorok olyan fajok egyedei, vagy olyan társulások, amelyek életfunkciói adott környezeti tényezőkkel szoros kapcsolatot mutatnak, azoktól valamilyen módon függenek, így ezek kimutatására alkalmazhatóak. A bioindikátorok segítségével végzett környezeti monitoring eljárásokat összefoglaló néven biomonitoring eljárásoknak nevezzük.

A műszeres mérésen túl az élő szervezetek vizsgálata is alkalmas a környezet állapotát, minőségét meghatározó tényezők és változások ellenőrzésére és nyomon követésére.

Környezeti terhelések (ipari eredetű szennyezések, mezőgazdasági eredetű terhelések, radioaktív szennyezések) megfigyelésére már több évtizede alkalmaznak méheket. Napjainkban egyre szélesebb körben vonnak be méhcsaládokat a környezeti hatások értékelésébe. Alapvetően két csoportját különböztethetjük meg: egyik a méhcsaládok életjelenségeivel összefüggő paraméterek (aktivitás, mortalitás, hőmérséklet, páratartalom, stb.) valós idejű (real-time) megfigyelése és vizsgálata. Másrészt a méhek által gyűjtött különböző anyagok (nektár, propolisz, virágpor, stb.) vizsgálatán alapuló (<http://greenbee.hu/biomonitoring/>)

Miért pont a méhek?

- a méhek: csak kellő diverzitás mellett tudják begyűjteni a fejlődéshez és a család túléléséhez szükséges anyagokat,
- a környezetükből gyűjtött anyagok mindegyike tartalmazhat szennyezőanyagot,
- a méhcsalád meghatározott területről gyűjti be a fent említett anyagokat,
- egész évben a vizsgálati területen élnek.

A Soproni Egyetemen 2015 óta foglalkoznak méhcsaládokra alapozott biomonitoringgal. A valós idejű (real-time) megfigyelés az ApisTrack1 okoskaptár segítségével történik. Jelenleg három különböző területen vannak megfigyelőpontok kihelyezve (Földesen, Harkán és a Soproni Egyetem Botanikus kertjében).

Az okoskaptárok által mért paraméterek: Időszak kezdete, Időszak vége, Adatok száma (6 db óránként), Akkumulátor töltöttsége (%), Külső hőmérséklet (°C) átlag, Külső relatív páratartalom % átlag, 1. kaptár belső hőmérséklet (°C) átlag, 1. kaptár belső relatív páratartalom (%) átlag, 1. kaptár hőmérsékleti profil (1-4 (°C)) átlag, 2. kaptár belső hőmérséklet (°C) átlag, 2. kaptár belső relatív páratartalom (%) átlag, 2. kaptár hőmérsékleti profil (1-4 (°C)) átlag.

Az okoskaptárok által eddig mért időszakok:

- SOE Botanikuskert 2019. 03. 01., SOE Botanikuskert: 2019. 07.01, SOE Botanikuskert 2020. 01. 01., SOE Botanikuskert 2019. 01. 01.
- Földes 2019. 01. 01., Földes 2019. 07. 01., Földes 2020. 01. 01.
- Harka 2018. 08. 01., Harka 2019. 01. 01., Harka 2019. 07. 01, Harka 2020. 01. 01

RStudio műveletek:

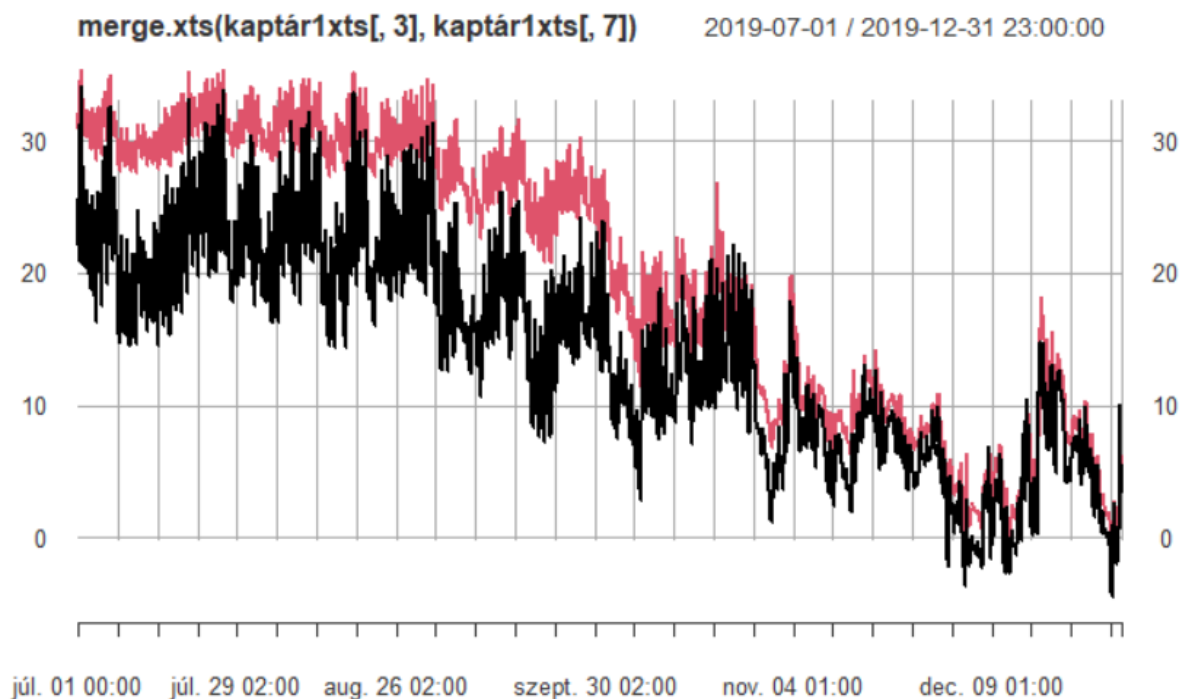
- **kaptár=dir("méhészet")**
 - Első lépésként beolvastam a CSV fájlok listáját.
- **kaptár1=read.csv(paste("méhészet",kaptár[1],sep="/"),encoding="latin1")**
 - Az előző lépésben beolvasott fájlok közül az első betöltöttem latin1-es kódolással.
- **head(kaptár1)**
 - Kiírtam a fejléceket és ellenőriztem a tartalmát.
- **library(xts)**
 - Betöltöttem az xts kiterjesztést.
- **külhőm=xts(kaptár1[,5],as.POSIXct(kaptár1[,1]))**
 - A CSV fájlból a külhőm változóba írtam az 5. oszlopban található külső hőmérséklet értékeket, amelyeket az első oszlopban található dátumok szerint rendeztem. (as.POSIXct függvénnyel a szöveges dátumokat időbélyeggé konvertáltam).
- **plot(külhőm)**
 - A beolvasott külső hőmérsékleti adatokból diagramot készítettem.
- **summary(kaptár1)**
 - Ellenőriztem, hogy az adatokat megfelelően olvasta-e be.
- **kaptár1xts=xts(kaptár1[-(1:2)],as.POSIXct(kaptár1[,1]))**
 - Az első és második oszlop (dátumok) kivételével beolvastam a teljes CSV fájlt és rendeztem az első oszlopban található dátumok alapján (időbélyeg).
- **plot(kaptár1xts)**
 - A beolvasott összes adatból diagramot készítettem.
- **colnames(kaptár1)**
 - Kiírtam az oszlopneveket.
- **kaptár1xts[,1] >6**
 - Kiírtam a mért adatokat tartalmazó sorokat és TRUE-val jelöltem, amelyben több, mint 6 adat található.
- **which(kaptár1xts[,1] >6)**
 - A which függvény segítségével megnéztem, hogy melyik sorban van több, mint 6 adat (óraátállítással magyarázható).
- **plot(kaptár1xts[,3])**
 - Diagramot készítettem a külső hőmérsékleti adatokból.
- **harmadik=apply.daily(kaptár1xts[,3],mean)**
 - Napi átlaghőmérsékletet számoltunk.
- **plot.zoo(kaptár1xts[,3])**
 - Az átlagvonal megrajzolásához először a plot.zoo függvénnyel rajzoltam diagramot.
- **lines(as.zoo(harmadik),col=2,lwd=2)**

- A diagramra rárajzoltam a napi átlaghőmérsékleteket.
- **minharmadik=apply.daily(kaptár1xts[,3],min)**
 - Kiszámoltam a napi minimum hőmérsékletet.
- **maxharmadik=apply.daily(kaptár1xts[,3],max)**
 - Kiszámoltam a napi maximum hőmérsékletet.
- **plot(merge.xts(harmadik,minharmadik, maxharmadik))**
 - Kirajzoltam a napi minimum-, maximum- és átlaghőmérsékletet.

Az ApisTack1 által gyűjtött adatok közül a külső- és belső hőmérsékletek átlagának kiértékelésére koncentráltam.

A Botanikus kertben gyűjtött adatok közül a 2019. 07. 01.-től 2019. 12. 31.ig tartó időszak belső- és külső hőmérsékleteinek átlagértékeit ábrázoltam a:

plot(merge.xts(kaptár1xts[, 3], kaptár1xts[, 7])) függvény segítségével (1. ábra).



1. ábra: A Botanikus kert belső- és külső hőmérséklet átlagainak összehasonlítása a 2019. 07. 01-2019. 12. 31. tartó időszakban

A diagramon (1. ábra) jól látható, hogy a kaptár belső hőmérséklete körülbelül 2 órással követi a külső hőmérséklet változásait. Mindvégig a belső hőmérsékleti értékek a magasabbak.

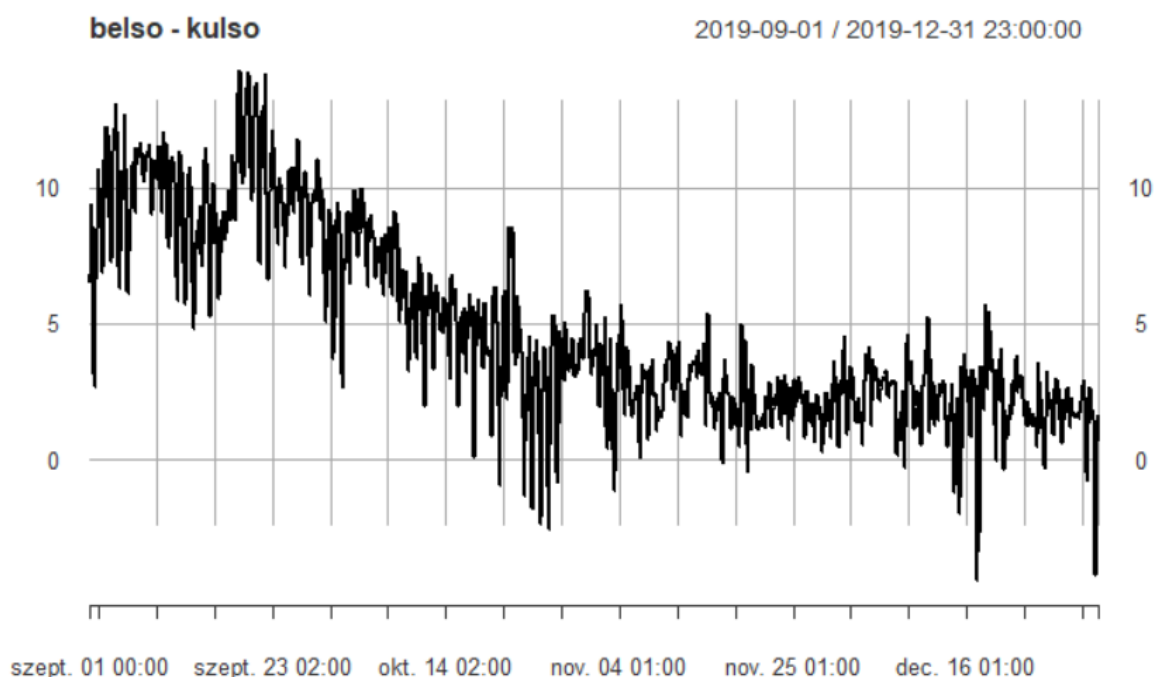
A második diagramon (2. ábra) az előbb bemutatott hőmérsékletadatok különbségét ábrázoltam 2019. 09. 01-től 2019. 12. 31-ig a:

```
belso = kaptár1xts["2019-09-01/2019-12-31", 7]
```

```
kulso = kaptár1xts["2019-09-01/2019-12-31", 3]
```

```
plot(belso - kulso) függvény segítségével.
```

Választásom, azért esett erre az időszakra, mert itt látható a legnagyobb különbség a két hőmérséklet (belső-külső) átlagértékei között.



2. ábra: A Botanikuskerti hőmérsékletadatok különbsége (belső hőmérséklet-külső hőmérséklet)

A Harkán mért adatok esetében 2 év (2019. 01. 01.-2019. 07. 01. és 2020. 01. 01.-2020.07. 01.) belső- külső hőmérsékleteinek adatait hasonlítottam össze napi lebontásban a következő függvény segítségével (3. ábra):

```
kaptárLista=dir("meheszet")
```

```
kaptár1=read.csv(paste("meheszet",kaptár[10],sep="/"),encoding="latin1")
```

```
kaptár2=read.csv(paste("meheszet",kaptár[12],sep="/"),encoding="latin1")
```

```
kaptár1xts=xts(kaptár1[,-(1:2)],as.POSIXct(kaptár1[,1]))
```

```
kaptár2xts=xts(kaptár2[,-(1:2)],as.POSIXct(kaptár2[,1]) - 365 * 24 * 60 * 60)
```

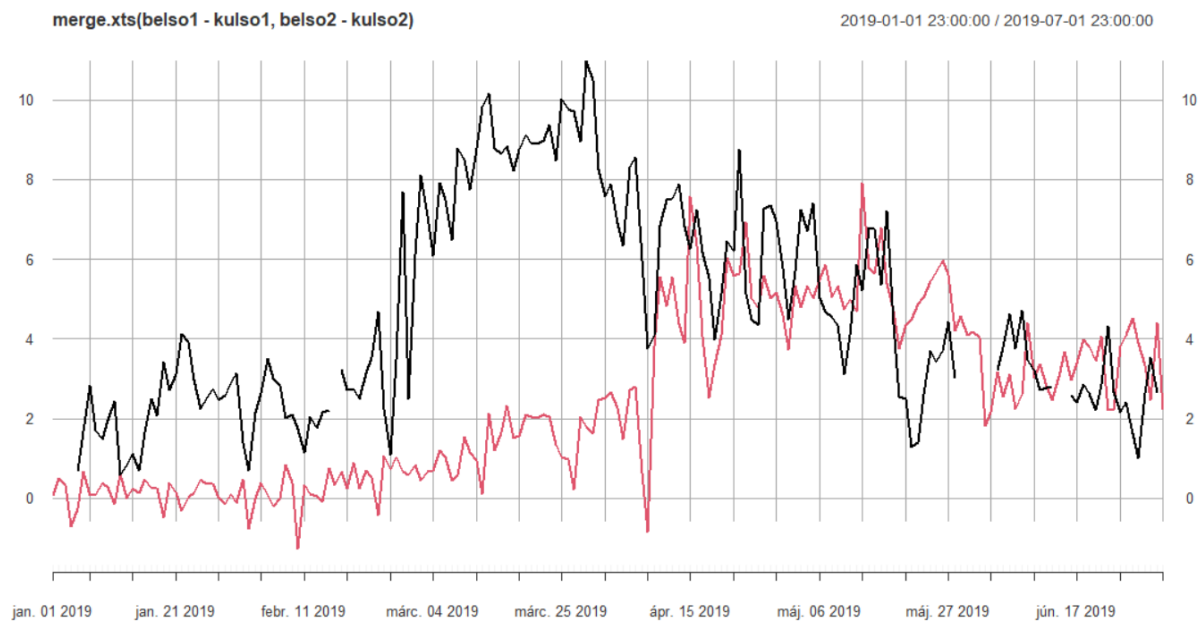
```
belso1 = apply.daily(kaptár1xts[, 7], mean)
```

```
kulso1 = apply.daily(kaptár1xts[, 3], mean)
```

```
belso2 = apply.daily(kaptár2xts[, 7], mean)
```

```
kulso2 = apply.daily(kaptár2xts[, 3], mean)
```

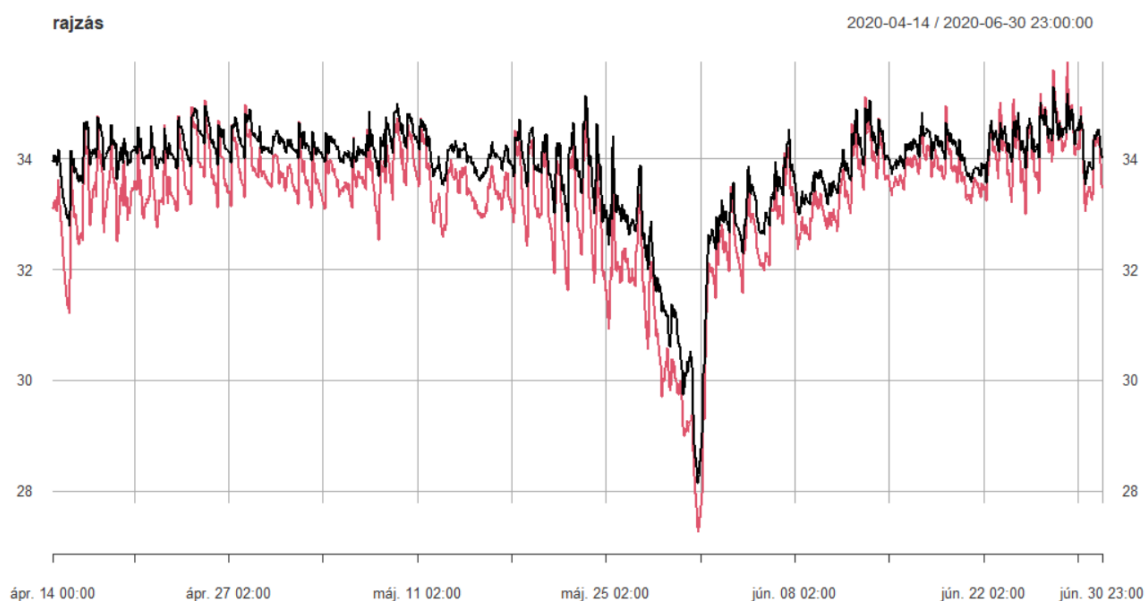
```
plot(merge.xts(belso1 - kulso1, belso2 - kulso2))
```



3. ábra: A Harkán mért 2 év adatainak összehasonlítása

A következő diagramon (4. ábra) a hirtelen leeső, majd 3 nappal megemelkedő belső hőmérséklet a méhek rajzásával magyarázható.

```
kaptárLista=dir("meheszet")
kaptár1=read.csv(paste("meheszet",kaptár[12],sep="/"),encoding="latin1")
kaptár1xts=xts(kaptár1[,-(1:2)],as.POSIXct(kaptár1[,1]))
rajzás = merge.xts(kaptár1xts["2020-04-14/", 11], kaptár1xts["2020-04-14/", 12])
plot(rajzás)
```



4. ábra: Méhrajzás