A klímaváltozás okozta területi sérülékenység vizsgálata Romániában, a növénytermesztés vonatkozásában

SZŐCS EMESE[1]

A területi sérülékenység problémájával egyre gyakrabban találkozhatunk a klímaváltozással kapcsolatos szakirodalomban, a kutatási projektekben, és a klímaváltozás mérséklésére irányuló intézkedések kapcsán is egyre gyakrabban vizsgálják azt. A klímaváltozással szembeni sérülékenység becslésének célja azon területek azonosítása, amelyek a leginkább veszélyeztetettek a negatív klímahatások miatt, így ezek a kutatások a támogatási politikák megalapozásához szolgáltatnak alapot.

Jelen dolgozat célja a romániai megyék[2] területi sérülékenységének becslése a klímaváltozás szántóföldi növénytermesztésre gyakorolt hatásával szemben, és ezáltal azoknak a megyéknek az azonosítása, amelyek az elkövetkező két évtizedben a leginkább veszélyeztetettek lesznek.

Kulcsszavak: területi sérülékenység, klímaváltozás, kitettség, érzékenység, adaptációs képesség.

A klímaváltozás okozta sérülékenység és a kapcsolódó fogalmak ismertetése

A szakirodalomban a sérülékenység különféle meghatározásaival találkozhatunk, de ezek közül a leggyakrabban az IPCC 3. Jelentésében[3] találhatót szokták idézni, amely szerint a sérülékenység[4]: „Egy rendszernek a klímaváltozás és változékonyság, valamint extrém események negatív hatásaival szembeni fogékonyságának vagy ellenállásának a foka. A sérülékenység egy rendszer bizonyos jelleggel, nagysággal és variáci-

[1] Doktorandusz, BBTE, Közgazdaság- és Gazdálkodástudományi Kar, Kolozsvár

[2] Az elemzések során mindvégig kimarad Ilfov megye, egyrészt a mezőgazdasági szektor elhanyagolható arányának, másrészt a klaszteranalízis esetén a többi megyéhez viszonyított atipikus jellege miatt.

[3] Intergovernmental Panel on Climate Change (Third Assessment Report, 2001)

[4] Ang. vulnerability

ós rátával jellemzett klímaváltozással szembeni kitettségének, érzékenységének és adaptációs képességének a függvénye."

A kitettség[5] fogalma ugyanebben a dokumentumban a következőképpen szerepel: „Egy rendszernek bizonyos mértékű klímaváltozással szembeni kitettségének természete és foka." A sérülékenység meghatározásában szereplő érzékenység[6]: „Egy klímához kötődő jelenség egy bizonyos rendszerre való negatív vagy pozitív hatásának a foka. A hatás lehet közvetlen (pl. terméshozam-változás az átlaghőmérséklet változásának következtében) vagy közvetett (pl. a tengerszint-növekedés miatt gyakoribbá váló árvizek okozta kár a tengerparti övezetekben)."

A sérülékenység meghatározásában szereplő harmadik elem az adaptációs képesség[7]: „Egy rendszer képessége arra, hogy a klímaváltozáshoz (valamint változékonysághoz és extrém eseményekhez) alkalmazkodjon, a potenciális károkat mérsékelje, az adódó lehetőségeket kihasználja, illetve a következményekkel megbirkózzon."

A fenti fogalmakat összekapcsolva a következő összefüggés írható fel:

Sérülékenység = f (Kitettség, Érzékenység, Adaptációs képesség)

(Metzger, 2004)

Belátható tehát, hogy a klímaváltozás foka önmagában nem befolyásolja a sérülékenységet (Olmos, 2001). A vizsgált rendszernek rendelkeznie kell bizonyos érzékenységgel a klímaváltozással, vagyis a kitettséggel szemben, és ezáltal becsülhető meg tulajdonképpen a klímaváltozás pozitív vagy negatív hatása a rendszerre.

Lehetséges hatások = f (Kitettség, Érzékenység)

(Metzger, 2004)

Minden rendszert az érzékenysége mellett egy másik endogén tényező jellemez: a lehetséges hatásokkal szembeni adaptációs képessége. Így

[5] Ang. exposure
[6] Ang. sensitivity
[7] Ang. adaptive capacity

a sérülékenységet felfoghatjuk a lehetséges hatások és az adaptációs képesség függvényeként.

Sérülékenység = f (Lehetséges hatások, Adaptációs képesség)

(Metzger, 2004)

Downing (2003) szerint a sérülékenység meghatározásánál a következő alapkérdéseket kell megválaszolnunk: ki sérülékeny, mire, hogyan és hol?

A klímaváltozás lehetséges hatása és az adaptációs képesség tükrében a vizsgált régiók (esetünkben Románia NUTS 3-as régiói, vagyis megyéi) a következőképpen csoportosíthatók:

1. A legsérülékenyebbek azok a régiók lesznek, ahol nagy a lehetséges negatív hatás és alacsony az adaptációs képesség.

2. A várhatóan nagy negatív hatással, de magas adaptációs képességgel jellemezhető régiókban a sérülékenységüket mérsékelni képes fejlesztési lehetőségeket kell feltárni.

3. Azoknak a régióknak, amelyek esetén a lehetséges negatív hatás alacsony, és az adaptációs képesség is alacsony, a klímaváltozástól független, fennmaradó kockázattal kell számolniuk.

4. Legjobb helyzetben lesznek azon régiók, amelyekben alacsony a lehetséges negatív hatás és az adaptációs képesség magas. Ezek lesznek a legkevésbé sérülékeny régiók, amelyek esetén a fenntartható fejlődés a leginkább megvalósítható lesz.

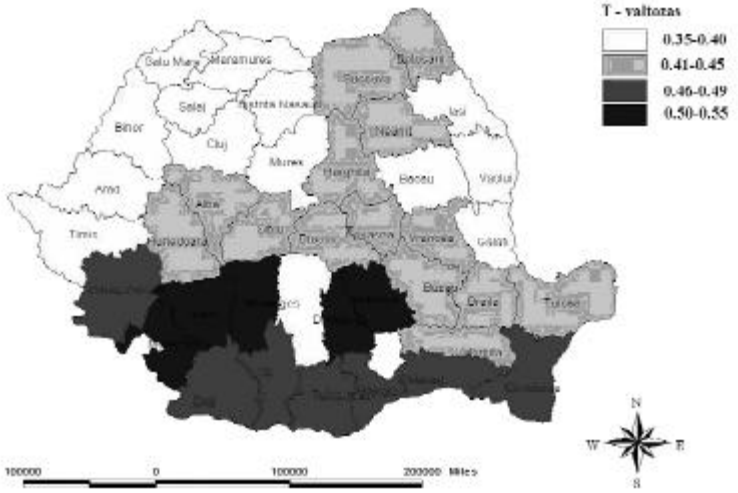
1. táblázat. A klímaváltozás lehetséges hatása és az adaptációs képesség függvénye

	Adaptációs képesség	
Lehetséges hatás	Alacsony	Magas
Magas	Sérülékeny régiók	Fejlesztési lehetőségek feltárása
Alacsony	Fennmaradó kockázat	Fenntarthatóság

Forrás: Downing et al., 2003

2. A klímaváltozással szembeni kitettség Románia megyéiben

A szántóföldi növények termesztése esetén a legfontosabb időszaknak a március és október közötti periódus – a vegetációs periódus – tekinthető (Erdélyi, 2007, Gaál, 2007). A két legfontosabb klimatikus tényező, amely a terméshozamokat befolyásolja: a hőmérséklet és a csapadék. A REMO 5.7-es regionális klímamodell[8,9] előrejelzéseit használva, kiszámítottam, hogy 2001–2030 között a havi átlaghőmérséklet és havi csapadékösszeg a vegetációs periódusban átlagosan hogyan fog változni az 1975–2000-es periódushoz képest. Az 1. ábrán látható, hogy a legnagyobb változások az ország dél-nyugati és déli részén, a Duna mentén várhatók, a legkisebbek pedig az észak-nyugati régióban, Erdély nyugati megyéiben és néhány moldvai megyében.



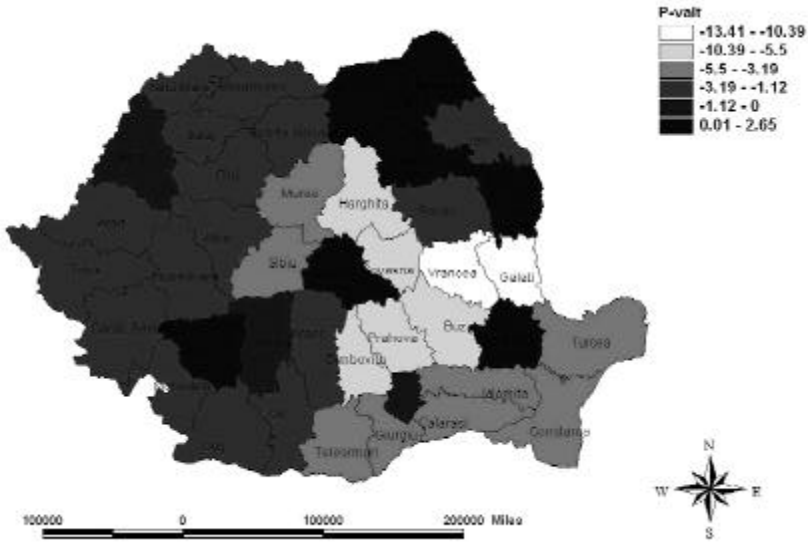
Forrás: saját szerkesztés a REMO 5.7 – A1B adatbázis alapján

1. ábra: A vegetációs periódusbeli havi átlaghőmérséklet várható változása 2001–2030 között az 1975–2000-es periódushoz képest (Celsius fok)

[8] Az A1B CO_2 kibocsátási forgatókönyveit feltételezve

[9] A klímamodell általi előrejelzésekhez a CLAVIER (Climate Change and Variability: Impact on Central and Eastern Europe) FP6-os kutatási projekt révén jutottam.

A csapadékot tekintve az országban átlagosan csökkenés várható, legnagyobb mértékben Vrancea, Galac, Hargita, Kovászna, Buzău, Prahova és Dâmboviţa megyék érintettek, míg enyhe növekedés az északkeleti régió néhány megyéjében, valamint Brăila, Gorj es Brassó megyékben észlelhető (2. ábra)



Forrás: saját szerkesztés a REMO 5.7 – A1B adatbázis alapján

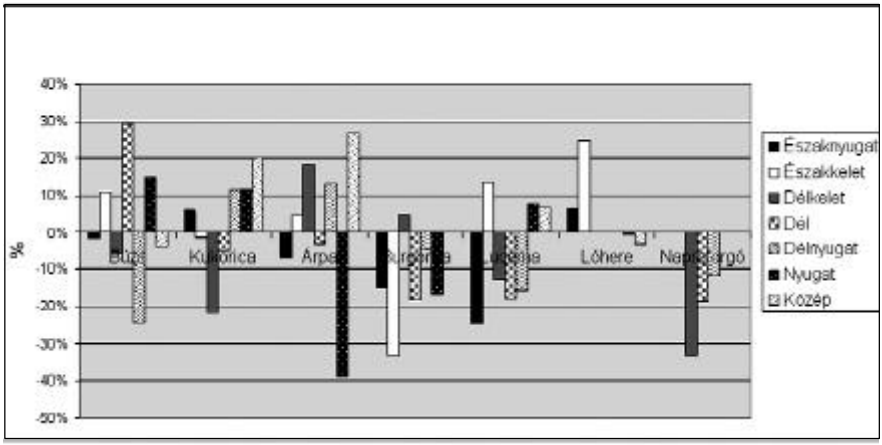
2. ábra: A vegetációs periódusbeli havi átlagos csapadékösszeg várható változása 2001–2030 között az 1975–2000-es periódushoz képest (%)

3. A növénytermesztés érzékenysége a klímaváltozással szemben

A klímaváltozás szántóföldi növényekre gyakorolt hatását a terméshozamokban bekövetkező változások révén mértem fel klímafaktorok segítségével, majd 2005-ös konstans árakat használva kiszámítottam, hogy a 2020–2030-as periódusban milyen változások várhatók 1975–2000-hez képest az ország különböző területein. A terméshozam-

előrejelzések a fejlesztési régiók szintjén álltak rendelkezésemre, régiónként a 6 legfontosabb terményre[10].

A 3. ábrán észrevehető egyrészt az a tény, hogy egyes régiókon belül a klímaváltozás nem azonos mértékben hat a terményekre (például: az észak-nyugati régióban csökkenni fog a búza, az árpa, a lucerna és a burgonya terméshozama, de növekedni fog a kukoricáé és a lóheréé), másrészt az, hogy a régiók között eltérések mutatkoznak (pl. az észak-keleti, déli és nyugati régiókban nő a búza terméshozama, a többi régióban viszont csökken).



Forrás: saját szerkesztés Szőcs – Bíró (2009) nyomán

3. ábra: Várható terméshozam-változások 2020–2030-ban 1975–2000-hez képest Romániában

[10] A terméshozam-előrejelzések ökonometriai modellek segítségével történtek minden termény és minden régió esetén. Az 1975–2000-es periódusra álltak rendelkezésre idősoros adatok terméshozamokra és havi átlaghőmérsékletre, havi csapadékmennyiségre valamint havi átlagos relatív nedvességtartalomra. Első lépésben megállapítottuk a terméshozamok trendjét, és feltételeztük, hogy a trend a jövőben is ugyanaz marad. Majd a trendtől való eltéréseket magyaráztuk klímaparaméterek segítségével. Végül a trendnek megfelelő terméshozamokat összeadtuk a becsült eltérésekkel, így megkaptuk a terméshozam-előrejelzéseket. A metodológiát a CLAVIER projektből vettük át.

Összegezve a fenti változásokat, kiszámíthajuk egyes régiók szintjén a 6 termény össztermelésében bekövetkező változásokat. Az 1. táblázatban látható, hogy pozitív a változás a déli és a közép régióban, míg az ország más régióiban csökkenés várható, főként északkeleten és délkeleten.

2. táblázat. A 6 legfontosabb termény össztermelésében bekövetkező várható változások 2020–2030 között 1975–2000-hez képest

Régió	Észak-nyugati	Észak-keleti	Dél-keleti	Déli	Dél-nyugati	Nyugati	Közép
Változás a 6 termény össztermelésében (lejben) – százalékban (%)	-7,43	-25,07	-10,92	8,39	-8,89	-8,29	8,01

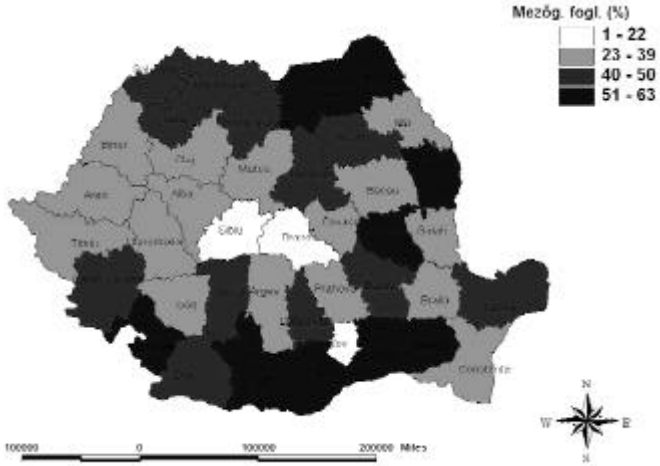
Forrás: Saját szerkesztés

A mezőgazdasági szektortól való függőség

A klímaváltozással szembeni érzékenység becsléséhez azonban nem elég tudni, hogy mekkora változás várható a mezőgazdasági termelésben, fontos ismerni a mezőgazdasági szektor fontosságát is a megyékben. Ennek jellemzésére (mérésére) a mezőgazdaságban foglalkoztatottak arányát az összfoglalkoztatottakhoz, és hasonlóan az agrárszektor hozzáadott-érték termelését a megye teljes hozzáadott-érték termeléséhez viszonyítottam.

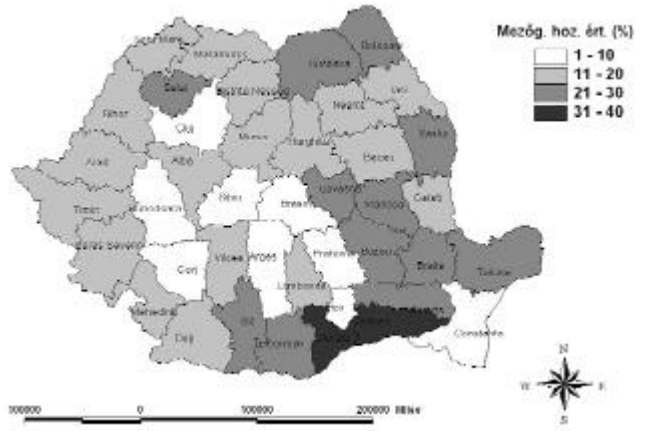
A mezőgazdaságban foglalkoztatottak aránya átlagosan a déli megyékben – Mehedinţi, Olt, Teleorman, Giurgiu, Călăraşi, Ialomiţa – és Moldova egyes megyéiben – Suceava, Botoşani, Vaslui, Vrancea – a legmagasabb, a legalacsonyabb pedig Szeben és Brassó megyékben.

Az agrárszektor által termelt hozzáadott érték aránya általában Moldovában, dél-keleten és délen a legnagyobb. Az erdélyi megyék esetén Szilágy és Kovászna megye tartozik ebbe a kategóriába. Legalacsonyabb arányok általában azokban a megyékben vannak, amelyekben a szekundér és terciér szektorok egyike, vagy pedig mindkettő erőteljesen dominál: Kolozs, Szeben, Brassó, Prahova, Konstanca, Hunyad, Argeş, Gorj.



Forrás: saját szerkesztés a NSH: Tempo Online adatbázisa alapján

4. ábra: A mezőgazdaságban foglalkoztatottak aránya (összfoglalkoztatott = 100%) (2000–2005-ös átlag)



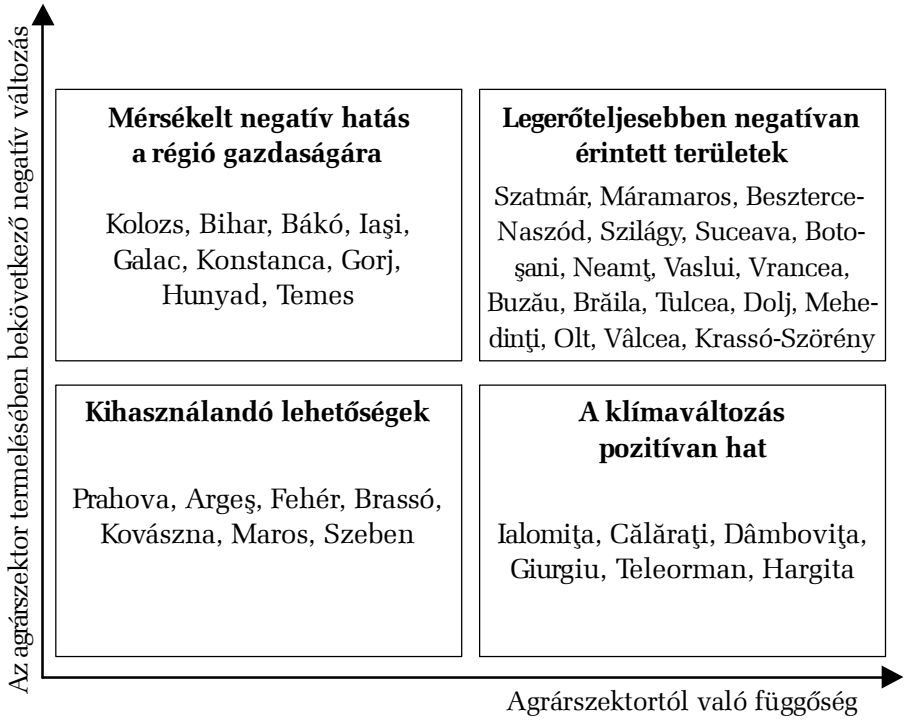
Forrás: saját szerkesztés a NSH: Tempo Online adatbázisa alapján

5. ábra: A mezőgazdaságból származó hozzáadott érték aránya (teljes hozzáadott érték = 100%) (2000–2005-ös átlag)

A lehetséges hatás nagysága és iránya

A megyéket a kitettségtől és érzékenységtől függően csoportosíthatjuk, hogy felmérjük, melyekben jelentkezik a legerőteljesebb negatív vagy pozitív hatás.

A klímaváltozásnak a mezőgazdaságon keresztül a megye gazdaságára gyakorolt hatása ott lesz a leginkább negatív, ahol magas az agrárszektortól való függőség, és a klímaváltozás mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatása negatív. Mérsékelt negatív hatás észlelhető azokban a megyékben, ahol ugyan magas a negatív hatás, de alacsony az agrárszektortól való függőség. A klímaváltozás pozitív hatása jelentkezik azokban a megyékben, ahol nagy az agrárszektortól való függőség és az agrárszektort pozitívan érinti a klímaváltozás. Kihasználandó lehetőségek ígérkeznek a mezőgazdasági szektor szempontjából azokban a megyékben, ahol pozitív klímahatás várható, de a szektortól való függőség alacsony (6. ábra).



6. ábra. A megyék lehetséges hatások szerinti csoportosítása

5. Az adaptációs képesség becslése

A szakirodalomban a sérülékenység felméréséhez különféle mutatókat alkalmaznak, amelyek közül több az adaptációs képességhez kapcsolódik. Sok esetben országok sérülékenység szerinti rangsorolása a cél, és a használt mutatók megyei szintű értékei nem elérhetők, más esetekben olyan mutatók jelennek meg, amelyek Románia szintjén nem relevánsak (tengerpart mentén elhelyezkedő és emiatt veszélyeztetett területek aránya, HIV-fertőzöttek aránya).

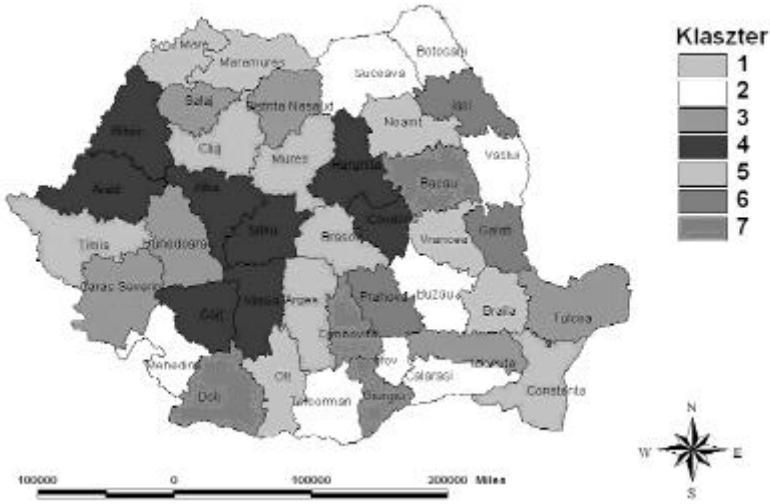
A mutatók kiválasztásánál különféle csoportosítások jelennek meg a szakirodalomban: gazdasági jóléthez kapcsolódó mutatók (GDP/fő, Gini index), egészség és élelmiszerellátás (egészségügyi kiadások/fő, várható életkor, kalóriabevitel), nevelés (oktatási állami kiadások a GDP-ből, írni tudók aránya stb.), fizikai infrastruktúra (közutak sűrűsége, tiszta vízhez nem jutó vidéki lakosság aránya), földrajzi és demográfiai faktorok (népsűrűség, partvidéken élők aránya), technikai kapacitások (KFI befektetés a GDP-ből, kutatók aránya stb.) (Adger et. al, 2004). Fontosak lehetnek ezeken kívül a környezeti erőforrásokhoz (megújuló vízkínálat, megművelt földek aránya, SO_2 kibocsátás nagysága) (Moss et. al, 2001), a turizmus fontosságához (hotelek száma stb.), intézményhálózatokhoz, orvosi infrastruktúrához (kórházi ágyak száma, orvosok száma stb.) és különféle technikai infrastruktúrához (tűzoltóság, helikopterek stb.) tartozó mutatók is. (ESPON, 2006)

Az adaptációs képesség felmérésére Románia megyéi esetében olyan mutatókat alkalmaztam, amelyek egyrészt hozzáférhetők voltak megyei szinten, és a klaszteranalízis szempontjából az ANOVA teszt alapján relevánsnak mutatkoztak. A klaszternalízis Ward módszerrel történt hét mutató[11] alapján: egy főre eső megyei GDP (az országos átlag százalékában), kutatásra és fejlesztésre fordított GDP-hányad (%), népsűrűség (fő/km^2), foglalkoztatási ráta (%), utak sűrűsége (km/100 km^2), a szekundér és terciér szektorok termelékenysége (%, a szekundér illetve terciér szektorok által termelt hozzáadott érték/a szektor összfoglalkoztatottainak száma a megyében a három szektor által termelt teljes hozzáadott

[11] A mutatók értéke a 2000–2005-ös periódus átlagértékét tartalmazza.

érték/összes foglalkoztatott arányához viszonyítva)[12]. A 7. ábrán látható az azonosított hét klaszter, azonos színnel jelölve az ugyanazon klaszterbe tartozó megyéket.

A 8. ábrán a mutatók klaszterenkénti átlagértéke és az országos átlaga szerepel.

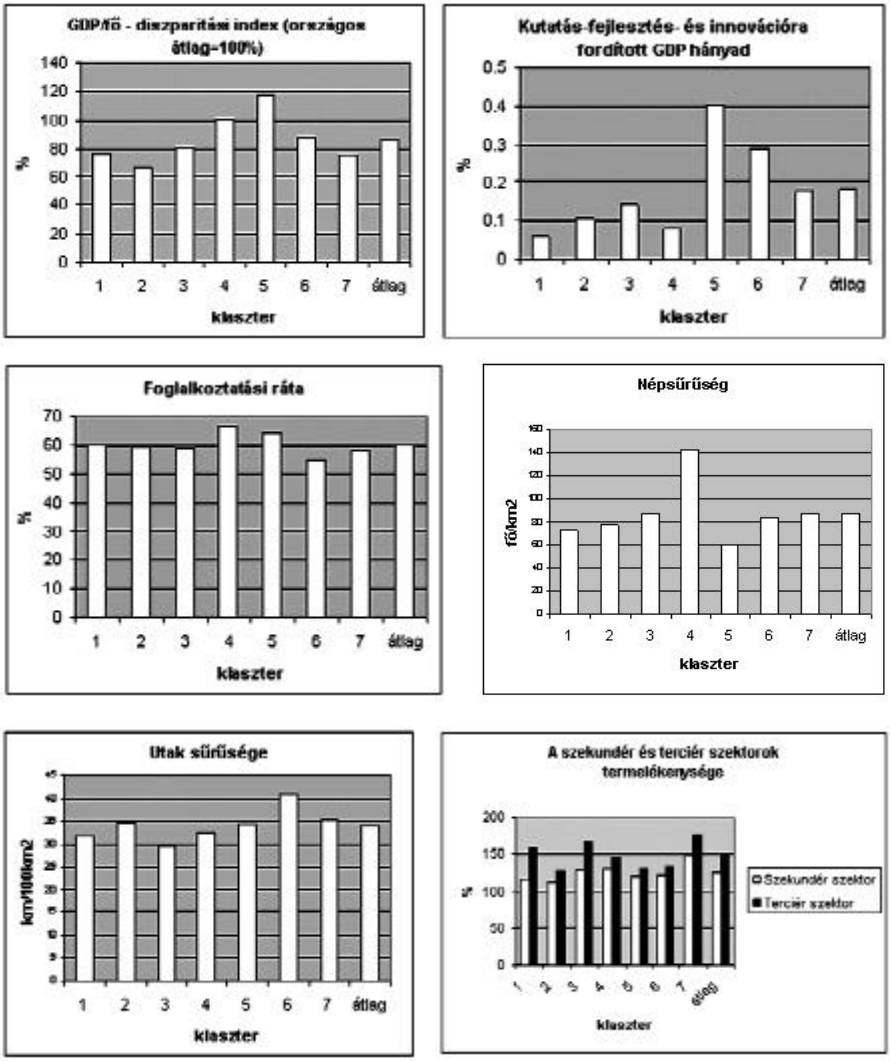


Forrás: saját szerkesztés

7. ábra: A romániai megyék adaptációs képesség szerinti csoportosítása

Az 1. klaszter esetén – amely magába foglalja Erdélyből Szatmár és Máramaros megyéket, valamint Neamţ, Vrancea, Brăila és Olt megyéket – az egy főre eső GDP, a kutatás-fejlesztésre fordított GDP hányad, a népsűrűség, és az utak sűrűsége az átlagosnál alacsonyabbnak mondható. A

[12] Ha a két szektor valamelyikénél 100-nál nagyobb érték szerepel, arra következtethetünk, hogy a megyében a szektor termelékenyebb, mint a 3 szektor átlagosan.



Forrás: saját számítások a INS – Tempo Online adatbázisa és a Conturi Naţionale Regionale 2001–2005 alapján

8. ábra: Az adaptációs képességet mérő mutatók értékének klaszterenkénti átlaga (a 2001–2005-ös periódusbeli értékek átlaga)

terciér szektor termelékenysége nagyobb, a szekundér szektoré kisebb az országos átlaghoz képest.

A 2. klaszter – Suceava, Botoşani és Vaslui megyékkel, valamint Buzău, Călăraşi, Teleorman és Mehedinţi megyékkel – is hasonlóképpen jellemezhető, viszont azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben az utak sűrűsége nagyobb az átlagosnál, és a szekundér és terciér szektorok termelékenységében nem jelentkezik olyan nagy eltérés, mint az 1. klaszter esetén.

A 3. klaszter – Erdélyből Szilágy, Beszterce, Hunyad és Krassó-Szörény, valamint Tulcea és Ialomiţa megyék – esetén az összes fejlettségi és a demográfiai mutató értéke az átlagosnál alacsonyabb, és a szolgáltatási szektor termelékenysége jóval magasabb a szekundér szektorénál.

A 4. klaszter – Bihar, Arad, Fehér, Szeben, Hargita, Kovászna, Gorj és Vâlcea – esetén az átlagosnál magasabbnak mondható az egy főre jutó GDP, a foglalkoztatási ráta, a népsűrűség. A szekundér és terciér szektorok termelékenysége között nem mutatkozik számottevő különbség.

Az 5. klaszter – Kolozs, Temes, Brassó, Maros, Argeş és Konstanca megyékkel – minden mutatójának értéke magasabb az átlagosnál, a szekundér és terciér szektorok termelékenysége között nem mutatkozik nagy különbség.

A 6. klaszter – Iaşi, Prahova és Galac – az átlagosnál alacsonyabb egy főre jutó GDP-vel és foglalkoztatási rátával rendelkezik, ugyanakkor az utak sűrűsége és a kutatásra fordított GDP hányad messze magasabb az átlagnál.

A 7. klaszter – Bákó, Dâmboviţa, Giurgiu és Dolj megyék – esetén az átlagosnál alacsonyabb az egy főre jutó GDP és a foglalkoztatási ráta, más mutatók értéke nagyjából egyenlő az országos átlaggal.

A fejlettségi mutatók átlaghoz viszonyított értékei alapján állíthatjuk, hogy a 4., 5. és 6. klaszterbe tartozó megyék az átlagosnál nagyobb adaptációs képességgel rendelkeznek.

6. A legsérülékenyebb területek azonosítása

A lehetséges negatív hatás megállapítása és az adaptációs képesség felmérése után nem marad hátra más, mint azonosítani a legsérülékenyebb területeket. A legsérülékenyebb területek csoportja, ahol a lehetséges negatív hatás a legnagyobb és az adaptációs képesség alacsony, Er-

délyből 5 megyét (Szatmár, Máramaros, Beszterce-Naszód, Szilágy, Krassó-Szörény), Iaşi kivételével az észak-keleti régió összes megyéjét, valamint 7 dél-nyugati és dél-keleti megyét – Vrancea, Buzău, Brăila, Tulcea, Dolj, Mehedinţi, Olt – foglal magába. A legjobb helyzetben általában a közép régió megyéi, valamint Prahova és Argeş megyék vannak, mivel a klímaváltozás pozitívan érinti a mezőgazdasági szektort, és az adaptációs képességük is viszonylag magas.

A klímaváltozás hatása pozitív és az adaptációs képesség alacsony az ország déli régiójában, és fejlesztési lehetőségeket kell kidolgozniuk Vâlcea, Kolozs, Bihar, Iaşi, Galac, Konstanca, Gorj, Hunyad, Temes megyéknek, ahol ugyan Vâlcea megye kivételével alacsony a mezőgazdaságtól való függőség, viszont a klímaváltozás negatívan fogja érinteni a szántóföldi növénytermesztést, és magas adaptációs képességük következtében képesek intézkedéseket hozni a negatív hatások mérséklésére.



9. ábra: A megyék sérülékenység alapján való csoportosítása

Összegzés

A klímaváltozás mértéke az elkövetkező két évtizedben a megyék szintjén területi különbözőségeket mutat majd Romániában, és ugyanez mondható el a mezőgazdaságra gyakorolt hatását illetően is. Egyes növények terméshozamát negatívan fogja érinteni, míg másokét pozitívan, és főként a megye termőföld struktúrájától és a termelt növényfajtáktól függően ezek a változások a megye mezőgazdasági szektorának a termelésében is meg fognak jelenni. A primér szektorban bekövetkező változások a teljes gazdaságra gyakorolt hatását az is befolyásolja, hogy milyen a megye gazdasági szerkezete, mekkora a mezőgazdaságtól való függőség. A negatív hatások csökkentését és a pozitívak kihasználását az adaptációs képesség segíti elő. A hatások nagyságának és irányának a megállapítása, valamint az adaptációs képesség becslése révén következtetni lehet a sérülékenységre. A területi sérülékenység vizsgálata segít azonosítani a klímaváltozás negatív hatásai által leginkább veszélyeztetett területeket.

Irodalomjegyzék

Adger, W.N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., Eriksen, S., 2004. New indicators of vulnerability and adaptive capacity: Tyndall Centre for Climate Change Research Technical Report 7

Downing, T., Patwardhan, A., 2003. Vulnerability Assessment for Climate Adaptation, UNDO Adaptation Policy Framework Technical Paper No.3

Erdélyi É., 2007. A klímaváltozás hatása az őszi búza fejlődési szakaszaira, "Klíma – 21" Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok, 51 szám, 57-70 o.

ESPON[13], The Spatial Effects and Management of Natural and Technological Hazards in Europe - ESPON 1.3.1, Executive Summary, letölthető: http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/655 /file_1226/fr-1.3.1_revised-full.pdf

Gaál M., 2007. A kukoricatermelés feltételeinek várható változása a

[13] European Spatial Planning Observation Network

B2 szcenárió alapján, "Klíma – 21" Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok, 51. szám, 48-56 o.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Third Assessment Report 2001, letölthető: http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.htm .

Moss, R. H., Brenkert, A. L., Malone, E. L., 2001. Vulnerability to the Climate Change – A Quantitative Approach, letölthető http://escholarship.org/uc/item/8993z6nm

Olmos, S., 2004. Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Concepts, Issues, Assessment, Methods, letölthető *http://www.cckn.net/pdf/va_foundation_final.pdf*

Prettenthaler, F., 2008. Economic Implications of Climate Change, szóbeli prezentáció, CLAVIER Stakeholder Workshop, Bukarest.

Szőcs E., Bíró B., 2009. Territorial Differences of Climate Change Impact on Romanian Crop Production, Scientific Journal, SGGW, Problems of World Agriculture, Vol. 6., Warsaw University of Life Sciences Press, 74 – 87 o.

***INS, Anuarul Statistic al României, 1976 – 2005

***INS 2008., Conturi Naţionale Regionale 2001-2005

***INS, Tempo Online Time Series, www.insse.ro