

CSAPADÉKOS ÉS CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK
STATISZTIKAI JELLEMZŐI AZ ALFÖLDÖN.
/BUDAPEST, DEBRECEN, KECSKEMÉT ÉS SZEGED ADATAI ALAPJÁN/

Doktori értekezés

1978.

Fekete László



Hálával és őszinte, mély tisztelettel mondok
köszönetet Péczely Györgynek, aki mindvégig fi-
gyelemmel kísérte e dolgozat elkészülését, hasz-
nos tanácsaival irányította munkámat.



T A R T A L O M J E G Y Z É K

1./ Bevezetés	1
2./ A vizsgálat módszere	6
3./ Vizsgálati eredmények	22
4./ Az eredmények gyakorlati alkalmazása ...	40

1. B E V E Z E T É S

Az Európa középső területén elhelyezkedő, hegyekkel övezett Kárpát-medence eltérő tulajdonságú óceáni, kontinentális, szubtrópusi és bizonyos fokig sarki eredetű légtömegek ütközőterülete. Ezért hazánk éghajlata igen változatos, szélsőséges időjárási viszonyok egyensúlyaként alakul ki. Időjárásunk egyik jellemző vonása a csapadék mennyiségének különösen változékony időbeli alakulása. Még az egyes évek csapadékmennyisége közt is óriási eltérések lehetnek. Például Jászberényben 1936-ban az évi csapadék mennyisége 789 mm volt, ugyanakkor 1947-ben ennek éppen harmada /263 mm/ hullott csak. Az 1936 évi csapadékösszeg az 50 éves átlagnak /530 mm/ 149 %-a, az 1947 évi pedig 50 %-a. Vagyis az évi csapadék mennyisége az átlag egységében kifejezett 99 % terjedelmű intervallumon belül változik. -Az egyes hónapok között még ennél is nagyobb különbségek lehetnek. Tihanyban például a júliusi csapadék átlagos mennyisége 58 mm. 1912-ben ennek csak 14 %-át /8 mm/, 1926-ban pedig 469 %-át /272 mm/

mérhettek. Az eltérésnek az átlagos csapadékmennyiség egységében mért terjedelme 455 % /Kéri, M.-Kulin, I., 1953./.

Tovább növeli csapadékviszonyaink változékonyságát az a körülmény, hogy az évi és a havi csapadékmennyiség időbeli eloszlása is nagyon változatos. Előfordulhat, hogy a havi csapadék egyetlen nap alatt hullik le, s van amikor a hónap szinte minden napján mérhető valamennyi csapadék. Azaz a csapadékos és csapadék nélküli napok száma és egymásra következésük rendje is jelentősen különbözik az egyes években.

Csapadékellátottságunk erős ingadozásai, szélsőségekre való hajlamossága, valamint az a körülmény, hogy rendszerint kevesebb csapadék hullik, mint amennyinek az elpárolgásához az egyéb feltételek megvannak, a csapadékot a gazdasági élet számára legfontosabb időjárási elemmé avatják. Emiatt az éghajlati kutatások nagy része irányult és irányul ma is arra, hogy a csapadék térbeli és időbeli eloszlásának törvényszerűségeit minél pontosabban megismerhessük.

A csapadék időbeli eloszlásával foglalkozó tanulmányok egy része a csapadékmennyiség időbeli alakulásának törvényeit keresi /pl. A. Koflanovits, E.,

1977., Oross, G.-Vas, Z., 1978., Péczely, Gy., 1974., Salamin, A., 1974., stb./. A dolgozatok más része a csapadékhullásnak, mint eseménynek az időbeli rendszerét vizsgálja. Újabb törekvések a kettő együttes elemzését végzik el /Péczely, Gy.-Herendi, I., 1976./.

Értekezésünkben főleg a második kérdéssel foglalkozunk, ezért a következőkben /a részletes ismertetés és a teljes felsorolás igénye nélkül/ megemlítjük az ide vonatkozó legfontosabb tanulmányokat a megjelenés sorrendjében.

Bacsó, N. /1939/ nyolc állomásra 65 éves adatsorok alapján határozta meg - egyéb vizsgálatai mellett - a 0,1; 1,0; 5,0; 20,0; mm-t elérő napi csapadékok valószínűségeit.

Kéri, M. /1941/ a különböző hosszúságú csapadék nélküli időszakok gazdasági "súlyának", szárazsági fokának kifejezésére 70 éves csapadékszlelési sorok alapján határozta meg a Schmidt-féle szárazsági számok havi, félévi és évi értékeit Budapestre, Debrecenre és Mosonmagyaróvárra.

Réthly, A. /1945/ Debrecen 90 évre terjedő napi csapadékadatainak ritkán alkalmazott részletességű feldolgozását végezte el. Vizsgálatait kiterjesztette csapadékkategóriák és a különböző hosszúságú csapadékos és csapadék nélküli időszakok gyakorisági

eloszlásának meghatározására is.

Szakácsné /1953/ Budapest 50 éves megfigyelési anyagából állította elő éves vonatkozásban a csapadékos és csapadékmentes időszakok gyakorisági eloszlását.

Péczely, Gy. több tanulmányában új szempontok szerint tárgyalja a csapadékos és csapadék nélküli napok egymásra következésének szabályszerűségeit. Tartamvalószínűségek vizsgálata /1957/ című dolgozatában levezeti a csapadékos és csapadék nélküli időszakok átlagos hosszúságát megadó képleteket a csapadékos és csapadék nélküli napok teljesen véletlenszerű egymásra következésének esetére. Megállapítja, hogy a tényleges és az így kapott átlagos hosszúságok hányadosa éghajlati jellemszámnak tekinthető. - Más tanulmányaiban /1958., 1963./ a legalább, illetve pontosan n napig tartó csapadék nélküli, illetve csak jelentéktelen csapadékhozamú időszakok valószínűségeit határozza meg.

Szepesiné Lőrincz, A. /1961/ a Balaton térségére állapította meg a csapadék nélküli időszakok gyakorisági és tartamvalószínűségi jellemzőit.

Rákócziné Wágner, M. /1968/ Gabriel-Neumann /1962/ és Weiss /1964/ eredményei által ösztönözve sikeresen oldotta meg hazánkra is a csapadék nélküli

és kiscsapadékú /3,0; illetve 5,0 mm-nél kisebb hozamú/ időszakok gyakorisági eloszlásának közelítését a Markov-láncok valószínűségi modelljével.

Szilágyi, T. /1973/ Kecskemétre vonatkozóan meghatározta a csapadékos és csapadékmentes, illetve különböző csapadékkategóriák közti időszakok átlagosan, minimálisan, maximálisan, legfeljebb 25, illetve 75 %-os valószínűséggel várható hosszúságait az év minden napjára.

Teich, M. /1974/ a hőmérsékleti anomáliák előrejelezhetőségét tárgyaló dolgozatában olyan valószínűségelméleti fogalmak használatát vezeti be /átmenetvalószínűség, átmenetvalószínűségi mátrix, kapcsolódási mértékszám/, amelyek meghatározása a csapadékos és csapadék nélküli időszakok elemzéséhez is célszerűeknek látszanak. - Hasonló törekvésekkel Péczely, Gy. /1975., 1976./ munkáiban is találkozhatunk.

2. A V I Z S G Á L A T M Ó D S Z E R E

Ezen vizsgálatok folytatásaként dolgozatunkban mi is a különböző hosszúságú csapadékos és csapadék nélküli időszakok gyakorisági eloszlásának megállapításával, továbbá sok helyről rendelkezésre álló éghajlati törzsértékeken alapuló egyszerű elméleti leszarmasztatásának lehetőségével foglalkozunk. Ismertetjük még a csapadékos ismétlődések hossza és átlagos csapadékhozama, valamint a csapadék nélküli időszakok hossza és az általuk előidézett szárazság mértéke közt fennálló összefüggések meghatározására irányuló vizsgálataink első lépéseit is. Az elemzéseket jelen dolgozatban csak az Alföldre terjesztettük ki.

A vizsgálatok során elsőként azt néztük^{meg}, hogy a csapadékos és csapadék nélküli napok számában és egymásra következésük rendjében /nevezetesen az 1, 2, ..., n időegységig tartó csapadékos és csapadék nélküli szakaszok gyakoriságában/ milyen különbségek és azonosan meglévő, statisztikailag igazolható törvényszerűségek mutathatók ki néhány alföldi állomás adatsorából.

Csapadékos szakasz, periódus vagy ismétlődés fogalmán olyan egymást követő napok láncolatát

értjük majd, amelyek mindegyikén mérhető, legalább 0,1 mm csapadék hullott. Valamely csapadékos ismétlődés elkezdődésének feltétele így az, hogy előtte legalább egy napon 0,1 mm csapadék sem esett. Ennek analógiájára értelmezhető a csapadék nélküli, vagy száraz szakasz, periódus, ismétlődés fogalma.

A periódusok, ismétlődések gyakoriságait az egyes hónapokra vonatkozóan vizsgáltuk két fő szempont szerint:

- a./ Előállítottuk minden hónapra a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések empirikus gyakorisági eloszlását, majd megnéztük, hogy bizonyos elméleti feltevéseknek mennyiben felelnek meg.
- b./ Meghatároztuk és statisztikailag értékeltük az ismétlődések havonkénti átlagos hosszúságait.

Megjegyezzük, hogy azokat az ismétlődéseket, amelyek egyik hónapból "átnyúltak" a másikba, ahhoz a hónap-hoz soroltuk, amelybe hosszabb részük esett. Azokat az ismétlődéseket pedig, amelyeknek a szomszédos hónapokban egyenlő hosszúságú részei szerepeltek, a két hónap közt egyenlően osztottuk el.

Említettük, hogy a csapadékos és csapadék nélküli

napok száma és egymásra következésük módja nagyon eltérően alakulhat az egyes évek ugyanazon hónapjaiban. Ezért elsőként azt célszerű megvizsgálni, hogy a kapott empirikus gyakorisági eloszlás, illetve a számított átlagértékek nem a csapadékos és csapadék nélküli napok teljesen véletlenszerű egymásra következéséből adódtak-e. E kérdés eldöntéséhez meg kell határozni a valószínűségszámításban az események függetlenségének feltételezése esetén érvényes összefüggésekkel az ismétlődések gyakorisági eloszlását, illetve az empirikus átlagértékek megfelelőit, majd az empirikus és elméleti értékeket alkalmas statisztikai próbával kell összehasonlítani. Ezen elméleti számítások során elemi esemény fogalmán azt értjük majd, hogy valamely nap csapadékos vagy sem.

Az ismétlődéseknek az események függetlensége esetén adódó gyakorisági eloszlása a különböző tartamú ismétlődések függetlenség melletti valószínűségeinek ismeretében állitható elő /Péczely, Gy. 1957./.

Jelölje ugyanis N valamely hónaphoz sorolt napok számát a teljes vizsgálati időszakra vonatkozóan. /Mivel az egyik hónaptól a másikba átnyúló

ismétlődéseket az említett szempontok szerint osztottuk el a hónapok között, ezért N nem egyezik meg szükségképpen a kérdéses hónap naptári napjai és a vizsgált évek számának szorzatával./

Ismerve továbbá az egyes hónapokhoz tartozó például csapadékos napok számát, meghatározható a csapadékos és csapadék nélküli nap valószínűsége, p illetve q

$$p = \frac{\text{csapadékos napok száma}}{N}; \quad q = \frac{\text{csap. nélküli napok száma}}{N} = 1 - p.$$

Mivel függetlenség esetén az események együttes bekövetkezésének valószínűsége egyenlő az események valószínűségeinek szorzatával, ezért az n napos / $n = 1, 2, 3, \dots$ / csapadékos ismétlődés valószínűsége:

$$P_n = q^2 p^n.$$

Hasonlóan az n időegységig tartó csapadék nélküli ismétlődésé:

$$P'_n = p^2 q^n.$$

Belátható /Péczely, Gy. 1957., 1963./, hogy a pontosan n időegység hosszúságú ismétlődések számát csapadékos ismétlődésre a :

$$Nq^2 p^n ,$$

csapadék nélküli ismétlődésre a :

$$Np^2q^n$$

összefüggés szolgáltatja.

Az ismétlődések e képletekkel előállítható gyakorisági eloszlása tehát akkor adódna, ha az események teljesen véletlenszerűen, függetlenül követnék egymást. A χ^2 -próba végrehajtásával választ kaphatunk arra, hogy az ismétlődések függetlenség esetén adódó gyakorisági eloszlása tekinthető-e olyan minta eloszlásának, amely mintát az empirikus adatokat tartalmazó alaphalmazzal megegyező eloszlású alaphalmazból vettünk.

Ismeretes, hogy a próba elvégzésekor az összehasonlítandó adatsorok gyakorisági értékeiből a következő összeget kell előállítani:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{észlelt} - \text{feltételezett})^2}{\text{feltételezett}}$$

Ha számításainkban χ^2 értéke nagyobbak adódik, mint a választott valószínűségi szinthez tartozó χ^2 elméleti határérték, akkor a választott valószínűségi szint értékénél kisebb annak a valószínűsége, hogy az összehasonlított gyakorisági adatsorok azonos eloszlású alapsokaságból származnak. Ekkor tehát az ismétlődések empirikus gyakorisági



eloszlása a választott valószínűségi szinten nem tekinthető egymástól független események következményeinek. Az ilyen esetekben az empirikus gyakorisági eloszlás matematikai modellel való megközelítéséhez olyan módszert kell választani, amely az események egymáshoz való kapcsolódását is tekintetbe veszi. Erre módszert a Markov-láncok elmélete kínál.

A további vizsgálatok során elsőként annak a feltételezésnek az érvényességét célszerű megvizsgálni, hogy csak az időben szomszédos két elemi esemény /például a t - és a $t-1$ -edik nap eseménye/ nem független egymástól. Mivel a csapadékos és a csapadék nélküli nap valószínűsége p és q / egy hónapon belül számottevően nem változik, ezért bővebb feltevással élhetünk: feltételezhetjük, hogy a vizsgált adatsor homogén Markov-láncot alkot. Eszerint valamely elemi eseménynek /csapadékos vagy csapadék nélküli nap/ a t időpontban való bekövetkezését csak a $t-1$ időpontban lejátszódott elemi esemény befolyásolja és a befolyásolásnak a mértéke független t értékétől; vagyis attól, hogy t a hónapnak melyik napját jelenti.

A kiszámítandó feltételes valószínűségek száma nyilván az elemi események kéttagú ismétléses

variációinak számával egyezik meg. Mivel vizsgálatainkban alternatív elemi eseményekről van szó, ezért a meghatározandó feltételes valószínűségek a valószínűségelméletben átmenetvalószínűségeknek nevezett értékek és számuk:

$$V_2^{2(i)} = 4.$$

A keresett átmenetvalószínűségek és a hozzájuk tartozó események rendre:

- 1./ csapadékos napra csapadék nélküli következik
/valószínűsége legyen λ /,
- 2./ csapadékos napra csapadékos következik
/valószínűsége $1 - \lambda$ /,
- 3./ csapadék nélküli napra csapadékos következik
/valószínűsége legyen μ /,
- 4./ csapadék nélküli napra csapadék nélküli következik
/valószínűsége így $1 - \mu$ /.

Az empirikus adatokból a λ és a μ értékét meghatározó képletek:

$$\lambda = \frac{\text{csapadékos ismétlődések száma}}{\text{csapadékos napok száma}}$$

$$\mu = \frac{\text{csapadék nélküli ismétlődések száma}}{\text{csapadék nélküli napok száma}} .$$

Mivel a csapadékos napok száma Np , a csapadék nélküli napok száma Nq és csak az események függetlensége esetén egyenlő a csapadékos ismétlődések száma /és a csapadék nélküli ismétlődéseké is/ Npq - val /Péczely, Gy. 1957./, ezért csak az események függetlensége mellett áll fenn a

$$\lambda = q \quad , \quad \text{illetve} \quad \mu = p$$

egyenlőség.

A meghatározott átmenetvalószínűségekkel felírható a

$$\pi = \begin{pmatrix} 1-\lambda & \lambda \\ \mu & 1-\mu \end{pmatrix}$$

átmenetvalószínűségi mátrix. Ennek Δ determinánsa kifejezi az elemi események kapcsolódásának mértékét:

- a./ Mivel $\Delta = 1 - (\lambda + \mu)$, ezért $0 \leq \Delta \leq 1$.
- b./ $\Delta = 1$ abban az esetben, ha $\lambda = \mu = 0$, azaz átmenetvalószínűségek nincsenek, vagyis csak azonos elemi események fordulnak elő.
- c./ $\Delta = 0$ akkor és csak akkor, ha $\lambda = 1 - \mu$, Belátható, hogy ez csak az események teljes függetlensége esetén igaz, vagyis számításainkban akkor, ha $\lambda = q$ és $\mu = p$.

d./ Nyilván minél kisebb λ /és μ /, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy csapadékos napot csapadékos követ /illetve száraz napot száraz/; vagyis annál nagyobb az azonos elemi események kapcsolódásának a mértéke.

Az átmenetvalószínűségek ismeretében meghatározható az n napig tartó ismétlődések valószínűsége. Ha feltesszük ugyanis, hogy az egy hónapos időszakhoz tartozó események homogén Markov-láncot alkotnak, akkor az átmenetvalószínűségek megállapítása után λ -val, μ -vel, $1-\lambda$ -val, $1-\mu$ -vel a továbbiakban már úgy kell számolnunk, mintha egymástól független események valószínűségeit jelölnék. Ezért, ha ξ jelöli valamely ismétlődésnek az időegység többszörösében mért hosszát /itt azt, hogy hány napos/, akkor ξ negatív binomiális eloszlást követ. Így a pontosan n napos csapadékos ismétlődés valószínűsége:

$$P_n(A) = \lambda (1-\lambda)^{n-1}$$

Hasonlóan valamely csapadék nélküli ismétlődés n időegységig való fennállására

$$P_n(A') = \mu (1-\mu)^{n-1}$$

valószínűséggel számíthatunk.

Ha az így kapott valószínűségeket megszorozzuk a csapadékos, illetve a csapadék nélküli ismétlődések számával, akkor a pontosan n időegységig tartó ismétlődések számát kapjuk. Vagyis előállíthatjuk a homogén Markov-láncot képező ismétlődések gyakorisági eloszlását.

Az ismétlődések halmazának jellemzésére az ismétlődések gyakorisági eloszlását leíró sűrűségfüggvény megadásán kívül egyéb lehetőségek is vannak. Az egyik legegyszerűbb és legkönnyebben előállítható jellemző érték az ismétlődések átlagos hosszúsága. /Bár esetünkben nem jelenti a legvalószínűbb, a leginkább várható hosszúságú ismétlődést az ismétlődések eloszlásának erős asszimetriája miatt./

Jelölje A az ismétlődések függetlenség esetén adódó átlagos hosszúságát. Belátható, hogy csapadékos ismétlődésre $A = \frac{1}{q}$, csapadék nélküli ismétlődésre $A = \frac{1}{p}$ /Péczely, Gy., 1957./.

Legyen A' az ismétlődések valódi /empirikusan meghatározott/ átlagos hosszúsága. Csapadékos ismétlődésre:

$$A' = \frac{\text{csapadékos napok száma}}{\text{csapadékos ismétlődések száma}} \quad (= \frac{1}{\lambda}).$$

Csapadék nélküli ismétlődésre:

$$A' = \frac{\text{csapadék nélküli napok száma}}{\text{csapadék nélküli ismétlődések száma}} \quad (= \frac{1}{\mu}).$$

Az $\frac{A'}{A}$ hányados megadja, hogy a valóságban az ismétlődések átlagosan hányszor hosszabbak, mint az események függetlensége esetén lennének. - A hányadoshoz megadható függetlenségi intervallum segítségével egyszerűen dönthető el, hogy az ismétlődések valódi átlagos hosszúsága csak véletlen ingadozások következtében tér-e el az $\frac{A'}{A} \neq 1$ esetben A -tól, az ismétlődéseknek az események függetlensége melletti átlagos hosszúságától. A függetlenségi intervallum határait a :

$$\frac{q}{q \pm d \sqrt{\frac{pq}{N}}}, \quad \frac{p}{p \pm d \sqrt{\frac{pq}{N}}}$$

összefüggések szolgáltatják a csapadékos, illetve a csapadék nélküli ismétlődésekre vonatkozóan, ahol d értéke a választott valószínűségi szinttől függ /Péczely, Gy., 1957./ . Ha a hányados értéke kívül esik a függetlenségi intervallum határain, akkor csak a választott valószínűségi szintnél kisebb valószínűséggel teljesülhet az $A' = A$ egyenlőség.

/Megjegyezzük, hogy a homogén Markov-láncok összefüggéseivel kapható gyakorisági adatsor ismétlődéseinek átlagos hossza A^* a matematikai azo-

nosság erejéig egyenlő az ismétlődések valódi átlagos hosszúságával. Egyszerű számolással adódik ugyanis például csapadékos ismétlődésre, ha l_{cs} jelöli a csapadékos ismétlődések számát:

$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} l_{cs} n \lambda (1-\lambda)^{n-1}}{\sum_{n=1}^{\infty} l_{cs} \lambda (1-\lambda)^{n-1}} = \frac{1}{\lambda},$$

ahonnan λ kiszámolási módját figyelembe véve az állítás nyilvánvaló./

Az ismétlődések gyakorisági eloszlásának ismerete már önmagában is számos, elsősorban tervezési feladat megoldásához nyújthat hasznosítható információkat. Nyilvánvaló azonban, hogy egy n napos csapadékos /vagy csapadék nélküli/ ismétlődés nem azonos értékű, súlyú két különböző éghajlatú területen. Ezért az egyes területek ismétlődéseinek rendszeréről célszerű további, a kapott eredményeket finomító jellemzőket is meghatározni.

A csapadékos ismétlődések átlagban a társadalom és a természet rendelkezésére álló vízkészlet gyarapodását, a csapadék nélküli ismétlődések pedig fogyását eredményezik. A legegyszerűbb, gyakorlati szempontból is értékelhető további összefüggéseket ezért a csapadékos ismétlődések hossza és átlagos

csapadékhozama, illetve a csapadék nélküli ismétlődések hossza és az általuk okozott szárazság mértéke közt kell keresni.

Általános tendenciaként megállapítható, hogy a csapadékos ismétlődés hosszúságának növekedésével átlagban a csapadékhozam is nő. A csapadékhozamnak c_n / az ismétlődés hosszától n / függő növekedése azonban nem szükségképpen lineáris. Ezért a kiegyenlítő görbe egyenletét célszerűbb a

$$c_n = c_1 n^\alpha$$

alakban keresni, ahol c_1 az adott hónapban egy csapadékos napra jutó átlagos csapadékmennyiség, α pedig a keresett kitevő.

Mivel az egyes állomások c_1 értékei közt jelentős különbségek lehetnek, ezért célszerűnek látszik a

$$Q_n = \frac{c_n^*}{c_n} \quad (= n^{1-\alpha})$$

arányszám megállapítása - ahol $c_n^* = c_1 n$. Q_n értékei megadják, hogy valamely n napos ismétlődés átlagos /a kiegyenlítő görbe által meghatározott/ csapadékhozamának hányszorosa az a csapadékmennyiség, amelyet a csapadékhozam és az ismétlődés hossza közötti lineáris kapcsolat előírna. Várható ugyanis, hogy Q_n értékei nem mutatnak jelentős területi



különbségeket, azaz vonatkoztathatók a vizsgált adatsorok által meghatározott értékei más állomásokra is. -

Aszályal gyakran sújtott éghajlatú Alföldünkön a rendszeres vízhiánnyal küzdő gazdálkodás számára igen fontos a különböző hosszúságú csapadék nélküli időszakok gyakoriságainak /vagy valószínűségeinek/ ismeretén túl azok gazdasági "súlyának", veszélyességének minél valóságosabb kifejezése is. A száraz periódusok gyakoriságainak, valószínűségeinek meghatározásával már számos munka foglalkozik a hazai irodalomban /Péczely, Gy., 1957., 1958., 1963., Rákócziné Wágner, M., 1968., Szakácsné, 1953., Szepesiné Lőrincz, A., 1961., Szilágyi, T., 1973./ . A csapadék nélküli időszakok gazdasági súlyának, szárazsági fokának mérésével azonban még kevesen próbálkoztak. Ilyen kísérlet az ún. Schmidt-féle szárazsági számok Kéri, M./1941/ általi meghatározása Budapestre, Debrecenre és Mosonmagyaróvárra. E számok tisztán elvi megfontoláson alapulnak, ugyanis:

- a./ A csapadék nélküli ismétlődés minden napjához egy súlytényezőt rendelünk.
- b./ Az első nap az 1 értéket kapja.
- c./ A csapadék nélküli ismétlődés napjaihoz

rendelt súlytényezők az ismétlődés napjainak $n = 1, 2, \dots$ alapsorrendje esetén $d = 1$ differenciájú számtani sorozatot alkotnak.

d./ Egy csapadék nélküli ismétlődéshez rendelt szárazsági szám $/S_n/$ - az ismétlődés egyes napjaihoz rendelt súlytényezők összege, vagyis c./ miatt:

$$S_n = \frac{n(n+1)}{2}$$

e./Valamely időszakhoz /hónap, félév,.../ tartozó szárazsági szám $/S/$ az időszak csapadék nélküli ismétlődéseihez rendelt szárazsági számok összege.

Az így meghatározott szárazsági számok csak általános, határozott gazdasági /ipari, mezőgazdasági, vízrendezési, stb./ céltól mentes összehasonlításokra alkalmasak. A csapadék nélküli ismétlődések rendszerének vizsgálatakor azonban előnyük, hogy értékük kizárólag az ismétlődések gyakorisági eloszlásától függ. Ezért általános, elvi összehasonlítások céljára megjegyezzük, hogy e szárazsági számok a Markov-lán-cok átmenetvalószínűségeinek birtokában az ismétlődések gyakorisági eloszlásának ismerete nélkül is előállíthatók, ha igazoljuk, hogy az ismétlődések empirikus gyakorisági eloszlása megfelel a homogén

Markov - láncok feltételeinek. Ha l_{sz} jelöli ugyanis a csapadék nélküli ismétlődések összes számát, akkor:

$$S = \sum_{n=1}^{\infty} l_{sz} \mu (1-\mu)^{n-1} \frac{n(n+1)}{2} ,$$

azaz

$$S = l_{sz} \mu \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n(n+1)}{2} (1-\mu)^{n-1} .$$

Könnyen belátható /például a hányados-kritériummal/, hogy az összefüggésben szereplő végtelen sornak mindig van összege, ha $1-\mu < 1$. Összege pedig:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n(n+1)}{2} (1-\mu)^{n-1} = \frac{1}{\mu^3} .$$

Felhasználva továbbá az

$$l_{sz} = N \mu q$$

összefüggést, az

$$S = \frac{Nq}{\mu}$$

alakra jutunk.

3. V I Z S G Á L A T I E R E D M É N Y E K

Ezek után bemutatjuk az Alföld néhány sokéves megfigyelési anyaggal rendelkező állomásának adatsorán végzett vizsgálataink eredményeit. A számításokhoz három alföldi /Kecskemét, Szeged, Debrecen/ és egy az Alföld peremén lévő meteorológiai állomás /Budapest/ sokéves napi feljegyzéseit használtuk fel. Budapestről és Szegedről hiánytalan 100 éves adatsor állt rendelkezésünkre az 1871-1970 közti évekből. A debreceni adatsor is erre a 100 éves időtartamra vonatkozik, csak kisebb hiányok vannak benne. /Hiányzik 1872. október, november, 1896. október, november, december és 1944. október, november, december hónapjainak észlelési adatsora./ Kecskemétről azonban csak az 1897-1970 közti időszakból vannak hiánytalan feljegyzések. /Bár valójában egyetlen állomásról sem rendelkezünk homogén, egyetlen részletében sem pótolts adatsorral /Hegyfok, K., 1909./.

Mivel Alföldünket éghajlati szempontból is a kis eltérések területeként ismerjük, ezért vizsgálataink első lépéseként azt néztük meg, hogy a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések vonatkozásában beszélhetünk-e figyelembe veendő területi

különbségekről. Ha nem, akkor egyik állomás ismétlődéseinek gyakorisági eloszlása helyettesíthető a másikkéval.

Az 1. ábrán, amely az ismétlődések átlagos hosszúságait szemlélteti, a csapadékos ismétlődések hosszúságai közt jelentősnek tűnő eltéréseket ^{nem} fedezhetünk fel. A csapadék nélküli ismétlődések átlagos hosszúságai azonban elég nagy mértékben eltérnek területenként. - Egzaktabb információkhoz jutunk, ha az egyes állomások ismétlődéseinek gyakorisági eloszlásait a χ^2 -próbával hasonlítjuk össze. Az I. táblázatban /a,b,c/ tüntettük fel e vizsgálatok 1 %-os valószínűségi szintre számított eredményeit. /A statisztikai próbát csak az azonos időszakból származó adatsorok párosításaira végeztük el./ Táblázatunk "E" /értékelés/ elnevezésű oszlopában ● jelöli azokat a hónapokat, amelyekre a χ^2 kapott értéke kisebb, mint az 1 %-os valószínűségi szinthez tartozó elméleti határérték, amelyekre tehát az eloszlások azonos jellegének nullhipotézise fenntartható. Megállapítható, hogy még a csapadékos ismétlődések esetében is sokszor 1 %-nál kisebb a valószínűsége annak, hogy az ismétlődések gyakorisági eloszlásai közt nincs szignifikáns eltérés. Továbbá a null-hipotézis teljesülése,



illetve elvetésének szükségessége nem kötődik határozottan az év egy időszakához sem. Emiatt célszerű olyan elméleti modell keresése, amely /könnyen meghatározható éghajlati paraméterek felhasználásával/ írja le a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések Alföldünk /esetleg hazánk/ bármely pontjára vonatkozó gyakorisági eloszlását.

A II. táblázatban /a,b,c,d/ összefoglaltuk a további számítások alapját képező adatokat: az egyes hónapokhoz sorolt csapadékos és csapadék nélküli napok, valamint ismétlődések számát. Hiánytalan adatsor esetén az ismétlődések évi összes számára nyilván fenn kell állnia:

$$\text{csapadékos ismétlődések száma} = \text{csapadék nélküli ismétlődések száma} + k \quad (k = 0, \pm 1)$$

A III. táblázat /a,b,c,d,e,f,g,h/ b jelzésű soraiban a különböző hosszúságú ismétlődések teljes vizsgálati időszakra vonatkozó empirikus gyakorisági értékei szerepelnek. /A gyakorisági eloszlásokat néhány hónap esetére az 5. ábra /a,b,c,d/ szemlélteti./ - Bár valamennyi állomás adatait közvetlenül nem hasonlíthatjuk össze /ugyanis a Kécskeméthez tartozó gyakoriságok rövidebb időszakra vonatkoznak/, a gyakorisági értékek évi változásának tendenciái kiolvashatók és megegyeznek a négy

állomás esetén.

Eszerint csapadékos ismétlődésekből 7-8 naposnál hosszabb még 100 év alatt is csak kevés fordult elő. Ellenben csapadék nélküli ismétlődésből jelentős számban léptek fel a 10 naposnál hosszabbak is. A csapadékos ismétlődések számának évi menete a csapadék eredetének évi alakulását követi. A rövid /1-2 napos/ ismétlődések a nyári hónapokban, a konvektív csapadékképződés időszakában a leggyakoribbak. A hosszabb ismétlődések a frontokban bővelkedő hónapokra jellemzőbbek. - A 15 napot elérő csapadék nélküli ismétlődések legkevésbé nyár elején, ősz végén fordulnak elő, akkor, amikor a csapadékos napok száma a legnagyobb.

Ahhoz, hogy az ismétlődéseknek az események függetlensége mellett adódó gyakorisági eloszlását meghatározhassuk, szükséges a csapadékos és csapadék nélküli nap valószínűségének / p és q / ismerete. Ezen alapvalószínűségi értékek a IV. táblázat /a,b,c,d/ és a 2. ábra alapján tanulmányozhatók.

A csapadékos nap valószínűsége a frontokban gazdag és a téli hónapokban a legnagyobb. Ezek közül is a legtöbbször decemberben esik: a közel állandóan jelenlévő felhőzetből /a havi átlagos fel-

hőzet nagyobb 70 %-nál mind a négy állomáson /Magyarország Éghajlati Atlasza, 1967./ / gyakran kezdődik szemerkélés.

A csapadékos nap valószínűsége Budapesten az egész évben nagyobb, mint Szegeden, s mindvégig a legkisebb Kecskeméten. Szembetűnő, hogy csak Debrecenben nem tartja meg a csapadékos nap valószínűsége /és így q is/ a többi állomás valószínűségei közt valamely hónapban elfoglalt rangsorát.

Hajósy, F. /1952/ rövidebb időszakra /1901-1940/ vonatkozó hasonló vizsgálataiban is jelentkeznek a 2. ábra e sajátos vonásai, így feltehető, hogy azok nemcsak mintavételi, véletlen ingadozások. Márciusban és áprilisban a p valószínűleg azért kisebb Debrecenben, mint Szegeden, mert a visszahúzódó mediterrán ciklontevékenység Debrecenre kevésbé érinti. Péczely, Gy. /1961/ kutatásai szerint ugyanis a mediterrán ciklontevékenységgel kapcsolatos makroszinoptikus helyzetek relatív gyakorisága és ezen helyzetekben a /mérhető/ csapadék relatív gyakorisága a következő:

Hónap	Makroszin. helyzet rel.gyak. / % /		Mérhető csap.rel. gyak. / % /			
			Debrecen		Szeged	
	CMc	CMw	CMc	CMW	CMc	CMw
március	2,3	7,8	61	47	40	58
április	4,4	8,6	54	59	56	64

A táblázatból megállapítható, hogy a március esetén vitatható CMc helyzet relativ gyakorisága csak harmadrésze a CMw helyzetnek, s ez biztosítja ekkor is a csapadékos nap szegedi nagyobb valószínűségét. Megemlítjük továbbá, hogy a Péczely, Gy. /1961/ által e hónapokra szignifikánsan csapadékosnak talált egyéb makroszinoptikus helyzetek /mCw és C/ vagy nem mutatnak számottevő csapadékhajlambeli különbséget a két helyen /mCw/ vagy relativ gyakoriságuk olyan kicsi /C/, hogy emiatt nem tudják ellenkezőre fordítani a CMc és CMw helyzetek által kialakított viszonyokat.

A p értékének júniusban tapasztalható kiugró értéke Debrecenben feltehetően azért alakul ki, mert az e hónapban különösen jellemző K felé húzódó esőzónák torlódása a Keleti-Kárpátok előtt Debrecenben már érezteti hatását. Erre utal az is, hogy a csa-

padékos ismétlődések átlagos hosszúsága Debrecenben a legnagyobb a négy állomás közül /1. ábra/. Hasonlóan, valamint a konvektív csapadékképződés valamivel kedvezőbb lehetőségével magyarázhatjuk a p júliusi magasabb értékét Debrecenben. /Hajósy, F. /1952/ adatai szerint ugyanis a zivataros napok átlagos száma júliusban 5,9 Budapesten és 6,3 Debrecenben./

Ezek után ~~rá~~térünk az ismétlődések p és q segítségével előállított, az események függetlenségével mellett adódó gyakorisági eloszlásainak bemutatására és értékelésére.

Az ismétlődések így kapott gyakoriságait a III. táblázat /a,b,c,d,e,f,g,h/ a jelzésű sorában tüntettük fel. /Az 5. ábrán /a,b,c,d/ szaggatott vonal köti össze ezeket az értékeket./ Közvetlenül is látható, hogy a függetlenség feltevésekor adódó gyakoriságok jelentősen eltérnek az ismétlődések valószínűségi gyakoriságaitól. A rövid /csapadékos ismétlődésre 1, csapadék nélküli 1,2,3 napos/ ismétlődések száma a függetlenség esetén jóval nagyobb, mint a valóságban, a hosszabb ismétlődések gyakorisága pedig /amelyek esetén az azonos elemi események egymáshoz erősebben kapcsolódnak/ a független-

ség fennállásakor jelentősen kisebb lesz.

Ezt mutatja a két eloszlás megegyezőségének lehetőségét vizsgáló χ^2 -próba eredménye is /V. táblázat a, b, c, d, e, f, g, h/. Valószínűségi szintnek 1 %-ot választottunk. Itt is ● -rel kívántuk megjelölni azokat a hónapokat, amelyekre a null-hipotézis a választott valószínűségi szinten fenntartható. Eszerint számításainkban χ^2 értékét minden esetben nagyobbak kaptuk, mint a választott valószínűségi szinthez tartozó elméleti érték. Az ismétlődések empirikus gyakorisági eloszlása tehát nem tekinthető egymástól független események következményeinek.

További vizsgálataink során feltettük, hogy a már lejátszódott események minősége befolyásolja a soronlévő események minőségét. Feltételeztük, hogy a vizsgált adatsor homogén Markov-láncot alkot.

A homogén Markov-láncok feltételeinek megfelelő gyakorisági eloszlások meghatározásához szükséges az elméleti fejtegetések során bevezetett átmenetvalószínűségek kiszámítása. Értékeiket a IV. táblázatban /a, b, c, d/ és a 3. ábrán mutatjuk be. Eszerint az átmenetvalószínűségeknek $\sqrt[p]{p}$ és q alapvalószínűségéhez hasonló évi menete van. λ és μ változása közel ellentétes, bár köz-

tük olyan szigorú matematikai kapcsolat nincs, mint a p és q között. A λ és μ állomások közti nagyságrendje is nagyjából megegyezik a q -ról és p -ról megállapítottakkal.

Az átmenetvalószínűségek segítségével meghatározható kapcsolódási mértékszám Δ értékeit is a IV. táblázatban /a,b,c,d/ szerepeltetjük. A Δ évi menete elemezhető a 4. ábráról is. A Δ mértékszám az eseményeknek még nem túl erős, de már figyelembe veendő kapcsolódására utal.

A kapcsolódási mértékszám értékei sejtetik, hogy a Markov-láncok segítségével az ismétlődések gyakorisági eloszlásának jobb közelítése várható, mint az események függetlenségének hipotézise mellett.

Az ismétlődéseknek a homogén Markov-láncok feltételeit kielégítő gyakorisági eloszlását a III. táblázat /a,b,c,d,e,f,g,h/ c jelzésű soraiban tüntettük fel. Az így kapott adatsoroknak az empirikushoz való illeszkedése az 5. ábra /a,b,c,d/ szerint jobb, mint a függetlenség esetére számított adatsoré. /A Markov-lánc szerinti gyakoriságokat az ábrán pontozott görbe jelöli. Példaként a Δ maximális és minimális értékéhez tartozó hónapokra rajzoltuk meg az eloszlásokat./

Az V. táblázatban /a,b,c,d,e,f,g,h/ feltüntettük

a Markov-lánc esetére vonatkozó illeszkedésvizsgálat eredményeit is. Valószínűségi szintnek szintén 1 %-ot választottunk, s a ● jelölés az "É" elnevezésű oszlopban a korábbiaknak megfelelő jelentésű. Látható, hogy amíg a függetlenség feltevésekor a null-hipotézis a csapadékos ismétlődések esetén egyszer sem teljesült, addig a Markov-lánc szerinti eloszlásra csak egy esetben /Szegeden áprilisban/ nem teljesül a választott valószínűségi szinten. Fontos megállapítani, hogy a szegedi április /0,1 %/ és október /5 %/, valamint a debreceni június /1 %/ és szeptember /5 %/ kivételével a null-hipotézis teljesedési valószínűsége minden további esetben legalább 10 %.

A csapadék nélküli ismétlődések esetén már nem ilyen kedvező a helyzet. A null-hipotézis valamennyi állomásra csak január-, május-, június-, július- és augusztusban teljesül legalább 1 %-os szignifikancia szinten. Szembetűnő, hogy zömmel azokra a hónapokra nem kaptunk kielégítő illeszkedésű adatsort, amikor a Δ értékei egy bizonyos szintet túllépnek /4.ábra/. Ezért valószínűleg akkor kapnánk e hónapokra az empirikus eloszlás elfogadható közelítését, ha kiinduláskor az elemi események egymásra gyakorolt befolyását a homogén Markov-láncokénál nagyobb mérté-



künek itélnénk.

Mindezek alapján várható, hogy az ismétlődések hosszabbak voltak és nem véletlenül voltak hosszabbak, mint az események függetlenségekor. A tényleges és a függetlenség melletti átlagos hosszúságok viszonyát kifejező $\frac{A'}{A}$ hányados értékeit a VI. táblázatban /a,b,c,d,e/ és a 6. ábrán tüntettük fel. A függetlenségi intervallum határait szolgáltató képletekben a $d=3$ értékkel számoltunk, amely az $\epsilon = 0,27 \%$ valószínűségi szinthez tartozik. Az intervallum határait szintén a VI. táblázat /a,b,c,d/ tartalmazza. Számításaink szerint az $\frac{A'}{A}$ hányados értéke minden esetben nagyobb a függetlenségi intervallum felső határánál. Így csak $0,27 \%$, azaz gyakorlatilag elhanyagolható a valószínűsége annak, hogy az ismétlődések véletlenül voltak hosszabbak a valószínűsághban, mint az események függetlenségekor.

A 6. ábrán feltűnő, hogy a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődésekre vonatkozó $\frac{A'}{A}$ értékei közt alig van különbség. Ez matematikai összefüggés, ugyanis csapadékos ismétlődésre:

$$\left(\frac{A'}{A}\right)_{cs} = \frac{c}{\text{csapadékos ismétlődések száma}},$$

illetve csapadék nélküli ismétlődésre:

$$\left(\frac{A'}{A}\right)_{sz} = \frac{c}{\text{csapadék nélküli ismétlődések száma}}$$

alakú. A csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések összes száma azonban az I. táblázat /a,b,c,d/ szerint közel megegyező minden hónapban.

Éppígy természetszerű az a hasonlatosság is, ami az $\frac{A'}{A}$ értékei /6. ábra/ és a Δ kapcsolódási mértékszám /4. ábra/ közt van.

Fontos megállapítást tehetünk a 6. és az 1. ábra összehasonlításakor. Az $\frac{A'}{A}$ hányados egyes állomásokra vonatkozó értékei közt jóval kisebb különbségek vannak, mint az ismétlődések valódi átlagos hosszúságai közt. /Számszerűleg ezt a VI. táblázat f./ igazolja, amelyben csak a januári és a szeptemberi csapadékos ismétlődésekhez tartozó $\frac{A'}{A}$ hányadosoknak nagyobb a variációs együtthatója a megfelelő A' együtthatójánál. / Ekkor pedig az $\frac{A'}{A}$ területi átlagértékeinek $\frac{A'}{A}$ / /VI. táblázat, e/ felhasználásával a dolgozatban alkalmazott számítási eljárás megfordítható:

- 1./ Bármely a p alapvalószínűséggel rendelkező alföldi állomásra meghatározhatók az átmenetvalószínűségek:

$$\lambda = \frac{q}{\left(\frac{A'}{A}\right)_{cs}}, \text{ illetve } \mu = \frac{p}{\left(\frac{A'}{A}\right)_{sz}}$$

2./ A kapott átmenetvalószínűségekkel pedig előállítható a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések gyakorisági eloszlása. Érdemes megjegyezni, hogy bár hosszú megfigyelési sorozat csak kevés helyről áll rendelkezésre, a csapadékos nap valószínűségét / p / azonban empirikus vagy elméleti úton meghatározva már elég sok helyre ismerjük. Ezért a számítási módszer felhasználható arra is, hogy vele a λ és μ átmenetvalószínűségek értékeit akár térképezéshez kellő sűrűségű állomáshálózatra határozzuk meg.

A továbbiakban a csapadékos ismétlődések hossza és csapadékhozama közt megállapított összefüggéseket mutatjuk be. E kérdésben korábbi vizsgálatainkra /Fekete, L., -Szepesi, K., 1974./ hivatkozunk, ezért az itt ismertetésre kerülő eredmények az 1931-1972, illetve az 1931-1970 közötti időszakban Budapesten illetve Szegeden mért adatokból származnak.

Az ismétlődések hossza és átlagos csapadékhozama közti kapcsolatot kifejező:

$$c_n = c_1 n^\alpha$$

alakban felírt kiegyenlítő görbe c_1 és α paramétereit a VII. táblázatban soroltuk fel. Megállapíthatjuk, hogy α többnyire nagyobb 1-nél, de csak kis mértékben tér el tőle. /Budapesten kettő, Szegeden négy olyan hónap van, amikor α már 0,1-del is különbözik 1-től./ A 7. ábrán feltüntettük néhány jellemzőbb esetre a kiegyenlítő görbéket és szaggatott vonallal a csapadékhozam lineáris növekedését.

Idézett tanulmányunkban megvizsgáltuk azt is, hogy az egyes hónapok csapadékmennyiségéből átlagosan milyen százalékban részesednek a különböző hosszúságú ismétlődések. Megállapítottuk /többek között/, hogy az 5 naposnál hosszabb ismétlődések együttes részesedése egy hónapban sem éri el a 20 %-ot.

Emiatt a

$$Q_n = \frac{c_n^*}{c_n} \quad \text{/ahol } c_n^* = c_1 n \quad /$$

arányszámokat $n = 5$ -ig számoltuk csak ki. Q_n Budapestre és Szegedre vonatkozó értékei közt egy hónap esetén sem találtunk jelentős eltérést. Q_n hosszabb időszakra és még néhány állomásra vonatkozó értékeinek meghatározása bizonyíthatná, hogy ez általában is igaz-e. Ha igaz, akkor Q_n

átlagos értékeinek / $\overline{Q_n}$ / felhasználásával a c_n / $n=1,2,\dots,5$ / bármely olyan helyre egyszerűen kiszámolható, amelyre ismert a havi csapadékátlag / $\overline{c}$ / és a csapadékos nap valószínűsége / p /. Ugyanis, ha k jelöli valamely hónap naptári napjainak a számát:

$$c_n = \frac{n \overline{c}}{\overline{Q_n} k p} \quad (n = 1, 2, \dots, 5) .$$

Jelen dolgozatban feltételeztük /Budapest és Szeged adatainak vizsgálata alapján/ Q_n kis területi változékonyságát, ezért a VIII. táblázatban csak a Q_n Budapestre és Szegedre korábban meghatározott értékeinek átlagait / $\overline{Q_n}$ / soroltuk fel.

Ezek után a csapadék nélküli ismétlődések gazdasági súlyát, szárazsági fokát mérni kívánó Schmidt-féle szárazsági számokat ismertetjük.

A IX. táblázatban és a 8/a./ ábrán a szárazsági számok egy évre vonatkoztatott havonkénti értékei hasonlíthatók össze. Az ábra baloldali részén a szárazsági számok empirikus, jobboldali részén pedig a Markov-láncok alapján levezetett összefüggésekkel adódó értékei szerepelnek. /Az utóbbiak között vastagabban jelöltük azoknak a hónapoknak a szárazsági számait, amelyekre a Markov-láncokkal az ismétlődések gyakorisági eloszlásának elfogadható közelítését

kaptuk./ Megállapítható, hogy a csapadék nélküli ismétlődések átlagos hosszúságainak / A' / /1. ábra/ a Schmidt-féle szárazsági számok által kiélezett különbségeit a Markov-láncok alapján kapott szárazsági számok kissé tompították. Ugyanakkor csak két olyan hónap van /június és november/, amikor az egyes állomások elméleti úton kapott szárazsági számainak egymás közti nagyságbeli sorrendje eltér az empirikus esettől. /Ezeket x -gal jelöltük meg az ábrán./

A 8/b./ ábra külön mutatja be minden állomásra az empirikus szárazsági számokat és elméleti közelítéseiket. /A 8/a./ ábrán alkalmazott megkülönböztést itt is használtuk./ Az egyes állomásokhoz tartozó ábrákon pontozott vonal tünteti fel az empirikus és az elméleti szárazsági számok különbségeit. A gyakoriságok elfogadható közelítésű hónapjaiban az eltérés a kétféle úton kapott szárazsági számok közt elhanyagolhatónak mondható.



A dolgozat összefoglalásaként megállapíthatjuk, hogy az Alföldön a csapadékos és csapadék nélküli napok egymásra következésének rendjében kimutathatók statisztikailag reális törvényszerűségek.

Ezek:

- 1./ A csapadékos és csapadék nélküli napok nem követik egymást teljesen véletlenszerűen, hanem figyelembe veendő mértékben kapcsolódnak egymáshoz.
- 2./ A csapadékos és csapadék nélküli napok kapcsolódásának mértéke határozott évi menetet mutat.
- 3./ Ugyancsak határozott évi menete /és valószínűleg területi rendszere/ van a p és q alapvalószínűségek mellett a λ és μ átmenetvalószínűségeknek.
- 4./ A különböző hosszúságú csapadékos időszakok /ismétlődések/ eloszlása jelentős, /többnyire 10 %-nál nem kisebb/ valószínűségi szinten megfelel a homogén Markov-láncok feltételeinek.
- 5./ A csapadék nélküli ismétlődések gyakorisági eloszlása a kapcsolódási mértékszám Δ /évi legkisebb értékeinek hónapjaiban

/május, június, július, augusztus illetve január/ ugyancsak jól /többnyire legalább 5 %-os valószínűségi szinten/ közelíthető elméleti úton a homogén Markov-láncok segítségével.

- 6./ Ezért a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések átlagos hosszúsága A' / igen magas szignifikancia szinten $\epsilon=0,27\%$ különbözik az ismétlődéseknek a csapadékos és csapadék nélküli napok függetlensége, teljesen véletlenszerű egymás~~m~~ ~~a~~ következése esetén adódó átlagos hosszúságától A /.
- 7./ Az ismétlődések átlagos hosszának a függetlenség esetén adódó átlagos hossztól vett eltérését mérő A'/A hányados kis területi változékonyságot és határozott évi menetet mutat. Ezért éghajlati jellemszámnak tekinthető, s átlagértéke felhasználható az ismétlődések gyakorisági eloszlásának a homogén Markov-láncok segítségével történő előállításához.
- 8./ A csapadékos ismétlődések hossza és átlagos csapadékhozama közt a lineáristól csak kis mértékben különböző, többnyire 1-nél nagyobb α kitevőjű hatványfüggvény ír

le összefüggést.

9./ Feltehető, hogy a csapadékos ismétlődés hosszának és átlagos csapadékhozamának területenkénti lineáris kapcsolata az egész Alföldön ugyanannyiszorosát / $\overline{Q_n}$ / adja az n napos csapadékos ismétlődés tényleges csapadékhozamának. /Bár ez csak két állomás viszonylag rövid idősora alapján igazolt állítás./

10./ A csapadék nélküli időszakok szárazságának fokát mérő Schmidt-féle szárazsági számok egyszerűen /az ismétlődések gyakorisági eloszlásának ismerete nélkül/ és megfelelő pontossággal előállíthatók azokra a hónapokra, amelyekre a csapadék nélküli ismétlődések eloszlása közelíthető a homogén Markov-láncok segítségével.

4. A Z E R E D M É N Y E K G Y A K O R L A T I A L K A L M A Z Á S A

Végezetül példaként bemutatjuk egy olyan tesszőlegesen választott alföldi állomásra a dolgozatban részletezett eljárások gyakorlati alkalmazását,

megfordítását, amely állomásra ismerjük az alapvalószinüségek p és q értékeit, valamint a havi csapadékátlagot.

Irodalmunkban Hajósy, F. /1952/ állította össze "Magyarország csapadékviszonyai" című munkájában a legalább 0,1 mm csapadékú napok havonkénti gyakoriságainak táblázatát a legtöbb állomásra. /Dolgozatunkban ugyanis ilyen napot tekintettünk csapadékosnak./

Túrkevéen például júniusban átlagosan 11,5 csapadékos nap fordul elő.

1./ Ebből meghatározhatók az alapvalószinüségek:

$$p = \frac{11,5}{30} = 0,3833 \quad ; \quad q = 1 - p = 0,6167$$

2./ Mivel csapadékos ismétlődésre $\frac{A'}{A} = \frac{q}{\lambda}$,
csapadék nélküli ismétlődésre $\frac{A'}{A} = \frac{p}{\mu}$,
ezért az $\frac{A'}{A}$ júniusi átlagértékeinek
/VI. táblázat e.// felhasználásával :

$$\lambda = \frac{0,6167}{1,2464} = 0,4948 \quad ; \quad \mu = \frac{0,3833}{1,2516} = 0,3062$$

$$1 - \lambda = 0,5052 \quad ; \quad 1 - \mu = 0,6938$$

3./ Az átmenetvalószínűségek ismeretében kiszámolható a csapadékos és csapadék nélküli ismétlődések tetszőleges /hosszabb/ időtartamra vonatkozó száma. /Számoljuk ki például 100 évre vonatkozóan!/

$$l_{cs} = \lambda \cdot (\text{csapadékos napok száma}) = 0,4948 \cdot 11,5 \cdot 100 = 569,02$$

$$l_{sz} = \mu \cdot (\text{csap. nélküli napok száma}) = 0,3062 \cdot 18,5 \cdot 100 = 566,47$$

4./ Látjuk, hogy a homogén Markov-láncok esetében az

$$l_{cs} \lambda (1 - \lambda)^{n-1}$$

összefüggés az n napos csapadékos, az

$$l_{sz} \mu (1 - \mu)^{n-1}$$

összefüggés az n napos csapadék nélküli ismétlődések gyakoriságát adja meg.

Behelyettesítve a képletekbe a következő eredményekre jutunk:

a./ csapadékos ismétlődések

ism.hossz- szo /n/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
gyakori- saga	282	142	72	36	18	9	5	2	1	1

b./ csapadék nélküli ismétlődések

ism.hossz- szo /n/	1	2	3	4	5	6	7
gyakori- saga	174	120	84	58	40	28	19



ism.hosz- sza /n/	8	9	10	11	12	13	14	≥15
gyakori- sága	13	9	6	4	3	2	2	3

5./ Túrkevéen a havi csapadék átlagos mennyisé-
ge $\bar{c} = 68 \text{ mm}$ /Magyarország Éghajlati At-
lasza, 1967./. Beláttuk, hogy az n idő-
egységig tartó csapadékos ismétlődés átlá-
gos csapadékhozamát / c_n / a:

$$c_n = \frac{n \bar{c}}{Q_n k p} \quad \text{/ahol a példában } k=30/$$

képlet adja. A számításokat $n = 5$ -ig elvé-
gezve:

ism.hosz- sza /n/	1	2	3	4	5
átl.csap. hozama /mm/	5,9	11,8	17,7	23,6	29,5

6./ A július hónaphoz tartozó Schmidt-féle szá-
razsági szám pedig /egy évre vonatkoztatva/ az

$$S = \frac{N q}{u} \quad \text{/ahol } N = k = 30/$$

összefüggés alapján:

$$S = \frac{30 \cdot 0,6167}{0,3062}$$

$$S = 60,42$$

I R O D A L O M

- 1./ Adámyné Koflanovits, E. /1977/ : A csapadékmennyiség változékonyságának elemzése Közép-Európában. Az OMSZ Kisebb Kiadványai 42. szám. Budapest.
- 2./ Bacsó, N. /1939/ : A csapadékvalószínűség évi változása Magyarországon. 1871-1935. A M. Kir. Orsz. Meteorológiai és Földmágnassági Intézet Hiv. Kiadványai XIII. kötet. Budapest.
- 3./ Fekete, L.-Szepesi, K. /1974/ : A Statistical Analysis Of The Length Of Rainy Periods and Their Quantity Of Precipitation. Acta Climatologica. Szeged.
- 4./ Gabriel, K.R.-Neumann, J. /1962/ : A Markov chain model for daily rainfall occurrence at Tel Aviv. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. London. p. 90.
- 5./ Hajósy, F. /1952/ : Magyarország csapadékviszonyai. 1901-1940. Az OMI Hivatalos Kiadványa. Mo.éghajlata 6. szám. Budapest.
- 6./ Hegyfok, K. /1909/ : Az eső évi periódusa Mo.-on. A Magy. Kir. Orsz. Meteorológiai és Földmágnassági Intézet Hiv. Kiadványai VIII. kötet. Budapest.
- 7./ Kéri, M. /1941/ : Szárazsági számok Mo.-ról. Időjárás 45. 93-113.

- 8./ Kéri, M.-Kulin, I. /1953/ : A csapadékösszegek gyakorisága Magyarországon. Az OMSZ Hivatalos Kiadványai XVI. kötet. Budapest.
- 9./ Oross, G.-Vas, Z. /1978/ : A Föld évi csapadékának trendjellegű változása. Időjárás 82. 3. 130-136.
- 10./ Péczely, Gy. /1957/ : Tartamvalószínűségek vizsgálata. Időjárás 61. 4. 245-252.
- 11./ Péczely, Gy. /1958/ : A szárazsághajlam évi járása és szingularitásai Mo.-on. Időjárás 62. 5. 294-297.
- 12./ Péczely, Gy. /1961/ : Mo. makroszinoptikus helyzeteknek éghajlati jellemzése. Az OMI Kisebb Kiadványai 32. szám. Budapest.
- 13./ Péczely, Gy. /1963/ : Csapadékmentes időszakok tartamvalószínűsége Mo.-on. Időjárás 67. 1. 33-38.
- 14./ Péczely, Gy. /1973/ : Éghajlattan. /Kézirat gyanánt kizárólag az Orsz. Met.-i Szol. felsőbbfokú technikai továbbképzési tanfolyamának résztvevői számára/. Budapest. 142-147.
- 15./ Péczely, Gy. /1974/ : A Statistical Investigation on the Secular Precipitation Series of Hungary. Acta Climatologica. Szeged.
- 16./ Péczely, Gy. /1975/ : Havi csapadékösszegek idősorainak sajátossága Mo.-on. Időjárás 79. 3. 144-152.
- 17./ Péczely, Gy. - Herendi, I. /1976/ : Csapadéktelítődési idők statisztikai elemzése. Időjárás 80. 2. 93-102.

- 18./ Péczely, Gy. /1976/ : Die Erhaltungsneigung der monatlichen Anomalie der Temperatur im nordatlantisch-europäischen Raume. Időjárás 80. 5. 267-273.
- 19./ Rákócziné Wágner, M. /1968/ : Csapadékmentes és kiscsapadékú napok néhány statisztikai jellemzője. Időjárás 72. 1. 30-34.
- 20./ Réthly, A. /1945/ : Debrecen csapadékviszonyai. 1854-1943. A Magyar. Orsz. Met. és Földmágnassági Intézet Hivatalos Kiadványa. Mo. éghajlata 4. szám. Budapest.
- 21./ Salamín, A. /1974/ : Véletlen jellegű csapadékidő-sorok elemzése. Időjárás 78. 3. 164-177.
- 22./ Szakács, Gy.-né /1953/ : Csapadékos és csapadékmentes napok sorozatai Budapestről, 50 évi megfigyelés alapján. Beszámolók az 1953-ban végzett tudományos kutatásokról. Az OMI Hivatalos Kiadványai XVIII. kötet. 145-151. Budapest.
- 23./ Szepesiné Lőrincz, A. /1962/ : A csapadékmentes időszakok gyakorisága és tartamuk valószínűsége a Balaton térségében. Beszámolók az 1961-ben végzett tudományos kutatásokról. Az OMI Hivatalos Kiadványai XXV. kötet. 220-226. Budapest.
- 24./ Szilágyi, T. /1973/ : Csapadékos, csapadékmentes és különböző csapadékkategóriákat elérő vagy meghaladó napok között eltelt időszakok hossza

Kecskeméten. Beszámolók az 1973-ban végzett tudományos kutatásokról. Az OMSZ Hivatalos Kiadványai XL. kötet. 169-198. Budapest.

25./ Teich, M. /1974/ : Statistische Untersuchung zur Vorhersagbarkeit monatlicher Temperaturanomalien. Időjárás 78. 3. 140-154.

26./ Weiss, L.L. /1964/ : Sequences of Wet or Dry Days Described by a Markov-chain Probability Model. Monthly Weather Review. p. 169.

27./ Magyarország Éghajlati Atlasza. szerk.: Kakas, J. /1967/. II. kötet. Adattár. Akadémiai Kiadó. Budapest.

T Á B L Á Z A T O K

AZ EMPIRIKUS GYAKORISÁGI ELOSZLÁSOK χ^2 -PRÓBÁVAL
ELVÉGZETT ILLESZKEDESVIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI.
BUDAPEST /1871-1970/ - DEBRECEN /1871-1970/.

	CSAPADÉKOS			CSAPADÉK NELKÜLI		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	18,35	6		15,37	12	●
Febr.	9,59	6	●	15,15	14	●
Márc.	10,63	6	●	41,31	15	
Apr.	14,86	6	●	35,40	12	
Máj.	13,17	7	●	21,52	11	●
Jún.	22,23	6		22,85	10	●
Júl.	13,52	5	●	16,84	12	●
Aug.	9,54	5	●	26,27	15	●
Szept.	18,11	5		27,35	17	●
Okt.	9,22	6	●	36,90	16	
Nov.	12,18	8	●	44,82	12	
Dec.	10,68	7	●	10,37	11	●

Megjegyzés:

"észlelt" - Debrecen

"feltételezett" - Budapest



AZ EMPIRIKUS GYAKORISÁGI ELOSZLÁSOK χ^2 -PRÓBAVAL
ELVÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGALATÁNAK EREDMÉNYEI.
BUDAPEST /1871-1970/ - SZEGED /1871-1970/.

	CSAPADÉKOS			CSAPADÉK NELKÜLI		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	20,94	6		71,06	13	
Febr.	8,26	6	●	30,58	13	
Márc.	9,74	5	●	22,64	14	●
Ápr.	34,13	6		21,17	12	●
Máj.	20,68	7		23,97	12	●
Jún.	23,03	6		10,59	11	●
Júl.	17,31	5		43,28	14	
Aug.	16,52	5		56,38	15	
Szept.	10,08	5	●	21,87	17	●
Okt.	17,12	7	●	33,52	15	
Nov.	32,84	7		53,08	12	
Dec.	32,54	7		33,86	12	

Megjegyzés: "észlelt" - Szeged
"feltételezett" - Budapest

AZ EMPIRIKUS GYAKORISÁGI ELOSZLÁSOK χ^2 -PRÓBÁVAL
ELVÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGALATÁNAK EREDMÉNYEI.
DEBRECEN /1871-1970/ - SZEGED /1871-1970/.

	CSAPADÉKOS			CSAPADEK NÉL NÉLKÜLI		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	9,41	6	●	27,10	13	●
Febr.	0,60	6	●	25,11	13	●
Márc.	15,69	5		29,58	14	
Apr.	18,54	6		41,38	12	
Máj.	4,95	7	●	19,93	11	●
Jún.	30,84	6		45,67	10	
Júl.	22,68	5		47,86	12	
Aug.	16,82	5		47,90	15	
Szept.	7,52	5	●	22,94	17	●
Okt.	11,45	6	●	15,88	15	●
Nov.	12,68	7	●	25,14	12	●
Dec.	11,79	7	●	33,78	12	

Megjegyzés: "észlelt" - Szeged
"feltételezett" - Budapest

II. táblázat a./

A CSAPADÉKOS ÉS CSAPADÉK NÉLKÜLI NAPOK ÉS ISMÉTLŐDÉSEK
SZÁMA BUDAPESTEN. /1871-1970./.

	NAPOK SZÁMA			ISMÉTLŐDÉSEK SZÁMA		
	CSAP.	CSAP. NÉLK.	ÖSSZ;	CSAP.	CSAP. NÉLK.	ÖSSZ.
Jan.	1191	1874	3065	544	546	1090
Febr.	1047	1824	2871	465	462	927
Márc.	1094	2034	3128	522	522	1044
Ápr.	1130	1817	2947	507	503	1010
Máj.	1242	1860	3102	584	584	1168
Jún.	1126	1867	2993	552	554	1106
Júl.	957	2145	3102	560	552	1112
Aug.	919	2176	3095	524	526	1050
Szept.	830	2232	3062	429	447	876
Okt.	999	2051	3050	448	439	887
Nov.	1240	1783	3023	529	532	1061
Dec.	1389	1698	3087	563	559	1122
Év	13164	23361	36525	6227	6226	12453



II. táblázat b./

A CSAPADÉKOS ÉS CSAPADÉK NÉLKÜLI NAPOK ÉS ISMÉTLŐDÉSEK
SZÁMA DEBRECENBEN. /1871-1970/.

	NAPOK SZÁMA			ISMÉTLŐDÉSEK SZÁMA		
	CSAP; NÉLK;	CSAP. NÉLK;	ÖSSZ.	CSAP.	CSAP. NÉLK.	ÖSSZ.
Jan.	1113	2027	3140	536	536	1072
Febr.	953	1835	2788	469	465	934
Márc.	979	2214	3193	469	475	944
Ápr.	1040	1889	2929	485	485	970
Máj.	1212	1910	3122	570	571	1141
Jún.	1227	1741	2968	578	570	1148
Júl.	1016	2138	3154	544	549	1093
Aug.	927	2149	3076	497	502	999
Szept.	825	2230	3055	429	433	862
Okt.	915	2044	2959	425	418	843
Nov.	1084	1829	2913	472	470	942
Dec.	1272	1711	2983	540	541	1081
Év	12563	23717	36280	6014	6015	12029

II. táblázat c./

A CSAPADÉKOS ÉS CSAPADÉK NÉLKÜLI NAPOK ÉS ISMÉTLŐDÉSEK
SZÁMA KECSKEMÉTEN. /1897-1970/.

	NAPOK SZÁMA			ISMÉTLŐDÉSEK SZÁMA		
	CSAP.	CSAP. NÉLK.	ÖSSZ.	CSAP.	CSAP. NÉLK.	ÖSSZ.
Jan.	692	1618	2310	336	343	679
Febr.	629	1428	2057	310	305	615
Márc.	651	1647	2298	344	343	687
Ápr.	700	1511	2211	353	353	706
Máj.	788	1502	2290	395	392	787
Jún.	760	1381	2141	399	398	797
Júl.	614	1742	2356	350	351	701
Aug.	570	1725	2295	357	365	722
Szept.	581	1740	2321	281	283	564
Okt.	593	1675	2268	293	295	588
Nov.	775	1431	2206	367	366	733
Dec.	837	1420	2257	399	390	789
Év	8190	18820	27010	4184	4184	8368

II. táblázat d./

A CSAPADÉKOS ÉS CSAPADÉK NÉLKÜLI NAPOK ÉS ISMÉTLŐDÉSEK
SZÁMA SZEGEDEN. /1871-1970/.

	NAPOK SZÁMA			ISMÉTLŐDÉSEK SZÁMA		
	CSAP.	CSAP. NÉLK.	ÖSSZ.	CSAP.	CSAP. NÉLK;	ÖSSZ.
Jan.	1026	2113	3139	490	499	989
Febr.	933	1881	2814	458	456	914
Márc.	985	2107	3092	505	496	1001
Ápr.	1097	1881	2978	498	495	993
Máj.	1170	1922	3092	559	562	1121
Jún.	1077	1914	2991	556	554	1110
Júl.	836	2292	3128	496	493	989
Aug.	760	2304	3064	453	458	911
Szept.	768	2307	3075	409	414	823
Okt.	897	2195	3092	435	429	864
Nov.	1072	1921	2993	497	509	1006
Dec.	1156	1911	3067	541	532	1073
Év	11777	24748	36525	5897	5897	11794

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI,
EMPIRIKUS ÉS A HOMOGÉN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORI-
SÁGI ELOSZLÁSA.

CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. BUDAPEST, 1871-1970.

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
<i>a</i>	445	173	67	26	10	4	2	1	•	•
Jan. <i>b</i>	249	140	58	46	23	14	11	•	2	1
<i>c</i>	248	135	73	40	22	12	6	4	2	2
<i>a</i>	423	154	56	20	8	3	1	•	•	•
Febr. <i>b</i>	211	116	61	33	19	11	3	6	3	2
<i>c</i>	206	115	64	36	20	11	6	3	2	2
<i>a</i>	463	162	57	20	7	2	8	•	•	•
Márc. <i>b</i>	259	124	63	31	17	16	5	5	2	•
<i>c</i>	249	130	68	36	19	10	5	3	1	1
<i>a</i>	430	165	63	24	9	4	1	1	•	•
Ápr. <i>b</i>	235	118	69	33	24	10	10	5	1	2
<i>c</i>	228	125	69	38	21	12	6	4	2	2
<i>a</i>	446	179	72	29	12	5	2	1	•	•
Máj. <i>b</i>	295	122	74	39	26	12	10	3	1	2
<i>c</i>	275	146	77	41	22	12	6	3	2	2
<i>a</i>	438	165	62	23	9	3	1	1	•	•
Jún. <i>b</i>	282	122	68	42	22	9	2	1	3	1
<i>c</i>	271	138	70	36	18	9	5	2	1	1
<i>a</i>	458	141	44	13	4	1	•	•	•	•
Júl. <i>b</i>	321	145	55	23	10	4	1	1	•	•
<i>c</i>	328	136	56	23	10	4	2	1	•	•
<i>a</i>	454	135	40	12	4	1	•	•	•	•
Aug. <i>b</i>	296	127	65	18	10	5	2	1	•	•
<i>c</i>	299	128	55	24	10	4	2	1	•	•
<i>a</i>	441	120	32	9	2	1	•	•	•	•
Szept. <i>b</i>	221	99	62	25	16	3	1	•	•	2
<i>c</i>	222	107	52	25	12	6	3	1	1	•

. / .

f o l y t a t á s

nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
Okt. a	452	148	48	16	5	2	1	•	•	•
b	199	123	50	33	19	10	4	4	4	2
c	201	111	61	34	19	10	6	3	2	2
Nov. a	431	177	73	30	12	5	2	1	•	•
b	229	132	78	32	20	17	9	7	1	4
c	226	129	74	42	24	14	8	5	3	4
Dec. a	420	189	85	38	17	8	4	2	1	•
b	228	141	76	47	27	21	7	3	7	6
c	228	136	81	48	28	17	10	6	4	5

Megjegyzés:

a

b

c

függetlenség melletti

empirikus

Markov-lánc szerinti

}

gyakoriság

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI, EMPIRIKUS ÉS A
HOMOGEN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORISÁGI ELOSZLÁSA.
CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. BUDAPEST, 1871-1970.

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥15
Jan. a	283	173	106	65	40	24	15	9	6	3	2	1	1	1	•
Jan. b	198	95	73	43	36	22	22	19	10	6	6	5	2	•	9
Jan. c	159	113	80	57	40	28	20	14	10	7	5	4	3	2	4
Febr. a	243	154	98	62	40	25	16	10	6	4	3	2	1	1	•
Febr. b	157	101	41	32	17	23	15	16	13	11	11	6	4	1	14
Febr. c	117	87	65	49	36	27	20	15	11	8	6	5	4	3	8
Márc. a	249	162	105	68	44	29	19	12	8	5	3	2	1	1	1
Márc. b	198	84	54	45	34	23	12	13	10	14	1	4	4	4	22
Márc. c	134	100	74	55	41	30	23	17	12	9	7	5	4	3	8
Ápr. a	267	165	102	63	39	24	15	9	6	3	2	1	1	1	•
Ápr. b	172	96	54	51	26	28	14	16	15	2	6	4	4	7	8
Ápr. c	139	101	73	54	38	28	20	14	10	8	5	4	3	2	5

III. táblázat b./

. / . f o l y t a t á s

nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Máj. a	298	179	107	64	38	23	14	8	5	33	2	1	1	•	•
Máj. b	194	126	85	56	36	26	16	13	6	6	6	6	3	1	4
Máj. c	183	126	86	59	41	28	19	13	9	6	4	3	2	1	2
Jún. a	264	165	103	64	40	25	16	10	6	4	2	2	1	1	•
Jún. b	167	127	72	65	31	24	18	16	9	9	1	2	4	2	7
Jún. c	164	116	81	57	40	28	20	14	10	7	5	3	2	2	3
Júl. a	204	141	98	68	47	32	22	15	11	7	5	4	2	2	3
Júl. b	159	92	78	62	45	31	16	15	15	9	8	2	5	1	14
Júl. c	142	106	78	58	43	32	24	18	13	10	7	5	4	3	8
Aug. a	192	135	95	67	47	33	23	16	11	8	6	4	3	2	4
Aug. b	131	101	77	56	38	30	20	15	11	6	9	7	7	1	17
Aug. c	127	96	73	55	42	32	24	18	14	10	8	6	5	4	10
Szept. a	164	120	87	64	46	34	25	18	13	10	7	5	4	3	6
Szept. b	125	79	46	37	26	16	17	13	15	12	9	8	11	5	28
Szept. c	89	72	57	46	37	29	23	19	15	12	10	8	6	5	18

. / .

III. táblázat b./

. / . f o l y t a t á s

nap		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥15
Okt.	a	220	148	100	67	45	30	20	14	9	6	4	3	2	1	2
	b	134	81	40	28	36	13	20	15	11	9	8	8	5	5	26
	c	94	74	58	46	36	28	22	17	14	11	8	7	5	4	14
Nov.	a	300	177	104	62	36	21	13	7	4	3	2	1	1	•	•
	b	173	120	72	63	28	17	9	10	10	7	4	3	4	4	8
	c	159	111	78	55	38	27	19	13	9	6	5	3	2	2	3
Dec.	a	344	189	104	57	32	17	10	5	3	2	1	1	•	•	•
	b	223	119	67	44	26	23	11	12	6	7	4	4	4	1	8
	c	184	123	83	56	37	25	17	11	8	5	3	2	2	1	2

Megjegyzés:

a	függetlenség melletti	} gyakoriság
b	empirikus	
c	Markov-lánc szerinti	



AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI,
EMPIRIKUS ÉS A HOMOGÉN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORI-
SÁGI ELOSZLÁSA.

CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. DEBRECEN, 1871-1970.

nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Jan. a	464	164	58	21	7	3	1	•	•	•
Jan. b	266	124	76	38	14	6	3	3	2	4
Jan. c	258	134	69	36	19	10	5	3	1	1
Febr. a	413	141	48	16	6	2	1	•	•	•
Febr. b	227	131	50	24	17	11	7	1	•	1
Febr. c	231	117	60	30	15	8	4	2	1	1
Márc. a	471	144	44	14	4	1	•	•	•	•
Márc. b	229	126	53	21	18	10	1	4	5	2
Márc. c	225	117	61	32	17	9	4	2	1	1
Ápr. a	433	154	54	19	7	2	1	•	•	•
Ápr. b	230	118	57	41	16	15	2	2	2	2
Ápr. c	226	121	64	34	18	10	5	3	2	1
Máj. a	454	176	68	26	10	4	2	1	•	•
Máj. b	263	152	74	34	23	8	10	1	4	1
Máj. c	268	142	75	40	21	11	6	3	2	2
Jún. a	422	174	72	30	12	5	2	1	•	•
Jún. b	291	114	87	48	13	9	6	5	•	5
Jún. c	272	144	76	40	21	11	6	3	2	2
Júl. a	467	150	48	16	5	2	1	•	•	•
Júl. b	282	147	63	27	13	9	1	1	1	•
Júl. c	291	135	63	29	14	6	3	1	1	•
Aug. a	452	136	41	12	4	1	•	•	•	•
Aug. b	256	133	67	22	7	6	4	1	1	•
Aug. c	266	124	57	27	12	6	3	1	1	•
Szept. a	440	119	32	9	2	1	•	•	•	•
Szept. b	239	83	61	26	8	4	1	5	•	2
Szept. c	223	107	51	25	12	6	3	1	1	•

III. táblázat c./

. / .

f o l y t a t á s

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
<i>a</i>	437	135	42	13	4	1	•	•	•	•
Okt. <i>b</i>	197	108	48	40	16	6	7	•	2	1
<i>c</i>	197	106	57	30	16	9	5	2	1	1
<i>a</i>	427	159	59	22	8	3	1	•	•	•
Nov. <i>b</i>	210	127	59	29	16	9	9	6	3	4
<i>c</i>	206	116	66	37	21	12	7	4	2	2
<i>a</i>	418	178	76	32	14	6	2	1	1	•
Dec. <i>b</i>	230	126	90	40	21	12	7	5	5	4
<i>c</i>	229	132	76	44	25	14	8	5	3	4

Megjegyzés:

<i>a</i>	függetlenség melletti	} gyakoriság
<i>b</i>	empirikus	
<i>c</i>	Markov-lánc szerinti	

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI, EMPIRIKUS ÉS A

HOMOGEN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORISÁGI ELOSZLÁSA.

CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. DEBRECEN, 1871-1970.

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
<i>a</i>	255	164	106	68	44	29	18	12	8	5	3	2	1	1	1
Jan. <i>b</i>	171	109	63	43	36	25	24	14	12	6	8	4	6	4	11
<i>c</i>	142	104	77	56	42	30	22	16	12	9	7	5	4	3	6
<i>a</i>	214	141	93	61	40	26	17	12	8	5	3	2	1	1	1
Febr. <i>b</i>	154	89	61	33	21	22	15	17	8	9	10	7	2	3	14
<i>c</i>	118	88	66	49	37	27	20	15	11	8	6	5	4	3	8
<i>a</i>	208	144	100	69	48	33	23	16	11	8	5	4	3	2	3
Márc. <i>b</i>	150	69	47	45	33	31	19	17	8	7	8	4	4	3	30
<i>c</i>	102	80	63	49	39	30	24	19	15	12	9	7	6	4	16
<i>a</i>	238	154	99	64	41	27	17	11	7	5	3	2	1	1	1
Ápr. <i>b</i>	142	95	70	49	40	13	17	11	8	8	2	2	9	2	17
<i>c</i>	124	93	69	51	38	28	21	16	12	9	6	5	4	3	6

III. táblázat d./

. / . f o l y t a t á s

nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Máj. a	288	176	108	66	40	25	15	9	6	4	2	1	1	1	•
Máj. b	201	102	72	46	50	27	20	20	8	7	4	4	2	1	7
Máj. c	171	120	84	59	41	29	20	14	10	7	5	3	2	2	3
Jún. a	298	174	102	60	35	21	12	7	4	2	1	1	1	•	•
Jún. b	211	110	66	59	35	31	19	14	9	9	•	2	2	1	2
Jún. c	187	126	84	57	38	26	17	12	8	5	4	2	2	1	2
Júl. a	222	150	102	69	47	32	22	15	10	7	4	3	2	1	2
Júl. b	150	105	66	55	53	27	23	12	15	14	7	6	5	2	9
Júl. c	141	105	78	58	43	32	24	18	13	10	7	5	4	3	8
Aug. a	195	136	95	67	46	32	23	16	11	8	5	4	3	2	3
Aug. b	132	97	59	43	26	32	33	17	16	10	7	6	8	2	14
Aug. c	117	90	69	53	40	31	24	18	14	11	8	6	5	4	11
Szept. a	163	119	87	63	46	34	25	18	13	10	7	5	4	3	6
Szept. b	111	78	40	30	30	25	16	23	10	11	9	14	5	5	26
Szept. c	84	68	55	44	35	29	23	19	15	12	10	8	6	5	20

./.

III. táblázat d./

. / . f o l y t a t á s

nap		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Okt.	a	195	135	93	64	44	31	21	15	10	7	5	3	2	2	3
	b	114	69	40	43	22	26	22	11	11	12	9	6	4	3	26
	c	86	68	54	43	34	27	22	17	14	11	9	7	6	4	16
Nov.	a	253	159	100	63	39	25	16	10	6	4	2	2	1	1	•
	b	160	79	60	43	29	15	19	14	8	10	6	3	2	7	15
	c	121	90	67	50	37	27	20	15	11	8	6	5	3	2	6
Dec.	a	311	178	102	59	34	19	11	6	4	2	1	1	•	•	•
	b	199	115	65	47	32	22	14	11	10	5	5	6	6	•	4
	c	171	117	80	55	37	26	18	12	8	6	4	3	2	1	2

Megjegyzés: a függetlenség melletti
 b empirikus
 c Markov-lánc szerinti } gyakoriság

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI,
EMPIRIKUS ÉS A HOMOGEN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORI-
SÁGI ELOSZLÁSA.

CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. KECSKEMÉT, 1897-1970.

nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
Jan. a	340	102	30	9	3	1	.	.	.	.
Jan. b	157	86	51	21	11	7	.	2	.	1
Jan. c	163	84	43	22	11	6	3	2	1	.
Febr. a	303	93	28	9	3	1	.	.	.	.
Febr. b	151	96	33	20	7	5	5	1	1	1
Febr. c	153	78	39	20	10	5	3	1	1	.
Márc. a	334	95	27	8	2	1	.	.	.	.
Márc. b	179	92	35	20	11	5	1	.	.	1
Márc. c	182	86	40	19	9	4	2	1	.	.
Ápr. a	327	104	33	10	3	1	.	.	.	.
Ápr. b	180	83	44	24	14	3	3	1	1	.
Ápr. c	178	88	44	22	11	5	3	1	1	.
Máj. a	339	117	40	14	5	2	1	.	.	.
Máj. b	197	96	52	31	11	3	2	.	2	1
Máj. c	198	99	49	25	12	6	3	2	1	.
Jún. a	316	112	40	14	5	2	1	.	.	.
Jún. b	220	84	59	15	12	3	2	1	1	2
Jún. c	210	100	47	22	11	5	2	1	1	.
Júl. a	336	88	23	6	2	.	.	.	.	.
Júl. b	195	94	35	12	8	4	2	.	.	.
Júl. c	200	86	37	16	7	3	1	1	.	.
Aug. a	322	80	20	5	1	.	.	.	.	.
Aug. b	221	89	28	13	4	1	.	.	1	.
Aug. c	224	84	31	12	4	2	1	.	.	.
Szept. a	326	82	20	5	1	.	.	.	.	.
Szept. b	155	58	36	19	10	1	.	2	.	.
Szept. c	136	70	36	19	9	5	3	1	1	.



. / .

f o l y t a t á s

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
<i>a</i>	323	85	22	6	2	•	•	•	•	•
Okt. <i>b</i>	140	79	47	11	6	1	4	1	3	1
<i>c</i>	145	73	37	19	10	5	2	1	1	•
<i>a</i>	326	115	40	14	5	2	1	•	•	•
Nov. <i>b</i>	172	95	48	28	12	7	2	•	1	2
<i>c</i>	174	92	48	25	13	7	4	2	1	1
<i>a</i>	331	123	46	17	6	2	1	•	•	•
Dec. <i>b</i>	194	99	52	29	7	5	7	2	1	3
<i>c</i>	190	100	52	27	14	8	4	2	1	1

Megjegyzés:

<i>a</i> függetlenség melletti	} gyakoriság
<i>b</i> empirikus	
<i>c</i> Markov-lánc szerinti	

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI, EMPIRIKUS ÉS A
HOMOGEN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORISÁGI ELOSZTLÁSA.
CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. KECSKEMÉT, 1897-1970.

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Jan. a	145	102	71	50	35	24	17	12	8	6	4	3	2	1	3
Jan. b	81	59	54	31	30	16	12	10	6	8	6	6	7	2	15
Jan. c	73	57	45	36	28	22	17	14	11	8	7	5	4	3	12
Febr. a	134	93	64	45	31	22	15	10	7	5	4	2	2	1	2
Febr. b	84	55	45	29	14	8	8	11	10	4	11	3	3	5	15
Febr. c	65	51	40	32	25	20	15	12	10	8	6	5	4	3	9
Márc. a	132	95	68	49	35	25	18	13	9	7	5	3	2	2	4
Márc. b	112	46	28	34	22	24	14	11	6	5	8	3	6	4	20
Márc. c	71	57	45	35	28	22	18	14	11	9	7	6	4	3	12
Ápr. a	152	104	71	48	33	23	15	10	7	5	3	2	2	1	2
Ápr. b	88	69	55	35	24	13	14	12	6	5	7	1	7	2	15
Ápr. c	82	63	48	37	28	22	17	13	10	8	6	4	3	3	8

III. táblázat f./

. / .

f o l y t a t á s

nap		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥15
Máj.	a	178	117	76	50	33	22	14	9	6	4	3	2	1	1	1
	b	115	74	53	39	28	20	17	11	6	6	7	2	2	1	11
	c	102	76	56	41	30	23	17	12	9	7	5	4	3	2	5
Jún.	a	174	112	72	47	30	19	12	8	5	3	2	1	1	1	•
	b	111	79	67	34	35	29	9	9	7	3	4	2	3	2	4
	c	115	82	58	41	29	21	15	11	8	5	4	3	2	1	3
Júl.	a	118	88	65	48	35	26	19	14	11	8	6	4	3	2	6
	b	75	58	51	22	35	29	16	13	8	5	9	6	2	1	21
	c	71	56	45	36	29	23	18	15	12	9	8	6	5	4	14
Aug.	a	106	80	60	45	34	26	19	14	11	8	6	5	4	3	8
	b	84	62	42	40	30	24	14	5	14	8	9	8	9	3	13
	c	77	61	48	38	30	24	19	15	12	9	7	6	4	4	12
Szept.	a	109	82	61	46	34	26	19	14	11	8	6	5	3	3	7
	b	65	43	27	21	18	9	13	8	11	11	8	11	9	2	27
	c	46	38	32	27	23	19	16	13	11	9	8	6	6	5	23

./.

III. táblázat f./

. / . f o l y t a t á s

nap		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Okt.	a	114	85	62	46	34	25	19	14	10	8	6	4	3	2	6
	b	76	52	32	18	16	8	15	11	9	9	6	3	5	7	28
	c	52	43	35	29	24	20	16	13	11	9	8	6	5	4	18
Nov.	a	177	115	74	48	31	20	13	9	6	4	2	2	1	1	•
	b	104	85	43	36	25	12	8	12	8	7	3	6	5	2	10
	c	94	70	52	39	29	21	16	12	9	7	5	4	3	2	6
Dec.	a	195	123	77	49	31	19	12	8	5	3	2	1	1	1	•
	b	121	85	62	26	25	15	9	11	5	7	5	5	5	1	8
	c	107	78	56	41	30	22	16	11	8	6	4	3	2	2	4

Megjegyzés:

a	függetlenség melletti	}	gyakoriság
b	empirikus		
c	Markov-lánc szerinti		

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI,
EMPIRIKUS ÉS A HOMOGÉN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORI-
SÁGI ELOSZLÁSA.

CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. SZEGED, 1871-1970.

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
<i>a</i>	465	152	50	16	5	2	1	•	•	•
Jan. <i>b</i>	227	129	73	28	13	8	7	2	1	2
<i>c</i>	234	122	64	33	17	9	5	2	1	1
<i>a</i>	417	138	46	15	5	2	1	•	•	•
Febr. <i>b</i>	222	127	50	25	15	10	5	1	1	2
<i>c</i>	225	114	58	30	15	8	4	2	1	1
<i>a</i>	457	146	46	15	5	2	1	•	•	•
Márc. <i>b</i>	260	127	59	32	15	4	4	1	1	2
<i>c</i>	259	126	62	30	15	7	4	2	1	•
<i>a</i>	438	161	59	22	8	3	1	•	•	•
Ápr. <i>b</i>	203	152	63	50	13	9	3	•	1	4
<i>c</i>	226	123	67	37	20	11	6	3	2	2
<i>a</i>	452	171	65	24	9	4	1	1	•	•
Máj. <i>b</i>	257	159	65	36	20	11	6	2	•	3
<i>c</i>	267	140	73	38	20	10	5	3	2	1
<i>a</i>	441	159	57	21	7	3	1	•	•	•
Jún. <i>b</i>	288	150	58	32	7	10	4	3	1	3
<i>c</i>	287	139	67	32	16	8	4	2	1	•
<i>a</i>	449	120	32	9	2	1	•	•	•	•
Júl. <i>b</i>	302	108	47	27	7	3	•	2	•	•
<i>c</i>	294	120	49	20	8	3	1	1	•	•
<i>a</i>	430	107	26	7	2	•	•	•	•	•
Aug. <i>b</i>	267	113	49	11	7	4	1	•	•	1
<i>c</i>	270	109	44	19	7	3	1	1	•	•
<i>a</i>	432	108	27	7	2	•	•	•	•	•
Szept. <i>b</i>	226	95	47	22	10	2	3	1	1	2
<i>c</i>	218	102	48	22	10	5	2	1	1	•

. / .

f o l y t a t á s

nap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
a	452	131	38	11	3	1	•	•	•	•
Okt. b	216	115	47	27	10	5	8	2	3	2
c	211	109	56	29	15	8	4	2	1	1
a	442	158	57	20	7	3	1	•	•	•
Nov. b	237	119	64	37	19	8	3	3	4	3
c	230	124	66	36	19	10	6	3	2	1
a	449	169	64	24	9	3	1	1	•	•
Dec. b	255	133	73	35	19	13	7	•	6	•
c	253	135	72	38	20	11	6	3	2	2

Megjegyzés:

a függetlenség melletti

b empirikus

c Markov-lánc szerinti

}

gyakoriság

AZ ISMÉTLŐDÉSEKNEK AZ ESEMÉNYEK FÜGGETLENSÉGE MELLETTI, EMPIRIKUS ÉS A
HOMOGEN MARKOV-LÁNCOK SZERINTI GYAKORISÁGI ELOSZLÁSA.

CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. SZEGED, 1871-1970.

<i>nap</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Jan. a	226	152	102	69	46	31	21	14	10	6	4	3	2	1	2
Jan. b	133	97	73	42	39	20	19	12	13	10	5	8	11	2	15
Jan. c	118	90	69	52	40	31	23	18	14	10	8	6	5	4	11
Febr. a	207	138	92	62	41	28	18	12	8	6	4	2	2	1	2
Febr. b	154	79	58	36	18	20	20	9	18	9	7	4	5	•	19
Febr. c	110	84	63	48	36	28	21	16	12	9	7	5	4	3	8
Márc. a	214	146	99	68	46	31	21	15	10	7	5	3	2	2	3
Márc. b	162	81	57	53	34	22	13	8	9	3	7	11	5	9	22
Márc. c	117	89	68	52	40	30	23	18	14	10	8	6	5	4	11
Ápr. a	255	161	102	64	41	26	16	10	6	4	3	2	1	1	•
Ápr. b	137	110	62	49	32	33	12	16	8	4	5	7	6	4	10
Ápr. c	130	96	71	52	38	28	21	15	11	8	6	4	3	2	6

III. táblázat h./

. / . f o l y t a t á s

nap		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥15
Máj.	a	275	171	106	66	41	26	16	10	6	4	2	2	1	1	•
	b	185	114	85	46	36	24	16	19	5	5	7	1	5	3	11
	c	164	116	82	58	41	29	21	15	10	7	5	4	3	2	4
Jún.	a	248	159	102	65	42	27	17	11	7	4	3	2	1	1	1
	b	168	123	73	54	34	22	20	24	8	8	7	4	1	•	8
	c	160	114	81	58	41	29	21	15	10	7	5	4	3	2	4
Júl.	a	164	120	88	64	47	35	25	19	14	10	7	5	4	3	7
	b	114	94	60	50	34	30	29	14	12	11	3	8	6	3	25
	c	106	83	65	51	40	32	25	20	15	12	9	7	6	5	16
Aug.	a	142	107	80	60	45	34	26	19	14	11	8	6	5	4	11
	b	94	69	75	35	37	36	24	12	16	14	6	8	6	2	24
	c	91	73	58	47	38	30	24	19	16	12	10	8	6	5	19
Szept.	a	144	108	81	61	46	34	26	19	14	11	8	6	5	3	10
	b	100	62	48	33	22	22	19	17	14	10	10	8	9	6	34
	c	74	61	50	41	34	28	23	19	15	12	10	8	7	6	25

./.

III. táblázat h./

. / . f o l y t a t á s

nap		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
Okt.	a	185	131	93	66	47	33	24	17	12	8	6	4	3	2	5
	b	116	73	49	35	24	26	18	12	10	5	4	10	6	4	37
	c	84	68	54	44	35	28	23	18	15	12	10	8	6	5	19
Nov.	a	246	158	102	65	42	27	17	11	7	5	3	2	1	1	1
	b	153	110	76	47	22	16	27	13	8	8	6	5	2	1	15
	c	135	99	73	54	39	29	21	16	12	8	6	5	3	2	6
Dec.	a	272	169	105	66	41	26	16	10	6	4	2	2	1	1	•
	b	181	96	80	37	43	25	11	8	10	9	5	5	4	3	15
	c	148	107	77	56	40	29	21	15	11	8	6	4	3	2	5

Megjegyzés:

a	függetlenség melletti	} gyakoriság
b	empirikus	
c	Markov-lánc szerinti	

AZ ALAP- ÉS ÁTMENETVALÓSZÍNÜSÉGEK, VALAMINT A
KAPCSOLÓDÁSI MÉRTÉKSZÁM ÉRTÉKEI BUDAPESTEN;
/1871-1970/.

	p	q	λ	$1-\lambda$	μ	$1-\mu$	Δ
Jan.	38,9	61,1	45,7	54,3	29,1	70,9	0,2519
Febr.	36,5	63,5	44,4	55,6	25,3	74,7	0,3026
Márc.	35,0	65,0	47,7	52,3	25,7	74,3	0,2662
Ápr.	38,3	61,7	44,9	55,1	27,7	72,3	0,2745
Máj.	40,0	60,0	47,0	53,0	31,4	68,6	0,2158
Jún.	37,6	62,4	49,0	51,0	29,7	70,3	0,2130
Júl.	30,8	69,2	58,5	41,5	25,7	74,3	0,1575
Aug.	29,7	70,3	57,0	43,0	24,2	75,8	0,1881
Szept.	27,1	72,9	51,7	48,3	20,0	80,0	0,2829
Okt.	32,8	67,2	44,8	55,2	21,4	78,6	0,3375
Nov.	41,0	59,0	42,7	57,3	29,8	70,2	0,2750
Dec.	45,0	55,0	40,5	59,5	32,9	67,1	0,2655

AZ ALAP- ÉS ÁTMENETVALÓSZINŰSÉGEK, VALAMINT A
KAPCSOLÓDÁSI MÉRTÉKSZÁM ÉRTÉKEI DEBRECENBEN;
/1871-1970/.

	p	q	λ	$1-\lambda$	μ	$1-\mu$	Δ
Jan.	35,4	64,6	48,2	51,8	26,4	73,6	0,2540
Febr.	34,2	65,8	49,2	50,8	25,3	74,7	0,2545
Márc.	30,7	69,3	47,9	52,1	21,4	78,6	0,3064
Ápr.	35,5	64,5	46,6	53,4	25,7	74,3	0,2769
Máj.	38,8	61,2	47,0	53,0	29,9	70,1	0,2308
Jún.	41,3	58,7	47,1	52,9	32,7	67,3	0,2015
Júl.	32,2	67,8	53,5	46,5	25,7	74,3	0,2078
Aug.	30,1	69,9	53,6	46,4	23,4	76,6	0,2303
Szept.	27,0	73,0	52,0	48,0	19,4	80,6	0,2858
Okt.	30,9	69,1	46,4	53,6	20,4	79,6	0,3310
Nov.	37,2	62,8	43,5	56,5	25,7	74,3	0,3076
Dec.	42,6	57,4	42,4	57,6	31,6	68,4	0,2593

AZ ALAP- ÉS ÁTMENETVALÓSZÍNÜSÉGEK, VALAMINT A
KAPCSOLÓDÁSI MÉRTÉKSZÁM ÉRTÉKEI KECSKEMÉTEN.
/1897-1970/.

	p	q	λ	$1-\lambda$	μ	$1-\mu$	Δ
Jan.	30,0	70,0	48,6	51,4	21,2	78,8	0,3025
Febr.	30,6	69,4	49,3	50,7	21,4	78,6	0,2936
Márc.	28,3	71,7	52,8	47,2	20,8	79,2	0,2633
Ápr.	31,7	68,3	50,4	49,6	23,4	76,6	0,2621
Máj.	34,4	65,6	50,1	49,9	26,1	73,9	0,2378
Jún.	35,5	64,5	52,5	47,5	28,8	71,2	0,1868
Júl.	26,1	73,9	57,0	43,0	20,2	79,8	0,2285
Aug.	24,8	75,2	62,6	37,4	21,2	78,8	0,1621
Szept.	25,0	75,0	48,4	51,6	16,3	83,7	0,3537
Okt.	26,2	73,8	49,4	50,6	17,6	82,4	0,3298
Nov.	35,1	64,9	47,4	52,6	25,6	74,4	0,2707
Dec.	37,1	62,9	47,7	52,3	27,5	72,5	0,2486

IV. táblázat d./

AZ ALAP- ÉS ÁTMENETVALÓSZÍNŰSÉGEK, VALAMINT A
KAPCSOLÓDÁSI MÉRTÉKSZÁM ÉRTÉKEI SZEGEDEN;
/1871-1970/.

	p	q	λ	$1-\lambda$	μ	$1-\mu$	Δ
Jan.	32,7	67,3	47,8	52,2	23,6	76,4	0,2863
Febr.	33,2	66,8	49,1	50,9	24,2	75,8	0,2667
Márc.	31,9	68,1	51,3	48,7	23,5	76,5	0,2519
Ápr.	36,8	63,2	45,4	54,6	26,3	73,7	0,2829
Máj.	37,8	62,2	47,8	52,2	29,2	70,8	0,2298
Jún.	36,0	64,0	51,6	48,4	28,9	71,1	0,1943
Júl.	26,7	73,3	59,3	40,7	21,5	78,5	0,1916
Aug.	24,8	75,2	59,6	40,4	19,9	80,1	0,2052
Szept.	25,0	75,0	53,3	46,7	17,9	82,1	0,2880
Okt.	29,0	71,0	48,5	51,5	19,5	80,5	0,3196
Nov.	35,8	64,2	46,4	53,6	26,5	73,5	0,2714
Dec.	37,7	62,3	46,8	53,2	27,8	72,2	0,2536



A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT

EREDMÉNYEI.

CSAPADEKOS ISMÉTLŐDÉSEK. BUDAPEST, 1871-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	189,12	5		4,55	6	●
Febr.	209,86	4		0,65	6	●
Márc.	152,16	5		6,35	7	●
Ápr.	211,43	5		4,69	7	●
Máj.	139,11	5		9,15	7	●
Jún.	126,02	5		4,69	6	●
Júl.	75,74	4		0,91	5	●
Aug.	107,89	4		3,50	5	●
Szept.	243,63	3		6,13	5	●
Okt.	317,11	4		3,41	6	●
Nov.	224,42	5		5,51	8	●
Dec.	168,88	7		2,59	8	●

A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT

EREDMÉNYEI.

CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. BUDAPEST, 1871-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	146,03	9		22,00	12	●
Febr.	239,38	9		53,55	13	
Márc.	194,55	10		81,22	12	
Ápr.	177,67	9		32,78	11	
Máj.	113,19	9		8,42	11	●
Jún.	83,65	9		11,07	11	●
Júl.	57,31	12		12,83	12	●
Aug.	68,15	11		10,24	14	●
Szept.	171,49	13		42,20	16	
Okt.	339,87	11		62,37	15	
Nov.	163,49	8		27,85	11	
Dec.	201,90	8		35,59	11	

A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT
EREDMÉNYEI.
CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. DEBRECEN, 1871-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	153,69	4		5,13	6	●
Febr.	175,67	4		6,13	6	●
Márc.	376,93	4		7,76	6	●
Ápr.	213,33	4		5,89	6	●
Máj.	144,80	5		5,53	7	●
Jún.	111,49	5		15,47	7	●
Júl.	121,70	4		1,64	5	●
Aug.	149,08	4		5,99	6	●
Szept.	225,33	3		9,96	5	●
Okt.	339,94	4		5,90	6	●
Nov.	221,03	4		9,23	7	●
Dec.	160,72	5		4,84	8	●

A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT
EREDMÉNYEI.

CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. DEBRECEN, 1871-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	165,75	11		20,30	12	●
Febr.	173,02	10		35,44	13	
Márc.	256,93	12		56,17	14	
Ápr.	154,56	10		26,04	11	
Máj.	122,34	9		18,91	11	●
Jún.	105,95	8		15,59	10	●
Júl.	93,43	11		9,96	13	●
Aug.	100,66	12		22,41	14	●
Szept.	171,48	13		35,47	16	
Okt.	243,00	12		30,07	14	
Nov.	215,08	9		49,75	12	
Dec.	182,07	8		18,81	11	●

A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT
EREDMÉNYEI.
CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. KECSKEMÉT, 1897-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	159,71	4		2,14	5	●
Febr.	133,75	3		4,47	6	●
Márc.	140,67	3		1,59	5	●
Ápr.	147,13	3		1,71	5	●
Máj.	102,62	4		3,14	5	●
Jún.	66,39	4		8,42	5	●
Júl.	106,73	3		2,32	5	●
Aug.	64,06	3		0,85	4	●
Szept.	222,19	3		6,61	4	●
Okt.	177,64	3		8,45	5	●
Nov.	123,83	4		1,68	6	●
Dec.	99,08	4		7,99	6	●

A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT

EREDMÉNYEI.

CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. KECSKEMÉT, 1897-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	121,59	11		11,77	13	●
Febr.	123,97	10		28,72	12	
Márc.	123,06	12		48,54	13	
Ápr.	101,66	10		17,75	12	●
Máj.	78,85	10		12,84	12	●
Jún.	56,75	9		10,91	10	●
Júl.	71,97	12		23,44	14	●
Aug.	33,11	13		13,37	14	●
Szept.	162,26	13		30,88	16	●
Okt.	171,10	12		40,48	15	
Nov.	114,60	9		18,05	12	●
Dec.	123,79	9		21,79	11	●

A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT
EREDMÉNYEI.

CSAPADÉKOS ISMÉTLŐDÉSEK. SZEGED, 1871-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	223,00	4		4,69	6	●
Febr.	183,58	4		4,08	6	●
Márc.	155,46	4		0,58	5	●
Ápr.	189,50	4		18,72	6	
Máj.	147,08	5		4,40	7	●
Jún.	85,64	4		9,93	6	●
Júl.	117,11	3		4,07	5	●
Aug.	107,47	3		3,67	5	●
Szept.	228,39	3		0,80	5	●
Okt.	244,91	3		10,95	6	●
Nov.	196,47	4		0,99	6	●
Dec.	197,11	5		1,02	7	●



A χ^2 -PRÓBÁVAL VÉGZETT ILLESZKEDÉSVIZSGÁLATEREDMÉNYEI.CSAPADÉK NÉLKÜLI ISMÉTLŐDÉSEK. SZEGED, 1871-1970.

	FÜGGETLENSÉGI			M A R K O V		
	χ^2	SZF	É	χ^2	SZF	É
Jan.	196,94	11		22,86	14	●
Febr.	168,79	11		44,51	12	
Márc.	234,60	11		62,56	13	
Ápr.	155,91	9		22,12	12	●
Máj.	116,11	9		23,73	12	●
Jún.	84,49	10		13,09	12	●
Júl.	86,44	12		25,56	13	●
Aug.	65,34	14		22,60	15	●
Szept.	151,65	14		22,29	17	●
Okt.	315,36	12		58,09	14	
Nov.	138,67	10		25,96	12	●
Dec.	181,64	9		42,10	11	

AZ $\frac{A^I}{A}$ HÁNYADOS ÉRTÉKEI BUDAPESTEN.

/1871-1970/.

	CSAPADÉKOS		CSAPADÉK NÉLKÜLI	
	$\frac{A^I}{A}$	Független- ségi inter- vallum	$\frac{A^I}{A}$	Független- ségi inter- vallum
Jan.	1,3386	0,9586-1,0452	1,3337	0,9364-1,0729
Febr.	1,4305	0,9593-1,0443	1,4398	0,9312-1,0798
Márc.	1,3628	0,9622-1,0410	1,3628	0,9318-1,0789
Ápr.	1,3742	0,9582-1,0456	1,3851	0,9345-1,0754
Máj.	1,2752	0,9578-1,0460	1,2752	0,9382-1,0706
Jún.	1,2724	0,9592-1,0445	1,2678	0,9340-1,0760
Júl.	1,1817	0,9653-1,0373	1,1988	0,9254-1,0877
Aug.	1,2331	0,9661-1,0363	1,2284	0,9234-1,0905
Szept.	1,4103	0,9680-1,0342	1,3535	0,9184-1,0976
Okt.	1,4995	0,9635-1,0394	1,5303	0,9278-1,0844
Nov.	1,3825	0,9565-1,0477	1,3748	0,9386-1,0700
Dec.	1,3570	0,9534-1,0513	1,3668	0,9437-1,0635

AZ $\frac{A'}{A}$ HÁNYADOS ÉRTÉKEI DEBRECENBEN.

/1871-1970/.

	CSAPADÉKOS		CSAPADÉK NÉLKÜLI	
	$\frac{A'}{A}$	Független- ségi inter- vallum	$\frac{A'}{A}$	Független- ségi inter- vallum
Jan.	1,3405	0,9618-1,0413	1,3405	0,9326-1,0779
Febr.	1,3374	0,9607-1,0427	1,3489	0,9269-1,0856
Márc.	1,4474	0,9659-1,0366	1,4291	0,9261-1,0868
Ápr.	1,3829	0,9605-1,0429	1,3829	0,9305-1,0807
Máj.	1,3008	0,9590-1,0447	1,2986	0,9368-1,0723
Jún.	1,2452	0,9558-1,0485	1,2627	0,9384-1,0702
Júl.	1,2660	0,9645-1,0382	1,2545	0,9281-1,0840
Aug.	1,3031	0,9657-1,0368	1,2901	0,9239-1,0898
Szept.	1,4038	0,9680-1,0341	1,3908	0,9181-1,0980
Okt.	1,4872	0,9644-1,0383	1,5121	0,9238-1,0898
Nov.	1,4420	0,9590-1,0447	1,4481	0,9327-1,0778
Dec.	1,3511	0,9548-1,0497	1,3486	0,9401-1,0680

AZ $\frac{A'}{A}$ HÁNYADOS ÉRTÉKEI KECSKEMÉTEN.
/1897-1970/.

	CSAPADÉKOS		CSAPADÉK NÉLKÜLI	
	$\frac{A'}{A}$	Független- ségi inter- vallum	$\frac{A'}{A}$	Független- ségi inter- vallum
Jan.	1,4426	0,9608-1,0426	1,4131	0,9129-1,1055
Febr.	1,4086	0,9680-1,0459	1,4317	0,9094-1,1107
Márc.	1,3563	0,9621-1,0410	1,3603	0,9095-1,1105
Ápr.	1,3552	0,9584-1,0454	1,3552	0,9143-1,1034
Máj.	1,3085	0,9566-1,0476	1,3185	0,9203-1,0948
Jún.	1,2286	0,9541-1,0505	1,2317	0,9196-1,0958
Júl.	1,2971	0,9646-1,0381	1,2934	0,9057-1,1162
Aug.	1,2000	0,9652-1,0373	1,1738	0,9018-1,1223
Szept.	1,5500	0,9653-1,0373	1,5391	0,9027-1,1208
Okt.	1,4947	0,9639-1,0389	1,4846	0,9043-1,1184
Nov.	1,3698	0,9551-1,0493	1,3736	0,9201-1,0950
Dec.	1,3198	0,9538-1,0510	1,3503	0,9240-1,0896

AZ $\frac{A^I}{A}$ HÁNYADOS ÉRTÉKEI SZEGEDEN;
/1871-1970/.

	CSAPADÉKOS		CSAPADÉK NÉLKÜLI	
	$\frac{A^I}{A}$	Független- ségi inter- vallum	$\frac{A^I}{A}$	Független- ségi inter- vallum
Jan.	1,4095	0,9640-1,0388	1,3841	0,9286-1,0832
Febr.	1,3617	0,9617-1,0415	1,3677	0,9257-1,0873
Márc.	1,3291	0,9644-1,0383	1,3533	0,9269-1,0857
Ápr.	1,3914	0,9597-1,0438	1,3998	0,9328-1,0776
Máj.	1,3010	0,9596-1,0439	1,2941	0,9353-1,0743
Jún.	1,2396	0,9605-1,0429	1,2440	0,9319-1,0789
Júl.	1,2350	0,9686-1,0335	1,2425	0,9184-1,0975
Aug.	1,2616	0,9698-1,0321	1,2478	0,9138-1,1042
Szept.	1,4088	0,9697-1,0322	1,3918	0,9143-1,1035
Okt.	1,4639	0,9667-1,0357	1,4843	0,9222-1,0922
Nov.	1,3844	0,9606-1,0427	1,3518	0,9316-1,0792
Dec.	1,3314	0,9596-1,0440	1,3539	0,9349-1,0749

AZ $\overline{A'/A}$ HÁNYADOS TERÜLETI ÁTLAGÉRTÉKEI;

	$\overline{A'/A}$	
	CSAPADÉKOS	CSAPADÉK NÉLKÜLI
Jan.	1,3828	1,3678
Febr.	1,3846	1,3970
Márc.	1,3739	1,3764
Ápr.	1,3759	1,3808
Máj.	1,2964	1,2966
Jún.	1,2464	1,2516
Júl.	1,2450	1,2473
Aug.	1,2494	1,2350
Szept.	1,4432	1,4188
Okt.	1,4863	1,5028
Nov.	1,3947	1,3871
Dec.	1,3398	1,3549

AZ ISMÉTLŐDÉSEK VALÓDI ÁTLAGOS HOSSZUSÁGAINAK / A' /,
VALAMINT AZ A'/A HÁNYADOSOK VARIÁCIÓS EGYÜTTTHATÓI
AZ ALFÖLDÖN.

	C S A P A D É K O S		CSAPADÉK NÉLKÜLI	
	A'	A'/A	A'	A'/A
Jan.	2,39	3,24	11,99	2,53
Febr.	3,93	2,52	7,18	2,88
Márc.	3,89	3,22	8,17	2,14
Ápr.	3,96	1,15	6,06	0,80
Máj.	1,30	0,75	6,88	1,19
Jún.	4,30	1,57	4,81	0,74
Júl.	3,98	3,30	10,71	2,70
Aug.	6,05	3,16	7,81	3,44
Szept.	4,29	4,32	8,21	5,02
Okt.	3,85	1,09	7,39	1,42
Nov.	3,71	1,91	6,05	2,56
Dec.	6,42	1,27	7,60	0,53

VII. táblázat

A c_1 ÉS α ÉRTÉKEI BUDAPESTEN /1931-1972/
ÉS SZEGEDEN /1931-1970/.

	B U D A P E S T		S Z E G E D	
	c_1	α	c_1	α
Jan.	3,2	1,0225	3,0	1,0037
Febr.	3,8	0,9995	3,1	1,0361
Márc.	3,6	1,0427	3,2	1,1107
Ápr.	4,3	1,0204	3,9	1,0604
Máj.	5,4	1,0922	4,9	1,0401
Jún.	6,3	0,9834	5,8	1,0122
Júl.	5,7	1,0095	5,6	1,1637
Aug.	5,4	1,1672	6,1	1,1553
Szept.	4,9	1,0599	5,6	1,0250
Okt.	5,0	1,0443	4,7	1,0550
Nov.	5,2	1,1391	4,5	0,9730
Dec.	3,8	1,0405	3,4	1,1074

VIII. táblázat

A Q_n HÁNYADOS TERÜLETI ÁTLAGÉRTÉKEI.

/BUDAPEST, 1931-1972., SZEGED, 1931-1970./.

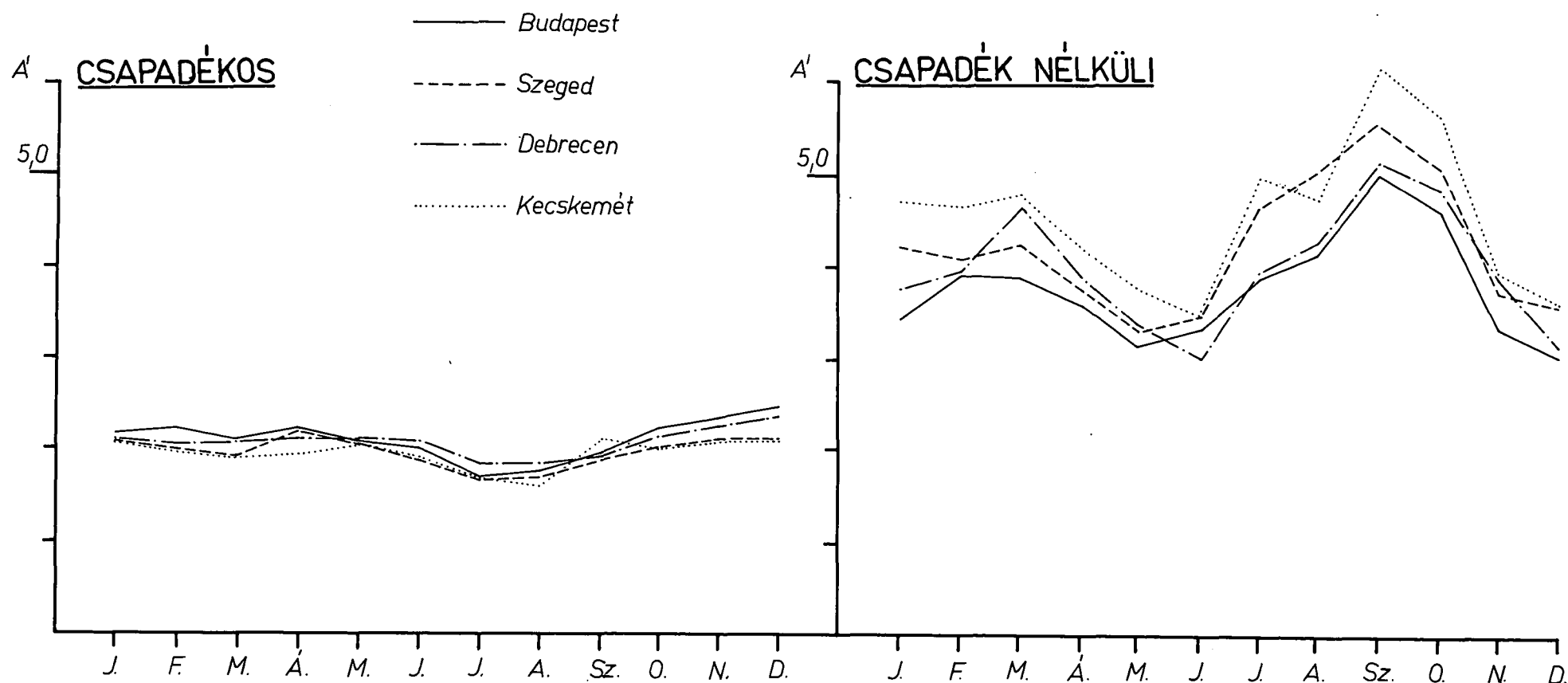
	$\overline{Q_n}$				
n	1	2	3	4	5
Jan.	1,0	0,9910	0,9858	0,9821	0,9792
Febr.	1,0	0,9878	0,9808	0,9759	0,9722
Márc.	1,0	0,9485	0,9198	0,9001	0,8852
Ápr.	1,0	0,9725	0,9568	0,9459	0,9375
Máj.	1,0	0,9553	0,9303	0,9130	0,8998
Jún.	1,0	1,0016	1,0026	1,0032	1,0038
Júl.	1,0	0,9431	0,9125	0,8919	0,8766
Aug.	1,0	0,8943	0,8377	0,7997	0,7715
Szept.	1,0	0,9711	0,9546	0,9431	0,9343
Okt.	1,0	0,9662	0,9469	0,9335	0,9232
Nov.	1,0	0,9635	0,9442	0,9314	0,9219
Dec.	1,0	0,9503	0,9226	0,9035	0,8891

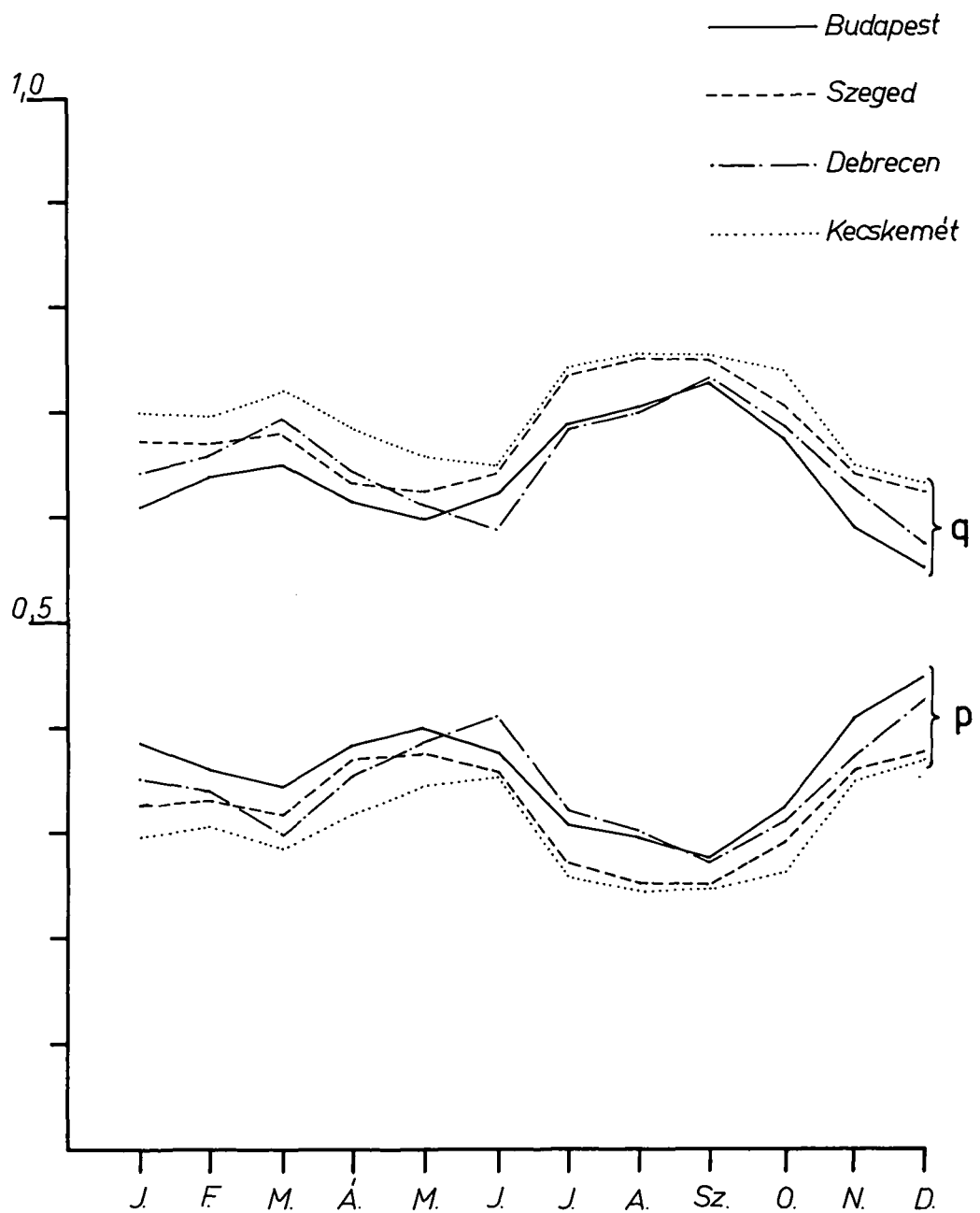
IX. táblázat

A SCHMIDT-FÉLE SZÁRAZSÁGI SZÁMOK EMPIRIKUS ÉRTÉKEI.
/BUDAPEST, 1871-1970., DEBRECEN, 1871-1970., KECS-
KEMÉT, 1897-1970., SZEGED, 1871-1970./.

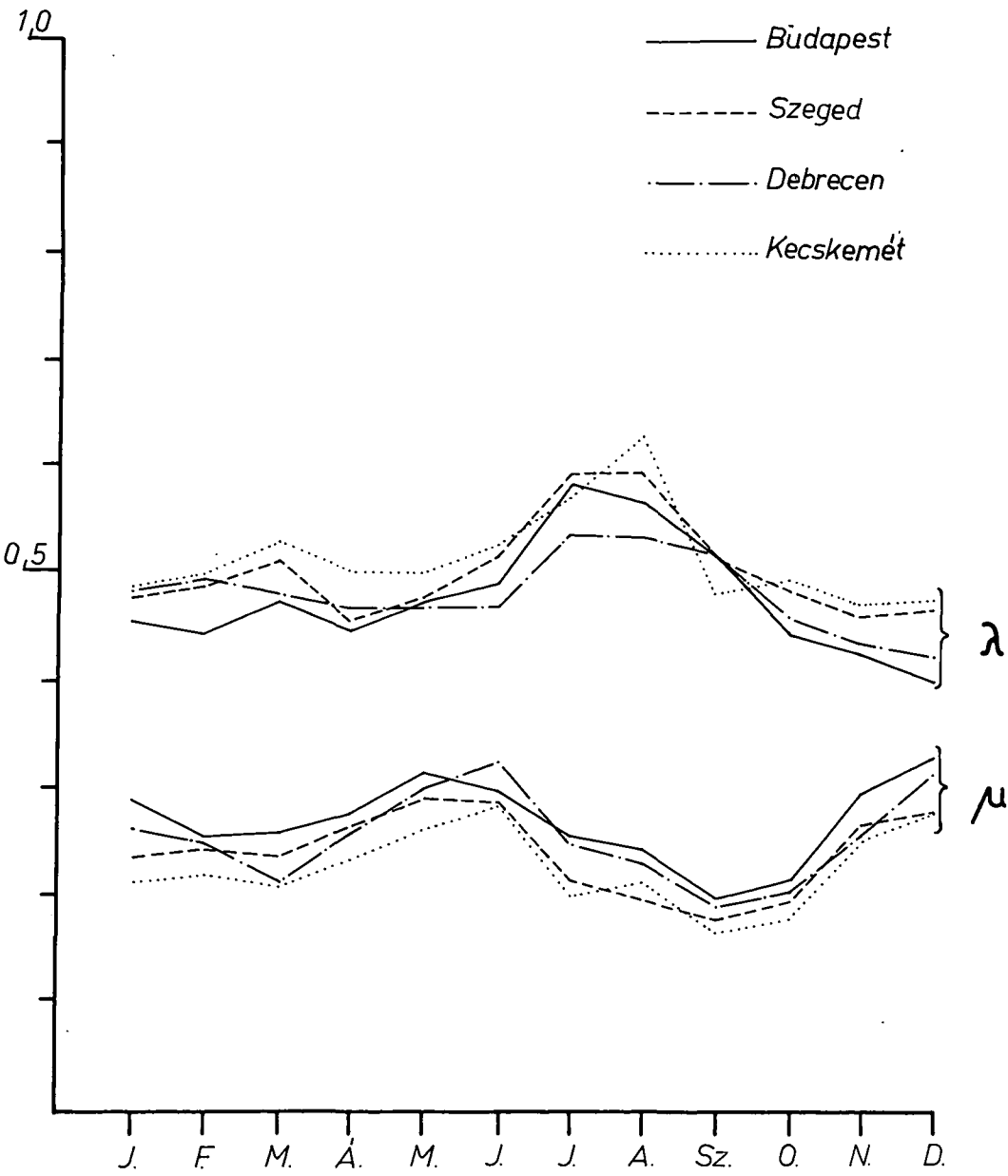
	BUDA- PEST	DEBRE- CEN	KECS- KEMÉT	SZEGED
Jan.	72,49	88,56	120,84	104,99
Febr.	85,77	87,47	113,30	95,48
Márc.	102,12	127,34	147,96	109,99
Ápr.	74,40	85,79	96,53	77,47
Máj.	63,90	66,91	85,05	72,78
Jún.	67,14	54,06	65,36	69,08
Júl.	88,83	84,23	124,78	114,74
Aug.	95,40	95,45	111,53	122,72
Szept.	130,28	130,65	153,28	138,83
Okt.	106,35	112,16	148,74	129,45
Nov.	70,53	83,81	86,47	88,24
Dec.	59,96	60,18	81,77	77,47

Á B R Á K

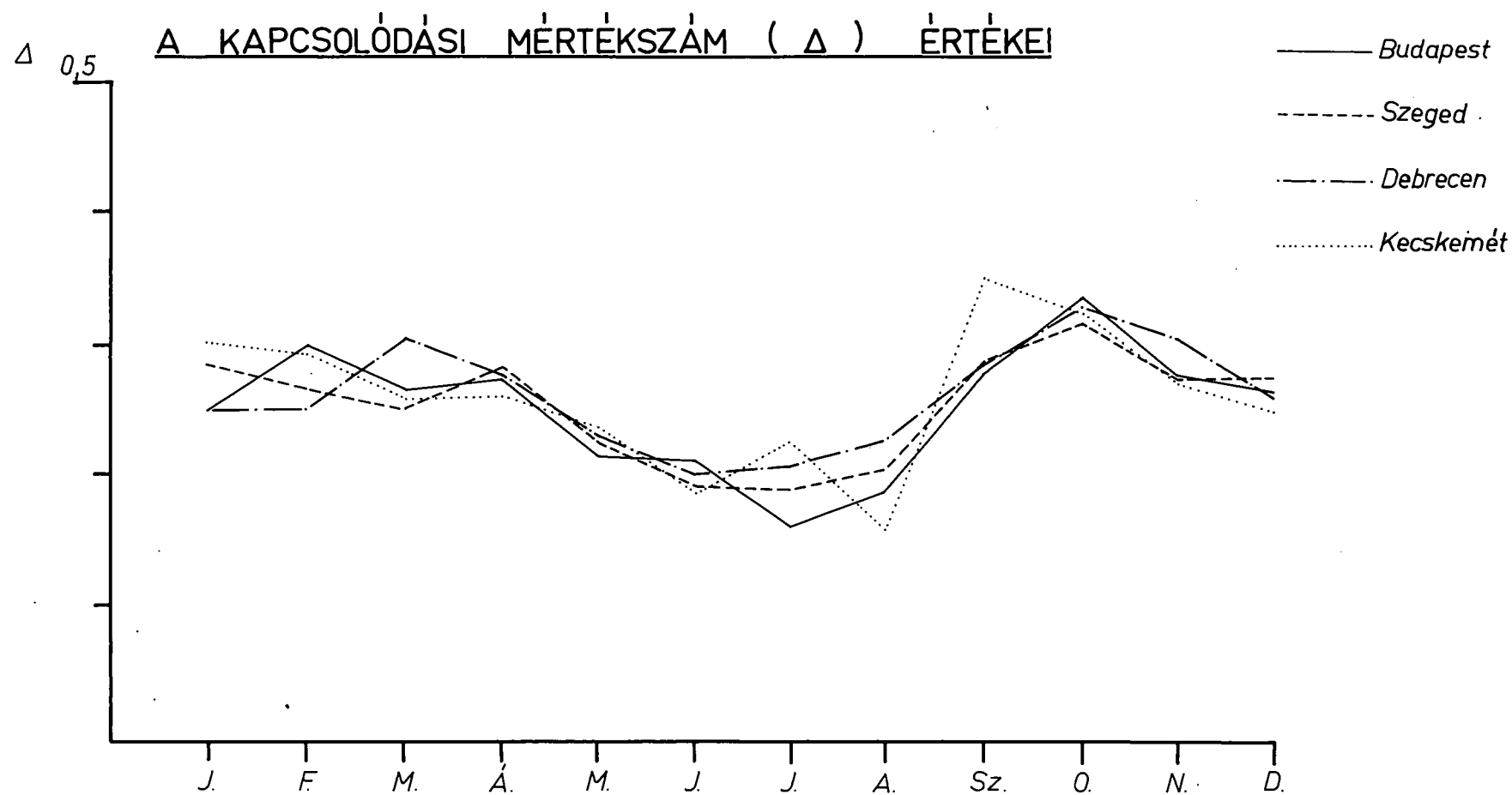
AZ ISMÉTLÖDÉSEK VALÓDI ÁTLAGOS HOSSZÚSÁGA (A')

AZ ALAPVALÓSZÍNŰSÉGEK (p ÉS q) ÉRTÉKEI

AZ ÁTMENETVALÓSZÍNÜSÉGEK (λ ÉS μ) ÉRTÉKEI



4. ábra

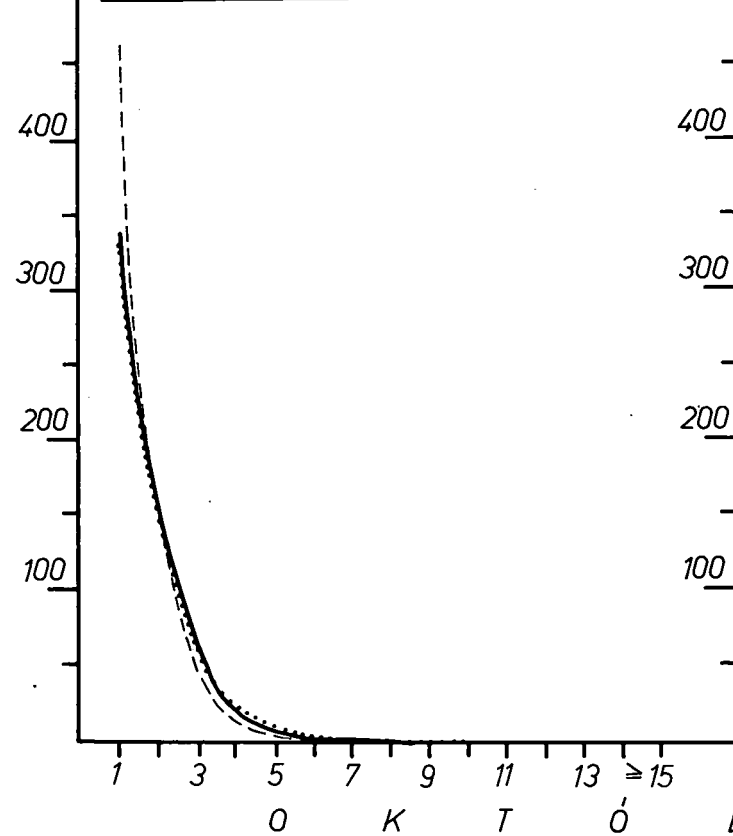


AZ ISMÉTLÖDÉSEK GYAKORISÁGI ELŐSZLÁSA.

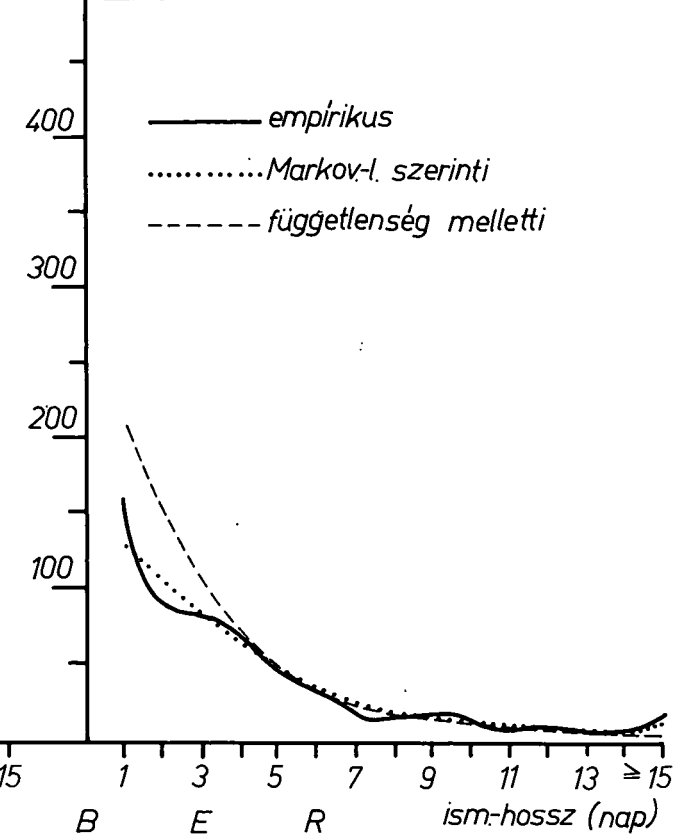
BUDAPEST

J Ú L I U S

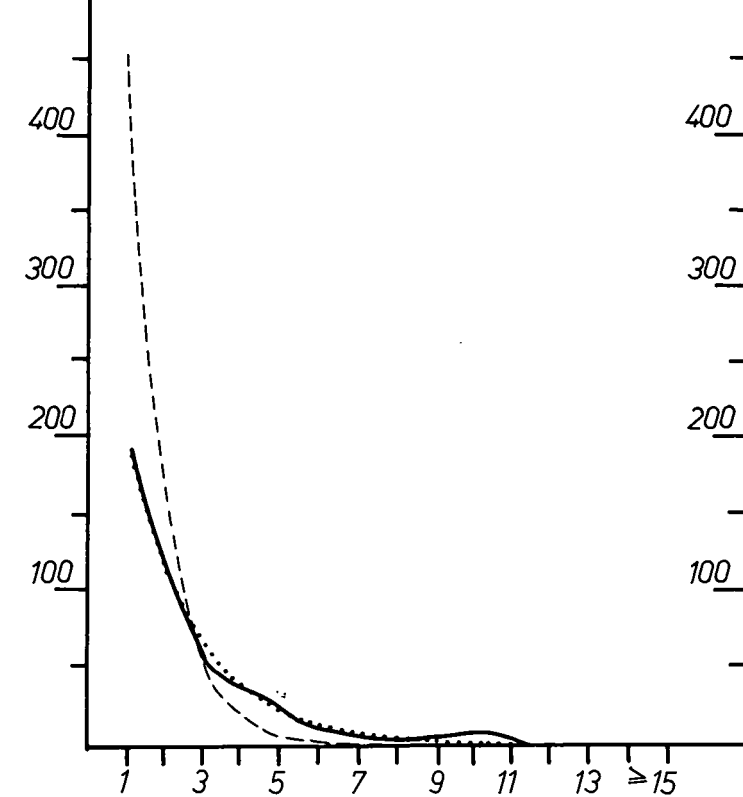
gyak.

500
CSAPADÉKOS

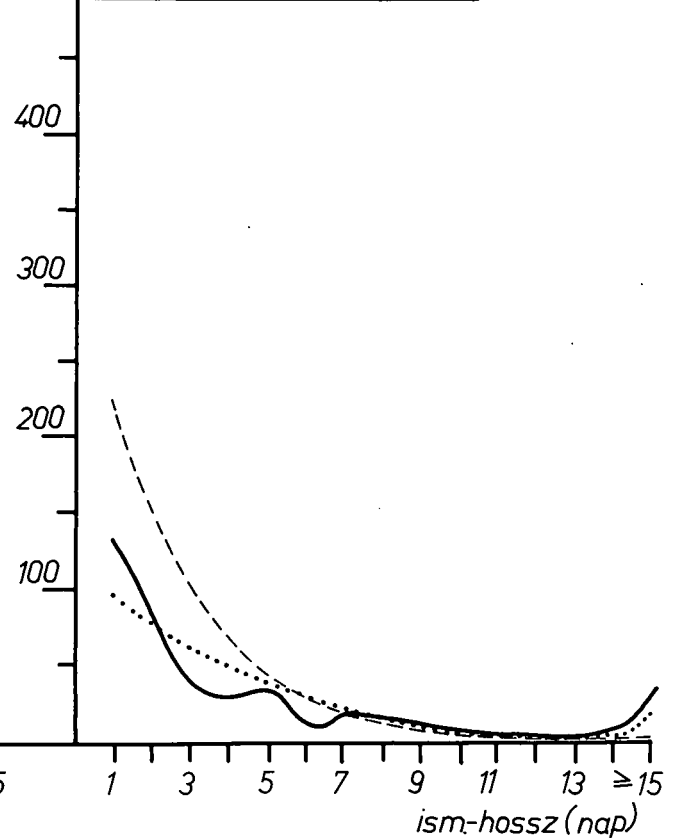
gyak.

500
CSAPADÉK NÉLKÜLI

gyak.

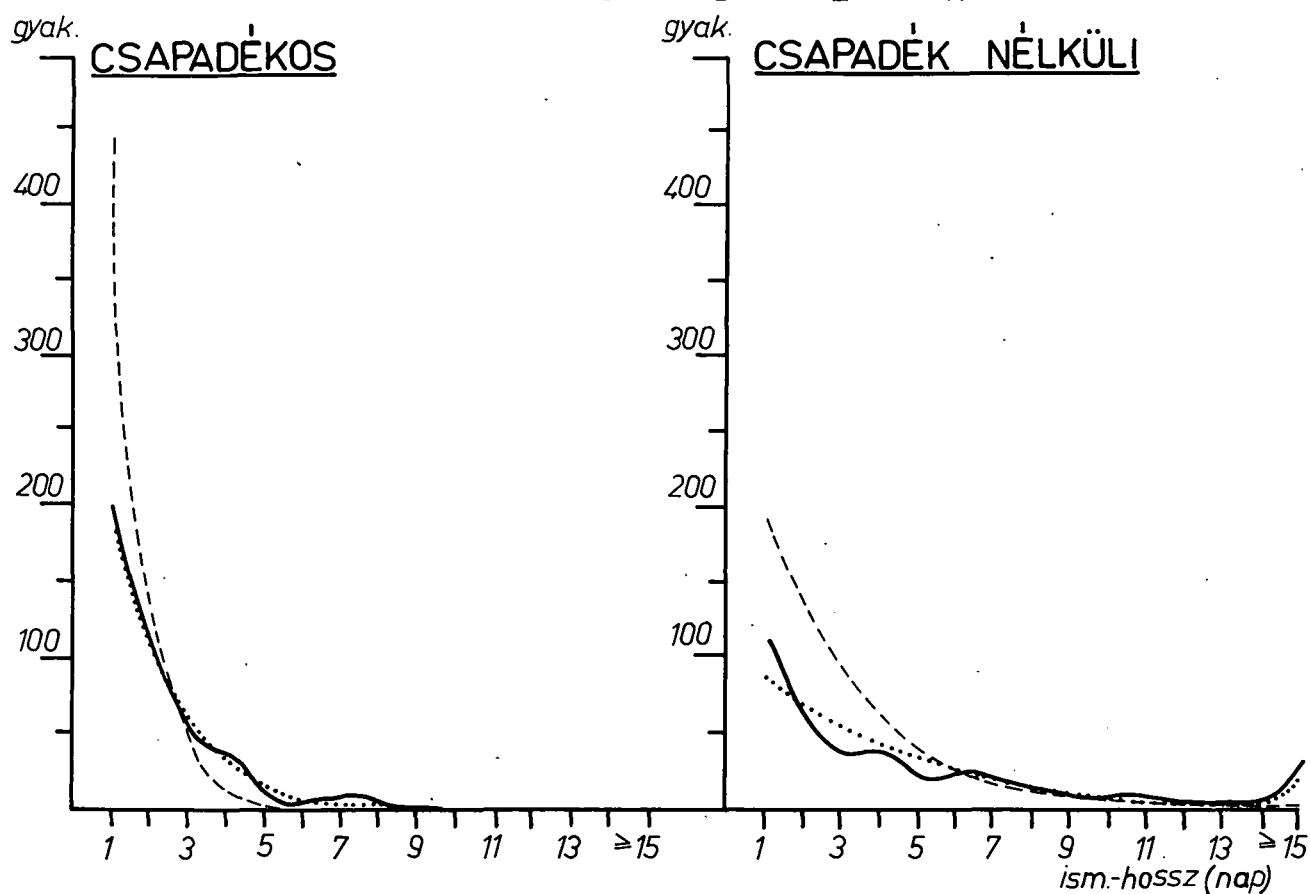
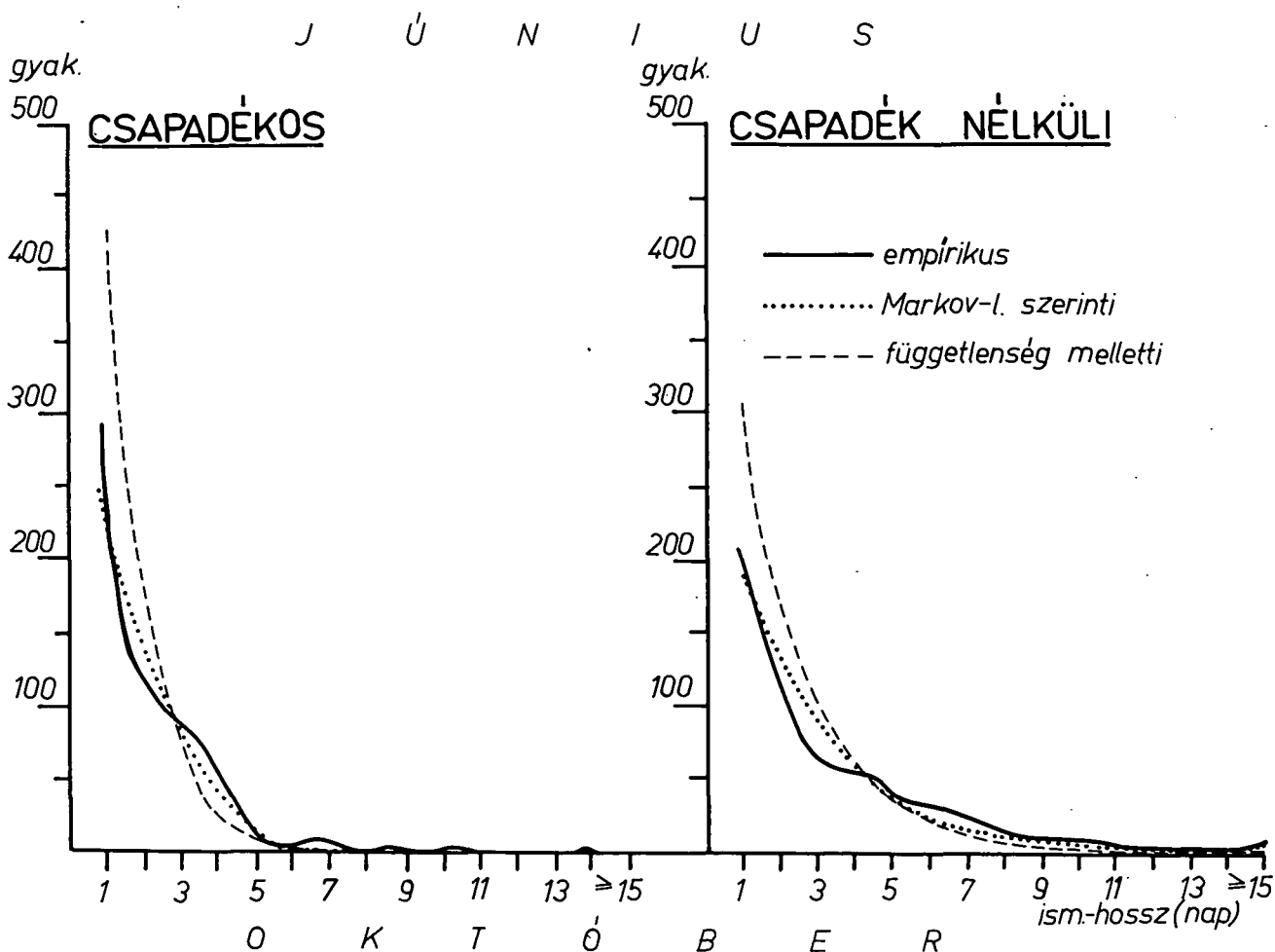
500
CSAPADÉKOS

gyak.

500
CSAPADÉK NÉLKÜLI

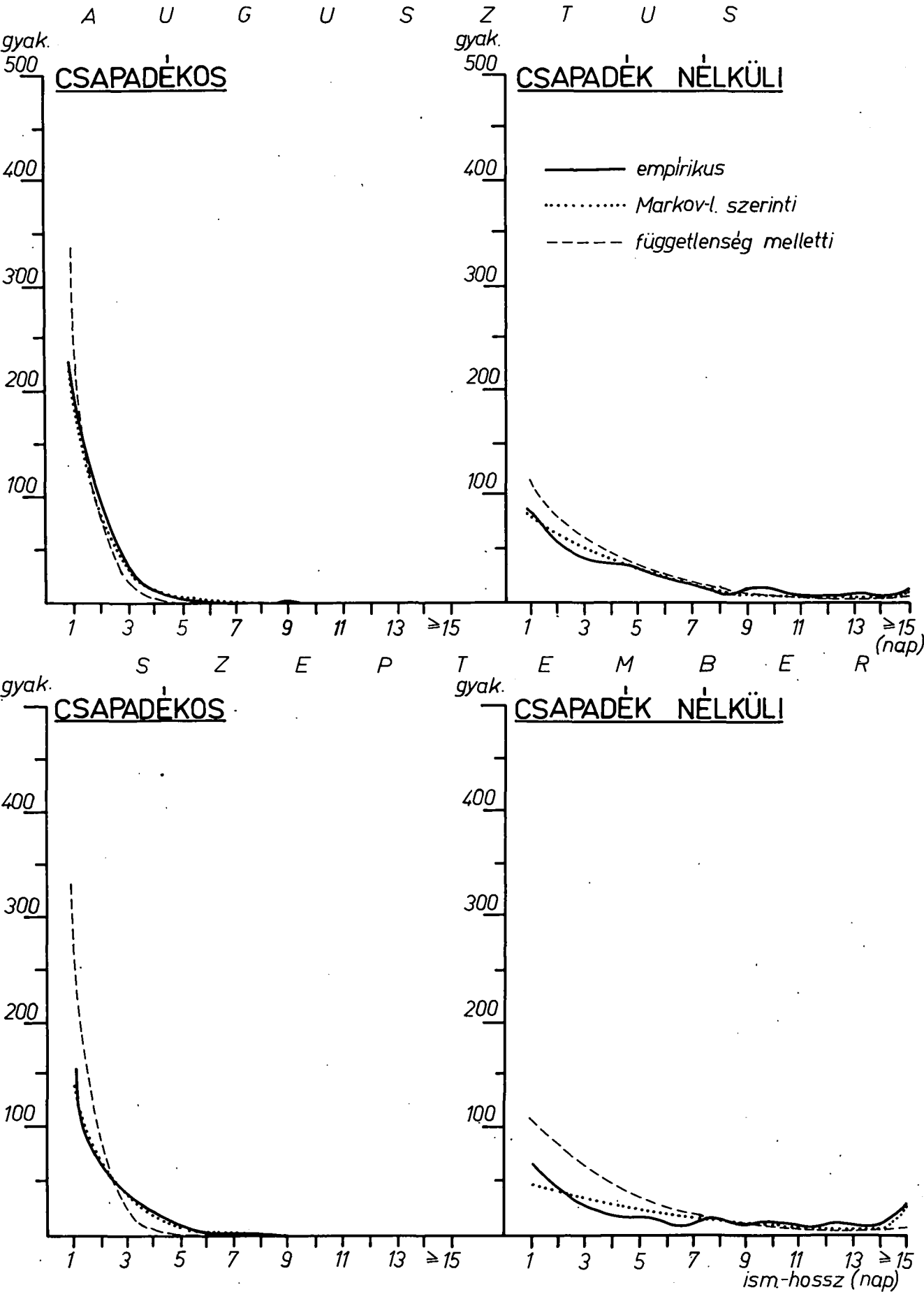
AZ ISMÉTLÖDÉSEK GYAKORISÁGI ELOSZTLÁSA.

DEBRECEN



AZ ISMÉTLŐDÉSEK GYAKORISÁGI ELOSZLÁSA.

KECSKEMÉT



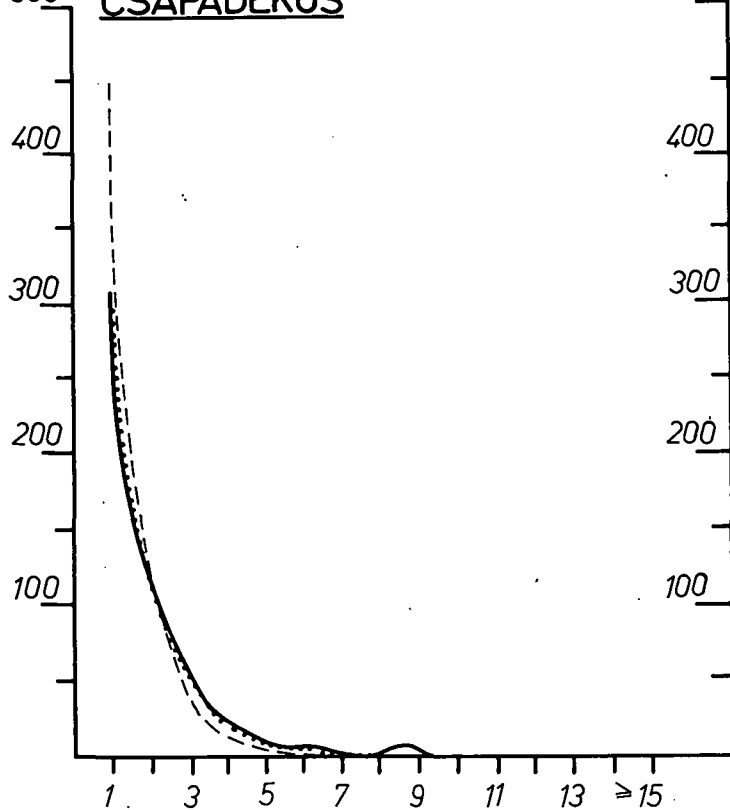
AZ ISMÉTLÖDÉSEK GYAKORISÁGI ELOSZLÁSA.

SZEGED

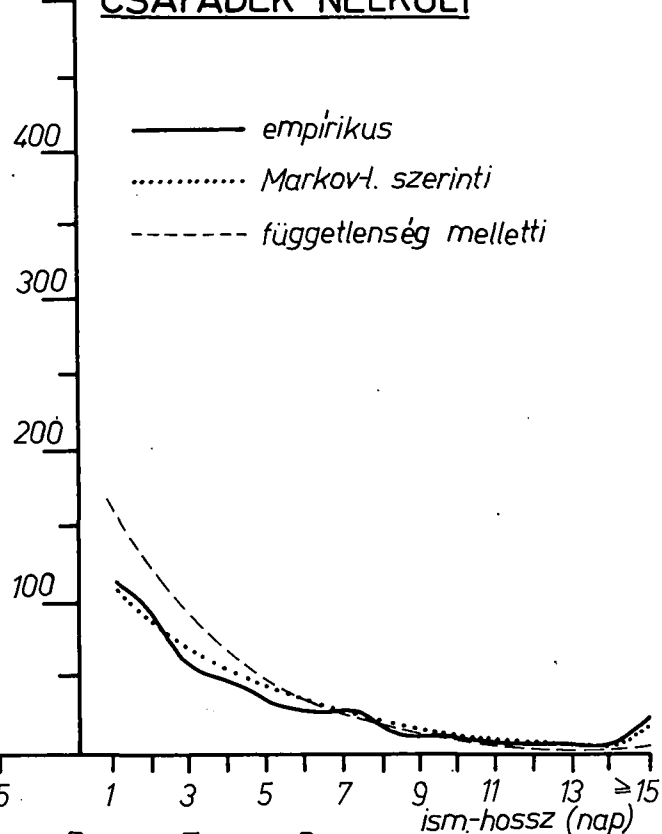
J Ú L I U S

gyak.
500

CSAPADÉKOS

gyak.
500

CSAPADÉK NÉLKÜLI

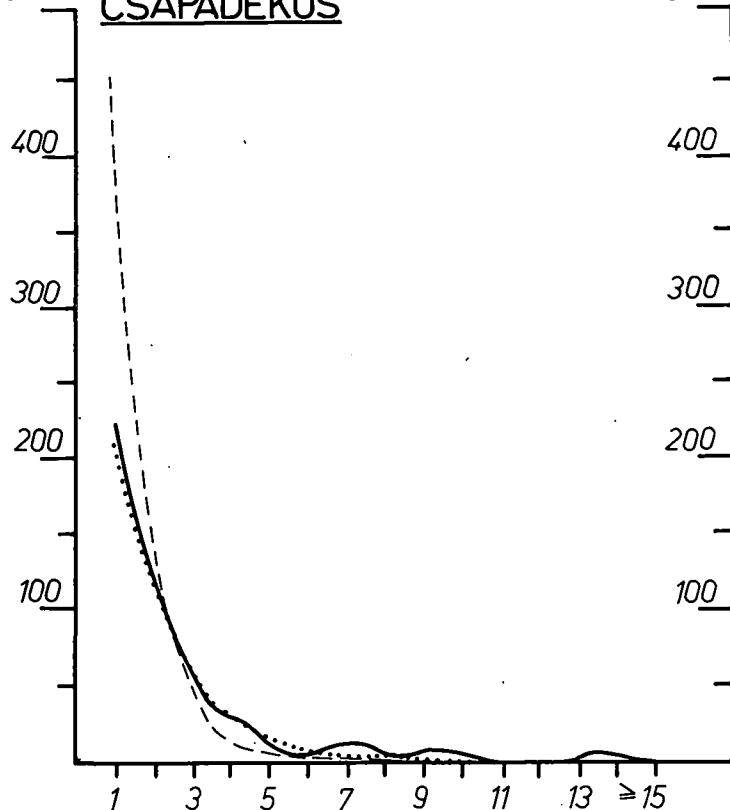


ism.-hossz (nap)

O K T Ó B E R

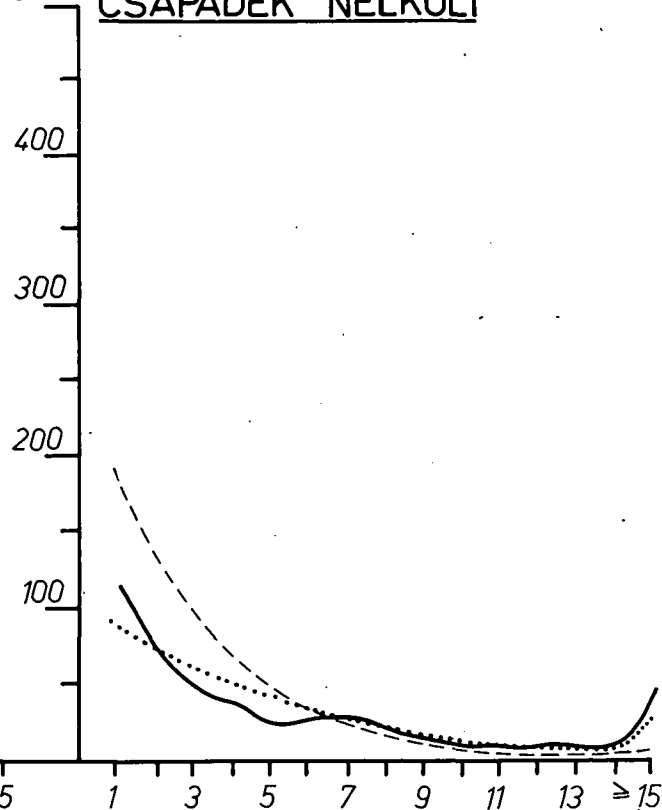
gyak.

CSAPADÉKOS



gyak.

CSAPADÉK NÉLKÜLI



ism.-hossz (nap)

AZ $\frac{A'}{A}$ HÁNYADOS ÉRTÉKEI

— Budapest

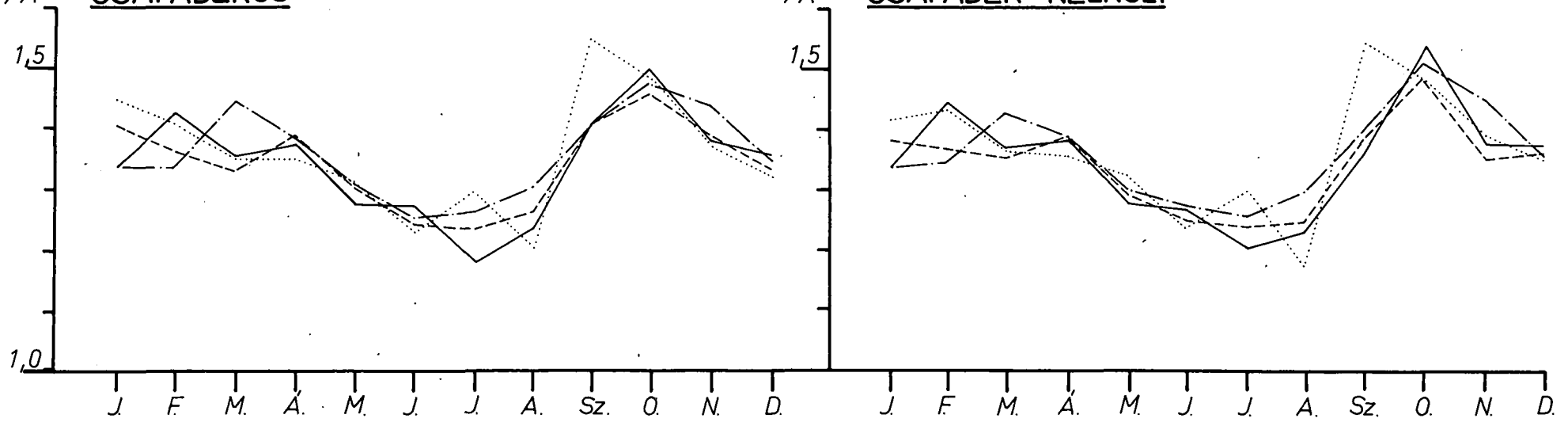
- - - Szeged

- . - . Debrecen

..... Kecskemét

$\frac{A'}{A}$ CSAPADÉKOS

$\frac{A'}{A}$ CSAPADÉK NÉLKÜLI

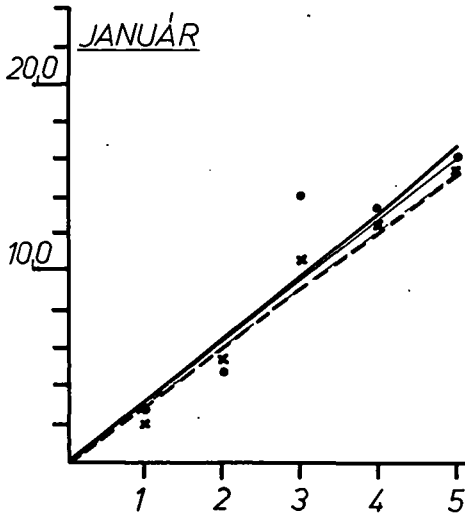


A CSAPADÉKOS ISMÉTLÖDÉSEK HOSSZA ÉS ÁTLAGOS CSAPADÉKHOZAMA KÖZTI KAPCSOLAT

• — Budapest
x - - - Szeged

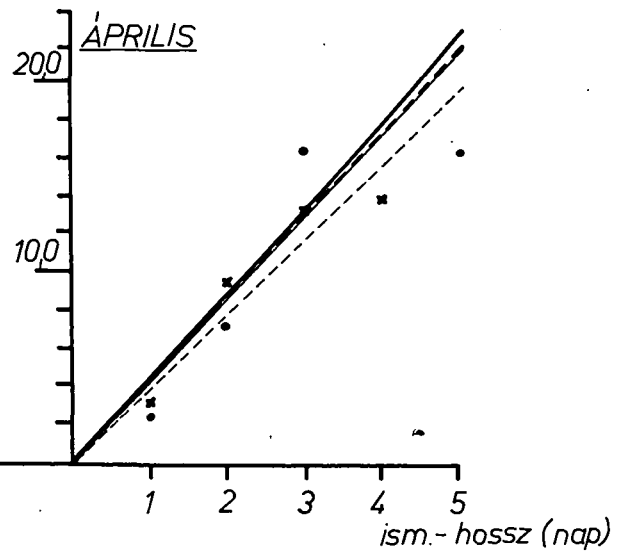
cs.-hozam (mm)

JANUÁR



cs.-hozam (mm)

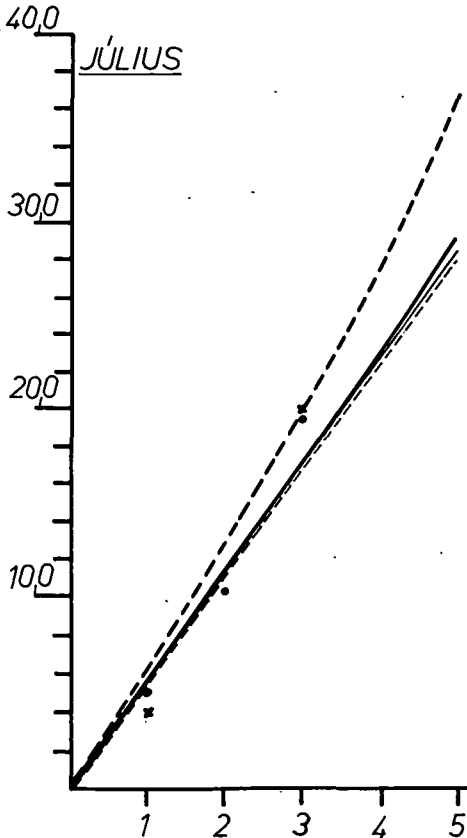
ÁPRILIS



ism.-hossz (nap)

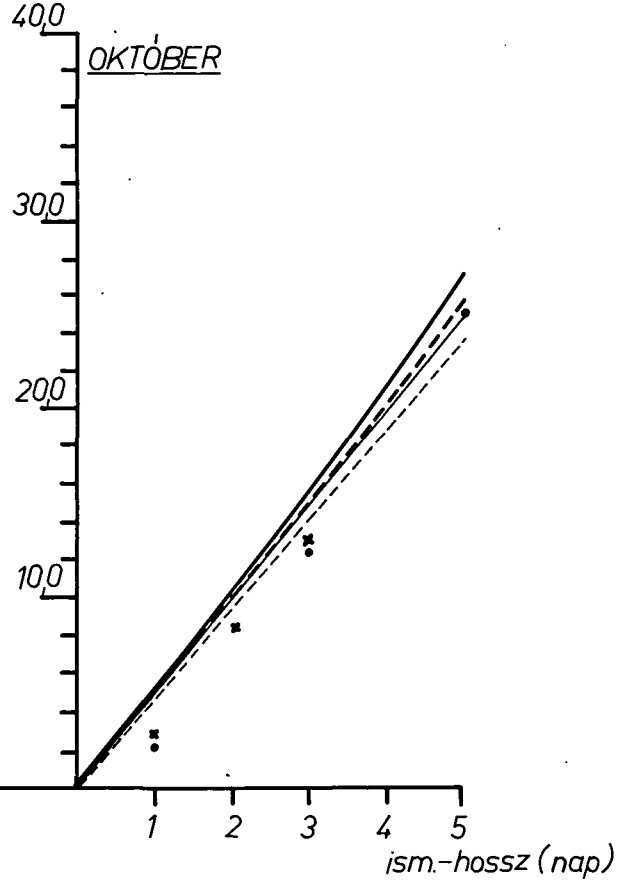
cs.-hozam (mm)

JÚLIUS



cs.-hozam (mm)

OKTÓBER



ism.-hossz (nap)

A SCHMIDT-FÉLE SZÁRAZSÁGI SZÁMOK ÉRTÉKEI

8/a. ábra

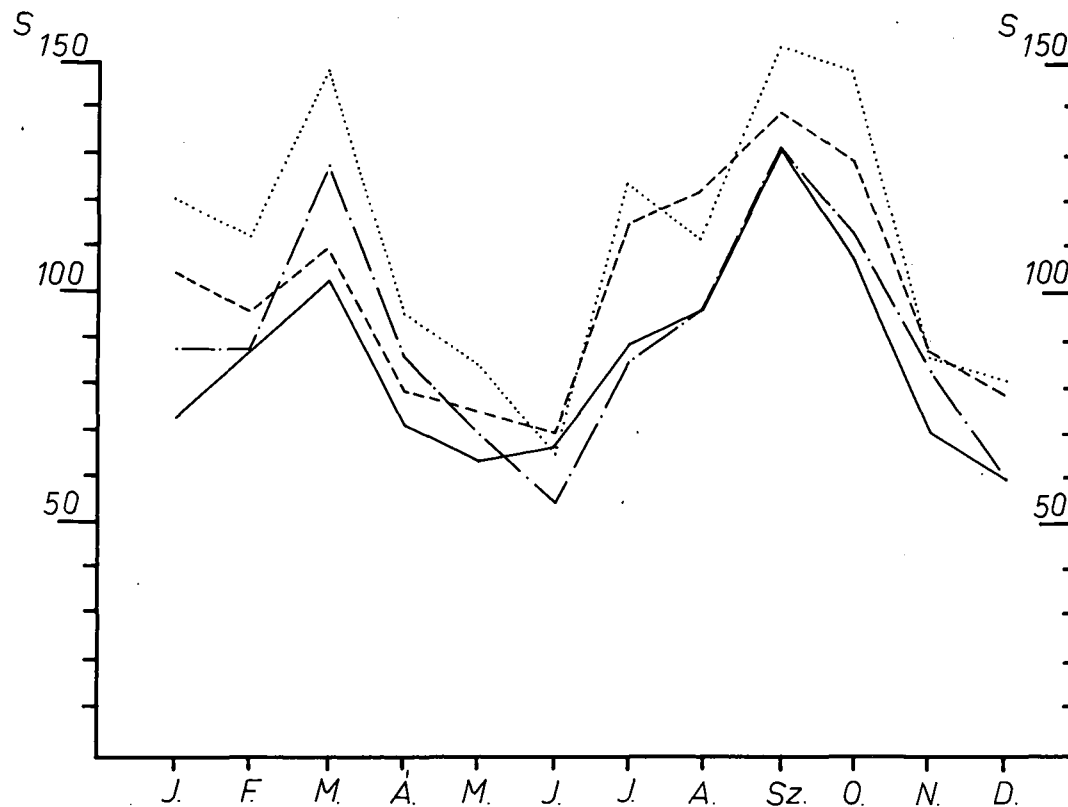
Budapest ———

Szeged - - - - -

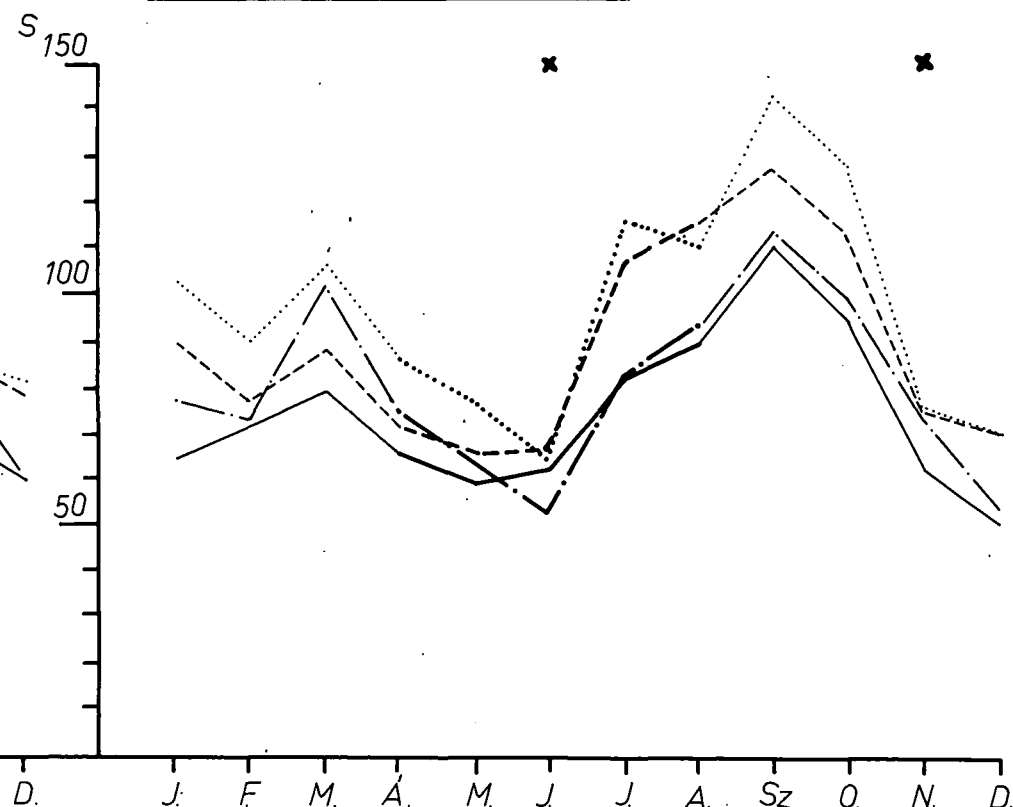
Debrecen ·····

Kecskemét (dotted)

EMPIRIKUS



MARKOV-LÁNC SZERINTI



A SCHMIDT-FÉLE SZÁRAZSÁGI SZÁMOK ÉRTÉKEI

——— tényleges

----- Markov-l. szerinti

..... eltérés

