

Sapientia - Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Természettudományi és Művészeti kar

Meteorológiai adatok statisztikai elemzése

Témavezető : Poszet Szilárd Adjunktus
Sapientia - Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Környezettudományi Tanszék

Bartha Lóránt
Környezetföldrajz szak, IV. év

XI. Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencia –
Kolozsvár, 2008. május 23–24.

I. Néhány szó a meteorológiáról

A **meteorológia** a Földet körülvevő légburokban vagy atmoszférában lejátszódó fizikai és kémiai folyamatokkal, a benne kialakuló időjárási jelenségekkel és előrejelzésekkel foglalkozó tudomány. A meteorológiai jelenségek megfigyelhető időjárási események, amiket a meteorológia tudománya magyaráz meg. Ezek az események a Föld légkörében található változóktól függenek. Ilyen például a hőmérséklet, a légnyomás, a páratartalom, valamint ezen változók kölcsönhatása egymásra egy adott időn belül. A Földön megfigyelt időjárási események nagy része a troposzférában játszódik le. Az innen begyűjtött ismeretanyag alapján próbálja ez a tudományág előre jelezni a légkör állapotváltozásait, amelyeknek nagy jelentősége van az emberi társadalom, a növényi és állati élet legkülönbözőbb területein.

Nem véletlen tehát, hogy az emberiséget már az ősidők óta foglalkoztatta az időjárás. A fenomén megértése érdekében egyre több adatot jegyeztek le az idők folyamán és ebből próbálkoztak előrejelezni vagy legalább valamilyen szabályszerűségekre rájönni. Ha a meteorológia fejlődésének csupán legjellegzetesebb pontjait vesszük számba, már akkor is elmondhatjuk, hogy a mindenkori tudományos fejlődés élvonalába tartozott. A rendszeres időjárási megfigyelések kezdete a 17. századra tehető. A korszerűbb megfigyelésekre a mérőműszerek tökéletesítésére volt szükség, így az országos meteorológiai szolgálatok csak a 19. század közepén jelentek meg Európában. A Román Meteorológiai Szolgálat 1884-ben alakult meg. A 20. Század elején Bjerkness norvég meteorológus 1918-as tanulmánya a meteorológia fejlődésének új szakaszát nyitotta meg. A világháborús események furcsa módon hozzájárultak a fejlődéshez. A radar megjelenése ma is fontos légkörkutató eszköz. A numerikus előrejelzések alkalmazása valamint az informatika fejlődése és a számítógépek elterjedése napjainkra elképzelhetetlenné tették a magas szintű meteorológiai előrejelzést megfelelő számítástechnikai háttér nélkül. A műholdas megfigyelések egyre világosabbá tették, hogy a légkör tanulmányozásakor nem téveszthetjük szem elől ennek néhány sajátosságát:

- A szélesebb értelemben vett időjárási/éghajlati rendszer és a vele kölcsönhatásban álló földi rendszerek a valaha is tanulmányozott legbonyolultabb rendszerek közé tartoznak

- A légkör állapotának számszerű vizsgálatát tovább nehezíti az a tény is, hogy a kölcsönhatások és folyamatok túl nagyok és túl összetettek ahhoz, hogy laboratóriumi kísérletekben reprodukálhatóak legyenek.
- A fenti megállapítások értelmében elmondható, hogy a meteorológiai kutatások eredményessége érdekében más tudományok összefogására is szükség van, mint amilyen a fizika, a csillagászat, a biológia és az eredmények szintézise a legmodernebb matematikai és informatikai apparátus segítségével igényli. Különösképpen ez utóbbi kettőt céloztam meg alábbi dolgozatomban és a dolgozathoz tartozó Meteostat programban, amely olyan statisztikai számítások elvégzésére alkalmas amelyekre bátran állíthatom, hogy egyediek kivitelezési szempontból és az érintett adatkör szempontjából is. A feldolgozandó adatok eredeti digitalizált állapota számítástechnikai szempontból feldolgozhatatlanná tette volna ezt az értékes adatbázist és mindenképpen fontosnak tartottam olyan kimutatások elvégzésére képes programot írni, amely környezet- és felhasználóbarát és további hasznos következtetések levonására alkalmas.

II. Statisztika

II.1. Statisztikai alapfogalmak

II.1.1. Néhány szó a statisztikáról

A **statisztika** szó latin eredetű, a "status"-ból származik, amelyet állapotnak és államnak is fordíthatunk. Arra utal, hogy a statisztika tárgya mindig valamilyen állapot leírására szolgál. Az ebbe a körbe tartozó *adatok* természetesen kielégítik az informatika általános adatfogalmát, annál azonban kicsit szűkebbek. Ilyen értelemben azt mondjuk, hogy a statisztika által használt adatfogalom mindig valamilyen, a való világra vonatkozó kísérlet, megfigyelés, vizsgálat *eredményeként* adódik, s a legtöbbször számként jelenik meg, méghozzá nem is *egy* számként, hanem *több* adatként. Ahogy matematikai statisztikai tankönyvek gyakran fogalmaznak: a statisztika a **véletlen tömegjelenségekkel**, ezek törvényeivel foglalkozik. Ez a megközelítés is kiválóan tükrözi a meteorológiai jelenségek tanulmányozására való alkalmasságát.

A statisztika fejlődése az ókortól kezdődően kapcsolatos az államigazgatással. Később, az adatok gyűjtésén és összesítésén messze túllépve, az egyre bonyolultabb értékelő módszerek elterjedésével önálló tudományággá vált.

Mindennapi életünk során a média útján rengeteg "statisztikai" ismeretet szerezhethetünk, a pártok népszerűségétől kezdve a fogyasztói kosár összetételén keresztül az átlagkereset alakulásáig. Nem tagadható, hogy a politika is sokszor élt és él, sőt visszaél a statisztikai módszerek által nyújtott lehetőségekkel.

A vizsgálat jellege szerint a statisztika adatainak két nagy fajtáját különböztetjük meg: a **mérhető** és a **megállapítható** adatokat.

II.1.2.1. A mérhető adat

Amennyiben adatunk úgy keletkezik, hogy valamilyen mérés "terméke", akkor beszélhetünk mérhető adatról. A **mérés** általánosítva tehát nem más, mint egy hozzárendelés, ami a való világ egy bizonyos objektuma, illetve annak része és egy szám között áll fenn. Ilyen értelemben használtuk eddig is például a régi mértékegységeket. Ami a manapság használt méréseket, mérési eljárásokat illeti, az esetek legnagyobb többségében valamilyen **fizikai skálán** történnek. (Pl. a hosszúság, tömeg, idő, hőmérséklet). Nem lehet azonban mindent fizikai szabatossággal megmérni, vagy mérhetővé alakítani. Nagyon jellegzetes példa erre az emberi lélektan és a mindenki számára ismeretes "intelligenciatesztek", melyek eredménye egy úgynevezett standardizált skála, melyet több ezer ember összehasonlítása révén nyertek. Ennek figyelembevételével a "mérés" fogalmát általánosíthatjuk: a mérhető adatok tehát egy olyan skálán helyezkednek el, amelyet hasonlónak tekinthetünk valamilyen mérőműszer skálájához. Bizonyos, számlálással nyerhető adatok is ide tartozhatnak és ez a módszer elég gyakori (gondoljunk pl. arra, hogy valakinek mennyi könyve, pénze, stb. van) és ez is valamilyen számot eredményez ugyan, de a leszámlálást mégsem nevezhetjük mérésnek. Megeshet azonban, hogy a leszámlálást visszavezetjük mérésre (pl. a "hány mákszem fér egy ember markában?" kérdésre meglehetősen bonyodalmas és szaporátlan lenne leszámlálással megadni a választ, annál egyszerűbb azonban egy mérést és egy kis matematikát alkalmazni). Mérési adatként tehát akkor kezelhetők a számlálási adatok, ha ez a fenti feltételek teljesülnek rájuk.

II.1.2.2. A megállapítható adat

Ilyenkor az adatokat úgy nyerjük, hogy a mérés szerepét egy megállapítás veszi át. Ide tartoznak az „igen-nem”-mel megválaszolható kérdések vagy egyéb kategóriákba sorolható válaszlehetőségek. Amennyiben az adatok között hierarchiát értelmezünk, akkor belátható, hogy ezek az adatok alacsonyabb rendűek, mint a **mérési** adatok. Ennek oka egyszerű: nyilvánvaló, hogy számokkal sokkal egyszerűbb számolni, mint megállapításokkal (kategóriákkal). Ráadásul a mérhető adatok mindig átalakíthatóak megállapíthatókká, fordítva azonban ez nem áll fenn.

A megállapítható adat még fölényben is lehet a mért adatokkal szemben, hiszen minden mérési eljárás, függetlenül a mérőeszköz korszerűségétől tartalmaz ún. **módszeres hibát**, s ez nyilván torzítja adataink valóságtükrözését. Mindez természetesen nem vonatkozik olyan esetekre amikor a kategóriákba sorolás önkényesen, szubjektív módon megy végbe.

II.1.3. Adatcsoport, minta és populáció.

Akár mérés, akár statisztikai feldolgozás szempontjából tekintjük az adatot, jegyezzünk meg egy mondást: Egy adat nem adat. A statisztika csak adatokkal tud valamit is kezdeni. De milyenek is legyenek ezek az adatok? Azon kívül hogy több adat kell, árnyaljuk még azzal is, hogy ugyanarra vonatkozóan legyen több. Nem arról van szó, hogy egy meteorológiai állomás esetén a hőmérsékleti adatokon kívül szükség lenne a csapadékmennyiségre vagy a napsütéses órák számára, hanem arról, hogy nem elég egyetlen időpontban a hőmérséklet értékének az ismerete. Az „ugyanarra vonatkozóan” itt azt jelenti, hogy több hőmérsékleti adatunk kell legyen, mégpedig ugyanabban a mértékegységben (pl. Celsius fokban) megadva. Egy-egy adat tehát más-más időponthoz tartozik. De egy más módszerrel is megközelíthetjük mindezt: mérjük le a hőmérséklet értékét különböző, mondjuk óránkénti időpontokban. Belátható, hogy ekkor is „több” adatunk lett. Ezek az adatok is alkalmasak statisztikai vizsgálatokra és idősoroknak hívják őket.

Az előbb kétféleképpen leszármaztatott adatokat adatcsoportoknak nevezzük, az „adatok” szinonimájaként. A matematikai statisztika azonban **minta** néven azonosítja őket. A minta tehát nem más, mint a konkrét vizsgálatba bevont vagy az annak

eredményeként kapott adatok köre. A vizsgálatot azonban nem önmagáért végezzük: az esetek legnagyobb többségében következtetni akarunk egy nagyobb halmaz hasonló tulajdonságaira, amely „nagyobb” halmaznak a minta csupán részhalmaza. Ezt a "nagyobb" halmazt mintasokaságnak, vagy más néven **populációnak** nevezi a matematikai statisztika.

A **leíró statisztika** a mintát csak önmagában tekinti, nem törődik azzal, hogy mi van mögötte. A **matematikai statisztika** ezzel szemben a mintát csupán eszköznek tekinti a populáció megismerésére.

II.1.4.A valószínűségi változó

A valószínűségi változó a valószínűségszámítás egyik legfontosabb fogalma. Lényegében olyan jelenségek matematikai megfogalmazására, modellezésére alkalmas, melyek véletlentől függő értéket vesznek fel. Ilyen lehet például egy kockadobás eredménye, egy folyó vízállása, vagy az utcán szembe jövő emberek testmagassága. Bár a valószínűségi változó szemléletes jelentése viszonylag könnyen megragadható, a precíz matematikai meghatározás a huszadik századig váratott magára, és egészen komoly függvénytani illetve mértékelméleti eszközöket használ fel, melyeket e dolgozatból most mellőznék.

II.1.5.Diszkrét valószínűségi változók

A diszkrét eseményterek vizsgálata jelentősen befolyásolta a valószínűség-számítás és a matematikai statisztika modern elméletének kidolgozását és jelenleg is egy sor közgazdasági, genetikai vagy meteorológiai alkalmazást diszkrét eseményterekkel modellezünk. Méréseink véges pontossága miatt az alkalmazási feladatokban nagyon fontosak a diszkrét valószínűségi változók.

II.2. Leíró statisztika

II.2.1. Mintaközép jellemzők

II.2.1.1. Számtani közép, mintaátlag,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

A számtani közép a hagyományos legkisebb négyzetek elvének megfelelő jellemző, a várható érték torzítatlan becslése. Hátránya, hogy érzékeny a szélsőségesen eltérő, "kilógó" adatokra.

II.2.1.2. Medián

A medián az x változó azon értéke, amelynél a minta elemek fele kisebb, fele nagyobb.

$$\begin{aligned} \tilde{x} &= x_{\frac{n+1}{2}} = x_{m+1} && \text{ha a minta páratlan elemű, } n = 2m+1 \\ \tilde{x} &= \frac{x_m + x_{m+1}}{2} && \text{ha a minta páros elemű, } n = 2m \end{aligned}$$

A medián nem érzékeny szélsőséges értékekre, ún. *robustus* becslő.

II.2.1.3. Módusz

A módusz a leggyakrabban előforduló mintaelem értéke*

$$d = x_{\text{leggyakoribb}}$$

* több maximumos eloszlásoknál a leggyakoribb, majd a második leggyakoribb...

A módusz a valószínűségi változó sűrűségfüggvényének maximumhelye. Kísérleti meghatározása nagy mintákból lehetséges.

II.2.2. Kiterjedés jellemzők

II.2.2.1. Szórás

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Az elméleti szórás becslése hasonló módon történik, nevezőjében a kézenfekvő n helyett azért szerepel $n - 1$, mert azt csak $n - 1$ független mért adatból számíthatjuk ki.

Fontos megjegyzés: Ha n adat között m darab megkötés létezik, az n adat között csak $n - m$ darab független. A független adatoknak ezt a számát szabadsági foknak (degree of freedom) is nevezik.

II.2.2.2. Minta terjedelme

A terjedelem a legnagyobb és legkisebb mintaelem különbsége

$$d = x_{\max} - x_{\min} \quad (3.12)$$

II.2.2.3. Kvartilisek, Percentilisek

p -s kvartilis az x változó azon értéke, amelynél kisebb mintaelemek hányada p .

0.1-es kvartilis	= decilis		= 10. percentilis
0.25-ös kvartilis	= első kvartilis	(Q1)	= 25. percentilis
0.5-ös kvartilis	= második kvartilis	(Q2)	= 50. percentilis = medián
0.75-ös kvartilis	= harmadik kvartilis	(Q3)	= 75. percentilis
0.90-es kvartilis			= 90. percentilis

II.2.2.4 Gyakorisági eloszlás

Előrendezés: osztályba sorolás

Ahhoz, hogy viszonylag nagyszámú adatot át tudjunk tekinteni, érdemes őket *csoportosítani*. Ennek lényege: adataink értékkészletét résztartományokra osztjuk, majd megszámláljuk, hogy egy ilyen részbe (*osztályba*, vagy *csoportba*) hány adat esik. Ezt a számot hívjuk az osztályhoz tartozó *gyakoriságnak*. Az osztályok, a hozzájuk tartozó gyakoriságokkal együtt alkotják a minta *gyakorisági eloszlását*.

II.3. Statisztikai tesztek

A statisztikai tesztek alapja a hipotézisvizsgálat, amely egy speciális döntési feladat. A mintából kiszámított megfelelő statisztika és becslés alapján tudni szeretnénk, hogy a populációs paraméterek megegyeznek-e egy adott értékkel, esetleg van-e különbség két vagy több populációra jellemző értékek között vagy két vagy több változó összefügg-e egymással? A válaszhoz statisztikai tesztekkel kell végeznünk és el kell döntenünk, hogy a minta alapján melyik állítást fogadjuk el, melyik feltevést tartjuk igaznak. Ehhez az alábbi lépéseket kell elvégezni:

- Megfogalmazzunk egy nullhipotézist (H_0) (pl. a vizsgált csoportok között nincs különbség vagy a vizsgált változók között nincs kapcsolat)
- Kiszámítjuk a megfelelő teszt-statisztikát a minták adataiból
- Meghatározzuk annak a valószínűségét (P), hogy a mintából a teszt statisztika értékével megegyező vagy annál kisebb értéket kapunk, feltéve, hogy H_0 igaz
- Ha P kisebb, mint a választott szignifikancia szint (α), H_0 -t elvetjük. Ellenkező esetben az induló hipotézist igaznak tekintjük. (Ha P kicsi, a kapott eredmény nem a véletlen műve, ami azt jelenti, hogy nagy valószínűséggel elvethetjük a nullhipotézist. Ha $P < 0,05$, 20 esetből 1-szer fordul elő, hogy az adott teszt statisztikailag rossz értékét kapjuk. Ha $P < 0,01$, 100 esetből 1-szer fordul elő hasonló eset).

A következtetések levonásakor két típusú hibát lehet elkövetni. Az első típusú hiba abban az esetben áll fenn amikor igaz hipotézist elvetünk. Értelmszerűen a második típusú hiba az az eset amikor egy hamis hipotézist elfogadjuk. Ilyen eseteket a szignifikanciaszint növelésével több eséllyel tudunk elkerülni.

Az alábbiakban a *Meteostat*-ban felhasznált néhány statisztikai teszt rövid elméleti és matematikai alapját ismertetném a teljesség igénye nélkül:

II.3.1. Két mint szórásának az összehasonlítása (F-teszt)

Nullhipotézis : A két sokaságbeli szórások egyenlők

F-eloszlás: $F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ (n_1-1, n_2-1) szabadságfokkal és $\sigma_1 > \sigma_2$

Az F-eloszlás táblázatból kikeresve az illető szabadságfokoknak megfelelő értéket(Ftábla) az eredményről elmondhatjuk, hogy ha $F \leq F_{\text{tábla}}$ akkor $\sigma_1 = \sigma_2$, különben $\sigma_1 \neq \sigma_2$.

II.3.2. Két minta átlagának az összehasonlítása (T-teszt)

Nullhipotézis : A két minta átlagértéke egyenlő

Az F-teszt után két eset lehetséges:

Ha $\sigma_1 = \sigma_2$ akkor

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2} * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Ha $\sigma_1 \neq \sigma_2$ akkor

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \text{ m szabadságfokkal, ahol}$$

$$m = \frac{1}{\frac{c^2}{n_1 - 1} + \frac{(1 - c)^2}{n_2 - 1}}, \text{ ahol } c = \frac{\frac{\sigma_1^2}{n_1}}{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Az F-teszthez hasonlóan a T-táblából ki kell keresni az illető szabadságfokhoz tartozó értéket és ezt össze kell hasonlítani a kiszámított t-értékkel. Ennek alapján a fentiekhez analóg módon ha $t \leq T_{\text{tábla}}$ akkor nullhipotézisünk igaz, különben a nullhipotézis hamis.

II.3.3. χ^2 -teszt

A χ^2 -próba különbözik az eddig ismertettektől, mert ez egy olyan nemparaméteres próba, amely minőségi változókra is felhasználható. Két minta között asszociáció léphet fel, ellenkező esetben a minták függetlenek. Az asszociációt a korrelációs tábla peremeloszlásai segítségével számítjuk ki, mégpedig úgy, hogy a tapasztalt gyakorisági táblából kiszámítunk egy elméleti gyakoriságot, majd az alábbi összefüggéssel meghatározzuk χ^2 értékét:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Ahol

O_i : megfigyelt gyakoriságok az i -edik cellában

E_i : a várt gyakoriságok az i -edik cellában, ha H_0 igaz

Ezt az értéket összevetjük a χ^2 -eloszlás táblázat szabadságfokunknak illetve a kiválasztott szignifikanciaszintünknek megfelelő elemével(k) és az eredményről elmondhatjuk, hogy ha $\chi^2 \leq k$ akkor a két változó független egymástól és ennek valószínűsége egyenlő a szignifikanciaszinttel (amely értéke 0 és 1 közötti, ahol a 0 a teljesen valószínűtlent, 1 pedig a biztos eseményt jelöli). Ha $\chi^2 > k$ akkor 1-szignifikanciaszint valószínűséggel asszociációs kapcsolat van a két minta között.

II.3.4. Regressziószámítás

A regressziószámítás arra használatos, hogy egy változó értékéből kiszámítható egy másik változó értéke. Ehhez előzetesen meg kell állapítani, hogy a két mennyiségi változó között a kapcsolat milyen függvénnyel írható le, nevezetesen lineáris, parabola, exponenciális stb. A részletes matematikai leírástól most eltekintek, de megjegyezendő, hogy a számításoknál a Student-eloszlás használatos, a korrelációs együttható szerepe pedig kiemelt. Ha értéke 0-nak bizonyul akkor a változók lineárisan függetlenek vagy egyéb fajta összefüggés áll fenn közöttük.

II.3.5. Illesztésvizsgálat

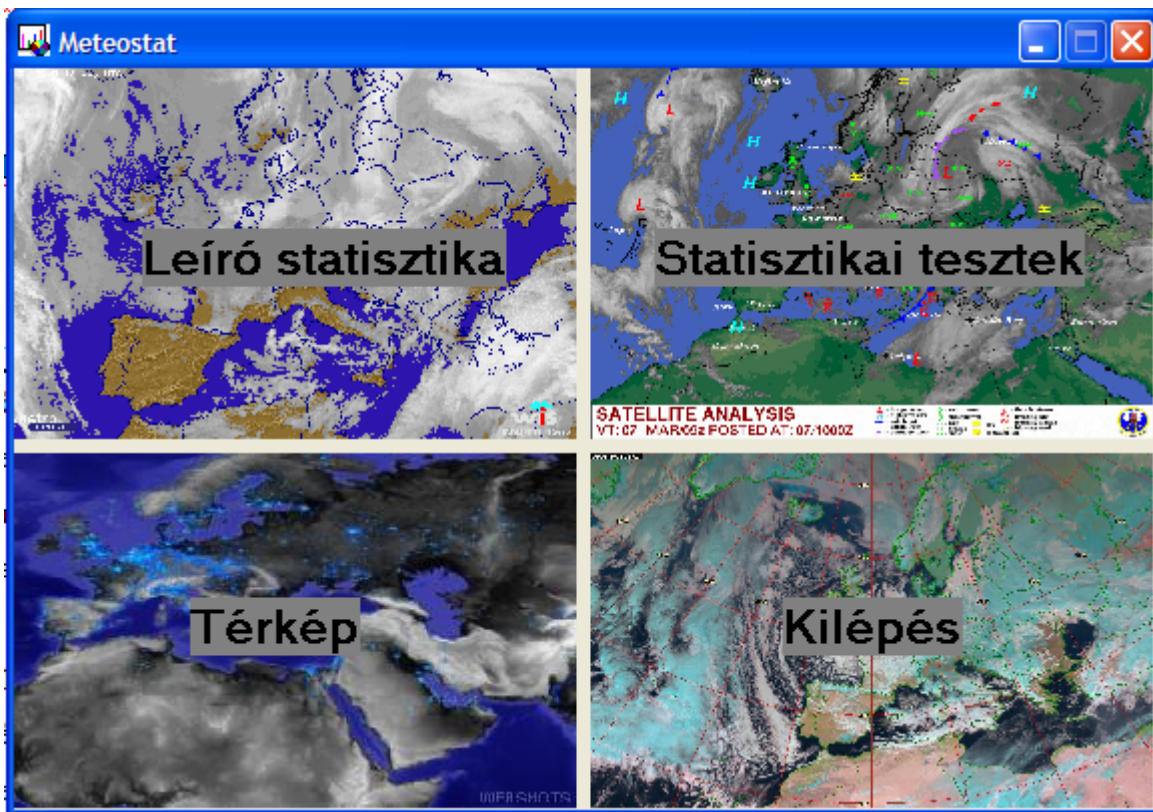
Az illesztésvizsgálat azt a hipotézist képes eldönteni, hogy a ξ valószínűségi változó eloszlása egy adott elméleti eloszlással egyezik-e meg? Esetünkben a meteorológiai adatok normális eloszlását vizsgáljuk, így a számítások során a normális eloszlás feltételezett sűrűségfüggvényét használjuk fel. Az eredeti adatokat előzetesen osztályba kell sorolni ami egyszerű intervallumokra osztás jelent ez esetben. Kiválasztva egy tetszőleges szignifikanciaszintet χ^2 -próba alapján eldönthető a próba lépéseit követve, hogy a minta normális eloszlást mutat-e vagy sem, vagyis nullhipotézisünk igaz-e vagy elvetjük azt.

III. Meteostat

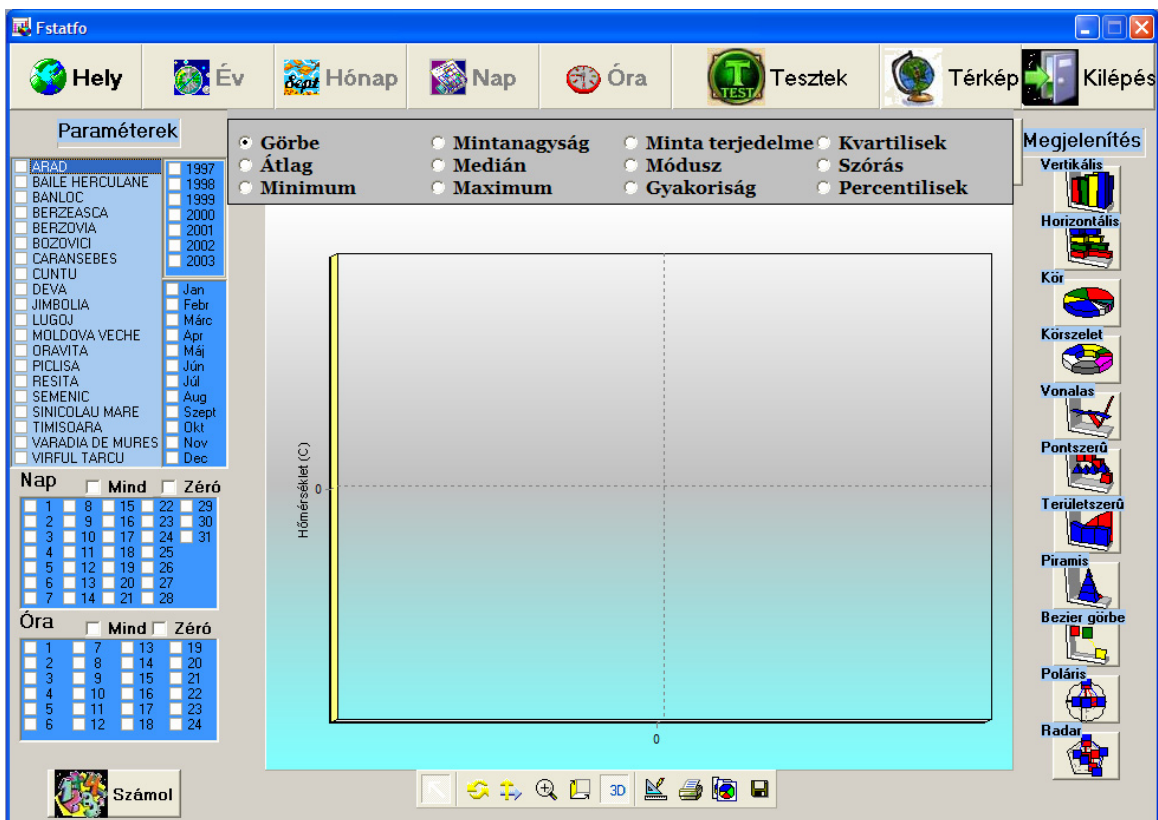
A *Meteostat* alapötlete abból az elgondolásból született, hogy Romániában egyre több meteorológiai állomást szereltek le. Egyeseket véglegesen megszüntettek, másokat digitális állomásokkal helyettesítettek. Ennek következtében az évtizedekig papíron vagy a modern technológiának már nem megfelelő módon végzett statisztikai kimutatásokat teljesen átvette az új rendszerrel érkező szoftver által kínált lehetőségek alkalmazása, melyek természetesen sokkal gyorsabbak mint elődjeik, de a régi adatok háttérbe szorulva valószínűleg a polcokon porosodnak, jobb esetben akár még most is folyik digitalizálásuk. Egy ilyen, kezdetleges státuszban levő digitalizált adatokra sikerült szert tennem néhány éve Temesvárról és a közel egy millió adat már elég jelentősnek bizonyult ahhoz, hogy sikeresnek tekinthessem statisztikai kimutatásokra való felhasználhatóságukat.

A program tehát 20 meteorológiai állomás óránkénti hőmérsékleti értékeinek az adatbázisából dolgozik. Az adatbázis Microsoft Acces-ben készült (az eredeti FOX PRO-os .DBF kiterjesztéssel ellentétben) és az adatok időskálája 1997-től 2003-ig tart. A 20 meteorológiai állomás a következő: Arad, Baile Herculane, Banloc, Berzasca, Berzovia, Bozovici, Caransebes, Cuntu, Deva, Jimbolia, Lugoj, Moldova Veche, Oravita, Piclisa, Resita, Semenice, Sinicolau Mare, Timisoara, Varadia de Mures, Virful Tarcu (a meteorológiai állomások neveit szándékosan a programban szereplő módon tüntettem fel).

A *Meteostat* indítását követően a felhasználónak három opció közül lehet választani a kilépésen kívül. Ezek közül kettő a statisztikai számítások felé vezet, mégpedig a leíró statisztikához illetve a statisztikai tesztekhez, egy opció pedig a meteorológiai állomásokat ábrázoló térképet tölti be a felhasználó számára.



A leíró statisztikai rész 12 statisztikai paraméter kiszámítására alkalmas, ezek többségének definiálása a fentiekben olvasható volt. A helységek, évszámok, hónapok, napok és órák tetszés szerint állíthatóak a felhasználó által így elméletileg több tízezer különböző statisztikai összehasonlítás lehetséges. Ehhez társul hozzá a grafikon x-tengelyének a módosítási lehetősége amely lehetővé teszi úgy helység szerint mint bármely időparaméter szerinti csoportosítását a statisztikáknak. Az adatbázis paramétereinek a kiválasztása az ablak bal oldalán történik, az x-tengely viszonyítási alapja az ablak felső részében, a megjelenítés módja pedig az ablak alsó részében változtatható:



Az utóbbi megállapítások érvényesek a statisztikai tesztek opció kiválasztása esetén is, amikor a következő lehetőségek állnak a felhasználó számára: F-teszt, T-teszt, χ^2 -teszt (Khi²-teszt), regressziószámítás és illesztésvizsgálat. Az első négy teszt két kiválasztott mező összehasonlítására alkalmas, az illesztésvizsgálat pedig megállapítja, hogy az aktuálisan kiválasztott adatok normális eloszlást mutatnak-e vagy sem. Természetesen hosszabb távon a meteorológiai adatok eloszlása normális, de a program lehetőséget ad egészen rövid vagy nem folytonos adatok kiválasztására is elsősorban ezért lehet érdekes.

A térkép az alábbi ábrán látható:

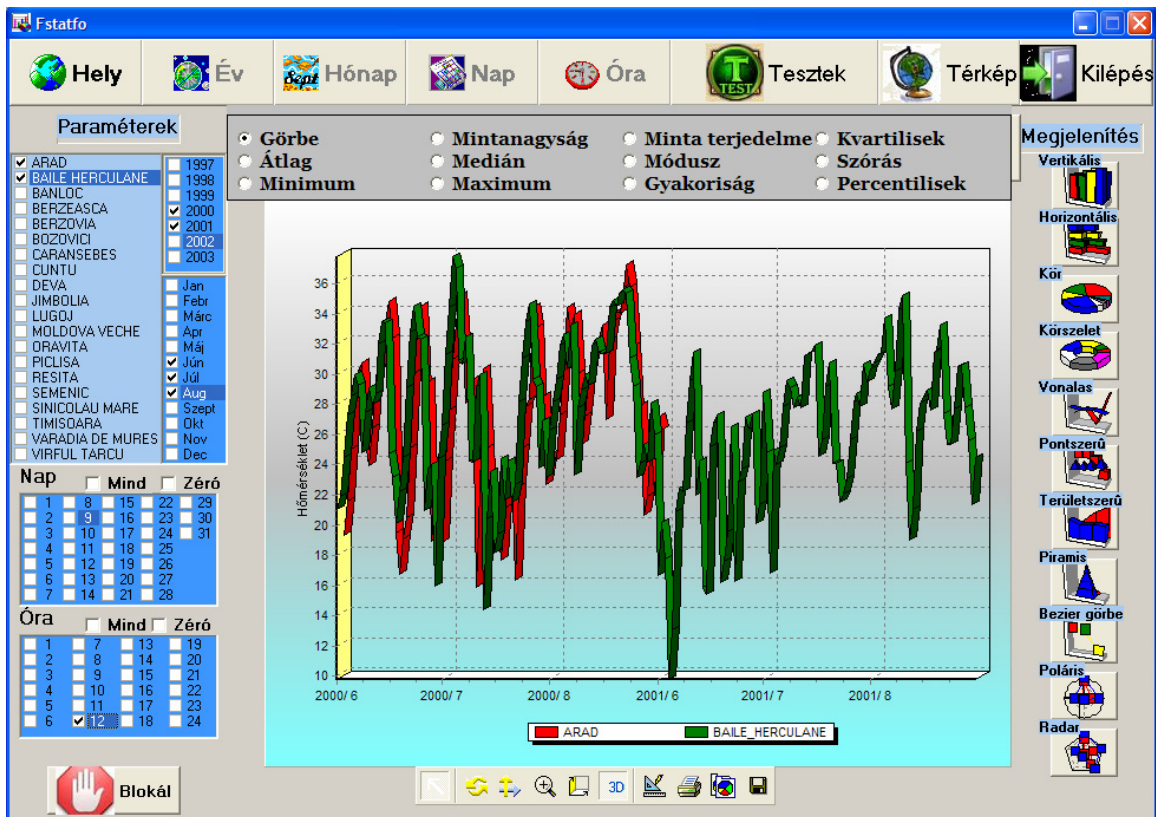


Egy meteorológiai állomásra kattintva az alábbihoz hasonló információs ablak jelenik meg:

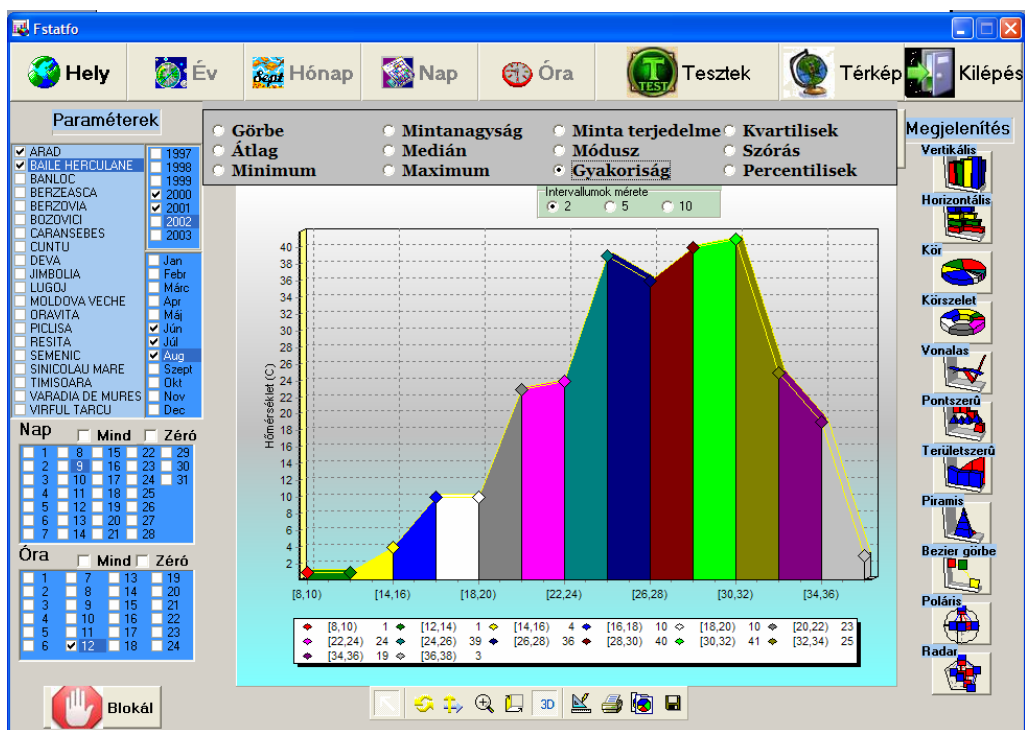
Meteorológiai Állomás	
ARAD	
Földrajzi koordináták	46° 08 N; 21° 21 E
Tengerszint feletti magasság	117 m
Megye	AR
Adatok intervalluma	1999.03.01. - 2000.12.31.
Regisztrált minimum	-17,0 C-fok
Regisztrált maximum	38,8 C-fok
Regisztrált átlag	12,65 C-fok

A *Meteostat* lehetőséget nyújt a felhasználó számára az elkészült grafikonok .bmp formátumban levő mentésére is ami praktikus lehet több grafikon későbbi összehasonlítása esetén.

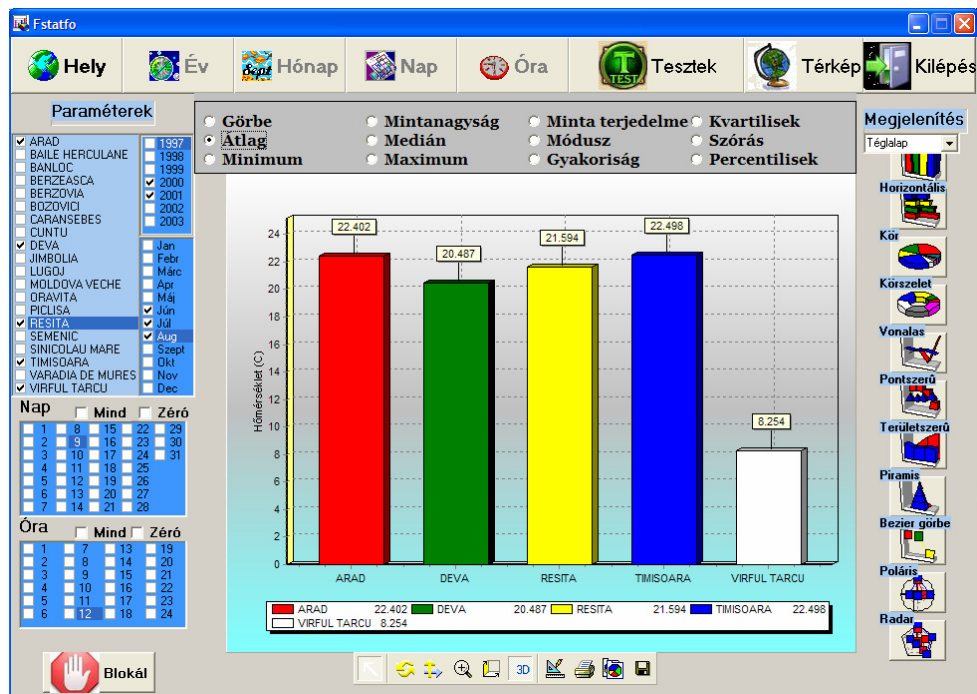
E rövid ismertetőt követően a rengeteg paramétermódosítási lehetőség miatt végezetül inkább néhány illusztráció kínálok a programból. A képek szerintem önmagukért beszélnek:



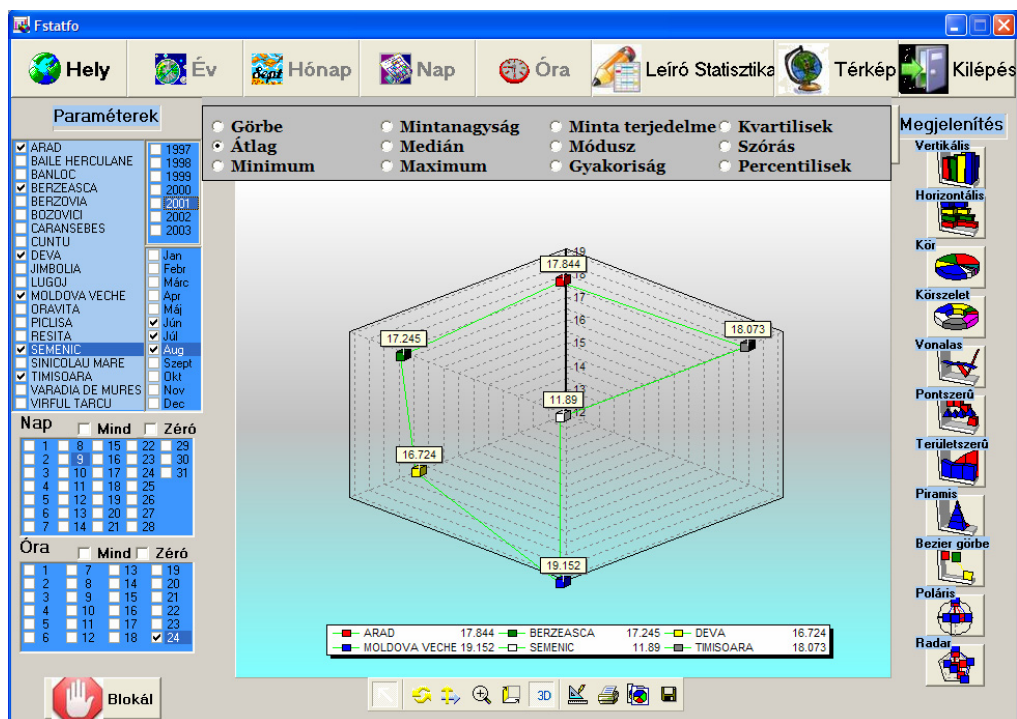
1.ábra. Arad és Herkulesfürdő 2000 és 2001 évre szóló júniusi, júliusi és augusztusi hőmérsékleti görbéje déli 12 órakor



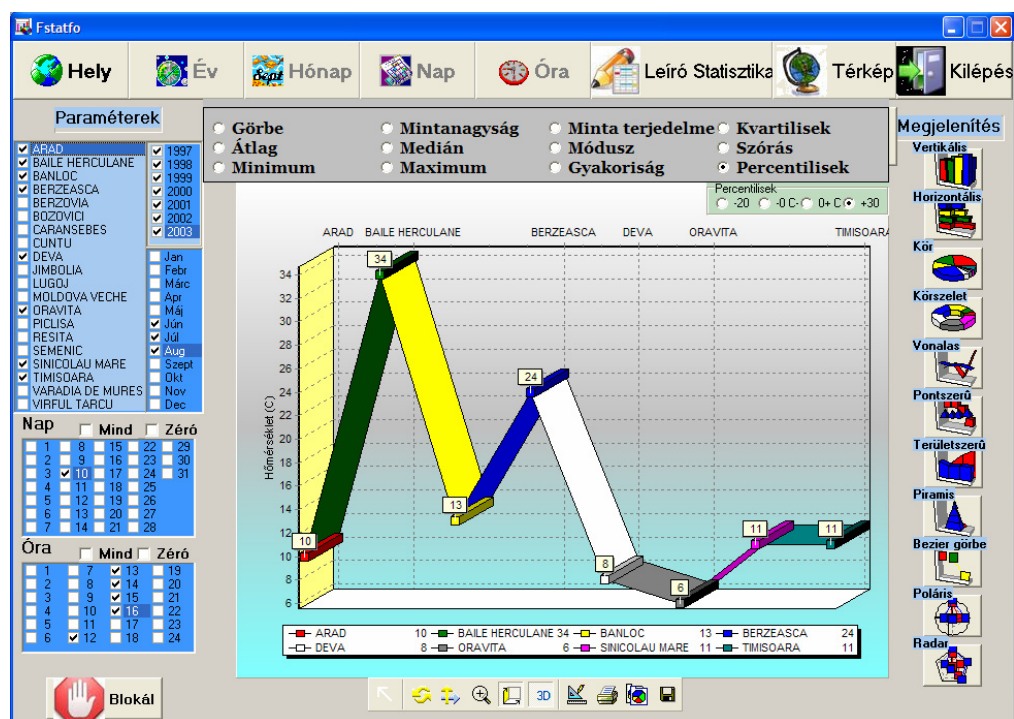
2.ábra. Arad és Herkulesfürdő 2000 és 2001 évre szóló júniusi, júliusi és augusztusi, déli 12 órai hőmérsékleti értékeinek 2-es nagyságú intervallumok szerinti területszerű elhelyezkedése



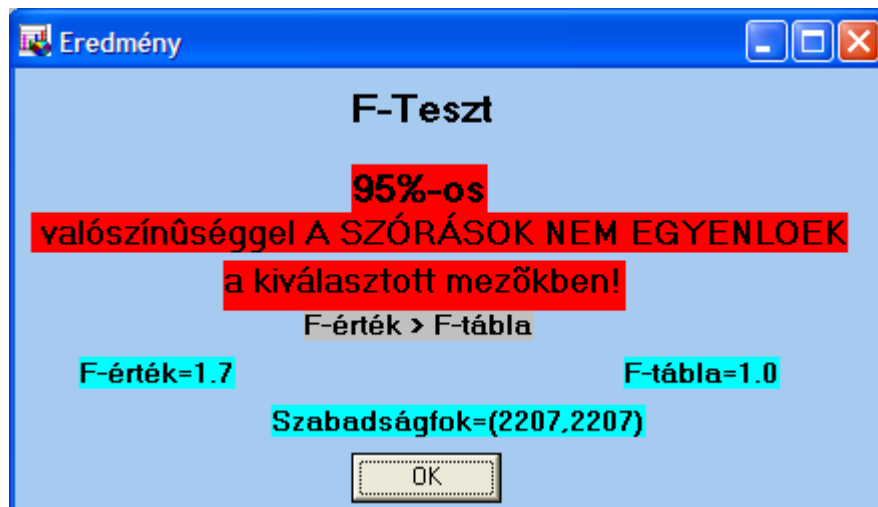
3.ábra. Arad, Déva, Resicabánya, Temesvár és Tarkő-csúcs 2000 és 2001 június, július és augusztusára számított átlaghőmérsékleteinek az értéke



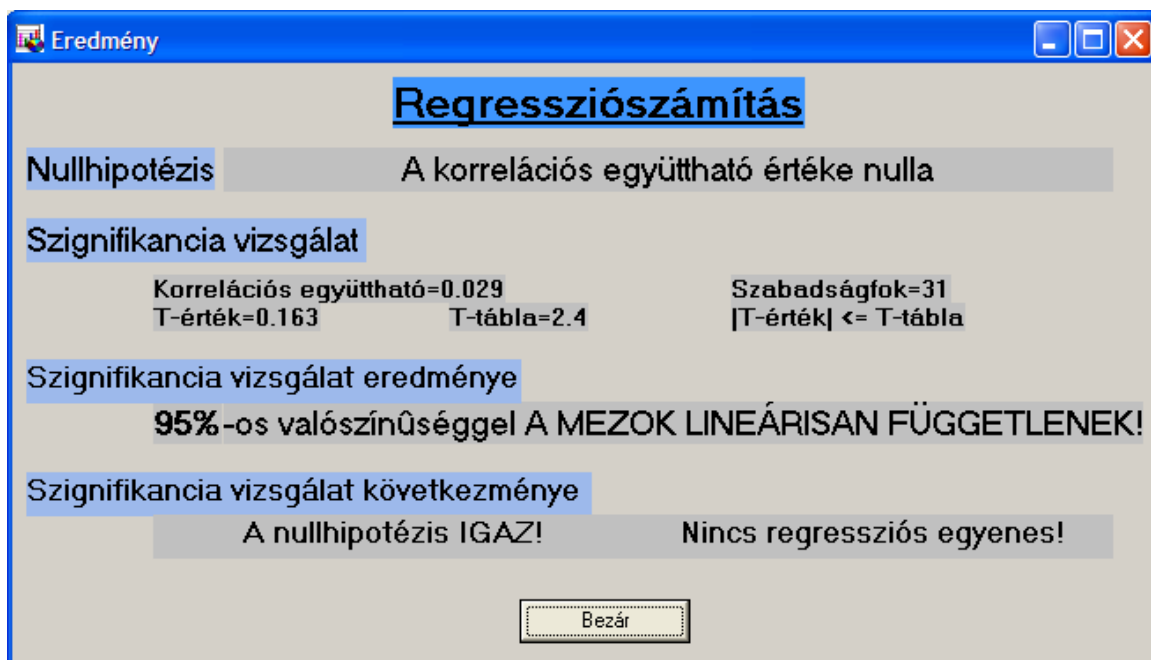
4.ábra. Arad, Berszászka, Déva, Ómoldova, Szemenik és Temesvár június, július és augusztusára 24.órai értékekre számított radarkép az átlaghőmérsékletre



5.ábra. Arad, Herkulesfürdő, Bánlak, Berszászka, Déva, Oravicabánya, Nagyszentmiklós és Temesvár 1997-2003 június, július és augusztus 10.napján 12-16 órai időintervallumra számított +30Celsius-fokot meghaladó hőmérsékleti értékek lineáris grafikonja



6.ábra. Arad és Temesvár 2000 és 2001 június, július és augusztusára számított F-teszt a szórások összehasonlítására



7.ábra. Arad és Temesvár 2000 és 2001 június, július és augusztusára vett regressziószámítás eredménye

Bibliográfia

Denkinger Géza

Valószínűesszámitás, Nemzeti Tankönyvkiadó RT, Budapest, 2001

Dévényi Dezső-Gulyás Ottó

Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988

Feller

Bevezetés a valószínűesszámitásba és alkalmazásaiba, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978

Makkai Gergely-Imecs Zoltán

Meteorológia, Presa Univeristară Clujeană, 2006

Ketskemény László

Valószínűesszámitás. Egyetemi jegyzet, Műegyetem Kiadó, Budapest, 1999

Prékopa András

Valószínűségelmélet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962

Rényi Alfréd

Valószínűesszámitás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1973

Vetier András

Szemléletes mérték- és valószínűségelmélet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991