

# A SZÁRAZODÁS FOLYAMATÁNAK VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI A DUNA-TISZA KÖZÉN

KOVÁCS FERENC<sup>1</sup>

## Bevezetés

A valószínűsíthető globális klímaváltozás magyarországi hatásainak vizsgálata az egyik legizgalmasabb és egyben legnehezebb kutatási feladat. A föld-, a műszaki- és a biológiai tudományok több ágában kutatók dolgoznak a rendkívül sokoldalú probléma feltérképezésén, az okok, folyamatok és következmények vizsgálatán, amely több szempontból is bizonytalan alapokon nyugszik. Gondolhatunk itt a változás előzőekben említett „valószínűsíthető” jellegére, amely bár sokak szerint bizonyított tény mégis sokan kételkednek annak jelentőségében, mert a változás mértéke 100 év alatt 0,5°C minden külső változás nélkül is bekövetkezhet (*Mika J. et al.* 1995). Megemlíthető a klímaingadozás, vagy –változás eldöntését segítő hosszabb adatok, adatsorok hiánya is.

A feltételezhető globális változás természetföldrajzi következménye lehet az aridifikáció folyamata (*Kertész Á.–Mika J.* 1999), mert a szárazságtól eltérően a *szárazodáshoz tartozó természeti folyamatok hosszú periódusúak, krónikusak és mindenre kiterjednek*. A folyamat alapja a hosszútávú adatsorokon megfigyelhető csapadékcsökkenés, amihez trendszerű hőmérsékleti emelkedés is társul, ez a szemiárid jelleg fokozódásában nyilvánul meg. Az aridifikáció jellemző területe Magyarországon az Alföld, azon belül is elsősorban a DK-Alföld és a Duna-Tisza köze, így vizsgálataink is e területekre összpontosítanak.

A szárazodás folyamata több nézőpontból is a figyelem középpontjába került. A MEDALUS program keretében (Mediterranean Desertification And Land Use) az MTA FKI több éves átfogó kutatásokat végzett (*Kertész Á. et al.* 2001). A vízgazdálkodási probléma politikai szinten is képviselt, a megoldásra kormányhatározat született, a Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium megbízásából átfogó tanulmány is készült (*Pálfai I.* 1994).

## 1. A szárazodás klimatikus bizonyítékai

Az éghajlatváltozás folyamatai általános érvényűek, egy-egy régióra nem vonatkoztathatók, ezért *a problémát is inkább regionális mértékben kell kezelni* (*Szász G.* 1997).

Az aridifikáció alapvetően a csapadék csökkenésén és a hőmérséklet emelkedésén alapuló folyamat ezért e két klimatikus elem trendszerű változásaira kell koncentrálnunk. A vizsgálat nehézségét az adja, hogy a helyi adatsorok belső változékonysága többszörösen meghaladhatja a globális adatokét. A hosszabb időszak alatt is nehéz megállapítani az idősorban megfigyelhető trendet (*Mika J. et al.* 1995). A hőmérsékleti változások megállapításában több ellentétes véleményt is olvashatunk, de a csapadék esetében egyöntetű a vélemény, hogy az éves, évszakos és havi átlagok alapján is csökkenésről beszélhetünk. A Nagyalföldön a csapadék változásán van a hangsúly, mert ez determinál (*Szász G.* 1997).

Molnár Katalin 110 évet átölelő vizsgálata szerint (*Molnár K.* 1996) 1990-el bezárólag 8 alföldi állomás homogenizált adatai alapján kimondható, hogy *a térséget +0.0104°C/év-es változás jellemzi*. Valamennyi állomásnál *negatív csapadéktrend* figyelhető meg, többségében

---

<sup>1</sup> doktorandusz, SZTE, Geoinformatikai és Természeti Földrajzi Tanszék, email: [feri@earth.geo.u-szeged.hu](mailto:feri@earth.geo.u-szeged.hu).

95 %-os szignifikancia szinten (Duna-Tisza közén Kalocsa pl. nem szignifikáns). *Átlag csökkenés -0,917 mm/év.* (Duna-Tisza közén, Szeged: -0,91 mm/év, Kecskemét: -0,86mm/év, Baja: -0,71mm/év). A 120 éves adatsor határozott csökkenést mutat és a kis hatékonyságú, kis csapadékok túlsúlya a szárazsági aszályra való hajlamot bizonyítja (Szász G. 1997). A csapadék félévi összegeiben a kezdetektől 1985-ig megállapíthatjuk az utóbbi évtizedek csökkenő tendenciáját (Mika J. et al. 1995).

A Nagyalföldön a múlt század közepe óta tartó *évi középhőmérséklet emelkedés az 1950-60-as években lelassult, majd csökkenés figyelhető meg az éves adatokban és az évszakok tekintetében is.* Nyáron hőmérséklet csökkenés Szegeden: -0,137°C/10év (Szeged évi középhőmérséklete: 1921-30-ban: 11,55 fok, 1981-90-ben: 10,6 fok). Az elmúlt 25 évben nagyfokú és szeszélyes ingadozás valamint bizonyított enyhülés figyelhető meg télen, ezzel nő a tenyészidőszak. A hőségnapokat tekintve 1980-tól jelentős emelkedés van. Hőmérsékleti átlagban nincs jelentős emelkedés, de *a nappali átlagok emelkednek* (Szász G. 1997).

Nagy valószínűséggel a csapadék maximumok téli hónapokra való tolódása várható ami a nyári hónapok csapadékmentes időszakainak hosszabbodásához, az aszályos periódusok valószínűségének megnövekedéséhez fog vezetni (Antal E. 1991).

*1980-85-től – 1995-ig szárazabb periódus amely 1881 óta a legszárazabb periódus, különösen az Alföld területén.* Valamennyi index jelzi, hogy az utóbbi 1-1,5 évtized gyakori és súlyos szárazsági eltérnek a korábbi évtizedekben szokásos viselkedéstől. Ilyen gyakori és egymás utáni aszály a 100 évre visszanyúló adatok szerint nem volt (Mika J. et al. 1995).

Az 1931-87-es időszak aszályossági vizsgálatánál a periodikus változások mellett trendszerűen enyhe csökkenés volt megfigyelhető (Pálfai I. 1989). Az utóbbi 70 év adatsora alapján 30%-os a valószínűsége annak, hogy az Alföld területének felét érintse az aszály és 13%, hogy a legsúlyosabb mértékű aszály megjelenjen (Pálfai I. 2000).

A vegetációs dinamika kutatásunk egyik alapeleme, ezért érdemes havi bontásban is vizsgálni az adatokat, mert fajoktól függően egy-egy hónap időjárása meghatározó a növény számára. A vízellátottság szempontjából a július és az augusztusra (Pálfai I. 1989). Az 1960-as csapadékos évtizedet jellemző kismértékű növekedés ellenére *alapvetően minden hónapban csökken a csapadék, a '70-es évek óta még az addig növekvő tendenciát felmutató november és január havi átlaga is csökken* (Ambrózy 1990), így a téli félév csökkenő tendenciája fenyegeti a talajok vízzel való feltöltődését. A Duna-Tisza köze több hónap esetében a századeleji havi csapadékok 50-60%-át kapja a 1980-90-es évekre.

*Az éghajlatváltozás a különböző elemek egyidejű változásából ismerhető fel.* A hőmérséklet és csapadék közötti kapcsolat szignifikáns, ami lehetővé teszi a többdimenziós klímaanalízist. A szárazodás szempontjából érdekes „hőmérséklet+ ,csapadék–„ előfordulási lehetősége ma az Alföldön a 40%-ot is elérheti. A csapadék, a hőmérséklet és potenciális evapotranspiráció szembeállításánál *számolhatunk a klimatikus vízhiánnyal, amely az Alföldön 0,4-0,5 mm/év-el nő.* 1870 óta átlagosan mintegy 60 mm-el gyarapodott, a DK-Alföldön több mint 350 mm-el. A gyakorisági értékek alakulása újabb bizonyítékot jelent az *arid jelleg növekedésére* (Szász G. 1997). A 110 év alatt 0,3-0,6 -el növekvő tendenciát mutat a melegebb és szárazabb évek mennyisége, *nő az aszályhajlam* (Weidinger T. et al. 2000).

Az utóbbi évek folyamatainak vizsgálatba való bevonása mellett fő célunk a részletesebb térbeli felbontás használata elsősorban a csapadékmennyiség vizsgálatánál, valamint az ökológiailag és gazdaságilag érzékeny időszakok figyelemmel kísérése.

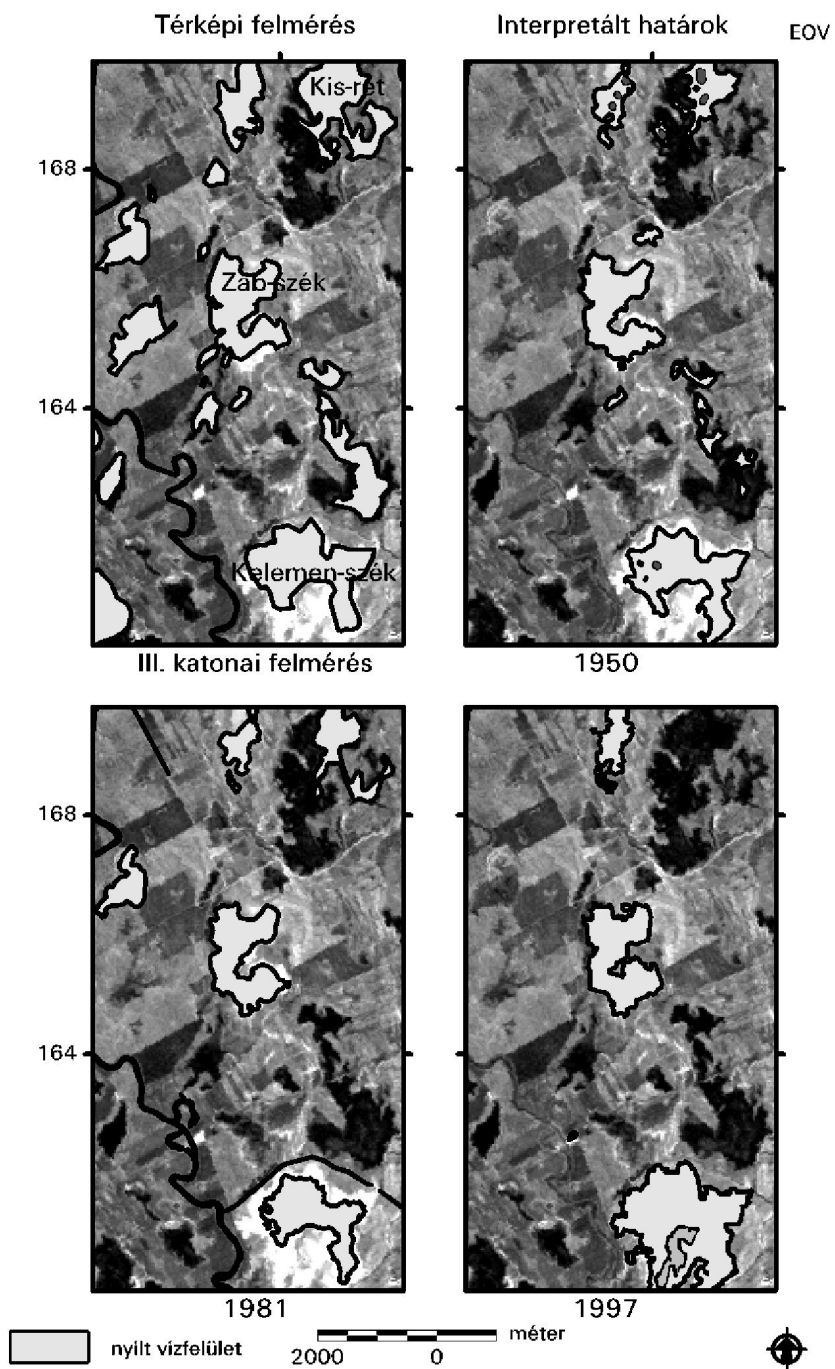
## 2. Hidrológiai, hidrogeográfiai változások a Duna-Tisza közén

Az Alföld területén a természetföldrajzi folyamatok fő irányítója a talajvíz szintje, dinamikája. E tanulmányban nem foglalkozunk részletesen a problémával, fontossága miatt kihagyhatatlan a felsorolásból.

Az 1970-től tartó kritikus időszak talajvízszint-csökkenéséről több publikációban is olvashatunk (*Pálfai I.* 1994, 1996). A földrajzi, térbeli elemzés és az 1990-es évek nedves évcsoportjainak hatása is elemzésre került (*Rakonczai J.–Bódis K.* 2001). A jövőben a részletesebb térbeli-időbeli analízis a cél a minél pontosabb interpretáció érdekében.

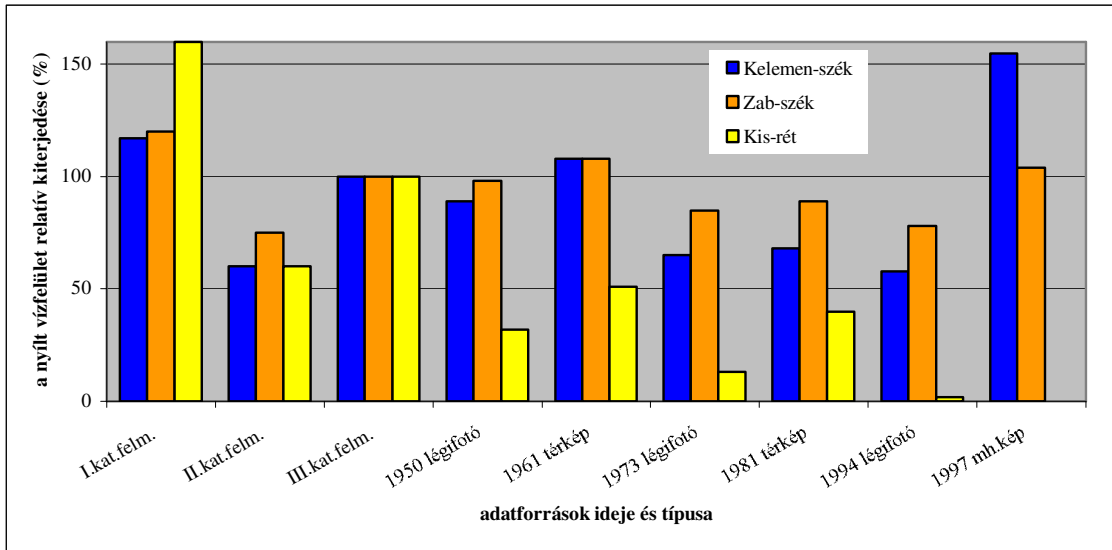
A szárazodás folyamatának összetettségét növelik a vízellátottságot befolyásoló antropogén hatások. Az Alföld életét meghatározó folyószabályozások óta megváltoztak a természeti viszonyok (*Somogyi S.* 2000), ezért a hosszú időtartamú vizsgálatoknál az ár- és belvízvédekezés előtti és utáni állapotokat külön kell kezelni.

A vizes élőhelyek visszaszorulása a tájváltozások egyik meghatározó része, a különbségek jól mérhetők hosszú időtartamú vizsgálatokkal, mert ezek vízellátottsága elsősorban csapadék és talajvízfüggő (*Kovács F.–Rakonczai J.* 2001). A hátság természetes élőhelyeit figyelve az 1980-as évek elejének aszályos időszaka és az 1990-es évek közepe között a kiszáradás folyamatos volt, minden tó végveszélybe került (*Iványosi Szabó A.* 1994). A Felső-Kiskunsági tavak állapotváltozásának mutatjuk be a területről készült korábbi és mai térképek összehasonlításával, kiegészítve és átértékelve a légifotók és műholdkép adta időpontok vizsgálatával. Több mint 200 évre visszamenőleg 9 időpont alapján tudtuk ábrázolni a tavak nyílt víztükrének csökkenését (*1. ábra*).



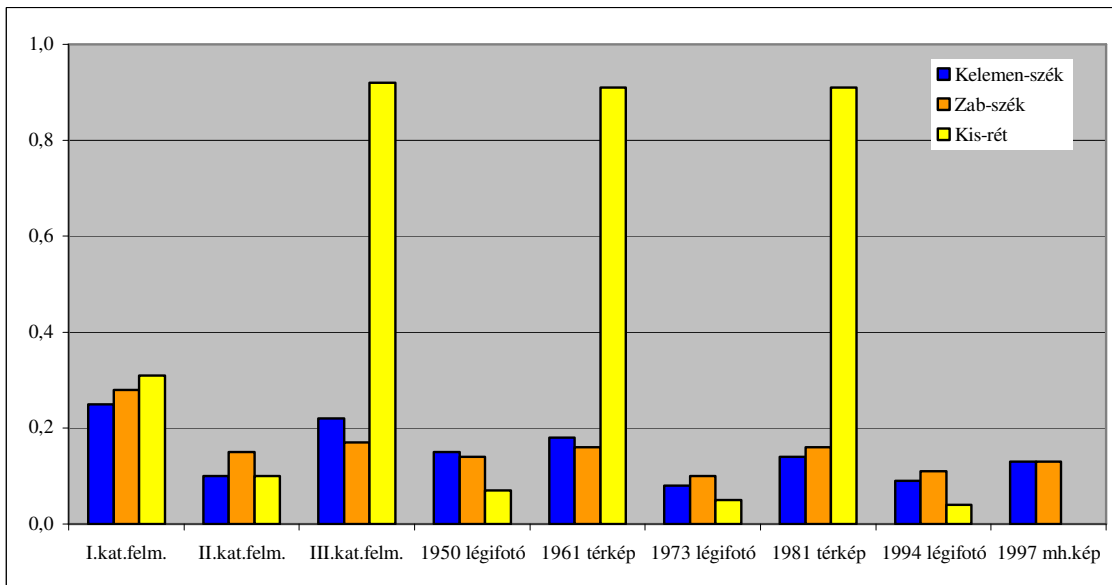
1. ábra. A Felső-Kiskunsági tavak hidrogeográfiai változásai (kép: Landsat TM)

Az asztatikus jellegű vízfelületek csökkenése a szikes jelleg elvesztéséhez vezethető vissza. Az egykor legnagyobb, állandó vizű Kis-rét nyílt vízfelszínként már a legnedvesebb időszakban sem határolható le (2. ábra). A kedvezőtlen évek tendenciája a vízfelszínnek 60-70 éven belüli eltűnését vetíti előre.



2.ábra.<sup>2</sup> A Felső-Kiskunsági tavak nyílt vízfelszíneinek relatív értékei

A tájelemek érzékenységi vizsgálatánál a távérzékelt stabilitási adatok sokkal kisebb értékei jól tükrözik a valós partviszonyokat (3. ábra). A legmagasabb távérzékelt stabilitási adat akkora, mint a legalacsonyabb térképi, nagyságrendi különbségek fedezhetők fel a adatsor között. *Hiába vannak az 1997-es legnagyobb felületi kiterjedések, a stabilitási értékek mindenhol az 1950-es, 1980-as évi értékek alatt maradnak.*



3. ábra. Az ökögeográfiai stabilitás (S) értékei [km<sup>2</sup>/km]

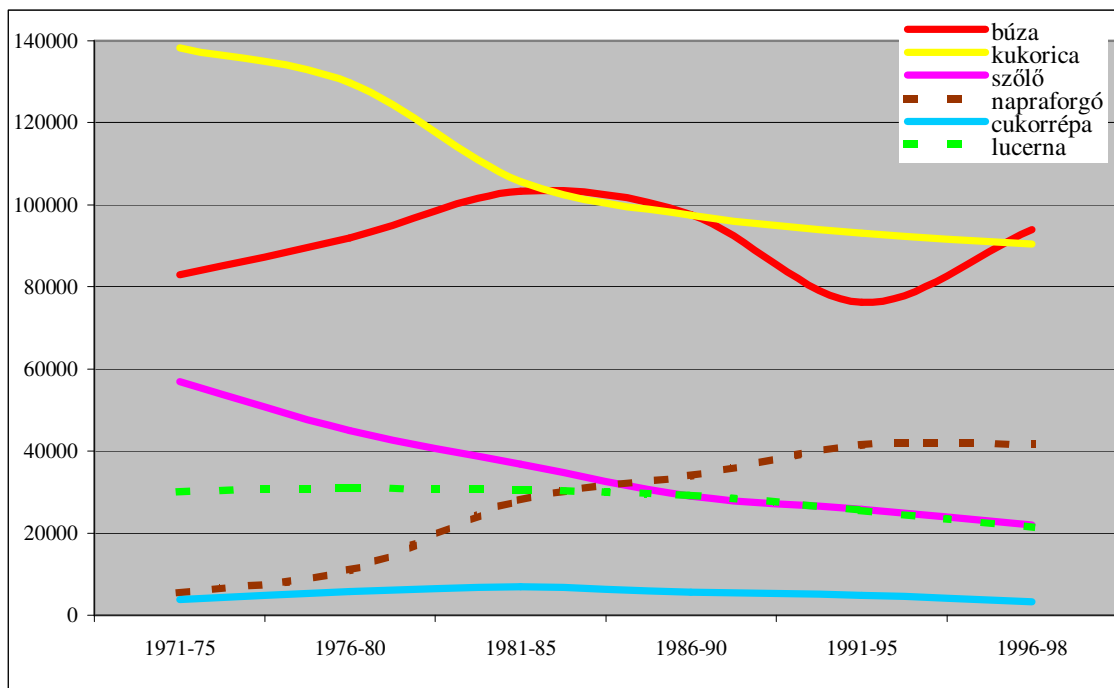
<sup>2</sup> A grafikonon az összevethetőség érdekében, az első pontos térképezésnek tekinthető III. katonai felmérés értékei jelentik a 100%-ot.

### 3. Területhasználati és vegetációs vizsgálatok

#### 3.1. A statisztikai adatok számbavétele

A területhasználatot érintő becslések szerint az Alföldet és azon belül is a Duna-Tisza közötti szárazodás jelentős csökkenést idéz elő a mezőgazdasági terméseredményekben, alapvető változást a területhasználatban. A mélyen gyökerező – gyümölcsös, szőlő, erdő – növények a lesüllyedt talajvízszint miatt károsodnak, míg a sekélyen gyökerezők – búza, gyepek – a szárazságot érzik meg. A homoki szántóföldi növénytermesztés sok helyen sikertelenné vált (*Harmati I.* 1994). A búza és különösen a kukorica 10-20%-os terméseszkökenése várható (*Weidinger T. et al.* 2000). Agrár vonatkozásban azt érdemes és kell megnézni, hogy a potenciális szintből mennyit vett el az időjárás (*Szász G.* 1997).

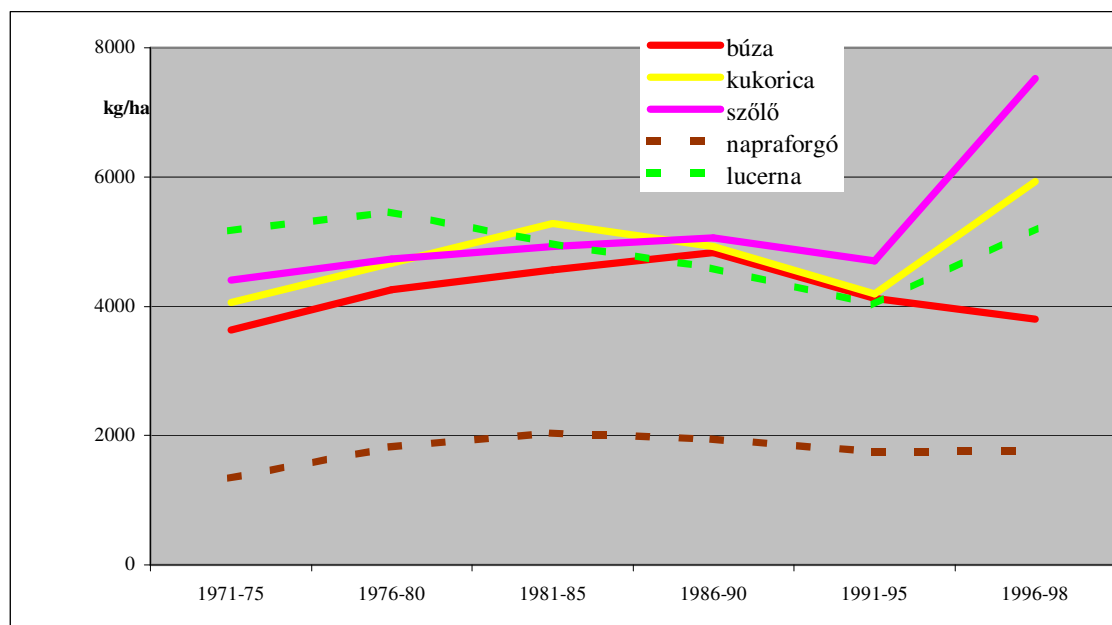
A Duna-Tisza között magában foglaló Bács-Kiskun megye statisztikai évkönyveinek adatait használtuk fel a területhasználat és mezőgazdaság jellemzéséhez, elsősorban a trendszerű változásokra összpontosítva (4., 5. ábra). A folyamatos jellegű változásokat kerestük, mivel az 1970-98-as időszakon belüli politikai rendszerváltás sok adat jellegét meghatározta. Az 1970-es évek elejétől felvett adatok alapján a területre érvényes az általános növekvő erdőterület, amely a 32000 ha-os növekedéssel egyben a legnagyobb változás (kb. 25%-os növekedés). Az erdő a művelés alól kivett területekkel együtt az egyetlen növekvő területhasználati forma. Trend jellegű a szőlőterületek és a gyümölcsösök csökkenése, ahol a termőterületek átlaga 30 év alatt körülbelül a felére módosult.



4. ábra. Vetés- és termőterületek változása Bács-Kiskun megyében  
5 éves átlagok alapján [ha]

Az '70-es évek eleje óta folyamatosan csökken a kukorica vetésterülete, amely mára már 35%-al kevesebb. A vetésterület csökkenése azért is fontos, mert a termésátlag görbéje hasonlóan jelentős esést produkált, igaz ez utóbbi folyamat mára ismét növekvő.

A búza vetésterülete a '80-as évek eleje óta csökkenve 15 év alatt elérte a 20-25%-os változást, az utóbbi években ez újra növekvő. A termésátlag a '90-es évek eleje óta csökken, pedig az utóbbi nedves évek hatására valamennyi vizsgált termény emelkedő értékű. A mélygyökérzetű, 20 éven keresztül feltűnően termésátlag-csökkenést mutató lucerna termőterületének csökkenése folyamatos. A napraforgó megerősödött a száraz időszakban, vetésterülete több mint nyolcszorosára nőtt, termésátlaga is egyenletes. A gyümölcsösöket az adatok minősége miatt nem vizsgáltuk.



5. ábra. A termésátlagok alakulása Bács-Kiskun megyében 5 éves átlagok alapján

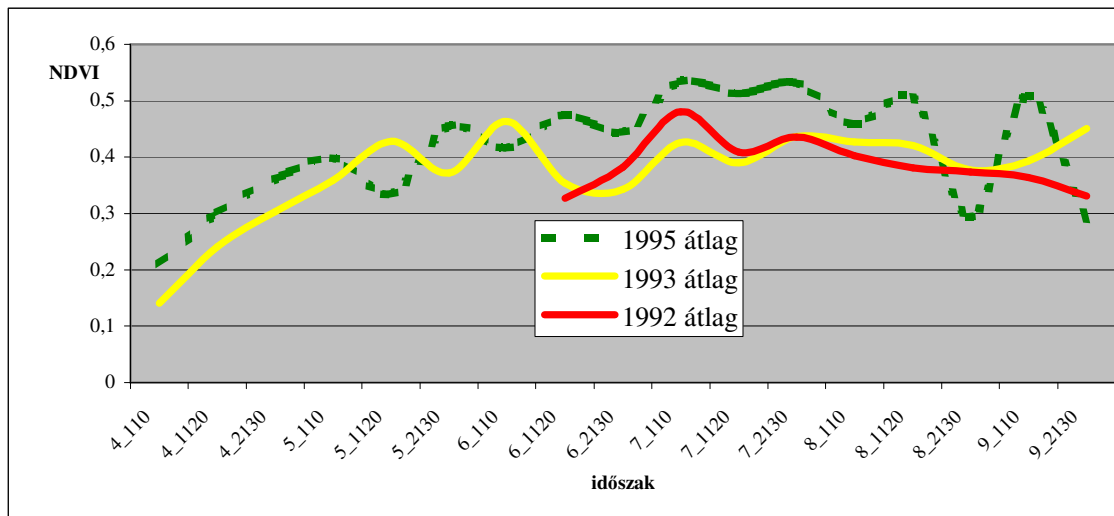
### 3. 2. Műholdkép alapú vegetációelemzés lehetősége

A NOAA-AVHRR műhold 10 napos maximum érték kompozit (MVC) képei megfelelő alapot biztosítanak a dinamikus vegetációs vizsgálatokra (*Eidenshink, J. C.–Faundeen, J. L. Hughes* 1996). A tenyészidőszak, vagy más néven nyári félév (IV.1-IX.30) vegetációs dinamikáját vizsgáltuk, ebben az időszakban évenként 18 db 10 napos MVC állhat rendelkezésünkre. Abból az alapfeltevésből indultunk ki, hogy a szárazodási folyamatnak meg kell mutatkoznia a biomassza mennyiségében, mert *az éghajlat az egyik olyan tényező, amely a biológiai energiákat mobilizálja és meghatározza a tényleges produktions szintet.* A műholdkép térbeli felbontása miatt megfelelő nagyságú ill. természetközeli jellegű mintaterületeket kellett keresnünk, kiküszöbölve az öntözéssel, vagy aratással bekövetkező mesterséges változásokat. Választásunk a Duna-Tisza közti terület déli részén található erdőkre esett. A vegetációs indexek közül az NDVI-t, mint általánosan elfogadott módszert használtuk (*Jensen, J. R.* 2000).

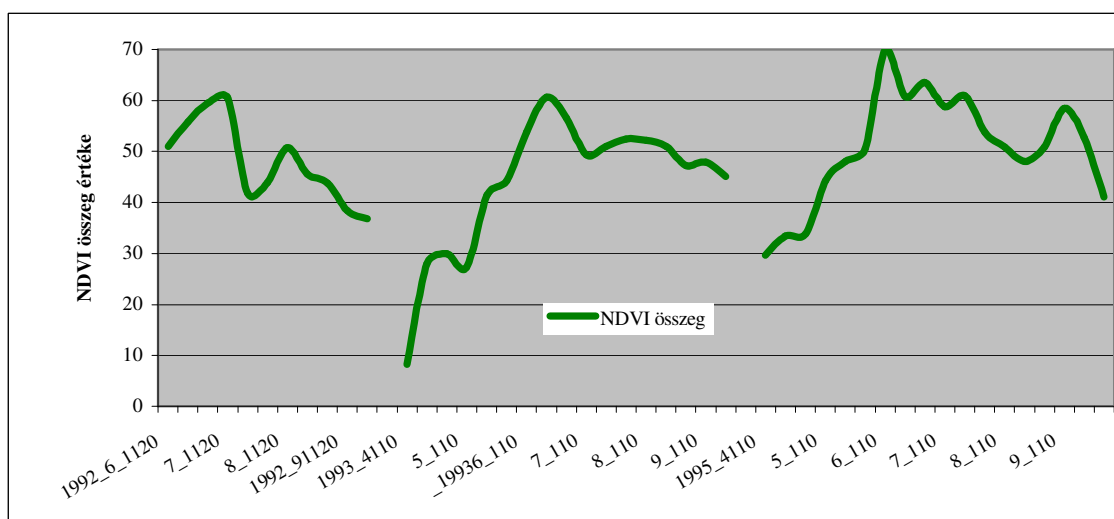
Alföldön a zonális vegetáció a lomberdők, füves sztyeppek között átmenetet képező mozaikos erdős-sztyepp. *Ez vegetáció a klímaváltozás érzékeny indikátora lesz (Kovács-Láng et al.* 1998). Az erdők jól konzerválják a nedvességet, így jól mutatják a tartós szárazságot (*Pálfai I.* 1989). Az emberi hatás nehezíti a vizsgálatokat, mert a montán jellegű lucfenyőt, az Alföldre telepítették, így ez a faj az aszályokat érthetően nehezen tűrte (*Mátyás Cs.* 1998).

Elsőként kettő egy száraz-meleg időszakot magában foglaló nyári félévet 1992-t és 1993-at (Kecskemét: 183mm és 194mm csapadék ill. 18,6°C és 17,85°C-os kphmskt.) hasonlítottuk össze a nedvesebb 1995-el (Kecskemét: 397mm csapadék és 17,4°C-os kphmskt.). A műholdas adatokat fenntartással kell kezelnünk, szükség van referenciavizsgálatokra, amelyek kiszűrhetik például a fák növekedéséből adódó, vagy a fakitermeléssel járó hibás következtetéseket.

A 11250 ha-os erdő NDVI értékeinek éven belüli ingadozása nagynak mondható. Nem mindig egyértelmű a nedvesebb 1995 „fövénye”, de az adatsorok már ilyen kis időtávlatban is lényeges különbségeket mutatnak. 1992-93 közel azonos NDVI értékei azt feltételezik, hogy az erdők érett stádiumban vannak, az 1995-ös magasabb értékek nem feltétlenül a fák növekedéséből adódó változások (6., 7. ábra).



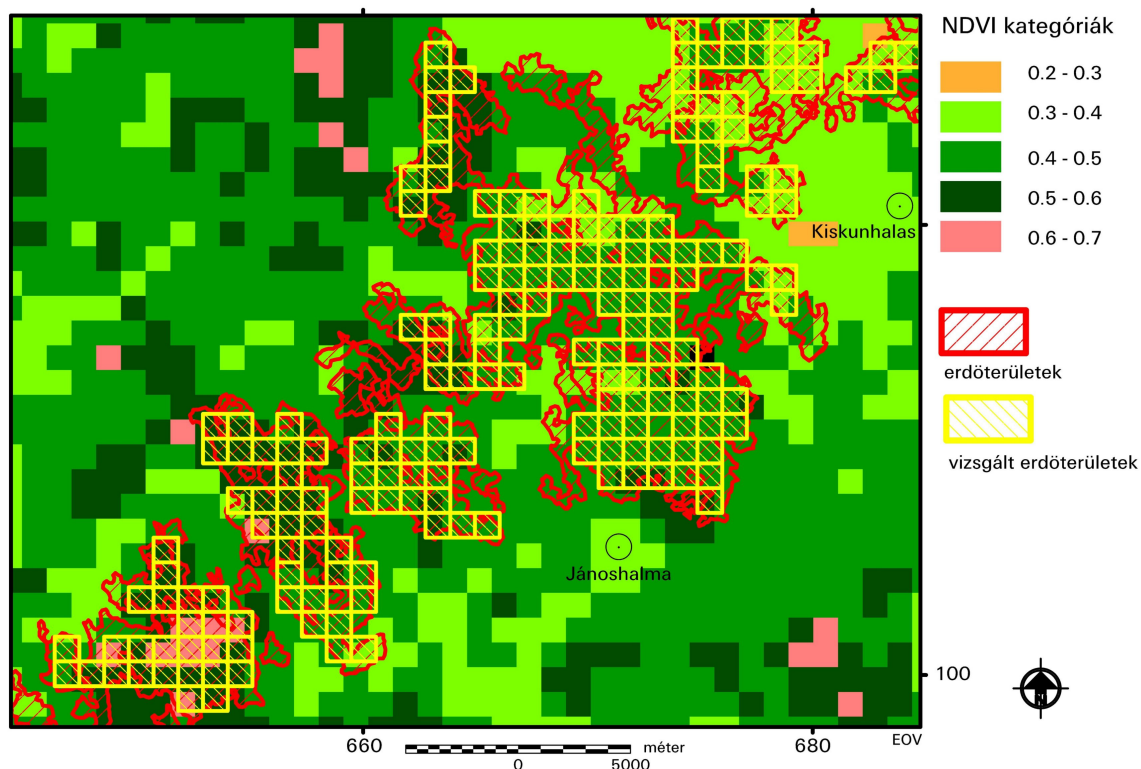
6. ábra. A nyári félév vegetációs dinamikája 10 napos MVC NDVI képek alapján, 1992-95 között



7. ábra. A biomassza-növekedés alakulása műholdkép analízis alapján

Az erdőterületek érdekelték, ezért a műholdkép geometriai felbontásához igazodó pixeleket készítettünk és csak azokat értékeltük, amelyek területének min. 80%-át erdő borítja. A térbeli lehatárolás pontossága és a vegetációs index térbeli eloszlása a 8. ábrán figyelhető meg.

A szárazodás vizsgálatához a nagyobb geometriai felbontású multispektrális műholdképek mellett természetesen hosszabb időszakra és referenciavizsgálatokra van szükség.



8. ábra. A vizsgálatba bevont Duna-Tisza közti erdők lehatárolása (kép: 1993. június 1-10, AVHRR MVC kép NDVI osztályok)

#### 4. Összegzés

Az általunk vizsgált három területen találunk olyan változásokat, amelyek a szárazodás folyamatának következményeiként értékelhetők. A végső összegzéshez szükséges pontos eredmények a további időbeli, térbeli kiterjesztés és felbontás mellett többféle módszerrel elvégzett vizsgálatokat igényelnek.

#### IRODALOM

- Antal E.* 1991: Az éghajlatváltozás várható hatása a magyarországi aszályokra. – Acta Geographica Debrecina XXVIII-XXIX. pp. 17-28.
- Bács-Kiskun megye statisztikai évkönyvei* 1971-1998.
- Csorba P.* 1989: Tájstabilitás és öko-geográfiai stabilitás. – Tájökológiai szöveggyűjtemény I. Debrecen. pp. 80-83.

- Eidenshink, J. C.–Faundeen, J. L. Hughes** 1996: 1-km AVHRR global land dataset: first stages in implementation. – International Journal of Remote Sensing (<http://edcdaac.usgs.gov/1KM/paper.html#science1>).
- Harmati I.** 1994: A Duna-Tisza köze vízháztartása és a mezőgazdasági tevékenységek közötti kapcsolat. In: **Pálfai I.** (szerk.) A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. –Nagyalföld Alapítvány kötetei 3.. Békéscsaba.
- Iványosi Szabó A.** 1994: A Duna-Tisza közti hátságon bekövetkezett talajvízszintsüllyedés hatása természetvédelmi területeinkre. In: **Pálfai I.** (szerk.) A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. – Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba, pp. 77-87.
- Jensen, J. R.** 2000: Remote sensing of the environment. – Practice Hall.
- Kertész Á.–Mika J.** 1999: Aridification – Climate Change in South-Eastern Europe. – Physics and Chemistry of the Earth, vol. 24, No. 10, pp. 913-920.
- Kertész Á.–Papp S.–Sántha A.** 2001: Az aridifikáció folyamatai a Duna-Tisza közén. –Földrajzi Értesítő L. évf., 1-4. füzet, pp.115-126.
- Kovács F.–Rakonczi J.** 2001: Geoinformatikai módszerek alkalmazása a tájváltozások értékelésében a Kiskunsági Nemzeti Park területén. In: A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. CDROM ISBN 963482544-3.
- Maselli, F.–Gilabert, M. A.–Conese, C.** 1998: Integration of high and low resolution NDVI data for monitoring vegetation in mediterranean environments. – R.S. of Environment, Vol. 63, pp. 208-218.
- Mátyás Cs.** 1998: Éghajlati változékonyság és az erdei fafajok alkalmazkodóképessége. In: **Dunkel Z.** (szerk.) Az éghajlatváltozás és következményei. – Meteorológiai Tudományos Napok, 1997, OMSZ, pp.67-74.
- 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 LXXVII. évf. pp. 262-283.
- Molnár K.** 1996: Magyarország 110 éves (1881-1990) hőmérséklet- és csapadéktrendjének területi eloszlása. – Földrajzi Értesítő XLV. évf. 1-2. füzet, pp. 23-33.
- Pálfai I.** 1989: Az Alföld aszályossága. – Alföldi Tanulmányok XIII., pp. 7-25.
- Pálfai I.** (szerk.) 1994: A Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. – Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba.
- Pálfai I.** 1996: A talajnedvesség és a talajvízállás változásai az Alföldön. – Vízügyi Közlemények 78. 2. pp. 207-218.
- Pálfai I.** 2000: Az Alföld belvízi veszélyeztetettsége és aszályérzékenysége. In: **Pálfai I.** (szerk.) A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. – Békéscsaba, pp. 85-96.
- Rakonczi J.–Bódis K.** 2001: A geoinformatika alkalmazása a környezeti változások kvantitatív értékelésében. In: A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. CDROM ISBN 963482544-3.
- Somogyi S.** (szerk.) 2000: A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai Magyarországon. Budapest, MTA FKI.
- Szász G.** 1997: Az éghajlatváltozás és a fenntartható gazdaság kapcsolata a Nagyalföldön. –Alföldi tanulmányok XVI. kötet, pp. 35-51.
- Weidinger T.–Bartholy Judit–Matyasovszky I.** 2000: A globális éghajlatváltozás lokális hatásainak vizsgálata hazánkban. –Földrajzi Közlemények, pp. 75-92.