

## **Időjárás elemzés regressziós eljárás alkalmazásával**

**Csanády Viktória**

NyME, EMK Matematikai Intézet  
csanady.viktoria@emk.nyme.hu

**ÖSSZEFOGLALÓ.** Napjaink egyik legégetőbb és egyben legfontosabb kutatási témája a klímaváltozás. Számos vélemény, kutatási eredmény lát napvilágot e témában, melyek gyakran bonyolult meteorológiai modellek alkalmazásaiból számítottak. Az alábbiakban tényleges mért hőmérsékleti adatok kielemezésére kerül sor egyváltozós regressziós modellek által, melyek paraméterei fizikailag jól értelmezhetők. Az alkalmazott modellek lehetőséget adnak éves hőmérsékleti adatok összehasonlítására, alapvető különbségek kimutatására.

**ABSTRACT.** Temperature data will be analysed by univariate regression models. The parameters of models can be interpreted well physically. Applied models allow comparison of annual temperature data.

### **1. Bevezetés**

Ismert tény, hogy az utóbbi évtizedekben számos alkalommal voltak megfigyelhetők időjárási anomáliák, melyek gyakorisága növekvő tendenciát mutat, szélsőségességük mértéke pedig növekszik. Ezen tények ismeretében felmerült a kérdés, miként mutathatók ki egyszerűbb matematikai statisztikai vizsgálatok alkalmazása révén a különbségek, és ezek milyen paraméterekkel jellemezhetők.

### **2. Anyag és módszer**

A vizsgálat tárgyát 3 esztendő, nevezetesen a 2012, 2013 és 2014. évi Budapesten mért hőmérsékleti adatok jelentették. A vizsgálatához felhasználásra került a napi maximális, napi minimális hőmérséklet, valamint az ezen értékekből képzett maximum-minimum hőmérsékleti érték különbsége, vagyis a napi hőmérsékleti differencia. Az éves adatsorok összehasonlításra alkalmas elemzése, a vizuális lehetőség kihasználása érdekében is, regressziós eljárással történt, megfelelő függvény kiválasztásával.

### **3. Eredmények kiértékelése**

#### **3.1. Kezdő vizsgálat**

A rendelkezésre álló adatok jellegének áttekintése alapján a kiválasztandó függvénynek rendelkeznie kell maximummal, a közelítő szimmetria miatt két inflexiós ponttal, és szükséges, hogy felülről és alulról is korlátos legyen. Ezen túlmenően paraméterei legyenek közvetlenül értelmezhetők, és darabszámuk minél több közvetlen vagy közvetett információt adjon.

Ezek alapján közelítő "Gauss-görbe" látszik szükségesnek, minek megfelelően az alábbi két függvényalak alkalmazható.

A függvény görbületi jellege állandó a 2-es hatványkitevő miatt:

$$1. \quad \text{var2} = b3 / \exp(b2 * (\text{var1} - 1 * b1)^2) + b0.$$

A függvény görbületi jellege változó a b1 hatványkitevő miatt:

$$2. \quad \text{var2} = b4 / \exp((b3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b2)))^{b1}) + b0.$$

Mindkét függvény függőlegesen és vízszintesen nyújtott és eltolt a szükségnek megfelelően, és paramétereiről közvetlenül leolvasható a felső és alsó korlát, a maximum helye és értéke, és a 2. függvénynél a görbület jellege. A megadott adatsorokon történt alkalmazás során pedig egyértelműen kiderült, hogy a 2. függvény illesztésénél minden esetben a kapott korrelációs együttható (R) jobb, mint az 1. függvénynél, ezért a 2. függvény alkalmazására került sor.

A számított eredményeket és értékeket az alábbi táblázatok és grafikonok mutatják.

Model: var8=b4/exp((b3*(abs(var1-1*b2)))^b1)+b0 (2012hó)					
Dep. var: VAR8 Loss: (OBS-PRED)**2					
Final loss: 1342,3410890 R= ,83918 Variance explained: 70,423%					
N=365	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	7,862376	0,008015	181,1240	4,233503	3,894965

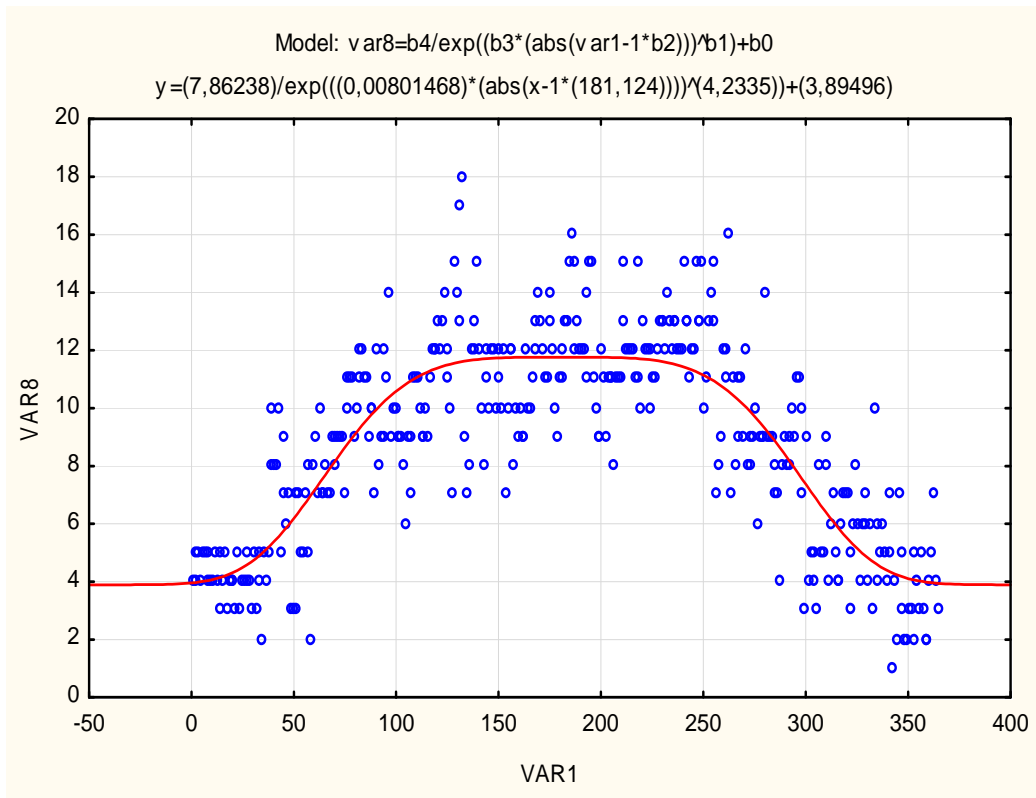
**1. táblázat: Hőmérsékleti differencia 2012**

Model: var5=b4/exp((b3*(abs(var1-1*b2)))^b1)+b0 (2012hó)					
Dep. var: VAR5 Loss: (OBS-PRED)**2					
Final loss: 6686,8264727 R= ,92447 Variance explained: 85,464%					
N=365	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	28,50690	0,008402	197,7722	3,235200	-0,493745

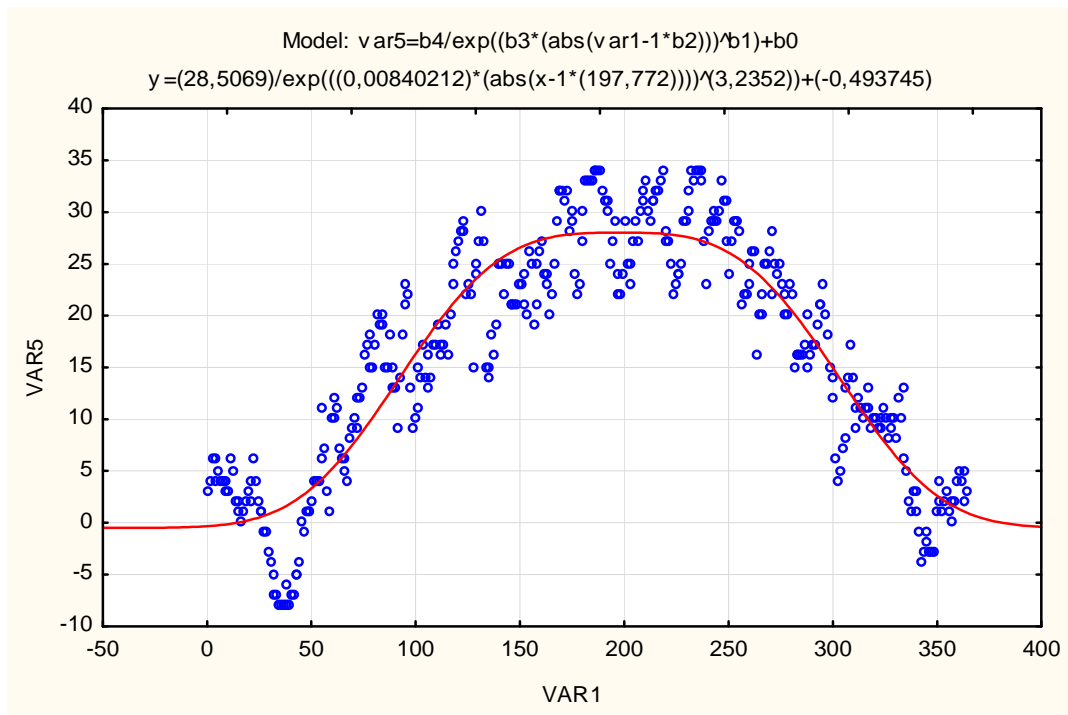
**2. táblázat: Hőmérsékleti maximum 2012**

Model: var6=b4/exp((b3*(abs(var1-1*b2)))^b1)+b0 (2012hó)					
Dep. var: VAR6 Loss: (OBS-PRED)**2					
Final loss: 5016,2605706 R= ,89887 Variance explained: 80,797%					
N=365	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	21,27165	0,008540	204,4272	2,897582	-4,75227

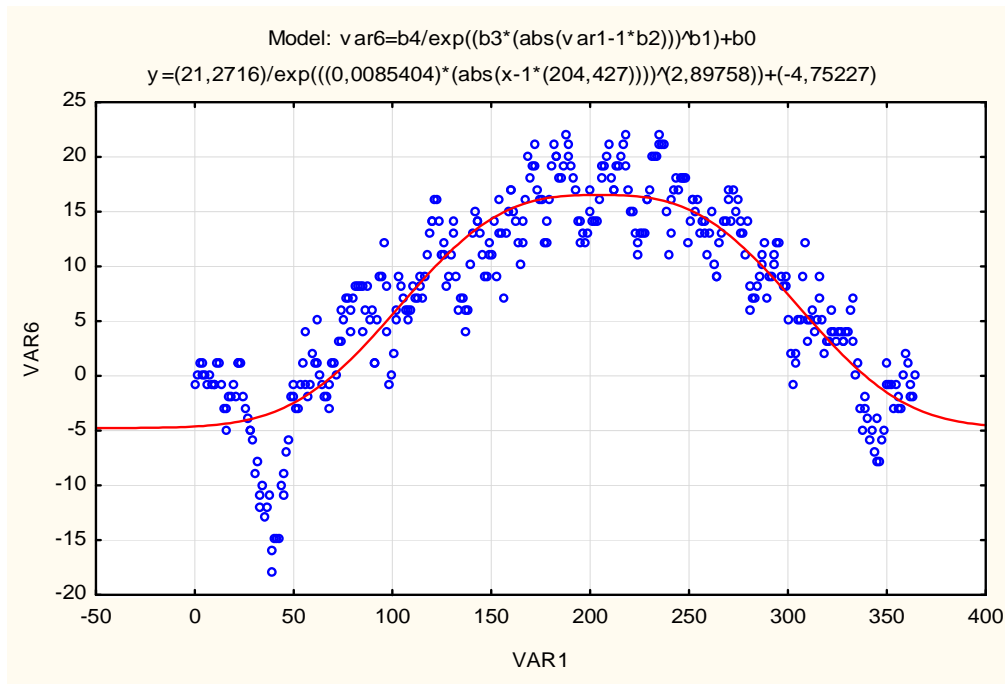
**3. táblázat: Hőmérsékleti minimum a 2012**



1. ábra: Hőmérsékleti differencia 2012



2. ábra: Hőmérsékleti maximum 2012



3. ábra: Hőmérsékleti minimum 2012

N=361	Model: $\text{var8} = b4 / \exp((b3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b2)))^{b1}) + b0$ (2013hő)				
	Dep. var: VAR8 Loss: (OBS-PRED)**2				
	Final loss: 1980,6787462 R= ,84992 Variance explained: 72,236%				
	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	15,09615	0,007528	204,9318	1,405378	0,368664

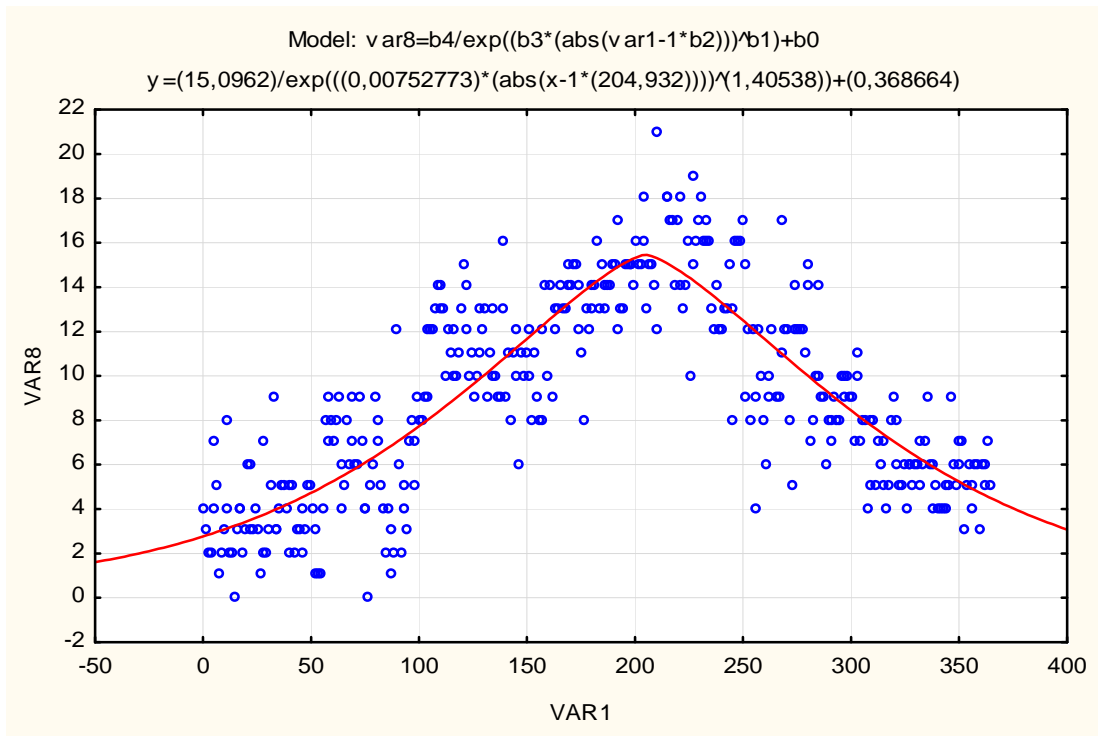
4. táblázat: Hőmérsékleti differencia 2013

N=361	Model: $\text{var5} = b4 / \exp((b3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b2)))^{b1}) + b0$ (2013hő)				
	Dep. var: VAR5 Loss: (OBS-PRED)**2				
	Final loss: 6861,6552101 R= ,91966 Variance explained: 84,577%				
	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	35,50512	0,007927	203,8124	1,827248	-3,97838

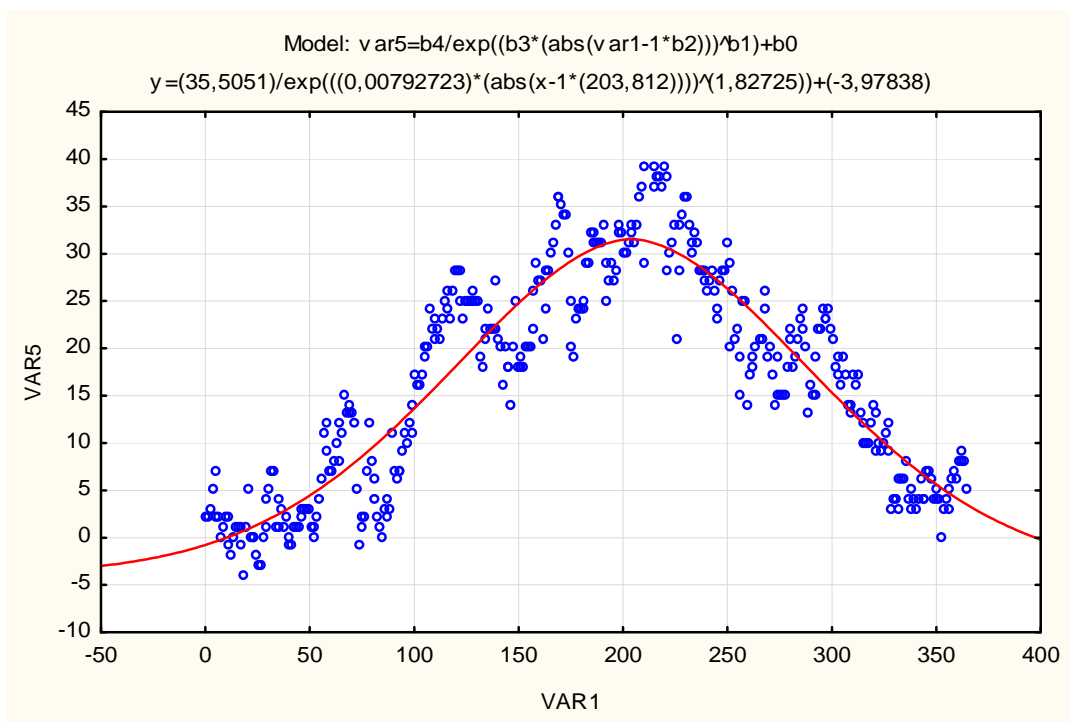
5. táblázat: Hőmérsékleti maximum 2013

N=361	Model: $\text{var6} = b4 / \exp((b3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b2)))^{b1}) + b0$ (2013hő)				
	Dep. var: VAR6 Loss: (OBS-PRED)**2				
	Final loss: 4043,1903132 R= ,88752 Variance explained: 78,769%				
	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	20,39401	0,008167	203,7588	2,216833	-4,29048

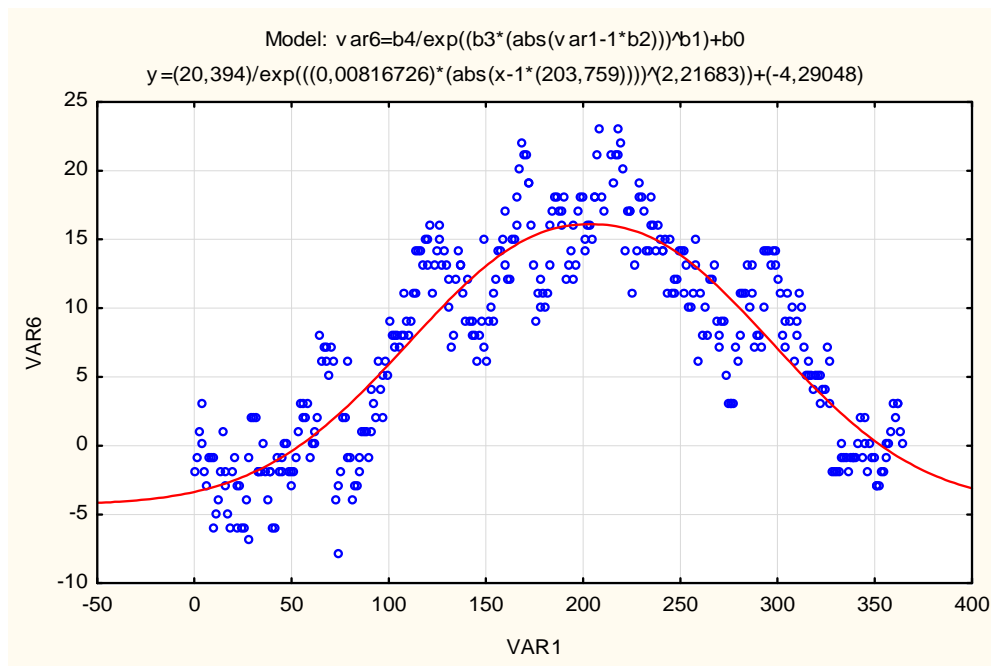
6. táblázat: Hőmérsékleti minimum 2013



4. ábra: Hőmérsékleti differencia 2013



5. ábra: Hőmérsékleti maximum 2013



6. ábra: Hőmérsékleti minimum 2013

	Model: $\text{var8} = b_4 / \exp((b_3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b_2)))^{b_1}) + b_0$ (2014hő)				
	Dep. var: VAR8 Loss: (OBS-PRED)**2				
	Final loss: 1678,7177417 R= ,85303 Variance explained: 72,766%				
N=365	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	10,30769	0,009072	177,3426	2,322190	4,360774

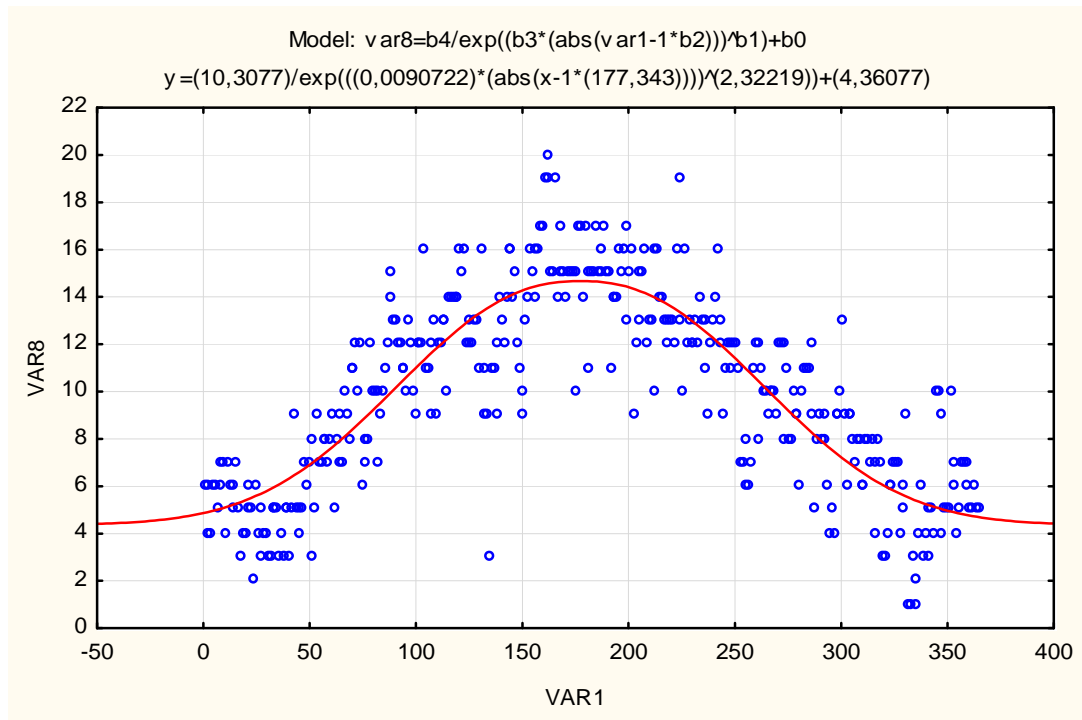
7. táblázat: Hőmérsékleti differencia 2014

	Model: $\text{var5} = b_4 / \exp((b_3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b_2)))^{b_1}) + b_0$ (2014hő)				
	Dep. var: VAR5 Loss: (OBS-PRED)**2				
	Final loss: 5707,6577813 R= ,91526 Variance explained: 83,771%				
N=365	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	29,73201	0,007764	191,1810	2,246122	0,416011

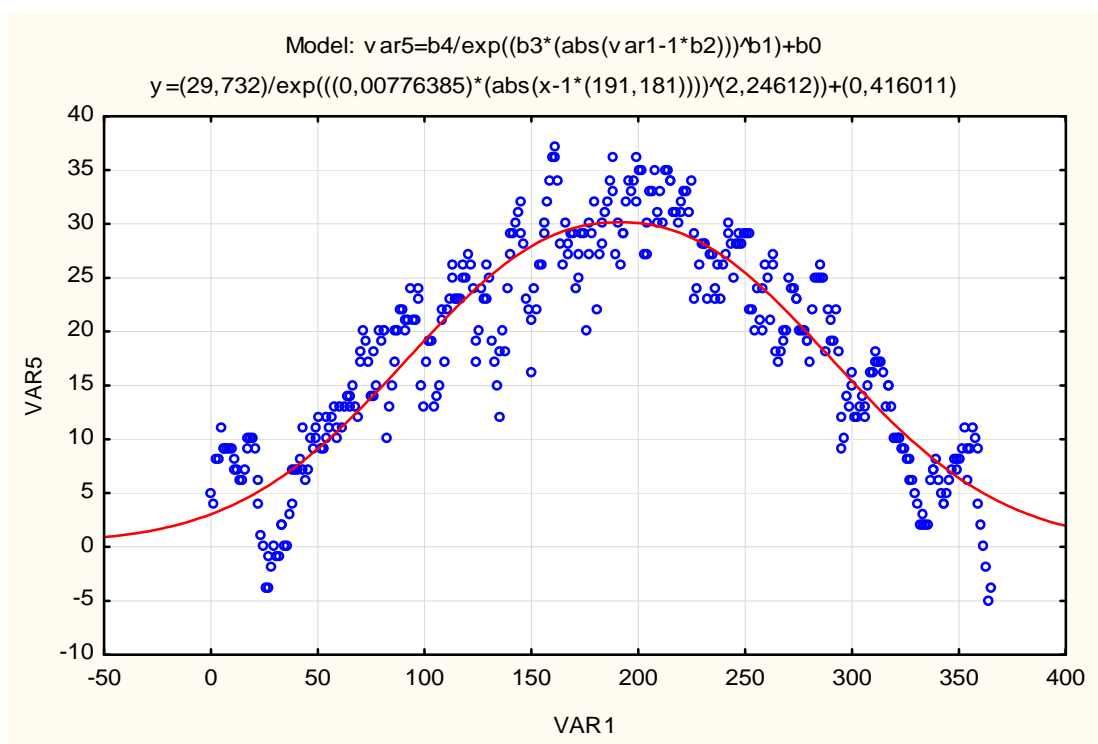
8. táblázat: Hőmérsékleti maximum 2014

	Model: $\text{var6} = b_4 / \exp((b_3 * (\text{abs}(\text{var1} - 1 * b_2)))^{b_1}) + b_0$ (2014hő)				
	Dep. var: VAR6 Loss: (OBS-PRED)**2				
	Final loss: 3768,4147268 R= ,86875 Variance explained: 75,473%				
N=365	b4	b3	b2	b1	b0
Estimate	17,93865	0,008111	199,9433	2,225050	-1,84529

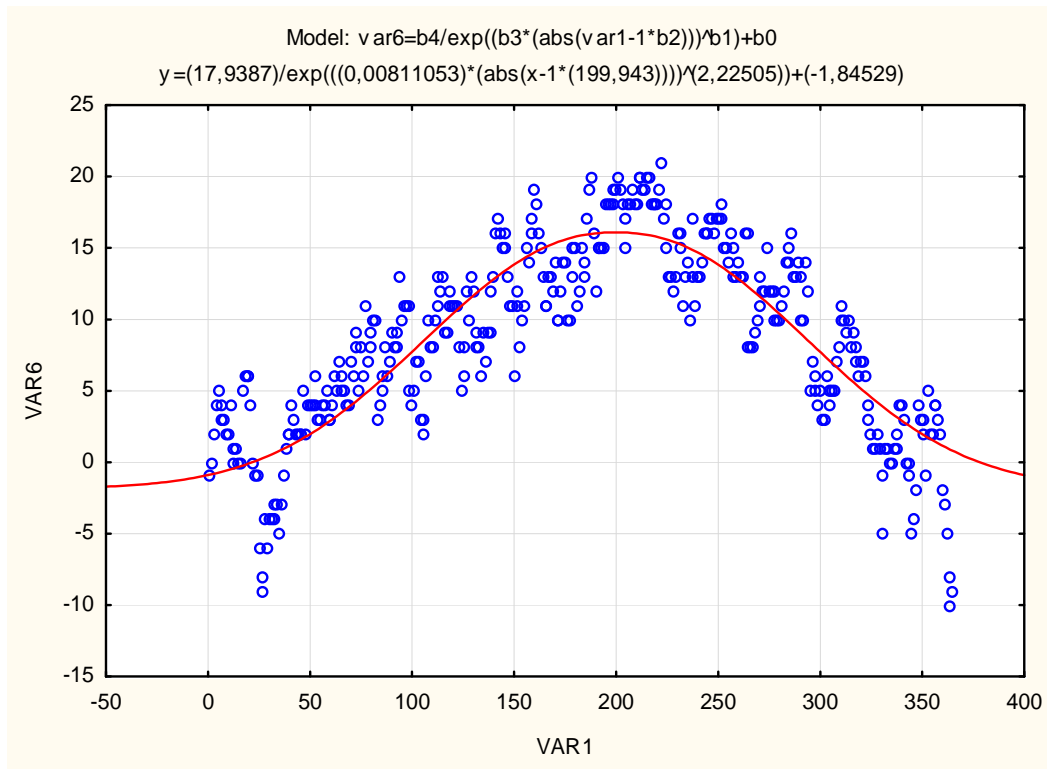
9. táblázat: Hőmérsékleti minimum 2014



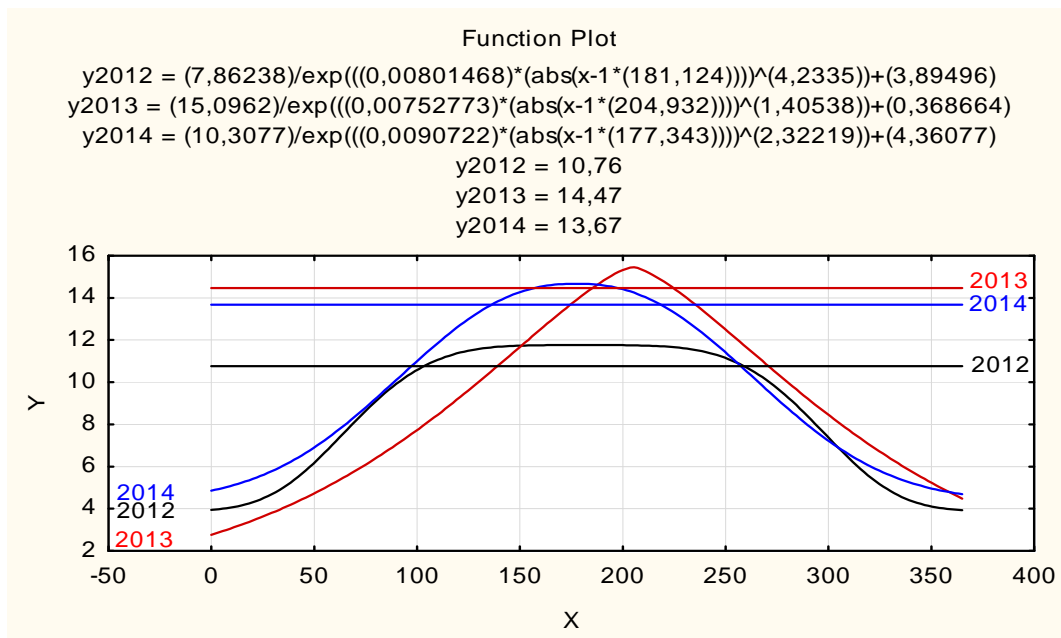
7. ábra: Hőmérsékleti differencia 2014



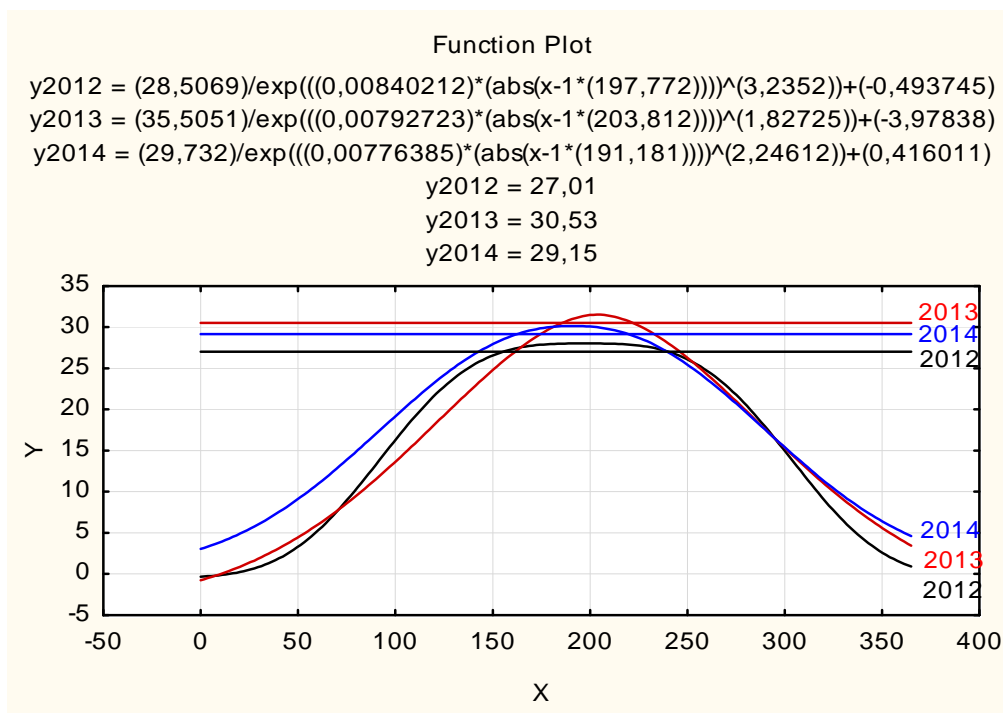
8. ábra: Hőmérsékleti maximum 2014



9. ábra: Hőmérsékleti minimum 2014



10 ábra: A három év összehasonlító grafikonja a hőmérsékleti differenciák menetére nézve, a nyert függvényalakokkal.



11. ábra: A három év összehasonlító grafikonja a hőmérsékleti maximumok menetére nézve, a nyert függvényalakokkal.

### 3.2. Értékelés és elemzés

Az alkalmazott függvényalak paramétereinek értelmezése az alábbi:

$b_4 + b_0$  legnagyobb  $y$  érték,  $b_0$  legkisebb  $y$  érték,  $b_2$  legnagyobb  $y$ -hoz tartozó  $x$ ,  $b_1$  göbealakot meghatározó érték.  $b_1 = 2$  esetén normál alak, ha  $b_1 < 2$  hegyesedő, ha  $b_1 > 2$  laposodó az alak. Az  $1/b_2$  értéke a megfelelő illesztéshez tartozó vízszintes nyújtást kifejező mérték.

A regressziós eljárással nyert görbék közül a hőmérsékletmaximum menetét mutatók korrelációs együttható átlaga a legnagyobb  $R=0,92$ , a hőmérsékletminimumra vonatkozóké  $R=0,88$ , a hőmérsékletdifferenciára vonatkozóké  $R=0,84$ .

A könnyebb és gyorsabb értékelhetőség, összehasonlíthatóság és eltérési kimutathatóság érdekében az alapvető adatok bemutatására az alábbi táblázatban kerül sor, feltüntetve a görbemaximumtól lefelé legfeljebb  $1\text{ }^\circ\text{C}$ -kal eltérő tartományokat is, mely számértékek természetesen a regresszióval nyert függvénygörbék megfelelően kerekített paramétereit. A táblázat rövidítései a következők:

$t(\text{max})$ = az év hőmérsékletmaximumához tartozó időpont az év elejétől számolt napokban.

$h(\text{max})$ = az év hőmérsékletmaximuma celziusz fokokban.

$k(\text{max})$ = az év hőmérsékletmaximum felső tartománya napokban 1 celziusz fok lefelé eltérés figyelembevételével.

$td(\text{max})$ = az év hőmérsékletdifferencia maximumához tartozó időpont az év elejétől számolt napokban.

$hd(\text{max})$ = az év hőmérsékletdifferencia maximuma celziusz fokokban.

$kd(\text{max})$ = az év hőmérsékletdifferencia maximum tartománya napokban 1 celziusz fok lefelé eltérés figyelembevételével.

év	t(max)	h(max)	k(max)	R	<i>b</i> 1
	td(max)	hd(max)	kd(max)	R	<i>b</i> 1
2012	198	28,01	86	0,924	3,23
	181	11,76	156	0,839	4,23
2013	204	31,52	36	0,920	1,83
	205	15,47	40	0,850	1,40
2014	191	30,15	57	0,915	2,25
	177	14,67	82	0,853	2,32

10. táblázat: Összefoglaló táblázat

#### 4. KÖVETKEZTETÉS

A regresszióval nyert görbék összefoglaló ábráit (10. és 11. ábra) is értékelve, a táblázat adatait statisztikai jelleggel elemezve a következő megállapítások tehetők.

- A 2014-es év napi hőmérsékletmaximumot és napi hőmérsékletdifferenciát mutató görbealakja áll legközelebb a Gauss görbéhez a  $b_1=2,25$  ill.  $2,32$  érték miatt, ezért ezen év hőmérséklet menete statisztikai értelemben normálisnak tekinthető.
- A 2012-es év napi hőmérsékletmaximum felső tartománya  $k(\max)=86$  nap, napi hőmérsékletdifferencia maximum tartománya  $kd(\max)=156$  nap, ami a  $b_1=3,23$  ill.  $4,23$  értékkel együtt azt jelzi, hogy ezen évben eltérően hosszú ideig volt statisztikailag nyári évszak.
- A 2013-as évben az előző évhez képest a  $k(\max)=36$  nap, a  $kd(\max)=40$  nap rövid idejű volt  $b_1=1,83$  ill.  $1,40$  érték mellett, ami egyértelműen mutatja, hogy a tavaszi, nyári és őszi évszak gyorsan változó jelleggel rendelkezett. Ugyanekkor a kiemelkedően magas  $h(\max)=31,52$  C°, és  $hd(\max)=15,47$  C° időkeséssel  $t(\max)=204$ -dik nap,  $td(\max)=205$ -dik nap jelent meg.
- A vizsgált három év időbeli hőmérsékletérték változási menete különböző, viszonyítási alapanak a nyert paraméterek alapján a 2014-es év rendje tekinthető. A 2012-es és 2013-as év értékei viszont jelzik, hogy a klímaváltozás elemzéséhez érdemes még néhány éves időszak adatainak megfelelő módszerrel való feldolgozását is elvégezni.

A felsoroltak és bemutatottak alapján megállapítható, hogy a regressziós eljárásához alkalmazott egyedileg szerkesztett függvény jól értékelhető paramétereket szolgáltat meteorológiai adatok feldolgozásához és elemzéséhez.

#### Irodalomjegyzék

- [1] **Csanády V.:** Számítógépekre konvertált nem hagyományos regressziós eljárások faipari – erdészeti kutatási és műszaki problémákhoz. Műszaki doktori értekezés, Sopron, EFE, (1993).
- [2] **Orbay L.:** A többváltozós regressziószámítások alapja és fagazdasági alkalmazása, EFE, Sopron, (1990).
- [3] **D. R. Pelz, :** Einführung in die biologische Statistik für Forststudenten. Teil II.Freiburg, (1989).