

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

A dolgozatban a nagytérségű cirkuláció és az éghajlati oszcillációs jelenségek (ENSO, NAO) együttes hatásait vizsgáltuk az északi félteke közepes földrajzi szélességein található két kiválasztott régióban: (1) az Atlanti-Európai térségben a Kárpát-medence területére, (2) Észak-Amerikában a középanyugati préri vidékére. A vizsgálatok során hagyományos matematikai statisztikai módszereket (távkapcsolat-analízist, EOF-analízist, többváltozós lineáris regressziót), illetve egy, a meteorológiában az eddigiektől eltérő, új megközelítést, a fuzzy-szabályokra épülő modelleket alkalmaztunk. A felhasznált adatbázis több elemből épült fel: (1) az oszcillációs jelenségeket különböző módon származtatott index idősorokkal jellemeztük; (2) a makroskálájú cirkulációt a 2. fejezetben ismertetett MCP tipizálási rendszerek havi gyakorisági eloszlásaival, illetve a különböző geopotenciális szintek magassági és hőmérsékleti mezősorával írtuk le; (3) a regionális klímáparaméterek adatbázisát pedig a havi csapadékösszeg, a havi átlaghőmérséklet, a Balaton vízmérlegében szereplő hidrológiai változók, s a Palmer-féle szárazsági index havi bontású idősoraiból állítottuk össze.

Eredményeinket összefoglalva az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

1. Az északi félteke mérsékelt övének különböző régióiban a nagytérségű cirkuláció közvetlen befolyása mellett az éghajlati rendszerben zajló oszcillációs jelenségek (ENSO, NAO) távhatása is számottevően érzékelhető.
2. Az Atlanti-Európai térség anomália-mezőinek elemzése lényeges eltéréseket mutatott ki az El Niño és La Niña fázisok között a téli és a tavaszi időszakban egyaránt.
3. El Niño események alkalmával az Atlanti-Európai térségben a zonális áramlás előfordulása ősszel mintegy 22%-kal ritkább a neutrális fázishoz viszonyítva, míg tavasszal ugyanennyivel gyakoribb. A meridionális áramlású helyzetek gyakorisága legnagyobb mértékben ősszel növekedett meg (27%-kal).
4. La Niña időszakokban a zonális és a meridionális áramlások gyakorisága ellentétesen változott a neutrális fázishoz képest a téli hónapok során: a zonális helyzetek előfordulása 20%-kal gyakoribb volt, a meridionálisoké viszont ugyanennyivel ritkább. Nyáron a kevert típusok gyakorisága nőtt meg 20%-kal.
5. A tavaszi hónapokban El Niño fázisok idején az uralkodóan ciklonális jellegű MCP típusok 20-25%-kal gyakrabban fordulnak elő, mint a neutrális fázisban – míg az

anticiklonális jellegű MCP típusok mintegy 12-27%-kal ritkábban jelennek meg az Atlanti-Európai térségben.

6. A hazánk területén megfigyelhető ENSO távkapcsolati hatások közül kiemelhetjük az El Niño évekhez kapcsolódó jelentősen hidegebb december, január és március hónapokat, valamint az enyhébb februárt. A csapadékviszonyokat tekintve jelentős a júliusi és márciusi többlet, s a szárazabb április. A XX. századi La Niña időszakok jellemzője Magyarországon a hidegebb február/március, s a melegebb május/június. Az október/november sokkal szárazabb, míg április és augusztus jóval csapadékosabb volt La Niña években.
7. A NAO jelenség regionális hatása elsősorban a zonalitás megváltozásában jelentkezik. A pozitív NAO fázis idején a zonális MCP típusok relatív gyakorisága jelentős mértékben megnövekszik, míg negatív NAO fázis alatt a meridionális jellegű MCP típusoké. Az áramlási főirányokat tekintve a pozitív fázis idején a nyugati áramlással jellemezhető MCP típusok megnövekedett arányát figyeltük meg, a negatív fázis alatt viszont az északi áramlású MCP típusok előfordulásában tapasztalhatunk jelentős növekedést.
8. A hazai hőmérsékleti és csapadékidősorok elemzése azt mutatja, hogy a neutrális NAO időszakhoz viszonyítva a negatív NAO fázis idején lényegesen gyakoribbak az erős hidegek illetve a rendkívül csapadékos hónapok, a pozitív fázis alatt pedig a szélsőségesen magas átlaghőmérsékletű hónapok illetve a száraz időszakok fordulnak elő gyakrabban.
9. A makrocirkulációs helyzetek és az oszcillációs jellegű éghajlati események együttes figyelembevételével készült fuzzy-szabályok alkalmazásával kapott modell-outputok statisztikailag megfelelően képesek reprodukálni a különböző regionális klímáparaméterek értékeit.
10. A szimulált értékek és az észlelések közötti egyezés jelentősen jobb a dolgozatban bemutatott új fejlesztésű fuzzy-szabályokból felépülő modellek alkalmazása esetén, mint amit a hagyományos lineáris regressziós modellekkel kaptunk. A különböző modellhibák összehasonlításával is arra a következtetésre jutottunk, hogy a fuzzy-szabályokból álló modellek kisebb hibát adnak, mint a többváltozós lineáris regressziós modellek.
11. Míg a lineáris regressziós modell a szélsőségesebb éghajlati viszonyokat (a +3-nál nedvesebb illetve -3-nál szárazabb Palmer-index értékeket) egyáltalán nem képes

rekonstruálni – még a tanuló időszakok alatt sem –, addig a fuzzy-szabályok alkalmazásával ezek a viszonyok is előállíthatók. A szórásokat tekintve is hasonló következtetésre juthatunk (Nebraska esetén például a tényleges idősor 2,47 körüli szórással rendelkezik, ehhez képest a fuzzy-szabályokból felépülő modell 2,46 körüli szórású szimulált idősort hoz létre, lineáris regresszióval viszont csupán ennek kb. fele, 1,20 körüli szórásérték érhető el).

12. Mind a tíz magyar állomásra szignifikánsan jobban közelíthetjük a tényleges adatsor statisztikai tulajdonságait a fuzzy-szabályokon alapuló modellezéssel. Míg a lineáris regressziós modellek felhasználásával adódó szimulált PDSI idősorok szórása csupán 0,3-0,7 között változik, addig a fuzzy-szabályokból álló modellekkel 1,5-2,3 szórású PDSI idősorokat állítottunk elő (a tényleges idősorok szórása 1,8-2,5 között változik a különböző állomásokra).
13. A havi csapadékösszegekre adódó szimulációs modellhibák összehasonlítása: mind a MAE-t, mind az RMSE-t tekintve a fuzzy-szabályok alkalmazásával kisebb hibákat kaptunk, mint lineáris regressziós modellekkel. A tényleges és a szimulált csapadékidősorok közötti korrelációs kapcsolat lineáris regresszióval általában 0,4-0,5 erősségű, míg a fuzzy-módszerrel 0,7-0,8-as korrelációs együtthatókat érhetünk el azonos bemenő változók felhasználásával.

A fuzzy-szabályokból felépülő modellezés alkalmazásának olyan esetekben van különösen lényeges szerepe, amikor hosszútávú becslésekre van szükség, s a hosszabb időszakokra regionális skálájú éghajlati információt szükséges generálnunk.