

Magyarország 110 éves (1881–1990) hőmérséklet- és csapadéktrendjének területi eloszlása

MOLNÁR KATALIN

Bevezetés

Az éghajlat feltételezett megváltozása napjaink egyik legidőszzerűbb tudományos kérdésfeltevése. Az éghajlatingadozás egyik legelfogadottabb meghatározása szerint: „...minden olyan változást, amely két vagy több egymást követő normális klímaállapotban (tehát az évtizedes és évszázados időskálákon) bekövetkezik, eredete pedig okságilag nem egyértelműen tisztázott, célszerű általánosságban az éghajlatingadozás fogalmkörébe sorolni” (GÖTZ G. 1994). Az éghajlatingadozás és éghajlatváltozás kifejezéseket azonban az adott időszak hosszúságától függően az egyes szerzők másként fűlik meg.

„Az egyes geológiai korok különböző klímáit tehát úgy tekinthetjük mint éghajlat-ingadozásokat, amelyek időtartama természetesen igen hosszú (millió években mérhető).” (PÉCZELY GY. 1979).

Általában az éghajlat paleoklimatológiai szempontból rövidebb időtartamnak felfogható pár ezer (vagy az emberiség története alatt jelentkező pár száz éves) oszcillációs jellegű változását tartják éghajlatingadozásnak; míg az éghajlat bekövetkezett, (vagy a feltételezhetően bekövetkező) tartósan egyirányú megváltozását éghajlatváltozásnak.

A feltételezett klímaváltozás szempontjából nagy jelentőségű légköri CO₂-tartalom a műszeres mérések szerint az utóbbi évtizedekben dinamikusán nőtt. A CO₂ koncentráció az 1700-as évek közepén 270–280 ppm volt, míg a 20. sz. közepére ez az érték 330–340 ppm-re, napjainkra pedig közel 360 ppm-re növekedett. Az emberi tevékenység a fosszilis tüzelőanyagok elégetése által kb. 20–25 milliárd tonna széndioxidot juttat évente a légkörbe. A CO₂ kibocsátás 5/6 részét a fosszilis tüzelőanyagok elégetése okozza, míg 1/6 részét az erdők faállományának irtása és a talajpusztítás idézi elő (IVÁNYI ZS.–SZALAI S.–MIKA J. 1990). Az erdőirtás nemcsak a CO₂ kibocsátás szempontjából hátrányos, hanem az élő növényzet O₂ kibocsátásának elvesztése is a CO₂ arányának növekedését okozza. A 20–25 milliárd tonna/év kibocsátott széndioxid mennyiség a légkör kb. 2500 milliárd tonnás széndioxid tartalma mellett kicsinek tűnik. Ám összességében a több évtizeden keresztül halmozódó érték már klimatológiai szempontból lényeges szerepet játszik.

A fosszilis tüzelőanyagok révén elbűdézett CO₂ kibocsátás és a légköri CO₂ koncentráció között szoros összefüggés mutatható ki. Ez azért különösen fontos, mert a szakirodalomban a század második felében megnövekvő légköri CO₂ mennyiséget és az ezzel összefüggésben értelemszerűen erősödő üvegházhatást jelölik meg elsősorban a minden bizonnyal valószínűsíthető melegedés legfőbb okaként. A fenti összefüggések feltárása és azok következményei az elmúlt évtizedekben a klimatológiai kutatások középpontjában állnak, miközben egyre újabb kérdések fogalmazódnak meg.

„Ma már a szakértők nagy része úgy véli, hogy abban az esetben, ha a levegő CO₂ tartalma 2030-ig megduplázódna, s a többi üvegházgázok kibocsátása a jelenlegi trendek szerint alakulna, a globális átlaghőmérséklet várhatóan 1,5–4,5 °C-kal nőne, amivel a tengerszint 50–100 cm-es emelkedése járna együtt.

E tengerszinti emelkedés súlyosan érintené pl. Floridát, Velencét és Bangladeszt. Hollandiában tízszerezőre növekedne a partvédő gátak átszakadásának veszélye. A folyók torkolatvidékein nagy károk és zavarok keletkeznének, eltűnne a tengerparti fürdőhelyek főnyersávjainak nagy része, a nem vulkanikus tengeri szigetek (pl. a Maldív Köztársaság 1190 szigete) jelentős területeket vesztenének.

Az uralkodó vélemény szerint még akár 1 °C-os globális hőmérsékletemelkedés is messzemenő – nagyrészt káros – következményekkel járna a gazdasági élet számos területén.” (CZELNAI R. 1988 a,b).

A tájértékelés új fejezetét jelöli ki az a feltételezés, hogy a *földrajzi táj éghajlati adottságaiban* (nevezetesen két legalapvetőbb paraméterében, a hőmérséklet- és csapadékértékekben) *rövidebb időtávlatban is változás várható*. Ezek a változások a táj rendszerére nagymértékben hatnak, s ezáltal a tájháztartás működését befolyásolják. A nemzetközi irodalomban egyre több tanulmány tárgyalja, hogy éghajlati megközelítésből milyen változásokkal kell számolnunk, mely értékek változására kell különösképpen figyelniük, s ezek milyen következményekkel jár(hat)nak a táj hatásmechanizmusára. A rendelkezésemre álló 110 éves (1881–1990 közötti évekre vonatkozó) idősorok vizsgálata ebből a szempontból még rövid, csak az adatsorokban felismerhető trend jelöli ki a várható változások irányát.

A CO₂ és egyéb üvegházgázok légköri koncentrációjának növekedése az üvegházhatás fokozódásával közvetlenül hat a globális hőmérsékletre és ezért a regionális sajátosságokat kifejező hőmérséklet- és csapadékértékek is változnak.

Mindez azonban nem változtat azon, hogy egy feltételezett kismértékű klímaváltozás – úgy tűnik – létrejön, s annak *hatásait elemeznünk kell*, várható következményeit a társadalmi-gazdasági rendszerben „terveznünk” is célszerű.

Az utóbbi években egyre nagyobb az igény a számszerűen meghatározott földrajzi folyamatok feltárására. Ennek jelentősége mind a múlt, mind a jövő tájformálódása szempontjából nyilvánvaló. A táj néhány tényezője (pl. az éghajlat esetében: MIKA J.–AMBRÓZY P.–BARTHOLY J.–NEMES CS.–PÁLVÖLGYI T. 1995) vonatkozásában erre ismerünk példákat a szakirodalomban. A tájtényezők adatsorokkal jellemezhető folyamatainak együttese még adathiányok esetében is lehetőséget nyújt a *kvantitatív tájrekonstrukció* megvalósításához.

16 magyarországi állomás 110 éves (1881–1990) adatsora (hőmérséklet és csapadék)

A lehetséges magyarországi éghajlatváltozásra vonatkozó szcenáriók 2 éghajlati paraméter – a *hőmérséklet és a csapadék – várható változásaira közlik feltételezett számértékeiket*. Változásaikból már részben kikövetkeztethető a többi éghajlati elem valószínű módosulása is. E két éghajlati elem hosszú távú adatsora is rendelkezésünkre áll, ami nemcsak azért fontos, mert e két elem ismeretében lényegében jellemezhetjük egy adott táj éghajlatát, hanem azért is, mert a hosszútávú adatsoraikból felismerhető tendenciák fontos ismereteket tartalmaznak az éghajlat tényleges múltbeli alakulásával kapcsolatban.

Kiinduló adatbázisnak 16 magyarországi meteorológiai állomás 1881–1990 közötti hőmérséklet- és csapadékértékeinek havi adatsorait használtam fel (Magyarország Éghajlati Atlasza, 1967; PÉCZELY GY. 1983). Azon állomások adatsorait, ahol 10–15 év megfigyelései hiányoztak, egészen 1990-ig a ZÓLYOMI B.–KÉRI M.–HORVÁTH F. (1992) szerzőhármás munkájában ismertetett adatbázisból egészítettem ki.

Vizsgálatom első lépése Magyarország 16 állomása (8 alföldi, 2 kistáplósi, 3 nyugat-magyarországi, 2 dunántúli-dombsági és 1 budapesti) 1881–1990 közötti adatso-

rának kiértékelése volt. Az állomások a következők: Baja, Budapest, Debrecen, Kalocsa, Kecskemét, Keszthely, Mosonmagyaróvár, Nyíregyháza, Pápa, Pécs, Sopron, Szarvas, Szeged, Szombathely, Túrkeve, Zalaegerszeg.

A 16 állomás nem fedi le teljesen hazánk 6 nagytáját, de éghajlatunk területi eloszlásának vizsgálatához megbízható alapot ad. Viszont a 16 állomás nagyon jó keresztmetszetet ad Magyarország éghajlati körzeteiről és a vizsgált paraméterek területi eloszlásáról. További meteorológiai állomások esetében is előállítható lett volna a 110 éves adatsor, de pl. Miskolc esetében több állomás adatai is felhasználhatók lettek volna e célra.

Igaz ugyan, hogy Miskolc éghajlati szempontból igen exponált helyen fekszik és szekuláris adatsora értékes információkat szolgáltathatott volna, azonban egyetlen ottani állomás sem rendelkezett 110 éves adatsorral. A többi környékbeli állomás adatsorának 110 évre „összehozható” adatai pedig hamis eredményre vezetnének. (Miskolcnak és közvetlen környékének a mikro- és mezoklíma ugyanis nagyon eltérő)!

A fenti hőmérsékleti adatsorokkal kapcsolatban meteorológiai oldalról régóta felvetődött az állomások áthelyezéséből és az észlelési időpontok változtatásából eredő *inhomogenitás* problémája. A hőmérsékleti adatsorok homogenitásának vizsgálatát és az adatok korrekcióját SZENTIMREY T. (1994) végezte el. Ez az eljárás egyetlen állomás (az ausztriai Kremsmünster) hőmérsékleti adatait tekinti torzítatlan referenciának, mint-hogy az állomás kellően közel van Magyarország területéhez és a megfigyelési módszerekben számottevő törés, változás nem ismeretes. Ugyanakkor azonban néhány regionális hatás (pl. az aeroszolok befolyása) eltéréseket okozhat a két térség éghajlatának alakulásában.

Az éghajlati elemek átlagos viselkedésének kiértékeléséhez általában a 30 év körüli átlagképzési időszakok használatosak. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) ajánlása szerint az éghajlat jellemzésénél a normálértékeket 30 éves szakaszokra célszerű számítani.

Több ilyen időszak adatainak összevetése céljából a lehető leghosszabb, teljes adatsort volt érdemes választani, még akkor is, ha az állomások nem igazán fedik le nagy- és középtájainkat. Így lehetőség van arra, hogy a hőmérséklet- és csapadékértékekben mutatkozó trendeket hosszabb időintervallumban vizsgáljuk és akár ezeket egymással összehasonlítsuk.

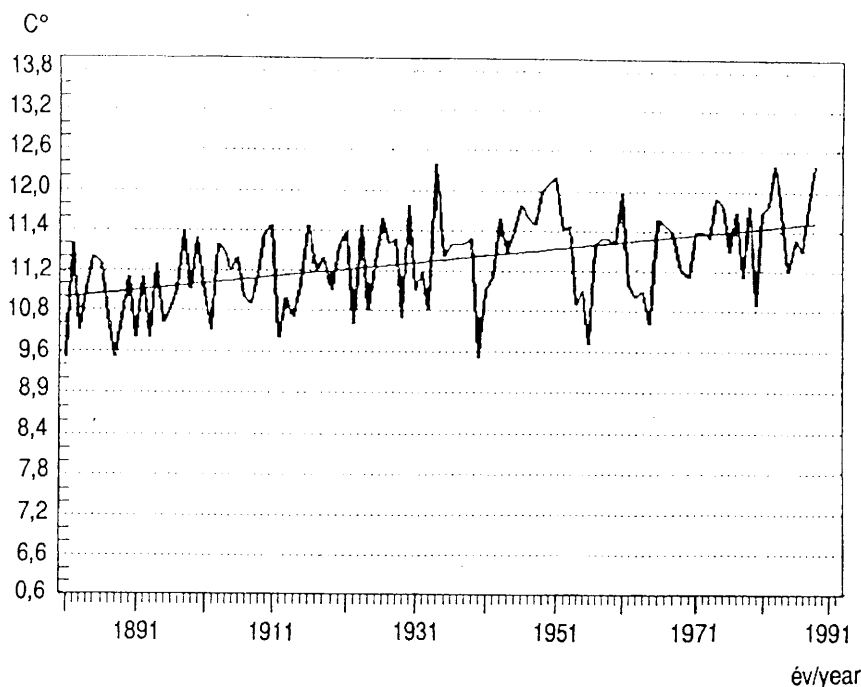
Magyarország hőmérséklet- és csapadék-idősorainak (1881–1990) elemzése

A vizsgálati módszer és az eredmények ismertetése előtt fontosnak tartom, hogy a hőmérsékleti idősorokkal kapcsolatban néhány gondolatot megemlítsék. Említettem, hogy az éghajlatkutatás során jelentős szerepet játszik az inhomogenitás kérdése. A hőmérsékleti adatok inhomogenitása az állomások áthelyezéséből, az észlelési időpontok megváltoztatásából és a vizsgálathoz használt hőmérők típusainak eltéréseiből adódik. A hőmérsékleti adatok inhomogenitásának vizsgálatát SZENTIMREY T. (1994) végezte el. Ennek alapján az eredeti mérésekből származó idősor $\pm 0,1-1,5$ °C nagyságrendbe eső hibákat tartalmaz. A trendvizsgálat szempontjából ez rendkívül fontos körülmény, hiszen a feltételezett, 110 év alatti hőmérsékletváltozás szintén ebbe a nagyságrendbe esik. A trendvizsgálatot az eredeti és a homogénné tett adatokkal is elvégeztük.

A vizsgálathoz továbbra is a már elemzett 16 állomás havi átlaghőmérsékletének és havi csapadékösszegeinek 110 éves idősorát használtuk fel. Első lépésként az adatso-rokból kiszámítottuk az éves átlaghőmérsékleteket és az éves csapadékösszegeket. Az így létrejött adatsorokat állomásonként ábráztuk. Az éves átlaghőmérsékletek és éves csapadékösszegek grafikonjait tanulmányozva (1–2. ábra) eddigi ismereteinken túl a következőket állapíthatjuk meg:

1. A görbék nagy véletlen ingadozásokat mutatnak, a sokévi átlaghoz viszonyított +/- 20–30%-os ingadozások sem ritkák.

2. Az évi ingáshoz képest a csapadékmennyiségek ingadozása nagyobb, mint a hőmérsékleti értékéké.

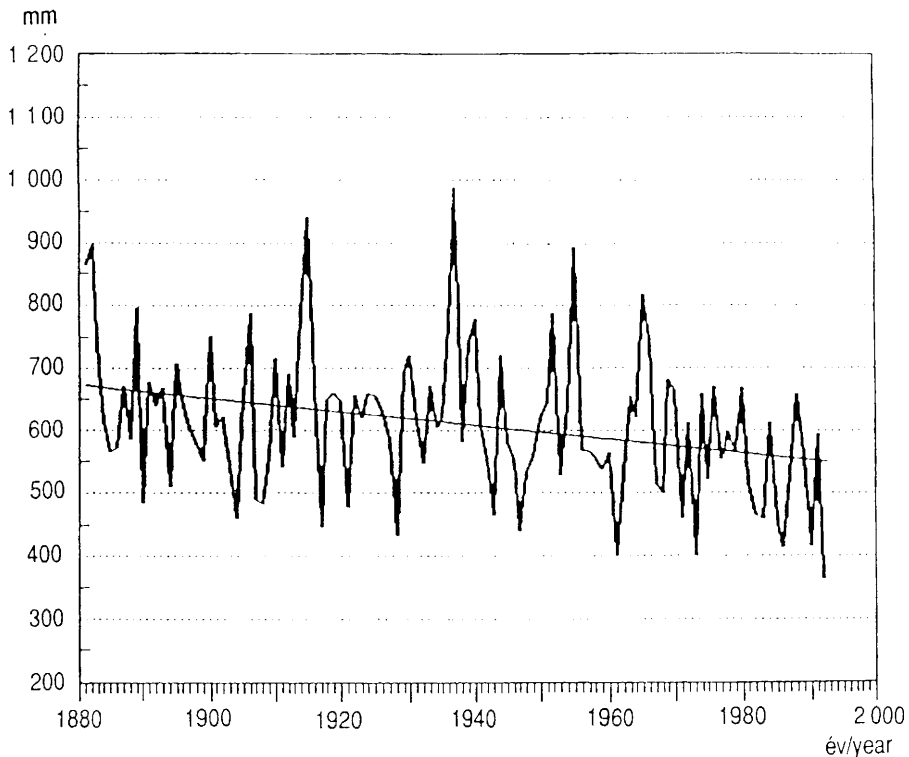


1. ábra. A hőmérséklet változás 110 éves (1881–1990) trendje Budapesten

Trend of 110-year (1881–1990) temperature change in Budapest

3. A grafikonok egyetlen, a matematikai analízis során használatos, egyszerű függvénytípusra sem emlékeztetnek, így a továbbiakban alkalmazandó *regresszióanalízis*nél az illesztendő görbe típusával kapcsolatban a lineáristól eltérő előzetes prekonceptiónk nincs.

Második lépésként *regresszióanalízist* végeztünk az éves átlaghőmérsékletek és az éves csapadékösszegek idősoraira. A vizsgálat során lineáris regressziót alkalmaztunk. A kapott regressziós egyeneseket grafikonokon ábráztuk. Az egyenesek paraméterei közül az egyenesek iránytangenseinek az alábbi jelentést tulajdonítjuk:



2. ábra. Az évi csapadékmennyiség változásának 110 éves (1881–1990) trendje Budapesten
Trend of annual precipitation change over 110-years (1881–1990) in Budapest

– Az évi átlaghőmérsékletek pontjaira illesztett egyenes meredeksége az *átlagos éves hőmérsékletváltozást* (a hőmérsékletváltozás trendjét) tükrözi.

– Az évi csapadékösszegek pontjaira illesztett egyenes iránytangense az *átlagos éves csapadékváltozást* (a csapadékváltozás trendjét) mutatja.

A regresszióanalízis elvégzése után *T-próbával* megvizsgáltuk, hogy a fenti trendek mely állomások esetében szignifikánsak. A fentiekre állomásonként az 1–3. táblázatban feltüntetett eredményeket kaptuk. (A 95%-os szignifikancia szinthez tartozó T-kritikus érték: 1,983)

1. táblázat. Magyarországi állomások hőmérsékleti trendjei nem homogén adatsorokkal

Város	A hőmérsékletváltozás trendje, °C/év	T-érték	95%-os szignifikancia
Budapest	0,010	5,599	igen
Mosonmagyaróvár	0,004	1,740	nem
Sopron	0,003	1,724	nem
Nyíregyháza	0,003	1,301	nem
Baja	0,003	1,335	nem
Szombathely	0,003	1,436	nem
Túrkeve	0,002	0,992	nem
Debrecen	0,002	0,836	nem
Keszthely	0,002	0,836	nem
Kalocsa	-0,000	0,212	nem
Szarvas	-0,001	0,622	nem
Kecskemét	-0,003	1,291	nem
Pápa	-0,003	1,448	nem
Zalaegerszeg	-0,003	1,337	nem
Pécs	-0,006	2,632	igen
Szeged	-0,010	4,446	igen

2. táblázat. Magyarországi állomások hőmérsékleti trendjei homogenizált adatsorokkal (SZENTIMREY T. 1994 alapján)

Város	A hőmérsékletváltozás trendje, °C/év	T-érték	95%-os szignifikancia
Nyíregyháza	0,011	5,532	igen
Zalaegerszeg	0,011	5,307	igen
Debrecen	0,011	5,707	igen
Baja	0,011	5,718	igen
Kalocsa	0,011	5,727	igen
Pápa	0,011	5,330	igen
Pécs	0,011	5,545	igen
Budapest	0,011	5,806	igen
Kecskemét	0,011	5,332	igen
Keszthely	0,010	5,490	igen
Mosonmagyaróvár	0,010	5,307	igen
Szombathely	0,010	5,372	igen
Sopron	0,010	5,174	igen
Szarvas	0,010	4,635	igen
Túrkeve	0,010	4,795	igen
Szeged	0,010	4,519	igen

3. táblázat. Magyarországi állomások csapadéktrendjei

Város	A hőmérsékletváltozás trendje, °C/év	T-érték	95%-os szignifikancia
Pécs	-2,30	5,765	igen
Szombathely	-1,41	4,432	igen
Sopron	-1,22	3,518	igen
Budapest	-1,09	3,309	igen
Nyíregyháza	-1,02	3,086	igen
Túrkeve	-0,98	2,980	igen
Szeged	-0,91	3,002	igen
Kecskemét	-0,86	2,892	igen
Szarvas	-0,79	2,754	igen
Baja	-0,71	2,070	igen
Mosonmagyaróvár	-0,61	1,953	nem
Zalaegerszeg	-0,56	1,526	nem
Debrecen	-0,47	1,358	nem
Kalocsa	-0,43	1,436	nem
Keszthely	-0,39	0,994	nem
Pápa	-0,27	0,745	nem
Eger	-0,47	1,618	nem

A hőmérsékleti trendekből levonható következtetések

Mint már leírtam, a vizsgálatot az eredeti és a homogén hőmérsékleti adatsorral is elvégeztem. A két adatsorból lényegesen eltérő eredményt kaptam.

Az eredeti adatsor esetében a vizsgált 16 állomásból csak 3 állomás esetében kaptunk 95%-os szignifikancia szinten elfogadható változást, Budapest $+0,0104$ °C/év, Pécs $-0,0061$ °C/év, Szeged $-0,0097$ °C/év.

Ha a vizsgált 16 állomásnál átlagoljuk a hőmérsékleti trendet megjelenítő iránytangenseket, akkor átlagosan $0,0003$ °C/év értéket kapunk, ami rendkívül alacsony érték. Ez az érték 9 plusz és 7 mínusz érték átlagaként jött ki, és ebből is csak 3 volt 95%-os szignifikancia szinten elfogadható. Összegzésképpen megállapítható, hogy a 16 állomás 110 éves, *nem homogén adatsora* alapján *egyértelmű felmelegedésről nem beszélhetünk*.

Lényegesen más azonban a helyzet, ha a vizsgálatot a *homogén adatokkal* végezzük el. Ekkor a vizsgált 16 állomás mindegyikén *95%-os szignifikancia szinten elfogadható hőmérséklet-emelkedést* tapasztalunk. Az állomások átlagaként $0,0104$ °C/év hőmérséklet-emelkedés adódik. Az egyes állomások trendegyütthatói alig szóródnak ezen érték körül, ami főleg azzal magyarázható, hogy az inhomogenitás korrekciója minden esetben egyetlen állomás (Kremsmünster) alapján történt (SZENTIMREY T. 1994).

Mielőtt az eredményt összehasonlítanánk a szakirodalomból eddig ismert elemzésekkel, fel kell hívnunk a figyelmet a következőre. A feltételezett éghajlatváltozás vizsgálata szempontjából a *110 év* még mindig olyan *rövid idő*, hogy a *trend értékekből messzemenő, végleges következtetéseket nem lehet levonni*.

Úgy tűnik, hogy Magyarország állomásainak hőmérsékleti trendje „illeszkedik” a Föld számos pontján mért hőmérsékleti adatok trendjei közé (BRÁZDIL, R. 1992; BÖHM, R. 1992). „...a Föld légkörének hőmérséklete az 1980 és 1988 közötti időszakban 8 évből 5 alkalommal volt magasabb, mint az elmúlt 100 év folyamán bármikor máskor” (ANTAL E. 1991)

Az általam vizsgált, legújabb eredménynek tekinthető hőmérsékleti trendek emelkedő tendenciát mutatnak. A feltételezett klímaváltozásnak Magyarország területére vonatkozó várható következményeként ható folyamatot KERTÉSZ Á. (1996) az aridifikáció elnevezéssel jelölte.

A csapadéktrendekből levonható következtetések

A vizsgálat tárgyát képező 17 állomás mindegyikén *negatív csapadéktrend* tapasztalható. A csökkenő trend 10 állomás esetében 95% szignifikancia szinten elfogadható. A többi 6 állomás esetében a 95%-os szignifikancia szinthez szükségesnél a *T* számított értéke kevéssel kisebb.

Ha a vizsgált 17 állomás csapadéktrend adatait átlagoljuk, akkor $-0,917$ mm/év értéket kapunk. Ez azt jelenti, hogy *Magyarország területén* az elmúlt 110 év adatai alapján *csapadékcsökkenést* mutattunk ki.

Eredményeink nagyon jól egyeznek a szakirodalomban publikált kutatási eredményekkel. A hazai vizsgálatok alapján a *csapadékösszegekben* az elmúlt néhány évtizedben *kimutatható trend a csökkenés*. (ADÁMYNÉ KOFLANOVITS E. 1977; AMBRÓZY P.–KOFANOVITS E.–KÖVÉR B.-NÉ 1990; E. KOFLANOVITS-ADÁMY–T. SZENTIMREY 1986).

A csapadékmennyiség változása a Kárpátok térségében 84 éves időtartamot vizsgálva (1901–1984) KOFLANOVITS-ADÁMY E. és SZENTIMREY, T. kutatásaiból ismeretes (1986). Az ő számításai „arra vezettek, hogy az évi csapadékmennyiség hosszú távú változásában a Kárpátok térségében századunk folyamán egy csökkenő tendencia érvényesült.”

AMBRÓZY P.–KOFANOVITS E.–KÖVÉR B.-NÉ (1990) részletesen vizsgálták a trend időbeli és térbeli változásának mértékét. Egyik érdekes megállapításuk, hogy a csapadék maximumaiban és minimumaiban időben és térben is *eltolódások* figyelhetők meg. Ezenkívül „az Alföldön az első évtizedekben némi nedvesedés, majd hosszú időn keresztül stagnálás, a legvégén kismértékű kiszáradás mutatkozik. A változások azonban alig-alig érik el a 10%-ot. A Dunántúl nyugati felében szinte semmi változás nincs, a keleti felében is csak a Velencei-tó környékén találunk 10%-ot meghaladó csökkenést az utóbbi 40 évben” (AMBRÓZY P.–KOFANOVITS E.–KÖVÉR B.-NÉ 1990).

Mint láttuk, kutatásaink alátámasztják és jól kiegészítik a globális felmérésekhez kapcsolódó szakirodalmi előzményeket (MIKA J. 1988), tartalmazza továbbá a hőmérséklet korrigált adataival elkészített 16 állomásra vonatkozó és a csapadék 17 állomásra vonatkozó trendjeit. Ezek szak- és rokontudományi jelentőségét, valamint az

azokból levonható következtetések gyakorlati felhasználását – FODOR I.-nal (1981) egyetértve – egyaránt fontosnak tartom. A potenciális gyakorlati hasznosítás jelentősége annyira nyilvánvaló, hogy hely hiányában el kell tekintenem a példák felsorolásától.

A klímaváltozás gyakorlati következményei

A tájban bekövetkező változások szintézisszerű prognosztizálása korábban is a tájföldrajz egyik alapvető kutatási tárgya volt. Most az éghajlati paraméterek változásával leírható, valószínűsíthető folyamatok következményeinek alapos és mélyreható elemzése (lesz) indokolt (MIKA J. 1991).

A feltételezett klímaváltozás, a globális felmelegedés olyan regionális sajátosságok elemzését veti fel, amelyek egy-egy adott táj ökológiai és gazdasági hatásvizsgálatát teszik szükségessé (ökológiai: pl. az aszályosabbá váló éghajlat talajvízszintsüllyedést, vízutánpótlás-csökkenést, a talaj felső rétegének kiszáradását stb. idézi elő, gazdasági: változások a vízkészletben, az öntözési igény megnövekedése, víztározók építése, víztakarékossági intézkedések stb.).

Egy ilyen szemléletű hatáselemzés, hatásvizsgálat – várhatólag a jövőben tájföldrajzi kutatásaink egyik új iránya – a kistáj éghajlati paramétereinek (szigorúan időfüggő) változását figyelembevéve rendkívül összetett. Ki kell terjedjen a hőmérséklet- és csapadékváltozással együttjáró vízháztartás-, vízhozam-, párolgás-, lefolyásváltozásokra, ezen keresztül a felszínformáló folyamatok jelenlegi dominanciájának megváltozására (az erózió fokozódása, a defláció erősödése stb.), a talaj adottságainak alakulására (a vázolt előzmények után a talaj művelhetőségének megváltozása stb.). Mindezek együttesen hatnak a tájra, s azon keresztül a táj adottságait fel- és kihasználó (?) társadalomra. Konkrét hidrogeográfiai, mezőgazdasági, erdészeti, idegenforgalmi stb. problémák vetődnek fel, amelyekre – a feltételezett klímaváltozás szcenárióját felhasználva – ún. tájprognózis foratókönyvek készítésével nekünk földrajzosoknak is válaszolni kell tudnunk.

E változások elsősorban társadalmi léptékükben lehetnek drámaiak és éppen itt jelölhető meg tudományunk egyik igen időszerű (ha nem legidőszerűbb) feladata. A nemzetközi szakirodalom hatáselemzést sürgető cikkei is a veszély nagyságára és a regionális léptékű hatáselemzés szükségességére hívják fel a figyelmet.

IRODALOM

- ADÁMYNÉ KOFLANOVITS E. 1977. A csapadékmennyiség változékonyságának elemzése Közép-Európában. – Országos Meteorológiai Szolgálat kisebb kiadványai 42. Budapest
- ADÁMYNÉ KOFLANOVITS E.–SZENTIMREY T. 1985. The variations of the precipitation amounts in the Carpathian Basin during the present century. 12. International Conference on Carpathian Meteorology. Held in Beograd. pp. 1–5.
- AMBRÓZY P.–KOFANOVITS E.–KÖVÉR B.-NÉ. 1990. A csapadékeloszlás időbeli átrendeződése Magyarországon. – Időjárás 94. 2–3. pp. 156–167.

- ANTAL E. 1991. Az éghajlatváltozás hatása a magyarországi aszályokra. – *Acta Geographica Debrecina* 28–29. pp. 17–18.
- BRÁZDIL, R. 1992. Reconstruction of the climate of Bohemia and Moravia in the last millennium – problems of data and methodology. – In: FRENZEL, B.: *European climate reconstructed from documentary data: methods and results.* Stuttgart, Fischer Verl. pp. 75–86.
- BÖHM, R. 1992. Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1775. – *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik.* Heft. 96.
- CZELNAI R. 1988a. A meteorológia fejlődésének várható irányai. I. – *Légekör.* 33. 3. pp. 2–7.
- CZELNAI R. 1988b. A meteorológia fejlődésének várható irányai. II. – *Légekör.* 33. 4. pp. 2–9.
- Die Menschen und das Klima. 1991. *Ascom-Vortragsreihe Winter/Frühjahr 1991.* – Ascom Holding AG, Bern, Konzernforschung 40.
- FODOR I. 1981. A környezeti erőforrások gazdasági értékelésének módszertani kérdései. – *Környezetvédelmi Tanulmányok 2.* MTA Dunántúli Tudományos Intézete – OKTH, Pécs– Budapest, 78 p.
- GÖTZ G. 1993. Az éghajlat fogalmának elméleti meteorológiai megközelítése. – *Légekör* 38. Különszám, pp. 8–11.
- GÖTZ G. 1994. Gondolatok az éghajlat fogalmáról. – *Légekör* 39. Különszám. pp. 5–18.
- KERTÉSZ Á. 1996. Az aridifikáció fogalmának értelmezése – *Földr. Ért.* 45. pp. 5–9.
- KOFLANOVITS-ÁDAMY E.–SZENTIMREY T. 1986. A csapadékmennyiség változása századunk folyamán a Kárpátok térségében. – *Időjárás.* 4. pp. 206–216.
- KOFLANOVITS E. 1977. A csapadékmennyiség változékonyságának elemzése Közép-Európában. – (*Országos Meteorológiai Szolgálat kisebb kiadványai* 42. Budapest
- IVÁNYI ZS.–SZALAI S.–MIKA J. 1990. Éghajlatváltozékonyság és éghajlatváltozás. I. rész. – *Légekör.* 35. 3. pp. 22–27.
- MIKA J. 1988. A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. – *Időjárás.* 92. 2–3. pp. 178–189.
- MIKA J. 1991. Nagyobb globális felmelegedés várható magyarországi sajátosságai. – *Időjárás.* 95. 6. pp. 265–278.
- MIKA J.–AMBRÓZY P.–BARTHOLY J.–NEMES CS.–PÁLVÖLGYI T. 1995. Az Alföld éghajlatának időbeli változékonysága és változási tendenciái a hazai szakirodalom tükrében. – *Vízügyi Közlemények, LXVII.* 3–4. (Megjelenés alatt)
- Magyarország Éghajlati Atlasza. II. kötet Adattár. 1967. (Szerk. KAKAS József) – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- PÉCZELY GY. 1979. *Éghajlattan.* – Tankönyvkiadó, Budapest. 336 p.
- PÉCZELY Gy. 1983. *Magyarország havi éghajlati adatai.* Személyes közlés.
- PFISTER, C. 1988. *Klimageschichte der Schweiz 1525–1860.* – 3. Aufl., Verlag Paul, Haupt, Bern und Stuttgart, 2. köt.
- SZENTIMREY T. 1994. Magyarországi hőmérsékleti adatsorok inhomogenitásainak becslése. – *Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok* 2. 42 p.
- ZÓLYOMI B.–KÉRI M.–HORVÁTH F. 1992. A szubmediterrán éghajlati hatások jelentősége a Kárpát-medence klímazonális növénytakarásainak összetételére. – In: *Hegyfok* Kabos klimatológus születésének 145. évfordulója alkalmából rendezett tudományos emlékülés előadásai. Debrecen – Túrkeve.

AREAL DISTRIBUTION OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION TRENDS IN HUNGARY FOR 110 YEARS (1881–1990)

by *K. Molnár*

S u m m a r y

The presumable climatic change is one of the most topical scientific questions now. The atmospherical CO₂ content that has had a big influence on the presumable climatic change has grown dynamically in the last two centuries with the instrumental measurements. Between the CO₂ emission caused by burning fossil fuels and the atmospherical CO₂ concentration, there is a close relationship. The most important cause of the assumed warming is the growing atmospherical CO₂ quantity in the second half of this century and in connection with this the strengthening greenhouse effect. The revealing of the mentioned relationship and their consequences are in the centre of climatological research in the last decades while new questions are always arising.

The scenarios of presumable global change refer to two climatic parameters, temperature and precipitation, and inform about their probable values. The modifications of other climatic elements are deductible from the changes of these parameters. Long data series of both parameters are available and they are important to recognize past climatic trends and useful for climatic history and historical ecology.

The applied data base consists of monthly mean temperatures and average precipitations between 1881 and 1990. The 16 meteorological stations are distributed in Hungary as follows: 8 stations are in the Great Hungarian Plain, 2 in the Little Plain, 3 in Western Hungary, 2 in the Transdanubian Hills and 1 in Budapest. Although these stations do not cover the 6 major physical regions of Hungary, the study of regional distribution seems to be founded. For precipitation the station of Eger, representing the Northern Hungarian Mountains, could also be included. (Its temperature data were inhomogeneous and could not be used.) The problem of inhomogeneity of temperature data series – springing from the alteration of observation in place and time – has long been raised by meteorologists. The temperature series was re-evaluated applying the data correction by T. SZENTIMREY (1994). The procedure relies on an undistorted reference, the temperature series for Kremsmünster in Austria. This station is relatively close to the Hungarian border and no break or alteration is known in its observation series. (Some regional impacts, however, like the influence of aerosols, may cause variation between the two regions.)

First from the 110-year data series the annual mean temperature sums and annual precipitation sums were calculated. The highest annual mean temperature (13.5 C°) in 110 years was measured in Szeged (1950), the lowest (7.4 C°) in Zalaegerszeg (1908). A maximum annual precipitation of 1204 mm was recorded in Pécs (1896) and a minimum of 325 mm in Debrecen (1961). In temperature values there are fewer extremities than in precipitation. The range of temperature values is about 6 C°. The more extreme character of precipitation conditions is also manifested in the fact that there is an almost fourfold difference between the highest and the lowest values.

In a second stage we made a regression analysis for the temperature and precipitation series and then we checked the significance of trends by T-probe.

Hungary's temperature trends (showing an increasing tendency) seem to adjust to the global warming trends and the precipitation for Hungary presents a decreasing tendency. Both tendencies are responsible for aridification, whose consequences can be clearly observed for instance in the sand region on the Danube-Tisza Interfluve.

Translated by the author