

ASZÁLYOS ÉVEK AZ ALFÖLDÖN 1931–2010 KÖZÖTT

*Pálfai Imre**

1. Bevezetés

Az Alföld változékony éghajlata az 1980-as és 1990-es években a szárazodás irányában kezdett megváltozni (*Mika et al.* 1995), s mivel a globális fölmelegedés jelei is nyilvánvalóvá váltak, egyre inkább megnövekedett a társadalmi és tudományos érdeklődés a térség éghajlatának jövője, s többek közt az aszályproblémák iránt.

Aszálynak (egyszerűen szólva) a rendszerint nagy hőséggel párosuló nagyfokú csapadékhiányt nevezük, mely az élő szervezetekre, főként a növényzetre káros hatással van. Az aszály a nemzetgazdasági ágak közül mindenekelőtt a mezőgazdaságot és az erdőgazdaságot sújtja. Az éves országos aszálykár a legsúlyosabb esetekben elérheti a százmilliárd forintos nagyságrendet. Ez önmagában is alátámasztja az aszályvizsgálatok jelentőségét. Az aszálykárok megelőzésére illetve mérséklésére irányuló feladatok a kibontakozóban lévő éghajlatváltozásra való tekintettel egyre inkább fontosabbá válnak (*Faragó et al.* 2009).

Az aszály erőssége évente nagyon különböző lehet, és területileg is jelentős különbségek alakulhatnak ki. Ezeknek az időbeli változásoknak és térbeli különbségeknek a kifejezésére világszerte különféle aszályindexek alkalmazása terjedt el (*Bussay – Szinell–Szentimrey* 1999). Hazai adottságaink közt jól bevált a szerző által konstruált aszályindex (PAI), mely szoros kapcsolatot mutat a talajnedvességgel (*Horváth* 2003), s amelynek segítségével több tanulmányban elemeztük az Alföld és Magyarország aszályviszonyait (*Pálfai* 1989, 2000, 2004).

Az aszályindex lényegében egy tört, melynek számlálójában az április–augusztusi öt hónapos időszak (a fő tenyészidőszak) középhőmérséklete (annak százszorosa van), nevezőjében pedig – az őszi-téli nedvesség-felhalmozódásra is tekintettel – az októbertől augusztusig terjedő időszak havi csapadékainak súlyozott összege. A havi súlyozó tényezők a növényzet időben változó vízigényét hivatottak kifejezni; értékük – az átlagos hazai vetésszerkezethez igazodva – 0,1-től (október) 1,6-ig (július) változik. Az index előzők szerint meghatározott ún. alapértékét három korrekciós tényezővel szorozni kell. Ezeket a hőségnapok száma, a csapadékszegény időszak hossza és a talajvízszint terep alatti mélysége szerint számítjuk. Az aszályindex küszöbértéke a hazai tapasztalatok szerint (közepes talajadottságok feltételezésével): $PAI = 6 C/100$ mm-nél vonható meg.

Az aszály különböző fokozatait egy adott mérőállomáson, ill. annak környezetében az index következő értékhatáraival különíthetjük el: mérsékelt aszály 6–8, közepes erősségű aszály 8–10, súlyos aszály 10–12, rendkívül súlyos aszály > 12. Nagyobb térségek, pl. az Alföld aszályosságának jellemzéséhez (több mérőállomás adatából kiindulva) célszerű az aszályindex területi eloszlását térképszerűen megszerkeszteni, és a PAI területi átlagát meghatározni. Ebben az esetben, mint alább látni fogjuk, az egyes évek értékelése (minősítése) szűkebb értékhatárok szerint történhet.

* Dr. Pálfai Imre ny. szaktanácsadó, Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Szeged

2. Az aszályos évek jellemzői

Először az aszályos évek időbeli változását mutatjuk be és elemezzük, majd a térbeli különbségek tárgyalására térünk ki. Az Alföld vizsgálati időszakunkban előfordult aszályairól bővebb információt (szöveges és térképes értékelést, irodalmat stb.) többek közt a bevezetőben már hivatkozott publikációkban (Pálfai 1989, 2004) és az Alföld kisebb-nagyobb tájegységeire vagy egyes meteorológiai állomásokra vonatkozóan egyéb munkákban (pl. Makra–Kiss–Abonyiné 1986, Szász 1997, Horváth 2003, Szalai–Varga–Pappné 2007) találhatunk.

2.1. Időbeli változások

Az 1931–2000 időszakot felölelő korábbi vizsgálatainkat (Pálfai 2000) folytatva, az ott figyelembe vett 38 alföldi mérőállomásra vonatkozó PAI-adatokat kigyűjtöttük az ún. „Integrált vízháztartási tájékoztatók” 2001–2010. évi szeptember havi füzetéből (VITUKI–ATIKÖVIZIG 2001–2010). Egyszerű átlagolással ezekre az évekre is kiszámítottuk a PAI alföldi területi átlagát. Ugyancsak meghatároztuk – a szóban lévő forrásmunkák aszálytérképei segítségével – a legalább mérsékelt erősségű aszályal (PAI > 6) érintett területnek az Alföld egészéhez (pontosabban a nyugaton a Duna vonaláig értelmezett Alföld) mintegy 45 000 km² kiterjedésű magyarországi részéhez viszonyított százalékos arányát. E két paraméter (de elsősorban a PAI területi átlagok) ismeretében elvégeztük az egyes évek minősítését, azaz minden évet besoroltunk a fölállított hat kategória (I – VI.) valamelyikébe az 1. táblázatban megadott kritériumok szerint. Az eredményeket az 2. táblázatban a teljes 80 éves vizsgálati időszakra közöljük.

1. táblázat. Az egyes évek kategorizálásának kritériumai az aszályindex (PAI) alföldi területi átlaga alapján

Kategória jele	Megnevezés	PAI területi átlag C/100 mm
I.	Aszálymentes év	< 4
II.	Enyhén aszályos év	4 – 5
III.	Mérsékeltén aszályos év	5 – 6
IV.	Közepesen aszályos év	6 – 7
V.	Erősen aszályos év	7 – 10
VI.	Rendkívül aszályos év	< 10

A minősítésnél az 1. táblázatban szereplő határértékeket nem kezeltük szigorúan, azoktól néhány olyan év esetében eltekintettünk, amikor ezt az aszályal érintett terület indokolta. Pl. a 4,1-es PAI átlagú 1951. és 1991. évet is aszálymentesnek (I. kategória) minősítettük, mivel az aszályal érintett terület 0 volt. Hasonló megfontolásból az 5-nél kisebb PAI átlagú 1982., 1985. és 2008. évet a II. helyett a III. kategóriába soroltuk, mivel az aszályal érintett terület viszonylag jelentős, eléri, illetve meghaladja a 10 %-ot. Ugyancsak az aszályal érintett terület magas aránya indokolta a 6,9-es PAI átlagú 1968. esztendőnek a IV. helyett a V. kategóriába sorolását.

A 2. táblázat adatait sokféleképpen lehetne elemezni és értékelni. A következőkben néhány egyszerű megoldást mutatunk be.

2. táblázat. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlaga és az aszályal (PAI >6) érintett terület aránya az Alföldön, valamint az egyes évek minősítése (1931 – 2010)

Év	PAI területi átlaga C/100 mm	Aszályal érintett terület %	Minősítés	Év	PAI területi átlaga C/100 mm	Aszályal érintett terület %	Minősítés
1931	7,9	97	V.	1971	5,7	35	III.
1932	5,9	49	III.	1972	4,5	7	II.
1933	4,7	2	II.	1973	5,5	29	III.
1934	6,4	45	IV.	1974	3,9	0	I.
1935	10,1	99	VI.	1975	3,1	0	I.
1936	4,6	1	II.	1976	6,7	60	IV.
1937	4,7	4	II.	1977	3,8	0	I.
1938	4,3	1	II.	1978	2,7	0	I.
1939	5,5	19	III.	1979	4,5	1	II.
1940	1,9	0	I.	1980	3,4	0	I.
1941	3,2	0	I.	1981	4,4	0	II.
1942	4,7	1	II.	1982	4,5	10	III.
1943	6,9	22	IV.	1983	7,9	68	V.
1944	3,2	0	I.	1984	6,4	57	IV.
1945	6,4	59	IV.	1985	4,8	12	III.
1946	8,6	99	V.	1986	5,7	30	III.
1947	7,9	77	V.	1987	5,5	41	III.
1948	5,3	19	III.	1988	6,4	69	IV.
1949	5,5	34	III.	1989	5,0	18	III.
1950	9,1	96	V.	1990	10,0	100	VI.
1951	4,1	0	I.	1991	4,1	0	I.
1952	12,3	100	VI.	1992	12,1	100	VI.
1953	3,5	0	I.	1993	10,8	93	VI.
1954	3,9	1	I.	1994	9,4	100	V.
1955	3,1	0	I.	1995	6,6	62	IV.
1956	4,4	2	II.	1996	5,2	16	III.
1957	5,0	6	III.	1997	3,9	0	I.
1958	6,3	51	IV.	1998	4,7	5	II.
1959	4,5	1	II.	1999	2,8	0	I.
1960	5,8	34	IV.	2000	9,1	97	V.
1961	6,2	62	IV.	2001	4,5	1	II.
1962	7,5	71	V.	2002	7,9	99	V.
1963	5,8	37	III.	2003	10,3	100	VI.
1964	6,1	55	IV.	2004	4,3	1	II.
1965	2,8	0	I.	2005	3,1	0	I.
1966	2,8	0	I.	2006	4,0	0	I.
1967	5,8	52	III.	2007	10,1	100	VI.
1968	6,9	74	V.	2008	4,9	13	III.
1969	4,4	3	II.	2009	7,8	97	V.
1970	2,5	0	I.	2010	3,5	0	I.

Kiszámítottuk például az aszályindex alföldi területi átlagának és az aszályal érintett terület arányának 20 éves részidőszaki átlagait és a teljes 80 éves időszakra vonatkozó átlagát (a PAI esetében a szórást is), s ugyanebben az időrendi bontásban megállapítottuk a különböző fokozatú aszályos évek számát, azaz előfordulásuk gyakoriságát (3. táblázat).

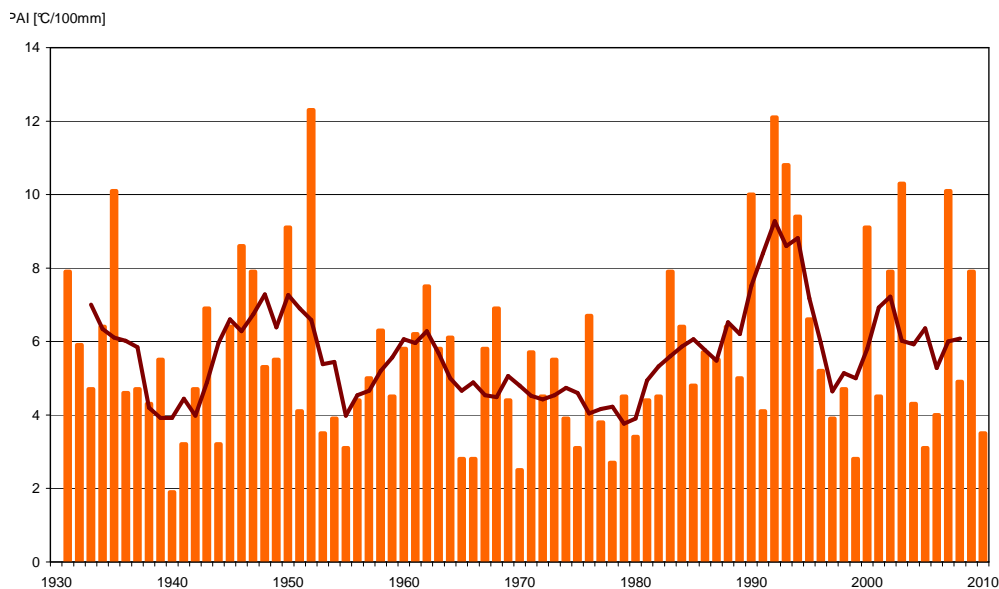
3. táblázat. Az alföldi aszályok néhány statisztikai jellemzője az 1931–2010 közötti időszakokban

Időszak	PAI-átlag és szórás C/100 mm	Aszályal érintett terület, %	Az aszálymentes évek (I.) és a különböző erősségű aszályos évek (II-VI.) száma					
			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1931-1950	5,84±2,11	36,2	3	5	4	3	4	1
1951-1970	5,18±2,22	27,5	7	3	3	4	2	1
1971-1990	5,22±1,72	26,9	5	3	7	3	1	1
1991-2010	6,46±2,95	44,2	6	3	2	1	4	4
1931-2010	5,68±2,31	33,7	21	14	16	11	11	7

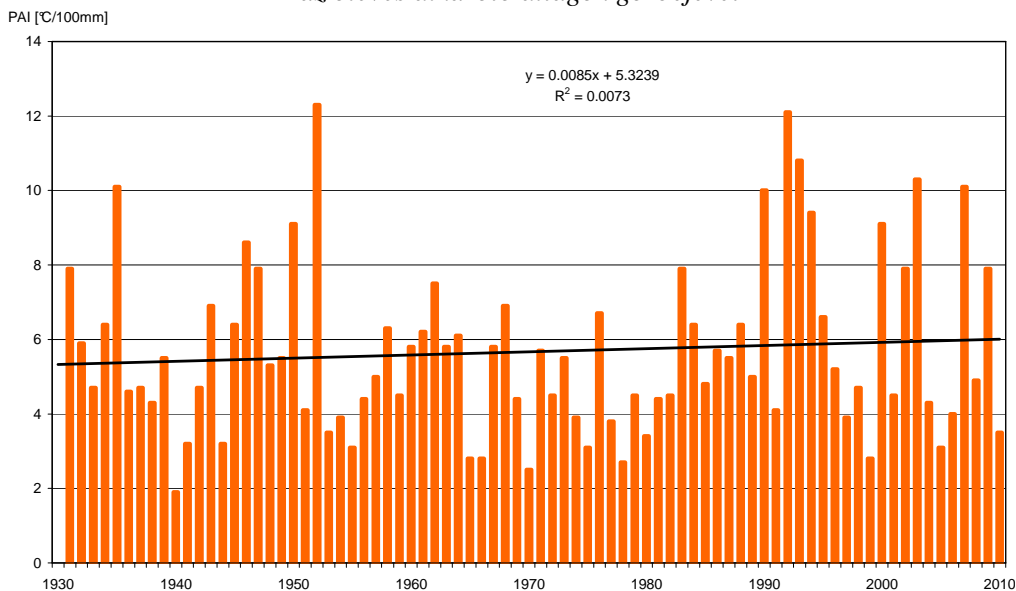
A 3. táblázatból többek közt megállapíthatjuk, hogy a négy részidőszak közül az utolsó, vagyis az 1991–2010 közötti a leginkább aszályos: az aszályindex területi átlagának és az aszályal érintett terület arányának 20 éves átlaga egyaránt ekkor a legnagyobb (6,46 C/100 mm, ill. 44,2 %), s jelentősen meghaladja a 80 éves átlagot. A PAI szórása is ebben a részidőszakban a legnagyobb, de nemcsak abszolút értékben, hanem a 20 éves átlaghoz viszonyított arányát ($\pm 46\%$) tekintve is, ami az éghajlat szélsőségebbé válására enged következtetni. Az utolsó 20 év erőteljesebb aszályossága nem fokozatosan alakult ki, hiszen a vizsgált négy részidőszak PAI-átlagának és az aszályos területek átlagának rangsorában az 1931–1950 időszakra vonatkozó érték áll a második helyen, míg a két középső részidőszakot határozottan alacsonyabb aszályossági értékek jellemzik.

A különböző erősségű aszályok rész-időszakonkénti gyakorisága változatos képet mutat. A legfeltűnőbb és különös figyelemre érdemes, hogy amíg az első három részidőszakban csak egy-egy rendkívül aszályos év (VI. kategória) fordult elő, addig az utolsó 20 évben 4 ilyen év is volt! Ha a V. és VI. kategóriájú (az erősen aszályos és a rendkívül aszályos) évek számát együtt nézzük, akkor is az utolsó 20 éves időszak vezet 8 ilyen évvel. Érdekes, hogy a legtöbb aszályos év (II–VI. kategória együtt) nem ebben az időszakban, hanem 1931–1950 között volt: összesen 17. A teljes 80 éves vizsgálati időszakok nézve azt látjuk, hogy az évek mintegy $\frac{1}{4}$ -ében egyáltalán nem volt aszály (I. kategória), $\frac{3}{4}$ -ében pedig kisebb-nagyobb (gyengébb vagy erősebb) aszály fordult elő. Külön is érdemes felsorolni azt a 18 évet, a vizsgált évek közel $\frac{1}{4}$ -ét, amikor erős vagy rendkívüli aszály alakult ki. Ezek a következők: 1931, 1935, 1946, 1947, 1950, 1952, 1962, 1968, 1983, 1990, 1992, 1993, 1994, 2000, 2002, 2003, 2007 és 2009.

Az aszályindex alföldi területi átlagának az 1. táblázatban közölt 80 éves idősrát grafikusan is bemutatjuk, kiegészítve különféle trendvonalakkal. Kiegészítésként az 1. ábrán az ötéves átkaroló átlagok görbéjét, a 2. ábrán a teljes vizsgálati időszakra vonatkozó lineáris trend vonalát, a 3. ábrán a két 40 éves időszakra bontott adatsorhoz tartozó trendvonalat tüntettük fel.



1. ábra. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlagai 1931–2010 között az öt éves átkaroló átlagok görbéjével



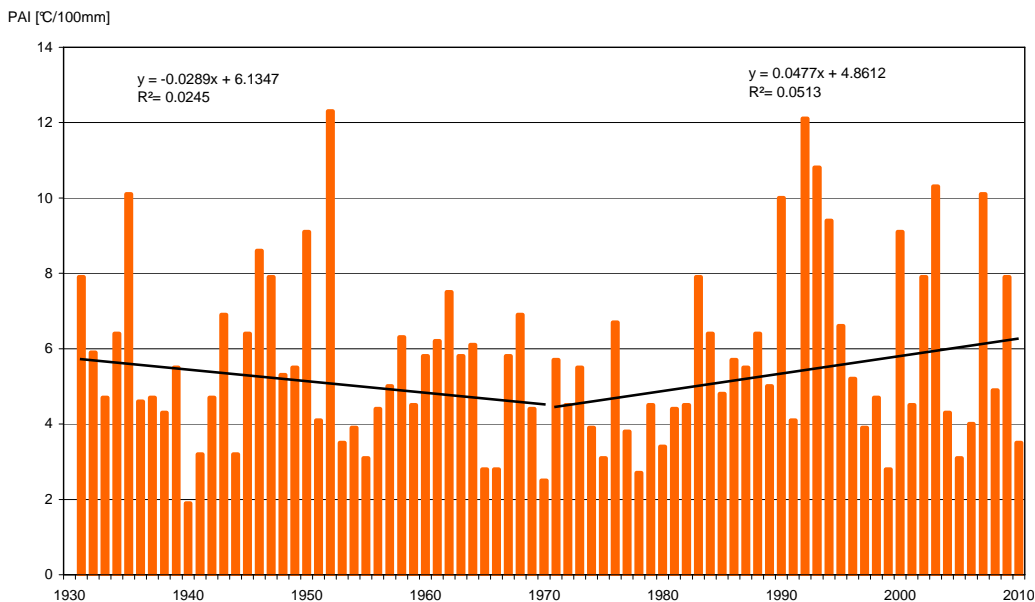
2. ábra. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlagai 1931–2010 között és a teljes időszak lineáris trendvonalával

Az öt éves átkaroló átlagok görbéje – a száraz és a nedves időjárási periódusok váltakozását tükrözve – „hullámhegyeket” és „hullámvölgyeket” ír le (1. ábra). A legmagasabb aszályhullám az 1990-es évek első felében alakult ki, amikor a rendkívül, ill. erősen aszályos évek (1990, 1992, 1993, 1994) sorozatban követték egymást. Ezt a sorozatot ráadásul még két kevésbé aszályos év követte (1995 és 1996). Az 1990-es évek rendkívül erős aszályossága a PAI tíz éves országos és alföldi átlagaiból is kitűnik (Varga 2003). Hasonlóan kiugró értékeket mutatnak ezen időszakban a Palmer-féle

aszályindex-szel végzett vizsgálatok eredményei (Horváth 2003). Két alacsonyabb, de hosszabb aszályhullám jellemzi vizsgálati időszakunk elejét: az egyik még ezt megelőzően, 1928-ban kezdődött és 1935-ig tartott, a másik 1945–1952 között zajlott le. A 2000–2003 közti viszonylag rövidebb periódust ugyancsak emlékezetes, nagyon aszályos évek sora határozta meg. Az előzőknél mérsékeltőbb aszályos évek alakították ki az 1957–1964 és az 1982–1989 közötti száraz periódust. Utóbbit az 1990-nel kezdődő és 1996-tal záródó, már említett időszakokkal egyesítve *példátlanul hosszú (15 éves) aszályos periódust regisztrálhatunk!*

A PAI területi átlagok teljes adatsorával elvégzett trendvizsgálat eredménye lényeges változást nem, csak egészen minimális emelkedő jelleget mutat 1931–2010 között (2. ábra). Ez érthető is, hiszen a PAI kiemelkedően nagy értékei nagyjából egyformán csoportosulnak a vizsgálati időszak elején és végén, míg a vizsgálati időszak középső tartományában nagyjából kiegyenlített eloszlásban a közepes és a kisebb PAI-értékek sorakoznak.

A PAI területi átlagok két 40 éves szakaszra bontott adatsorának vizsgálata szerint 1931–1970 ig enyhén süllyedő, 1971–2010-ig mérsékeltlen emelkedő lineáris trend állapítható meg (3. ábra). Számunkra ez az utóbbi időszak a mérvadó, mert a trend folytatódása esetén az aszályprobléma súlyosbodásával kellene számolni.



3. ábra. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlagai 1931–2010 között és két 40 éves részidőszak (1931–1970, 1971–2010) lineáris trendvonala

Az aszályindexnek az 1970-es évek elejétől tapasztalható növekvő trendje főként a nyarak hőmérséklet-növekedéséből származik, s kevésbé a csapadékmennyiség csökkenéséből, amely inkább csak a tavaszi, az őszi és a téli évszakra jellemző, míg az aszály szempontjából döntő nyári csapadékösszeg tendenciaszerűen gyakorlatilag nem változott, sőt az 1980-as évek elejétől növekedést mutat (Szalai et al. 2005, Bihari et al. 2008, OMSZ 2009). Ugyanez a növekedési trend tűnik ki az évi csapadékösszeg alföldi átlagának idősorából is (Varga 2003, 2009). A nyári középhőmérséklet említett növekedésére jellemző, hogy amíg ez 1971–1990 között szinte minden évben a sokévi átlag

alatt maradt, addig 1991–2009 közt lényegében minden évben a sokévi átlag fölött volt (OMSZ 2009). Feltűnően megnövekedett a hőségnapok és a forró napok (vagyis a 30 °C-ot, ill. a 35 °C-ot is meghaladó napi maximumok) száma, különösen az Alföld déli részén. 2007-ben az abszolút hőmérsékleti rekord is megdőlt, Kiskunhalason július 20-án 41,9 °C-os új abszolút meleg rekord született (Bihari et al. 2008). A meteorológiai tényezők mellett némi szerepe volt az aszályindex nagyobb értékei kialakulásában a talajvízszint különféle emberi tevékenységekre is visszavezethető süllyedésének, mely a Duna–Tisza közti hátságán az 1980-as évektől kezdve fokozódott és tartóssá vált, olyannyira, hogy a talajvízszint még a nagyon csapadékos években is jóval a sokévi átlag alatt maradt (Szalai–Varga–Urbánné 2007, Varga 2009).

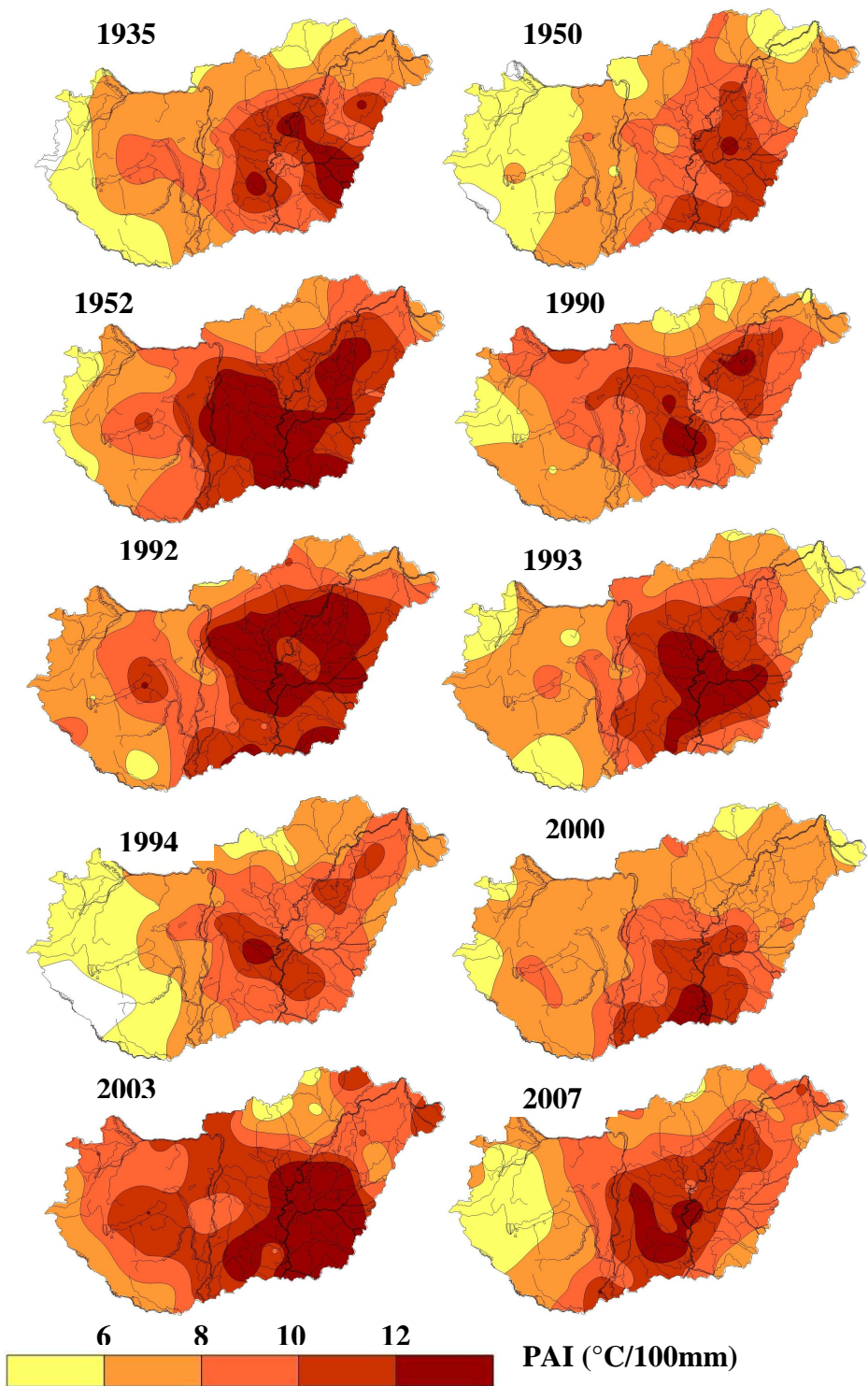
2.2. Területi különbségek

A 68 állomás adataiból szerkesztett 4. ábrán bemutatjuk az aszályindex magyarországi területi eloszlását a vizsgált időszak tíz legaszályosabb évére vonatkozóan. Látható, hogy ezekben az években az aszály kisebb-nagyobb mértékben az ország szinte teljes területére kiterjedt, de minden esetben az Alföldön volt a legerősebb. A PAI legnagyobb értékei 1935-ben a Közép-Tisza, az Alsó-Tisza és a Körösök vidékén, 1950-ben a Tiszántúl középső és déli részén alakultak ki. 1952-ben a Tiszántúl mellett a Duna–Tisza köze is nagyon aszályos volt, akárcsak 1990-ben. Az 1992-ben és 1993-ban főként az Alföld középső és déli részét sújtotta. 1994-ben ismét a Duna–Tisza közén, 2000-ben az Alsó-Tisza vidékén, 2003-ban a Tiszántúl déli felén, 2007-ben pedig a Duna–Tisza köze déli részén volt a legnagyobb aszály.

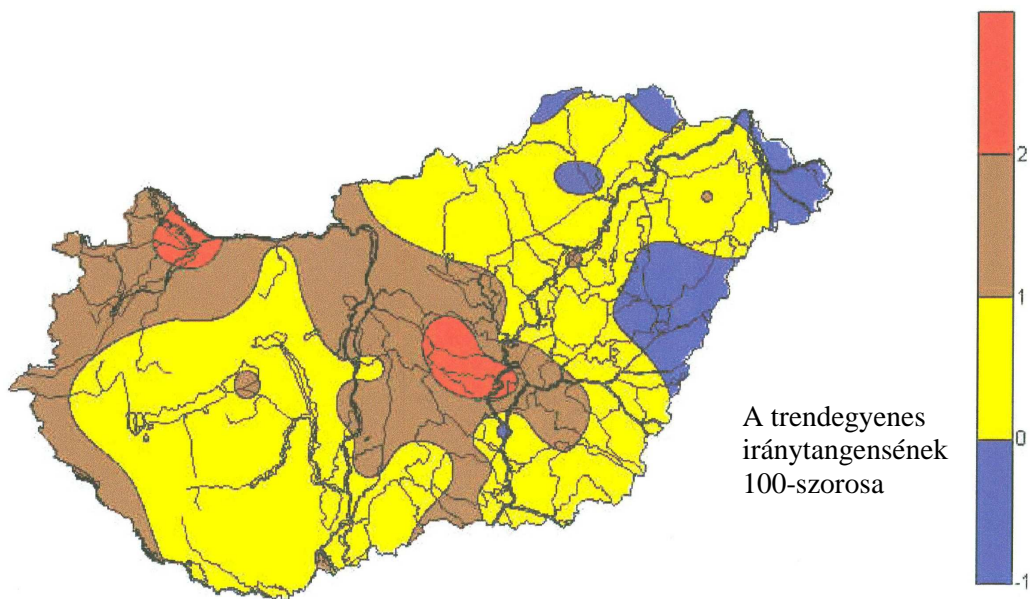
A 4. ábra aszálytérképeiről nagyon nehéz fölismerni az eloszlási kép valamilyen tendenciózus, időbeli változását. Az 1931–2000 közötti PAI adatokkal elvégzett állomásonkénti trendvizsgálatok (Pálfai 2007) viszont azt mutatják, hogy a Duna–Tisza közén valamelyest fokozódott, a Tiszántúl egyes északkeleti részein viszont (bár egészen enyhe formában) mérséklődött az aszály (5. ábra). A PAI-értékek Duna–Tisza közti növekedéséhez a talajvízszint előzőekben már említett tartós süllyedése is hozzájárulhatott.

A 6. ábrán bemutatjuk Magyarország aszályosságai térképét (Pálfai 2004), amely a PAI 1931–2000. évi adataiból meghatározott 10 %-os előfordulási valószínűségű értékeinek területi eloszlását, ill. az azok alapján elkülönített aszályosságai zónákat ábrázolja. Látható, hogy legaszályosabb térségünk az Alföld szív alakú középső és déli része (VI. zóna), melyet északon hozzávetőleg a Monor–Jászberény–Poroszló–Polgár vonal, keleten a Hajdúdorog–Szeghalom–Orosháza–Makó vonal, délen az országhatár, nyugaton az Ásotthalom–Kiskunhalas–Izsák–Kunszentmiklós vonal határol. E nagyon erősen aszályos zónát mintegy 30 km széles sávban körülveszi egy alacsonyabb fokozatú, de ugyancsak erősen aszályos zóna (V. zóna). E két zóna együtt az Alföld területének több mint 80 %-át teszi ki.

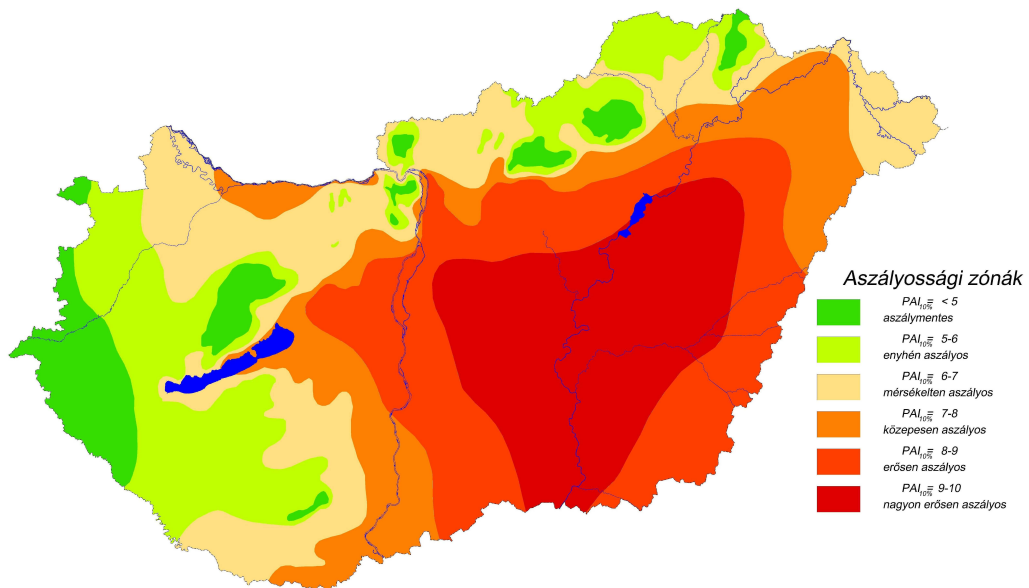
Amennyiben a Kárpát-medence éghajlata a pesszimistább forgatókönyvek szerint fog a következő évtizedekben változni, előfordulhat, hogy a bemutatott aszályosságai térkép helyett annak módosított változatával, hozzávetőleg egy fokozattal erősebb aszályosságai zónákkal kell számolni.



4. ábra. Az aszályindex (PAI) területi eloszlása az 1931–2010 közötti tíz legaszályosabb évben



5. ábra. Az aszályindex lineáris trendjének területi eloszlása (1931–2000)



6. ábra. Magyarország aszályossági térképe (Pálfai 2004)

Irodalom

- Bihari Z.–Lakatos M.–Szalai S.–Szentimrey T. 2008: Magyarország néhány éghajlati jellemzője a 2005–2007-es időszakban. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Bussay A.–Szinell Cs.–Szentimrey T. 1999: Az aszály magyarországi előfordulásainak vizsgálata és mérhetősége. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok 7. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 9 – 66.
- Faragó T.–Láng I.–Harnos Zs.–Csete Zs. (szerk.) 2009: az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottság állásfoglalása az éghajlatváltozásról és az ezzel összefüggő feladatokról. Budapest, 2009. november. Megjelent a Magyar Tudomány 2009. 7. és 10. számában.
- Horvát Sz. 2003: A talaj nedvességkészletének alakulása Kelet-Magyarországon a XX. században. Doktori (PhD) értekezés. Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék
- Makra L.–Kiss Á.–Abonyiné Palotás J. 1986: Az aszály klimatológiai és talajvíz-háztartási összetevői, valamint néhány mezőgazdasági vetülete a Dél-Alföldön. Alföldi Tanulmányok 1986. 10. kötet, 99–114.
- Mika J.–Ambzózy P.–Bartholy J.–Nemes Cs.–Pálvölgyi T. 1995: Az Alföld éghajlatának időbeli változékonysága és változási tendenciái a hazai szakirodalom tükrében. LXXVII. évf. 3. füzet, 261–283.
- OMSZ 2009: Magyarország éghajlata és az aszály. Készült az „Aszály és szárazodás” Magyarországon c. konferenciára, Kecskemét, 2009. október 7. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Pálfai I. 1989: Az Alföld aszályossága. Alföldi Tanulmányok, 7–21.
- Pálfai I. 2000: Az Alföld belvízi veszélyeztetettsége és aszályérzékenysége. In: A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány Kötetei 6. Békéscsaba 85–95.
- Pálfai I. 2004: Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai Tanulmányok. Közlekedési Dokumentációs Kft. Budapest, 492. old. + 2 melléklet.
- Pálfai I. 2007: Éghajlatváltozás és aszály. „KLÍMA-21” Füzetek, 49. szám 59 – 65.
- Szalai J.–Varga J.–Pappné Urbán J. 2007: A hidrometeorológiai és talajvízszint változások értékelése a Duna–Tisza közén az EU VKI szempontjainak tükrében. MHT XXV. Országos Vándorgyűlés 2. szekció dolgozatai, Tata, 2007. július 4–5.
- Szalai S.–Konkolyné Bihari Z.–Lakatos M.–Szentimrey T. 2005: Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Szász G. 1997: Az éghajlatváltozás és a fenntartható gazdaság kapcsolata a Nagyalföldön. Alföldi Tanulmányok 1997, XVI. kötet, 35–49.
- Varga Gy. (szerk.) 2009: Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése 14. VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht., Budapest.
- VITUKI–ATIKÖVIZIG 2001–2010: Integrált Vízháztartási Tájékoztató és Előrejelzés. VITUKI Kht. – Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Budapest–Szeged.

Köszönetnyilvánítás: az adatfeldolgozáshoz és az ábrászerkesztéshez nyújtott segítségért Herceg Árpád kollegámnak tartozom hálás köszönettel.