

IOSUD – UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI

Școala doctorală de Științe Fundamentale și Inginerești



**TEZĂ DE DOCTORAT
-REZUMAT-**

**Cercetări privind influența
variabilității climatice asupra
condițiilor de producție agricolă din
România**

**Doctorand,
Mădălina Georgiana BOBOC**

**Conducător științific,
Prof. dr. ec. dr. ing. habil. Silviu STANCIU**

Seria I 9: Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală nr. 13

GALAȚI

2022

IOSUD – UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI

Școala doctorală de Științe Fundamentale și Inginerești



TEZĂ DE DOCTORAT -REZUMAT-

Cercetări privind influența variabilității climatice asupra condițiilor de producție agricolă din
România

Doctorand

Mădălina Georgiana BOBOC

Președinte

Prof univ.dr.ing. Eugen-Victor-Cristian RUSU
Membru corespondent al Academiei Române, Director CSUD-
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Conducător științific,

Prof. dr. ec. dr. ing. habil. Silviu STANCIU
Prorector - Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Referenți oficiali

Prof univ.dr.ing. Răzvan-Ionuț TEODORESCU
Rector – Universitatea de Științe Agronomice și Medicină
Veterinară din București

Cercet. șt. gr. I dr. ing. habil. György DEÁK
Director General – Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
pentru Protecția Mediului București

**Prof. univ. dr. habil. Maria-Magdalena TUREK-
RAHOVEANU**
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Seria I 9: Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală nr. 13

GALAȚI

2022

Seriile tezelor de doctorat susținute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

Domeniul fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI

- Seria I 1: **Biotehnologii**
- Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria I 3: **Inginerie electrică**
- Seria I 4: **Inginerie industrială**
- Seria I 5: **Ingineria materialelor**
- Seria I 6: **Inginerie mecanică**
- Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**
- Seria I 8: **Ingineria sistemelor**
- Seria I 9: **Inginerie și management în agicultură și dezvoltare rurală**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE SOCIALE

- Seria E 1: **Economie**
- Seria E 2: **Management**
- Seria SSEF: **Știința sportului și educației fizice**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE UMANISTE ȘI ARTE

- Seria U 1: **Filologie- Engleză**
- Seria U 2: **Filologie- Română**
- Seria U 3: **Istorie**
- Seria U 4: **Filologie - Franceză**

Domeniul fundamental MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII

- Seria C: **Chimie**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE BIOLOGICE ȘI BIOMEDICALE

- Seria M: **Medicină**

CUPRINS

Introducere	3
Lista abrevierilor	7
Lista figurilor	8
Lista tabelelor	11
Capitolul 1. Principalele provocări din sectorul agricol în condițiile schimbărilor climatice.....	4
1.1. Productivitatea agricolă la nivel european.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Productivitatea agricolă la nivel național	Error! Bookmark not defined.
1.2.1. Principalele culturi agricole din România	Error! Bookmark not defined.
1.2.2. Analiza principalelor zone de producție de grâu și porumb din România în funcție de diferiți factori climatici	Error! Bookmark not defined.
Capitolul 2. Date și metode de analiză privind influența regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național asupra condițiilor de producție agricolă.....	6
Capitolul 3. Analiza sectorului agricol și a productivității culturilor de grâu și porumb în perioada 1961-2018	9
3.1. Analiza sectorului agricol și a productivității culturilor de grâu și porumb la nivelul continentului European, Uniunii Europene (UE28) și Europei de Est în perioada 1961-2018	9
3.2. Analiza sectorului agricol și a productivității culturilor de grâu și porumb la nivel național în perioada 1961-2018	11
3.3. Analiza randamentului culturilor agricole la nivel național în perioada 1961-2018 și la nivelul regiunilor de dezvoltare ale României în perioada 1990-2018.....	Error! Bookmark not defined.
Capitolul 4. Analiza principalelor moduri de variabilitate termică și pluviometrică la nivel național cu scopul detectării influenței asupra sectorului agricol.....	13
4.1. Analiza EOF privind regimului temperaturii la nivel național	13
4.2. Analiza EOF privind regimului precipitațiilor la nivel național	15
Capitolul 5. Analiza tendinței de schimbare a regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național și influența asupra sectorului agricol.....	17
5.1 Tendința de schimbarea a temperaturii medii a aerului	17
5.2 Tendința de schimbare a regimului precipitațiilor atmosferice la nivel național	18
5.3 Influența schimbărilor detectate în regimul temperaturii și precipitațiilor asupra sectorului agricol la nivel național.....	19
5.4 Analiza indicatorilor agroclimatici în diferite scenarii de emisie de gaze cu efect de seră.....	22
Capitolul 6. Analiza condițiilor sinoptice care au generat apariția fenomenelor extreme în România cu impact asupra sectorului agricol – Studii de caz.....	24
6.1 Analiza condițiilor sinoptice care au generat vremea deosebit de caldă din iarna și vara anului 2007	24
6.2 Analiza situațiilor sinoptice care au generat condițiile de vreme din anul 2018	26
Concluziile generale, contribuții originale și perspective	31
Lista lucrărilor publicate	34
Bibliografie	42

Introducere

Studiile recente au demonstrat faptul că activitățile antropice au cauzat o încălzire globală cu aproximativ 1.0°C față de perioada pre-industrială, iar pentru perioada 2030 – 2052 este preconizat ca această creștere a temperaturii să fie de până la 1.5°C, acest aspect generând în multiple regiuni o creștere a temperaturilor extreme, o frecvență, intensitate și/sau cantități mai ridicate ale precipitațiilor, cât și apariția fenomenelor de secetă. În prezent, în multe regiuni se înregistrează temperaturi mai mari decât temperatura medie anuală la nivel global, această creștere resimțindu-se mai puternic la nivelul suprafețelor terestre, față de cele oceanice [3].

Impactul unei variabilități climatice crescute asupra productivității plantelor, va genera în viitor scăderi ale randamentelor culturilor. Culturile agricole vor fi afectate de schimbările climatice nu doar în mod direct prin modificarea condițiilor agro-climatice, dar și în mod indirect, de exemplu, prin modificări ale proprietăților solurilor sau schimbări în ceea ce privește apariția bolilor și dăunătorilor [10].

Studiul de față prezintă o abordare interdisciplinară, care reunește termeni din domeniul statisticii cu cei din climatologie și domeniul agricol cu scopul de a facilita înțelegerea modului în care acestea sunt interconectate.

Contribuțiile originale din cadrul prezentului studiu constau în utilizarea diferitelor seturi de date și metode statistice de analiză cu scopul de a înțelege pe de o parte procesele fizice care guvernează climatul la nivelul continentului European și la nivelul României și impactul pe care acestea îl pot avea asupra randamentului și producției agricole, pe de altă parte. În cadrul prezentului studiu s-a analizat dacă diversele metode științifice de analiză sunt suficient de precise pentru a răspunde la numeroasele întrebări legate de dinamica climatului și a potențialului impact asupra sectorului agricol. În cadrul acestui studiu s-a analizat din punct de vedere spațial și temporal variabilitatea parametrilor meteorologici principali și legătura cu mecanismele la scară mare responsabile pentru schimbările detectate în regimul acestora. O astfel de analiză este esențială pentru a putea identifica impactul real al schimbărilor climatice asupra condițiilor de producție agricolă din România.

Astfel, în **Capitolul 1**, a fost realizat un studiu bibliografic în cadrul căruia au fost prezentate cele mai recente și relevante rezultate publicate referitoare la domeniul vizat.

În cadrul **Capitolului 2**, au fost prezentate datele și metodele utilizate pentru realizarea unei analize cât mai complexe a influenței regimului climatic asupra productivității agricole din România. Pentru a analiza regimul temperaturii și precipitațiilor la nivel național, au fost utilizate date de temperatură medie și de precipitații, disponibile în cadrul proiectului European ECA&D [3], în care România este membră. A fost selectat un număr de 21 de stații meteorologice, cu șiruri de date omogenizate și complete, distribuite pe teritoriul României, fiind extrase date zilnice de temperatură medie și precipitații, analiza fiind efectuată pentru anotimpurile primăvara (March-April-May, MAM), vară (June-July-August, JJA), toamnă (September-October-November, SON) și iarnă (December-January-February, DJF), pentru orizontul de timp 1961-2018.

Pentru analiza sectorului agricol din cadrul **Capitolului 3**, au fost utilizate și prelucrate datele disponibile pe platforma FAOSTAT privind producția, randamentele și suprafața recoltată, pentru perioada 1961-2018, pentru culturile de cereale, porumb și grâu [4]. Au fost analizate datele pentru continentul European, Europa de Est, Uniunea Europeană (28) și România, astfel încât să poată fi determinate tendințele înregistrate în sectorul agricol. Totodată, pentru a fi

evidențiată distribuția geografică a culturilor, au fost analizate și datele privind producția agricolă a culturilor de cereale, grâu și porumb, precum și producția medie la hectar (randamentul) acestora din regiunile de dezvoltare ale României, din perioada 1990-2018, furnizate de către Institutul Național de Statistică [5].

În cadrul **Capitolului 4**, a fost realizată analiza EOF asupra regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național, pentru perioada 1961-2018. A fost reținut primul EOF care explică cel puțin 50% din varianța explicată. Analiza acestui parametru în studiul de față este esențială întrucât variația acestuia influențează în mod direct creșterea, dezvoltarea și randamentul culturilor. Cu scopul de a analiza variabilitatea temporală a seriilor de date, au fost aplicate metodele statistice de analiză univariată Mann Kendall [45] și Pettitt [46], pentru a detecta tendința generală și saltul în medie, la nivelul de semnificație de 5%.

În **Capitolul 5**, a fost realizată analiza tendinței de schimbare a regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național și influența asupra sectorului agricol. Analiza pentru identificarea tendinței liniare pe termen lung în cazul temperaturii medii a aerului și cantității de precipitații a fost efectuată pentru cele 21 de stații meteorologice utilizate și în cadrul analizei EOF, pentru toate anotimpurile, fiind folosite testele neparametrice Mann-Kendall și Pettitt pentru orizontul temporal 1961-2018. Totodată, au fost utilizate date privind durata sezonului de vegetație (GSL) [3] la patru dintre cele 21 de stații meteorologice analizate situate în areale diferite din România pentru care analiza efectuată în prezentul studiu a relevat tendințe semnificative din punct de vedere statistic. De asemenea, au fost utilizați trei indicatori (Grade-zile efective din punct de vedere biologic, Numărul de nopți tropicale și Numărul de zile geroase), disponibili din baza de date Climate-ADAPT [48], care au fost analizați în condițiile a două scenarii de emisii de gaze cu efect de seră RCP 2.6 (cu emisii scăzute de gaze cu efect de seră), RCP 8.5 (cu emisii mari de gaze cu efect de seră).

În cadrul studiilor de caz prezentate în **Capitolul 6**, au fost realizate analizele sinoptice care au generat apariția fenomenelor extreme în România cu impact asupra sectorului agricol, pentru anii 2007 (anul cu cel mai scăzut nivel al producției agricole) și 2018 (anul cu cel mai ridicat nivel al producției agricole).

Analizele sinoptice efectuate în Capitolul 6 au arătat dependența randamentelor și producțiilor agricole față de condițiile de vreme, condiții care, pe fondul accelerării fenomenului de încălzire globală tind să capete aspecte extreme. Amplificarea fenomenelor extreme reprezintă unul dintre cele mai mari riscuri pentru agricultură, făcând ca acest sector să fie din ce în ce mai afectat de abaterile termice pozitive înregistrate la nivel național, de distribuția neuniformă a precipitațiilor și de instalarea secetei pedologice extreme.

Prezentul studiu a fost elaborat pe baza datelor oficiale disponibile la nivel național, cu scopul de a facilita înțelegerea modului în care fenomenele climatice pot afecta în mod direct sectorul agricol. Studiul ar putea fi îmbunătățit în condițiile în care volumul de date disponibile ar fi completat, spre exemplu, prin analiza unui număr mai ridicat de stații meteorologice sau completarea informațiilor cu privire la suprafața irigată, pentru care sunt disponibile date doar începând cu anul 1997.

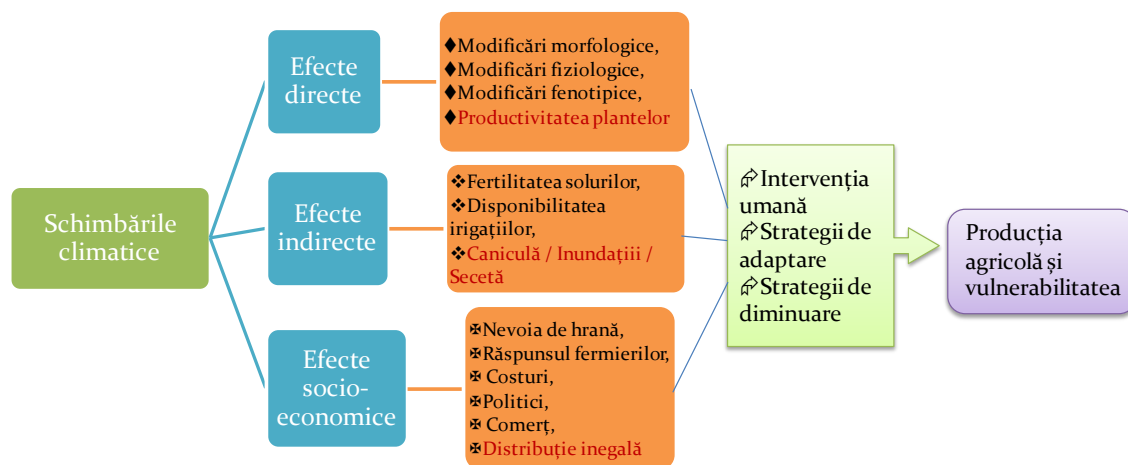
Capitolul 1. Principalele provocări din sectorul agricol în condițiile schimbărilor climatice

Emisiile de gaze cu efect de seră (GES) reprezintă principala cauză a schimbărilor climatice. Acestea au crescut față de perioada preindustrială (1850-1900), fiind în prezent la un nivel de maxim istoric, din cauza unor factori determinanți precum creșterea economică și cea a populației globale.

Concentrațiile de dioxid de carbon (CO₂), metan (CH₄) și oxizi de azot (NO_x) se află la un nivel fără precedent în ultimii 800.000 de ani. Aproximativ 40% din emisiile de GES au rămas în atmosferă, în timp ce restul este stocat în suprafața terestră (plante și sol) și în oceane. Aproximativ 30% din emisiile de CO₂ sunt absorbite de oceane, acest aspect conducând la acidifierea acestora [1].

Agricultura reprezintă un sector economic direct influențat de condițiile climatice, astfel că orice schimbare produsă va avea efect imediat asupra acestuia. Datele climatice din ultimii ani au demonstrat încălzirea progresivă a atmosferei, precum și o frecvență mai mare a evenimentelor extreme, alternanțele rapide caniculă / secetă severă / precipitații abundente fiind din ce în ce mai evidente. În acest context, deficitul de apă și secetele pedologice, în special cele din sudul și sud-estul României, pot provoca scăderi drastice ale producției, în special în anii cu secetă excesivă, iar variațiile mari de temperatură influențează foarte intens reacțiile metabolice ale plantelor, care conduc cu ușurință la vătămarea celor mai sensibile.

O imagine mai amplă a ceea ce înseamnă efectele produse de schimbările climatice asupra agriculturii a fost prezentată de Ali Raza et al. [4], evidența necesității intervenției umane sub acest aspect fiind foarte bine evidențiată (Figura 1.1).



Autor, prin prelucrarea datelor: [4]

Figura 1.1 – Efectele directe, indirecte și socio-economice ale schimbărilor climatice asupra producției agricole

În condiții de câmpie, seceta și temperaturile ridicate sunt cele mai predominante fenomene cu influență semnificativă asupra plantelor, fiziologia acestora fiind puternic influențată de fluctuațiile de temperatură. Astfel, temperaturile ridicate afectează negativ randamentul producției de cereale, temperaturile negative au ca rezultat sterilitatea plantelor, iar seceta influențează negativ morfo-fiziologia lor, aceste probleme climatice producând modificări

moleculare, biochimice, fiziologice și morfologice ale plantelor [5]. O analiză asupra ansamblului efectelor asupra culturilor, împărțindu-le în pozitive și negative, evidențiază foarte bine faptul că există și avantaje, însă numărul dezavantajelor asupra culturilor de cereale și nu numai, sunt de două ori mai mari (Figura 1.2).

Ansamblul efectelor schimbărilor climatice și a încălzirii globale asupra culturilor		
Efecte negative		Efecte pozitive
Distrugearea culturilor datorită temperaturilor ridicate	Creșterea la nivelul solului a ozonului, toxic pentru plantele verzi	Creșterea productivității datorată temperaturilor mari
Probleme planificării datorită prognozelor mai puțin fiabile	Furtuni mari și inundații	Stres scăzut la umiditate
Ploi torențiale	Stres termic	Posibilitatea dezvoltării unor culturi noi
Secetă ridicată	Saturația solului cu apă	Rate de maturizare accelerate
Dezvoltarea accentuată a buruienilor	Eroziunea solului	Sezoane de creștere mai lungi
Creșterea bolilor culturilor	Adaptare scăzută la monoculturi	Productivitate crescută
Eficiență scăzută a eficienței pesticidelor și ierbicidelor	Lipsa forței de muncă	

Autor, prin prelucrarea datelor: [4]

Figura 1.2 - Efecte pozitive și negative generale ale schimbărilor climatice și încălzirii globale asupra culturilor și oamenilor

În acest context, oamenii de știință au dezvoltat unele soiuri rezistente la stres [6]. Principalele culturi de cereale din întreaga lume, precum porumbul și grâul, sunt cruciale pentru a răspunde nevoii alimentare zilnice. Dintre acestea, grâul reprezintă cultura de bază, cultivată la scară largă (este recoltat pe 38,8% din totalul terenurilor agricole din întreaga lume și oferă o concentrație considerabil de mare de proteine: 15% pe gram în comparație cu porumbul sau orezul, care oferă doar 2 - 3%) [7].

Capitolul 2. Date și metode de analiză privind influența regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național asupra condițiilor de producție agricolă

Pentru a fi realizată o analiză coerentă și completă a productivității agricole la nivel național, este necesară o analiză a seturilor de date disponibile pe o perioadă cât mai îndelungată. Totodată, ținând cont de faptul că în România cele mai reprezentative culturi din sectorul agricol sunt cele de grâu și de porumb, reprezentând aprox. 89% din producția de cereale la nivel național [36], în cadrul prezentei lucrări au fost prelucrate datele furnizate de Organizația pentru Alimentație și Agricultură a Națiunilor Unite (FAO) privind producția, randamentele și suprafața recoltată pentru culturile de cereale, grâu și porumb, pentru perioada 1961-2018. Au fost analizate datele pentru continentul European, Europa de Est, Uniunea Europeană (28) și România, astfel încât să poată fi determinate tendințele înregistrate în sectorul agricol.

Totodată, pentru a fi evidențiată distribuția geografică a culturilor, au fost analizate și datele privind producția agricolă a culturilor de cereale, grâu și porumb, precum și producția medie la hectar (randamentul) acestora din regiunile de dezvoltare ale României, din perioada 1990-2018, furnizate de către Institutul Național de Statistică.

Pentru a analiza regimul temperaturii și precipitațiilor la nivel național, au fost utilizate date de temperatură medie și de precipitații, disponibile în cadrul proiectului European ECA&D¹ [38], în care România este membră. A fost selectat un număr de 21 de stații meteorologice, cu șiruri de date omogenizate și complete, distribuite pe teritoriul României. Din Figura 2.3 se poate observa că majoritatea stațiilor analizate sunt localizate în sudul și sud-estul teritoriului, acesta fiind arealul unde se preconizează faptul că schimbările climatice vor afecta din ce în ce mai mult România din punct de vedere agricol [39].



Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Figura 2.1 - Localizarea stațiilor meteorologice utilizate în prezentul studiu

¹ European Climate Assessment and Dataset

Din baza de date a proiectului european ECA&D au fost extrase date zilnice de temperatură medie și precipitații, analiza fiind efectuată pentru anotimpurile primăvara (March-April-May, MAM), vară (June-July-August, JJA), toamnă (September-October-November, SON) și iarnă (December-January-February, DJF), pentru orizontul de timp 1961-2018. Totodată, au fost extrase și date privind durata sezonului de vegetație (GSL) pentru stațiile Arad, Constanța, Drobeta Turnu Severin și Iași pentru perioada 1961-2018.

În prezentul studiu, pentru a analiza modurile de variabilitate ale parametrilor climatici, a fost utilizată analiza Funcțiilor Ortogonale Empirice (EOF²) [42]. În studiile climatice, acest mod de analiză se utilizează îndeosebi pentru a studia posibile moduri spațiale de variabilitate și modul în care acestea se schimbă în timp (de exemplu, Oscilația Nord Atlantică). În termeni statistici, această analiză, care mai este cunoscută sub denumirea de Principal Component Analysis (PCA) este clasificată ca o tehnică multivariată.

Configurația EOF, împreună cu PC-ul asociat vor defini un mod de în funcție de varianța explicate de fiecare. Astfel, cu cât varianța explicate este mai apropiată de 100%, cu atât modul de configurație redă cât mai fidel condițiile reale. În această analiză, datele de intrare sunt reprezentate de anomaliile variabilelor considerate, calculate față de media multianuală.

Această metodă permite efectuarea de analize folosind diferite tipuri de date climatice, însă este necesară stabilirea numărului optim de EOF-uri utilizate pentru a reprezenta câmpul analizat. În studiul de față, a fost reținută configurația primului EOF, care explică cel puțin 50% din varianța explicată.

Pentru a verifica caracterul aleator al seriilor temporale asociate modurilor de variabilitate EOF, au fost aplicate testele neparametrice Mann Kendall [45] și Pettitt [46]. Testele neparametrice de verificare a ipotezelor statistice sunt acelea în care, în condițiile ipotezei nule, distribuția de probabilitate pentru statistica testului nu depinde de forma distribuției care stă la baza populației din care este extrasă seria.

În termeni generali, testul Mann-Kendall verifică caracterul aleator față de ipoteza alternativă a existenței unei tendințe în sirul de date analizat, în timp ce testul Pettitt, verifică ipoteza "*nu există schimbare*" față de ipoteza alternativă "*există schimbare*".

În studiul de față, pentru seriile de timp analizate, care trebuie să fie suficient de lungi (de cel puțin 30 de ani), valori pozitive ale statisticii Mann-Kendall mai mari decât 1.97 arată o tendință crescătoare în seria de date, la nivelul de semnificație de aproximativ 5%. În cazul valorilor negative, valori mai mici de -1.97 arată o tendință descrescătoare semnificativă din punct de vedere statistic la nivelul de semnificație de 5%.

În cazul testului Pettitt, pentru a avea un salt semnificativ crescător la un moment T-, nivelul de semnificație trebuie să fie mai mic de 0.05 pentru a fi semnificativ la nivelul de 5%.

Rezultatele privind analiza EOF au fost reprezentate folosind Sistemul Informațional Geografic (GIS³) care este utilizat pentru diferite aplicații precum stocarea datelor, vizualizarea și efectuarea de analize spațiale.

Analizele statistice utilizează de regulă analiza de regresie pentru a stabili gradul de corelație dintre două variabile. Astfel, pe baza coeficienților de corelație se stabilesc legăturile dintre variabile, cei mai utilizați dintre aceștia fiind coeficientul Pearson al corelației liniare (r) și coeficientul rangurilor Spearman (S).

² Empirical Orthogonal Functions (EOF) - acronim folosit și în limba română

³ Geographic Information System (GIS) – acronym folosit și în limba română

În studiul de față, cu scopul de a fi găsite corelații între diferite șiruri de date, a fost utilizat coeficientul de corelație al rangurilor Spearman care se aplică rangurilor valorilor analizate și nu valorilor în sine. Utilizarea acestui coeficient permite analiza dependenței dintre variabilele analizate și poate avea valori cuprinse între -1 și +1, unde valorile apropiate de -1 arată o corelație negativă a rangurilor, în timp ce valori apropiate de +1 arată o corelație pozitivă între acestea.

Coeficientul Spearman se calculează conform relației:

$$S = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N D_i^2}{n(n^2-1)} \quad (2.5)$$

unde D_i este diferența dintre rangurile asociate valorilor x și y , iar n arată numărul de date asociate valorilor x și y .

În cadrul studiului au fost folosite și date disponibile din Platforma europeană de adaptare la climă Climate-ADAPT [48], fiind folosit un număr de indicatori agrometeorologici și anume: grade-zile efective din punct de vedere biologic, numărul de nopți tropicale, numărul de zile geroase, pentru două orizonturi temporale 1986-2018 și 2040-2070.

În prezentul studiu au fost efectuate și analize sinoptice, fiind analizat anul 2007 care a fost caracterizat în mare parte de anomalii termice de temperatură și anul 2018, în care s-au înregistrat precipitații excedentare.

Capitolul 3. Analiza sectorului agricol și a productivității culturilor de grâu și porumb în perioada 1961-2018

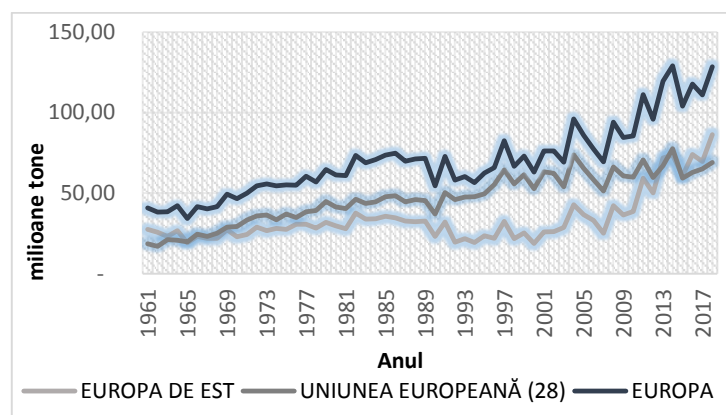
Analiza sectorului agricol și a productivității culturilor de grâu și porumb la nivelul continentului European, Uniunii Europene (UE28) și Europei de Est în perioada 1961-2018

Producția de cereale a Europei reprezintă aproximativ 20% din producția de la nivel mondial. Țările din Europa de Est prezintă un mare potențial privind creșterea producției de cereale, iar 50% din acest potențial de creștere se aplică României și Poloniei. Cerealele cultivate în Statele Membre ale Uniunii Europene (EU 28) sunt utilizate în principal pentru consumul uman - 24% și animal - 61%, dar sunt utilizate și în alte scopuri precum producția de bauturi alcoolice - 5%, producția de bio-energie - 4% și semințe – 3% [50].

În prezentul studiu au fost analizate datele privind producția, randamentele și suprafața recoltată pentru culturile de cereale, grâu și porumb, pentru perioada 1961-2018, la nivelul continentului european, Europei de Est, Uniunii Europene și României. Totodată, au fost analizate datele privind producția agricolă a culturilor de cereale, grâu și porumb, precum și producția medie la hectar (randamentul) acestora din regiunile de dezvoltare ale României, din perioada 1990-2018. Pentru exemplificare se prezintă informațiile cu privire la producția de porumb și grâu la nivelul continentului european, Europei de Est, Uniunii Europene și României, în perioada 1961-2018.

Producția de porumb în Europa, Uniunea Europeană (28) și Europa de Est în perioada 1961-2018

În Europa, Europa de Est și UE (28), producția de porumb a înregistrat o tendință generală de creștere (Figura 3.5). În Europa, cea mai mică cantitate de porumb recoltată a fost de 34,18 mil. tone în anul 1965, iar cea mai mare valoare a fost de 129 mil. tone în anul 2014. În Europa de Est valorile minime și maxime ale producției de porumb s-au înregistrat în anii 2000 (18,75 mil. tone), respectiv 2018 (86,33 mil. tone), iar în UE (28) s-au înregistrat în anii 1962 (16,88 mil. tone), respectiv 2014 (77,58 mil. tone). Anul 1990 a reprezentat anul cu cele mai semnificative scăderi ale producției de porumb în toate regiunile analizate, atât comparativ cu anul anterior cât și cu media ultimilor 5 ani. În anul 2007, producția de porumb la nivel european s-a situat în jurul valorii de 69,5 mil. tone, cu 10,10% mai mică decât în anul 2006 și cu 14,14% mai redusă față de media ultimilor 5 ani. Această diminuare a producției de porumb din anul 2007 s-a constatat și la nivelul celorlalte regiuni analizate, în UE (28) producția fiind cu 11,91% mai mică decât în anul anterior și cu 18,16% mai redusă față de media anilor 2002-2006.



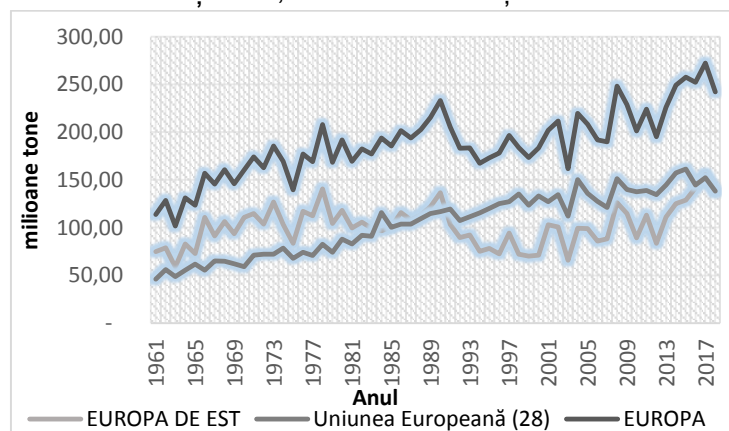
Autor, prin prelucrarea datelor:[27]

Figura 3.1 - Producția de porumb în Europa, Uniunea Europeană (28) și Europa de Est în perioada 1961-2018

După recordul obținut în anul 2014, producția de porumb a înregistrat în anul 2015 o reducere cu 19,43% în Europa (103 mil. tone în 2015 față de 129 mil. tone în 2014), cu 23,60% în UE (28) (59,26 mil. tone în 2015 față de 77,58 mil. tone în 2014) și cu 17,49% în Europa de Est (60,68 mil. tone în 2015 față de 73,54 mil. tone în 2014).

Producția de grâu în Europa, Uniunea Europeană (28) și Europa de Est în perioada 1961-2018

Cel mai scăzut nivel al producției de grâu (Figura 3.6), a fost înregistrat în anul 1963 în Europa (101,71 mil. tone) și Europa de Est (58,82 mil. tone), în timp ce cel mai ridicat nivel al producției a fost constatat în anul 2017, de 272,38 mil. tone în Europa și 155,65 mil. tone în Europa de Est. În anul 2003, producția de grâu a scăzut masiv în toate regiunile analizate, înregistrându-se cele mai mari scăderi față de anul anterior din întregul interval de timp, cu 23,53% în Europa (161,81 mil. tone în 2003 și 211,61 mil. tone în 2002), 16,57% în UE (28) (112,17 mil. tone în 2003 față de 134,45 mil. tone în 2002), și 34,65% în Europa de Est (mil. tone în 2003 și mil. tone în 2002). Și în anul 2012 au fost înregistrate niveluri scăzute ale producției de grâu, recoltându-se cu 12,94% mai puțin în Europa față de anul 2011 și cu 10,71% mai puțin față de media ultimilor 5 ani. În UE (28), la nivelul anului 2012 producția de grâu a fost cu doar 3,08% mai redusă decât în anul anterior și cu 2,24% mai mică față de media intervalului 2007-2011.



Autor, prin prelucrarea datelor: [27]

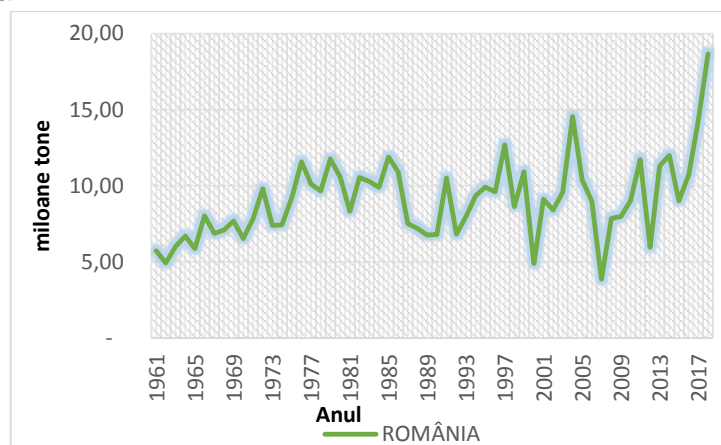
Figura 3.2 - Producția de grâu în Europa, Uniunea Europeană (28) și Europa de Est în perioada 1961-2018

În schimb, în Europa de Est, producția de grâu din anul 2012 a înregistrat niveluri foarte scăzute comparativ cu recolta obținută în anul anterior (83,70 mil. tone grâu; scădere cu 25,98% față de anul 2011) și cu media ultimilor 5 ani (-21,23%).

Analiza sectorului agricol și a productivității culturilor de grâu și porumb la nivel național în perioada 1961-2018

Producția de porumb în România în perioada 1961-2018

Ca și în cazul producției de cereale, în anii 2017 și 2018, producția de porumb (Figura 3.10) a înregistrat cele mai ridicate valori. În anul 2018, producția de porumb din România a fost de 18,66 mil. tone (cea mai ridicată valoare a producției din întregul interval de timp analizat), cu 30,28% mai mult decât în anul 2017 și cu 62,61% mai mult comparativ cu media ultimilor 5 ani. În anul 2017, un an de asemenea cu o producție ridicată de porumb, au fost recoltate 14,33 mil. tone de porumb, cu 33,31% mai mult decât în anul anterior și cu 46,14% mai mult decât valoarea medie a ultimilor 5 ani.



Autor, prin prelucrarea datelor:[27]

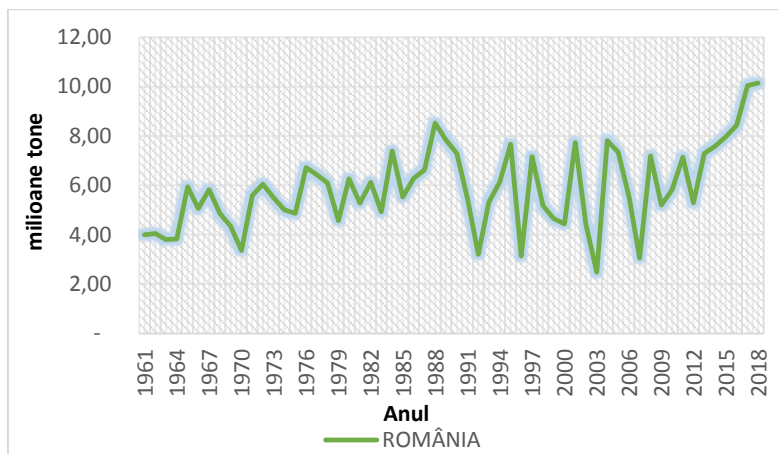
Figura 3.3 - Producția de porumb în România în perioada 1961-2018

Cele mai importante scăderi procentuale ale producției au fost înregistrate în anii 2000, 2007 și 2012, fiind recoltate doar 4,90 mil tone (cu 55,21% mai puțin decât în anul 1999 și cu 52,7% mai puțin față de media ultimilor 5 ani), respectiv 3,85 mil. tone (cel mai scăzut nivel al producției de porumb din întreg intervalul de timp analizat) și 5,95 mil. tone de porumb. Nivelurile extrem de scăzute ale producției de porumb din anii 2007 și 2012 au fost în strânsă legătură cu secetele manifestate în acei ani. În anul 2007, producția de porumb a înregistrat valori cu 57,11% mai reduse față de cele înregistrate în anul anterior și cu 62,87% mai reduse față de media ultimilor 5 ani.

Producția de grâu în România în perioada 1961-2018

Spre deosebire de producția de porumb, producția de grâu a înregistrat fluctuații mai însemnate în intervalul de timp analizat, cele mai scăzute niveluri ale recoltei la nivel național fiind remarcate în anii 1970, 1992, 1996, 2003 și 2007 (Figura 3.12). În anul 1992, producția de grâu din România a fost de 3,21 mil. tone, cu 41,42% mai redusă comparativ cu valoarea înregistrată în anul 1991 de 5,47 mil. tone și cu 55,17% mai mică decât media producției din ultimii 5 ani (7,15 mil. tone de grâu). Nivelul scăzut al producției din anul 1992 a fost cauzat pe de-o parte de incertitudinile legate de modul de administrare a terenurilor după căderea regimului comunist,

ceea ce a condus implicit și la o scădere a suprafeței cultivate comparativ cu anul anterior, iar pe de altă parte, seceta severă din vara anului 1992 a avut un impact semnificativ asupra producției de grâu [61]. În anul 2003 a fost înregistrat cel mai scăzut nivel al producției, recoltându-se doar 2,48 mil. tone de grâu, cu 43,93% mai puțin decât în anul 2002 (4,42 mil. tone de grâu) și cu 53,11% mai puțin decât media intervalului 1998-2002 (5,29 mil. tone de grâu).



Autor, prin prelucrarea datelor:[27]

Figura 3.4 - Producția de grâu în România în perioada 1961-2018

Este important de menționat faptul că producția redusă de grâu din anul 2003 a venit pe fondul unui nivel de asemenea scăzut al producției înregistrat în anul 2002 (reducere a cantității de grâu recoltate cu 42,85% față de anul anterior și cu 24,22% față de media ultimilor 5 ani).

Capitolul 4. Analiza principalelor moduri de variabilitate termică și pluviometrică la nivel național cu scopul detectării influenței asupra sectorului agricol

4.1. Analiza EOF privind regimului temperaturii la nivel național

Temperatura aerului, care se supune unui ciclu anual, fiind un element dependent de radiația solară, poate fi descrisă pe baza mai multor parametri climatici, precum medii și valori extreme [62]. Temperatura aerului caracterizează starea vremii, fiind un parametru care se măsoară atât la sol cât și în altitudine cu scopul examinării distribuției acestuia pe arii întinse. Acest parametru, dependent de radiația solară, a fost analizat în studiul de față folosind valorile medii cărora le-a fost aplicată analiza EOF pentru intervalul 1961-2018. A fost reținut primul EOF care explică cel puțin 50% din varianța explicată. Analiza acestui parametru în studiul de față este esențială întrucât variația acestuia influențează în mod direct creșterea, dezvoltarea și randamentul culturilor. Cu scopul de a analiza variabilitatea temporală a seriilor de date, au fost aplicate metodele statistice de analiză univariată Mann Kendall și Pettitt, pentru a detecta tendința generală și saltul în medie, la nivelul de semnificație de 5%.

Spre exemplificare, în cele ce urmează sunt prezentate rezultatele analizei EOF și a testelor statistice pentru temperatura medie la nivel național din anotimpul de vară, ținând cont de faptul că pentru acest anotimp, varianța explicată a primului EOF a fost de 90%.

Din tabelul de mai jos se poate observa faptul că primul EOF pentru temperatura medie a aerului la nivel național în anotimpul de vară prezintă o varianță explicată mare, de 90%, în timp ce numărul de moduri de variabilitate este redus (3). Valoarea creșterii identificate pentru temperatura medie este egală cu 0,28°C.

Tabel 4.1 Rezultatele analizei EOF pentru temperatura mediului la nivel național în anotimpul de vară (TMED). Se prezintă numărul configurațiilor EOF, varianța explicată de primul EOF, tendința asociată primului PC (momentul saltului în medie) și valoarea creșterii detectate

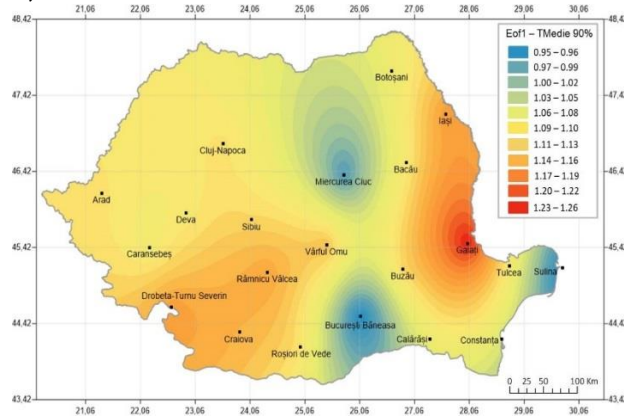
Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Parametru	Nr. EOF (varianță explicată mai mare ca 1)	Varianță explicată EOF1	Anul saltului în medie	Valoarea tendinței PC1
TMED	3	90%	2003	0,28°C

Primul EOF pentru acest parametru este prezentat în figura 4.1, în timp ce seria temporală asociată este prezentată în figura 4.2. Pe baza varianței explicate de 90% se poate deduce faptul că mecanisme la scară mare pot fi responsabile de variabilitatea termică înregistrată. Analizând seria temporală asociată, se poate observa că a fost detectată o tendință de creștere semnificativă statistic, cu un punct de schimbare, de asemenea semnificativ statistic, în anul 2003.

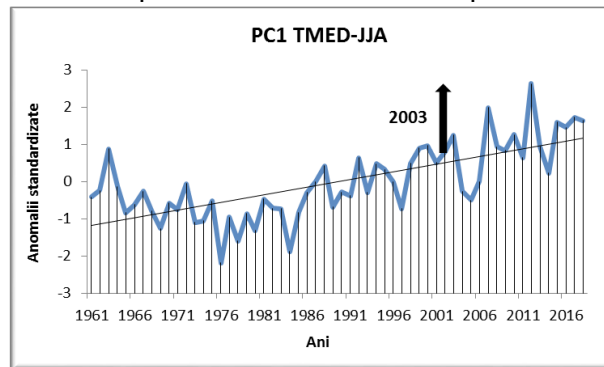
Pentru exemplificare, în figura 4.3 se prezintă media temperaturii aerului în altitudine, la nivelul de 850 hPa, pentru anul 2003 în anotimpul de vară. Aceasta este media temperaturii înregistrate la aproximativ 1,5 km deasupra nivelului mării, de obicei chiar deasupra stratului limită. La acest nivel, ciclul diurn (zilnic) de temperatură este în general neglijabil. Prin urmare,

temperatura la 850 hPa poate fi utilizată pentru a indica zonele frontale (adică zone cu gradient mare de temperatură, în care izotermele sunt mai strânse), și, în mod natural, pentru a distinge între masele de aer cald și rece [63].



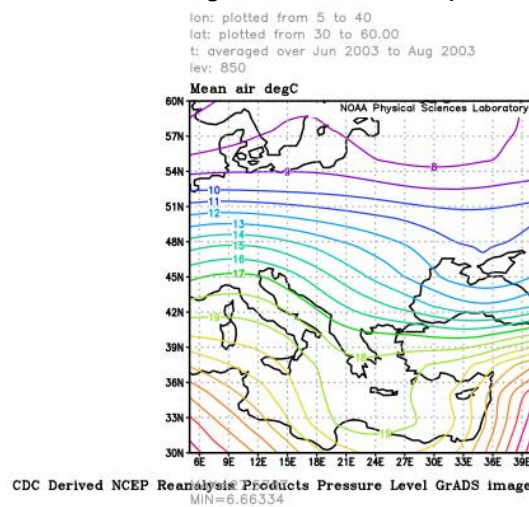
Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Figura 4.1 - Configurația primului EOF asociat anomaliilor mediei temperaturii aerului în anotimpul de vară



Autor, prin prelucrarea datelor:[40]

Figura 4.2 - Seria de timp (PC) asociată primului EOF din anotimpul de vară. Prin săgeată este marcat punctul de schimbare



Sursa: [43]

Figura 4.3 - Media temperaturii aerului (în °C) la nivelul de 850 hPa pentru vara anului 2003

Se poate observa faptul că, pentru intervalul analizat, la nivelul țării noastre acționează izotermele de 14 și 15 °C. Totuși, trebuie punctat faptul că în lunile de vară, variația temperaturii aerului la nivelul de 2m deasupra solului este mai puțin dependentă de masa de aer localizată la nivelul de 850hPa, valoarea acesteia fiind influențată mai mult de radiația solară. Astfel, chiar dacă temperatura la nivelul de 850hPa nu este foarte ridicată, la nivelul solului pot fi înregistrate temperaturi mult mai mari.

4.2 Analiza EOF privind regimului precipitațiilor la nivel național

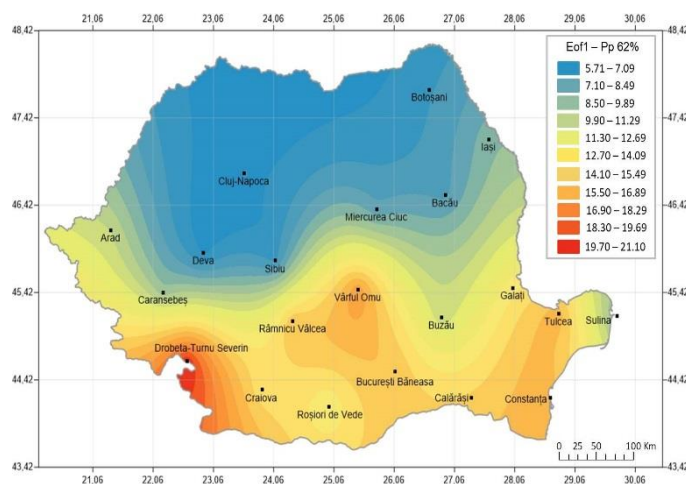
În ceea ce privește cantitățile de precipitații, varianțele explicate ale primului EOF pentru anotimpurile analizate au fost mai mici, cu un număr mai ridicat al modurilor de variabilitate. Spre exemplificare, în cele ce urmează se prezintă rezultatele analizei EOF și a testelor statistice pentru cantitățile de precipitații pentru anotimpul de iarnă.

Astfel, în tabelul 4.6 se prezintă rezultatele analizei EOF pentru precipitațiile atmosferice la nivel național în anotimpul de iarnă din care se remarcă faptul că varianța explicată asociată EOF1 are o valoare mai mare ca în timpul verii, de 62%, numărul de câmpuri de variabilitate fiind egal cu 4. Din prima configurație EOF (Figura 4.13), se poate observa o structură de același semn pe toată țara, cu cele mai mari valori în parte de sud-vest a teritoriului. Analizând seria temporală asociată (Figura 4.14), se observă o tendință generală de scădere cu un punct de schimbare semnificativ detectat în urma aplicării testului Pettitt în anul 1975 (0.7 mm).

Tabel 4.2 - Rezultatele analizei EOF pentru precipitațiile atmosferice la nivel național în anotimpul de iarnă (Precip). Se prezintă numărul configurațiilor EOF, varianța explicată de primul EOF, tendința asociată primului PC (momentul saltului în medie) și valoarea creșterii detectate

Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Parametru	Nr. EOF (varianță explicată mai mare ca 1)	Varianță explicată EOF1	Anul saltului în medie	Valoarea tendinței PC1
Precip	4	62%	1975	-0,7 mm



Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Figura 4.4 - Configurația spațială a primului EOF asociat anomaliilor cantității de precipitații în anotimpul de iarnă

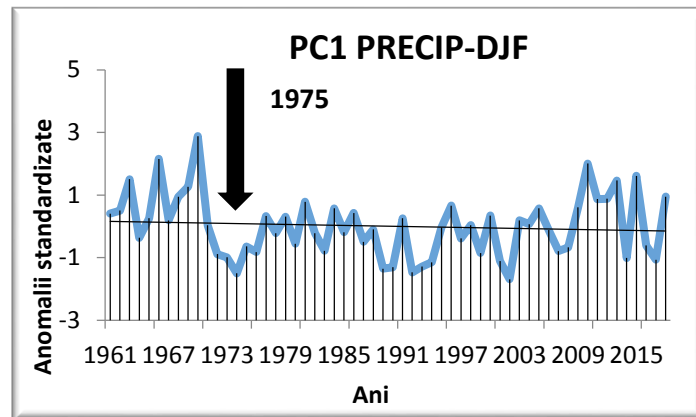
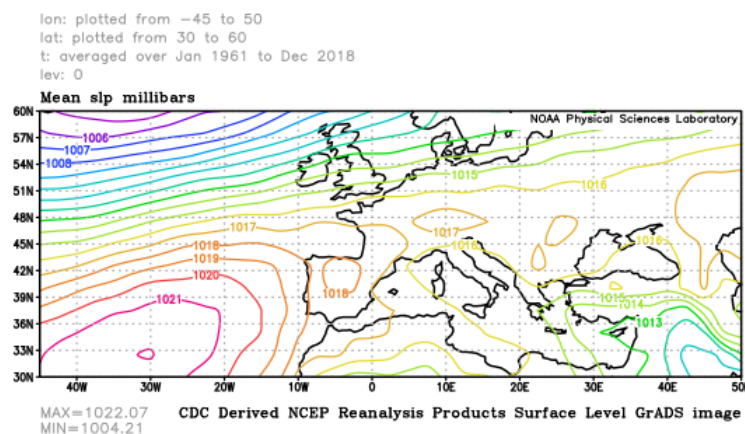


Figura 4.5 - Seria de timp (PC) asociată primului EOF
din anotimpul de iarnă

Ținând cont de faptul că în anotimpul de iarnă circulația atmosferică joacă un rol esențial în modularea regimului precipitațiilor din România [64], în 4.15 se prezintă câmpul presiunii la nivelul mării pentru perioada 1961-2018 pe o arie care cuprinde nivelul Euro-Atlantic. Din figură se observă o structură bipolară care prezintă o variabilitate de semn opus între regiunea Atlanticului și restul Europei, astfel că la nivelul oceanului se regăsește o structură anticiclonică cu un centru de presiune de 1021 mb.



Sursa: [43]

Figura 4.6 - Date de reanaliză privind câmpul presiunii la
nivelul mării pentru perioada 1961-2018

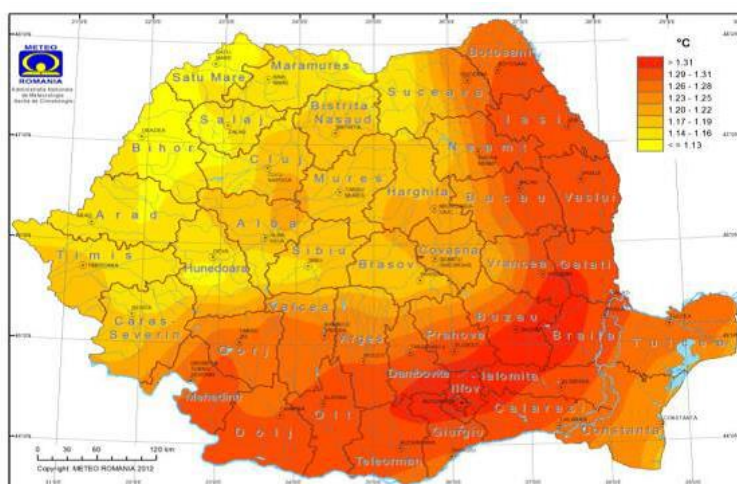
O astfel de structură reproduce destul de bine câmpul oscilației Nord-Atlantice care reprezintă un mod de variabilitate dominant al circulației atmosferice din anotimpul de iarnă [65]. Structurile anticiclonice extinse produc de regulă cantități mari de precipitații la nivel național, astfel că, din seria temporală asociată primului EOF care prezintă o tendință de scădere, putem deduce o slăbire a frecvenței acestora ceea ce determină o scădere a cantității de precipitații pe intervalul analizat.

Capitolul 5. Analiza tendinței de schimbare a regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național și influența asupra sectorului agricol

5.1 Tendința de schimbarea a temperaturii medii a aerului

Dintre parametrii meteorologici, temperatura aerului prezintă o mare importanță ca urmare a dependenței acesteia de radiația solară. Variațiile în câmpul temperaturii aerului afectează, atât creșterea și dezvoltarea plantelor, cât și viteza și direcția vântului. Cu cât temperatura aerului este mai ridicată, cu atât crește procesul de evaporare și astfel solul are de suferit.

Țara noastră resimte o creștere a temperaturii medii a aerului, astfel că, la nivel național pentru perioada 1901-2012 s-a înregistrat o creștere cu 0,8 °C [66]. Mai mult decât atât, din figura de mai jos, în care se prezintă schimbările observate în media multianuală a temperaturii aerului pentru perioada 2011-2040 față de perioada 1916-1990, se poate observa că îndeosebi regiunile situate în sudul și estul teritoriului sunt supuse unui procent amplu de încălzire (Figura 5.1).

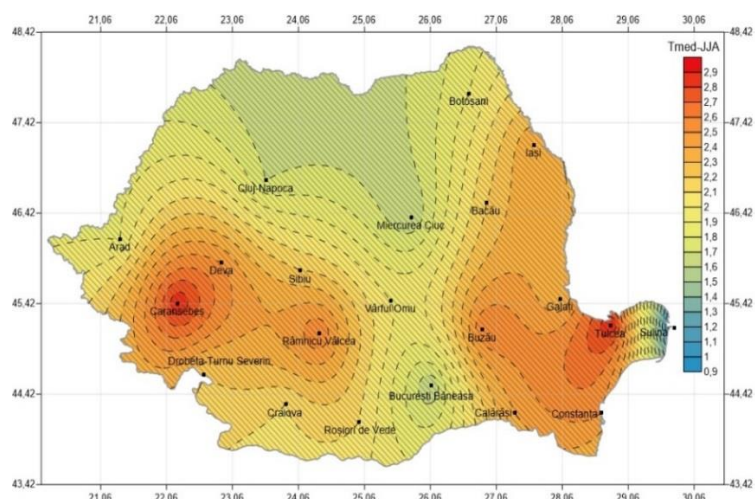


Sursa: [66]

Figura 5.1 - Schimbări observate în media multianuală a temperaturii aerului pentru perioada 2011-2040 față de perioada 1916-1990

În cele ce urmează se prezintă analiza efectuată pentru identificarea tendinței liniare pe termen lung în cazul temperaturii medii a aerului pentru cele 21 de stații meteorologice utilizate și în cadrul analizei EOF, pentru anotimpul de vară. Au fost astfel folosite testele neparametrice Mann-Kendall și Pettitt pentru orizontul temporal 1961-2018.

Din Figura 5.2. se poate observa tendința liniară și semnificația statistică a acesteia pentru temperatura medie a aerului din anotimpul de vară. Din figura de mai jos se poate remarca semnalul de încălzire semnificativă la majoritatea stațiilor analizate, cele mai mari valori fiind înregistrate în zona de est și sud-vest a teritoriului, fapt relevat și de analiza EOF discutată în capitolul anterior.



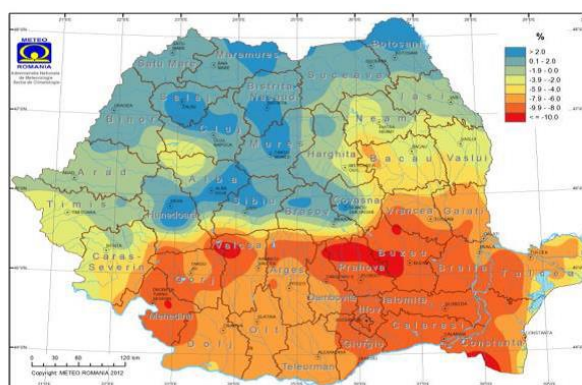
Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Figura 5.2 - Tendința lineară a temperaturii medii a aerului în anotimpul de vară (°C) pe perioada 1961-2018. Zonele hașurate prezintă tendințe semnificative statistic (conform testului Mann Kendall)

De remarcat este faptul că la majoritatea stațiilor analizate punctul de schimbare a fost detectat în anul 2003, același ca și în cazul analizei EOF. Acest lucru poate însemna faptul că semnalul de încălzire detectat este semnificativ fiind cauzat de configurații atmosferice la scară mare. Conform raportului prezentat de Banca Mondială în anul 2014, în anul 2003 perioadele cu ploaie au fost reduse semnificativ, în timp ce anul 2007 a fost asociat cu recolte scăzute.

5.2 Tendința de schimbare a regimului precipitațiilor atmosferice la nivel național

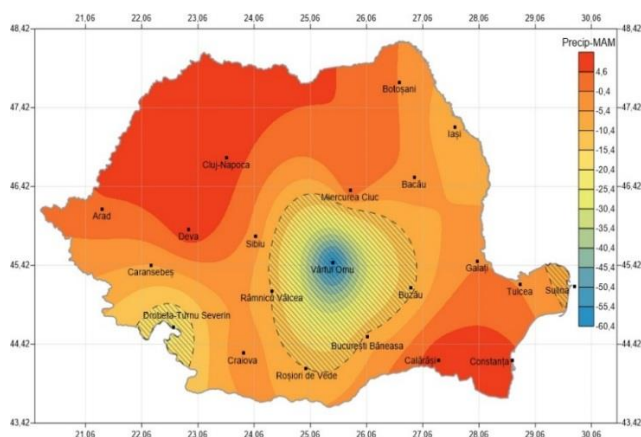
La nivel național, regimul precipitațiilor atmosferice este influențat de mai mulți factori, unul dintre aceștia fiind cel orografic, reprezentat de lanțul munților Carpați. În general, studiile științifice au relevat tendința de scădere a cantității de precipitații, acesta fiind mai pronunțată în anotimpul cald [62]. Pe fondul acumulării în atmosferă a unei cantități și mai mari de gaze cu efect de seră, este de așteptat ca regimul precipitațiilor să fie afectat îndeosebi prin schimbarea intensității ploilor care vor tinde să capete un aspect torențial.



Sursa: [66]

Figura 5.3 - Schimbări observate în media multianuală a precipitațiilor atmosferice pentru perioada 2011-2040 față de perioada 1916-1990

În cazul anotimpului de primăvară, analiza tendinței liniare prezentată în Figura 5.11., relevă tendințe de scădere a cantității de precipitații în majoritatea regiunilor țării, acestea fiind însă semnificative statistic la un număr restrâns de stații. Tendințe de scădere semnificative se remarcă la Drobeta Turnu-Severin, Roșiorii de Vede, Vârfu Omu și Sulina.



Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Figura 5.4 - Tendința liniară a cantităților de precipitații în anotimpul de primăvară (°C) pe perioada 1961-2018. Zonele hașurate prezintă tendințe semnificative statistic (conform testului Mann Kendall)

În cazul anotimpurilor de toamnă și primăvară este de remarcat variabilitatea mai pronunțată a regimului precipitațiilor. Mai mult, în anotimpul de primăvară, caracterizat de o creștere a cantității de precipitații la nivel național [62], se remarcă diferențe de dispunere între regiunile intra și extra carpatice pe fondul intensificării activităților ciclonice/ anticiclonice.

5.3 Influența schimbărilor detectate în regimul temperaturii și precipitațiilor asupra sectorului agricol la nivel național

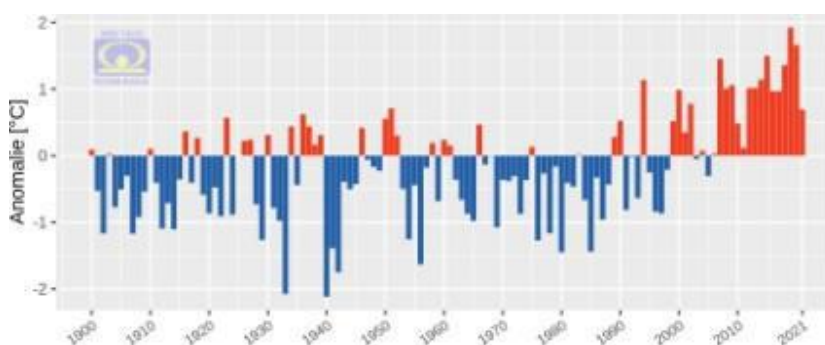
Conform raportului elaborat de Agenția Europeană de Mediu în anul 2019 [68], sectorul agricol la nivel european se află sub semnalul schimbărilor climatice, productivitatea culturilor fiind puternic afectată. Același raport punctează însă și faptul că pe termen scurt, creșterea temperaturii aerului poate favoriza sectorul agricol prin creșterea duratei sezonului de vegetație, dar în sens opus, fenomenele extreme precum valurile de căldură vor conduce la scăderea producției agricole. Este cunoscut faptul că sectorul agricol influențează creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră în atmosferă, prin activități precum aplicarea de îngrășăminte și utilizarea terenurilor fiind emise cantități importante de dioxid de carbon, metan și protoxid de azot în atmosferă. În schimb, pe măsură ce efectele schimbărilor climatice se intensifică, sectorul agricol necesită noi măsuri de adaptare prin schimbarea tipului culturilor, perioadei de samănțare sau recoltare. Cel mai problematic aspect pentru sectorul agricol este legat de intensificarea fenomenelor extreme care pot scădea substanțial potențialul hidric necesar pentru agricultură.

Din figurile de mai jos se poate observa faptul că începând cu deceniul 2000-2010, anomaliile termice pozitive au devenit preponderente la nivel național, astfel că în tabelul de mai jos (Tabelul 5.2.) se prezintă cei mai călduroși 15 ani la nivel național din punctul de vedere al abaterilor înregistrate față de normala climatologică din perioada de referință 1981-2010.



Sursa: [74]

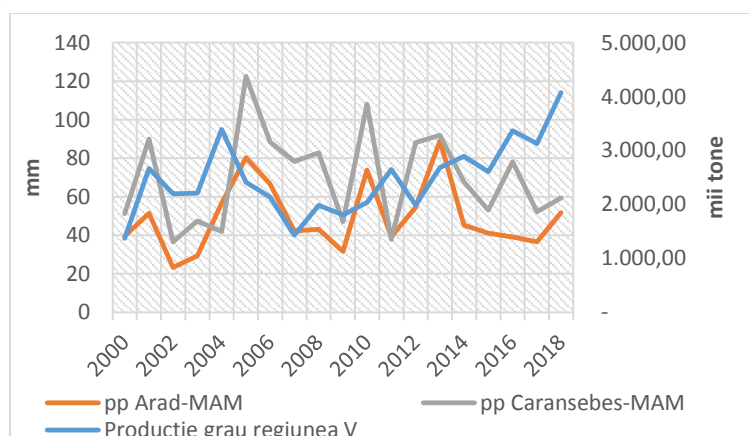
Figura 5.5 - Valorile temperaturii medii a aerului la nivel național în perioada 1900-2021



Sursa: [74]

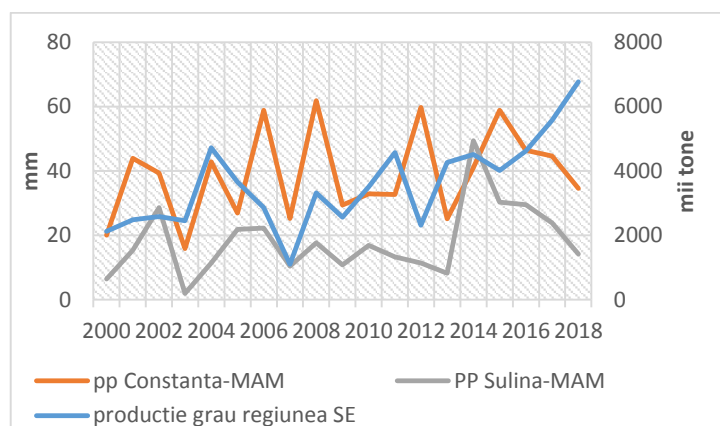
Figura 5.6 - Anomaliile termice înregistrate la nivel național în intervalul 1900-2021

În figurile 5.16. și 5.17. sunt reprezentate producțiile de grâu și porumb pentru două regiuni din România, regiunea Vest și Sud-Est, pentru perioada de timp 2000-2018, împreună cu media cantităților de precipitații la stațiile Caransebeș, Arad (regiunea Vest), Constanța și Sulina (regiunea Sud-Est).



Autor, prin prelucrarea datelor: [18], [40]

Figura 5.7 - Producția agricolă înregistrată pentru cultura de grâu în perioada 2000-2018 pentru regiunea Vest, împreună cu cantitățile medii de precipitații în anotimpul de primăvară pentru stațiile meteorologice Caransebeș, Arad (regiunea Vest)

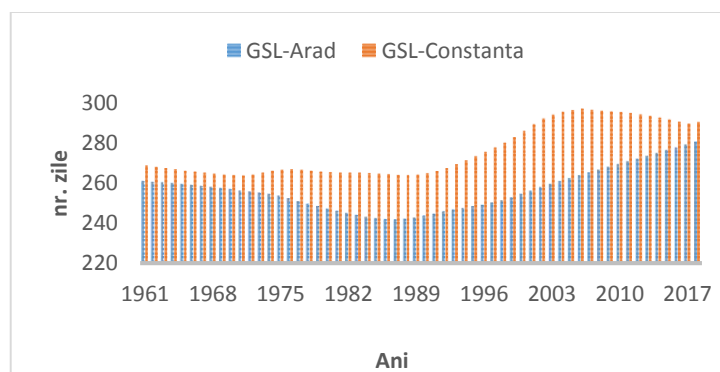


Autor, prin prelucrarea datelor:[18], [40]

Figura 5.8 - Producția agricolă înregistrată pentru cultura de grâu în perioada 2000-2018 pentru regiunea Sud-Est, împreună cu cantitățile medii de precipitații în anotimpul de primăvară pentru stațiile meteorologice Constanța și Sulina (regiunea Sud-Est)

Pentru grâu se pot observa valori mai mici ale producției agricole în regiunea de Vest a țării, însă pentru ambele regiuni cea mai mică valoare a fost înregistrată în anul 2007, deși cele mai mici valori ale cantității de precipitații au fost înregistrate în anul 2003 (pentru stațiile meteorologice din regiunea Sud-Est) și 2002-2003 (pentru stațiile meteorologice din regiunea Vest). Trebuie punctat faptul că analiza cantităților de precipitații din anotimpul de primăvară este esențială în acest caz, întrucât perioada optimă de semănat pentru grâul de primăvară are loc în prima parte a lunii martie.

Pentru o și mai bună exemplificare, în figurile de mai jos se prezintă durata sezonului de vegetație (GSL⁴) la două dintre cele 21 de stații meteorologice analizate situate în areale diferite din România pentru care analiza efectuată în prezentul studiu a relevat tendințe semnificative din punct de vedere statistic. Datele privind durata sezonului de vegetație, un indicator cu o mare aplicabilitate în sectorul agricol, fiind folosit atât pentru a caracteriza fenologia plantelor, cât și pentru a prezice condițiile care favorizează apariția dăunătorilor, au fost extrase din proiectul ECA&D și calculate conform algoritmului explicat în capitolul 2.



Autor, prin prelucrarea datelor: [40]

Figura 5.9 - Durata sezonului de vegetație pentru stațiile Arad și Constanța pentru perioada 1986-2018

⁴ Growing season length

Se poate observa o creștere a duratei sezonului de vegetație pentru intervalul analizat la cele două stații, în special începând cu deceniul 2000-2010, ceea ce este în concordanță cu rezultatele obținute în cazul temperaturii medii a aerului unde au fost detectate tendințe de creștere pe toată țara (exceptând mici areale în anotimpul de toamnă pentru care au fost detectate tendințe de scădere).

În tabelul 5.3. se prezintă și nivelul coeficientului de corelație Spearman realizat între valorile producției agricole analizate și valorile temperaturii multianuale a aerului.

Tabel 5.1 - Corelația dintre valorile temperaturii medii multianuale și producția de grâu și porumb pentru trei regiuni de dezvoltare reprezentative din România

Autor, prin prelucrarea datelor: [18], [40]

Tip cultură	Regiunea și stația meteorologică	Coeficientul rangurilor Spearman
Grau	Regiunea Nord Est/ stația meteorologică Iași	-0,35
	Regiunea Sud Est/ stația meteorologică Călărași	-0,38
	Regiunea Sud Muntenia/ stația meteorologică Roșiori	-0,35
Porumb	Regiunea Nord Est/ stația meteorologică Iași	-0,37
	Regiunea Sud Est/ stația meteorologică Călărași	-0,39
	Regiunea Sud Muntenia/ stația meteorologică Roșiori	-0,39

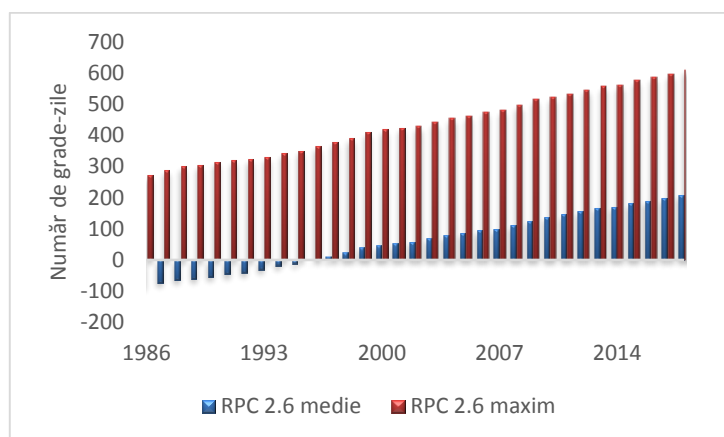
Se poate observa faptul că valorile acestora sunt invers proporționale, coeficientul Spearman relevând o corelație negativă nu foarte strânsă, ceea ce înseamnă că pe măsură ce o variabilă crește, cealaltă tinde să scadă. Referitor la valorile acestui coeficient, trebuie punctat apropiate de -1 sau +1 reprezintă relații mai puternice decât valorile mai apropiate de zero.

5.4 Analiza indicatorilor agroclimatici în diferite scenarii de emisie de gaze cu efect de seră

În prezentul studiu a fost folosit un număr de trei indicatori agroclimatici disponibili din baza de date Climate-ADAPT [48], în condițiile a două scenarii de emisii de gaze cu efect de seră RCP 2.6 (cu emisii scăzute de gaze cu efect de seră), RCP 8.5 (cu emisii mari de gaze cu efect de seră), după cum se prezintă în Tabelul 5.6.

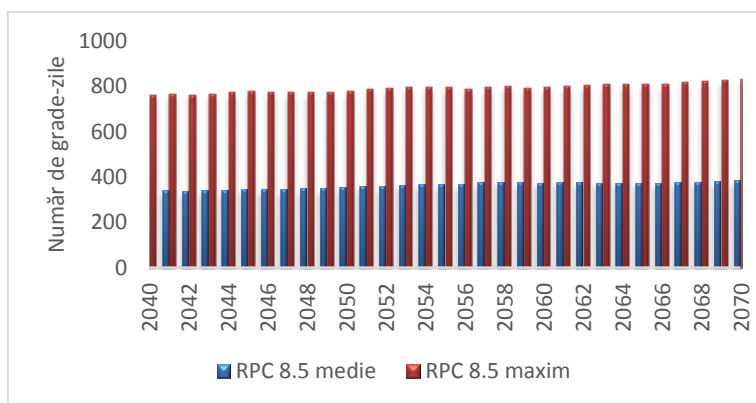
Indicatorii climatici au fost proiectați din ansamblul de cinci modele climatice globale disponibile din baza de date CMIP5, iar proiecțiile au fost calculate în raport cu perioada de referință 1981-2010. Valorile indicatorilor utilizați în prezentul studiu sunt reprezentate ca media la nivelul întregii țări. Proiecțiile privind schimbarea fiecărui indicator sunt prezentate ca media pe 30 de ani pentru fiecare dintre cele două scenarii utilizate.

În cele ce urmează se prezintă, spre exemplificare, rezultatele obținute pentru indicatorul grade-zile efective din punct de vedere biologic în cazul ambelor scenarii de emisie considerate. Astfel, din figura 5.26. reiese faptul că în cazul scenariului RCP 2.6, valorile medii și maxime prezintă o tendință de creștere semnificativă pe măsură ce ne apropiem de finalul intervalului analizat.



Autor, prin prelucrarea datelor: [48]

Figura 5.10 - Tendința numărului de grade-zile în România (valori medii și maxime) pentru perioada 1986-2018 în cazul scenariului RCP 2.6



Autor, prin prelucrarea datelor: [48]

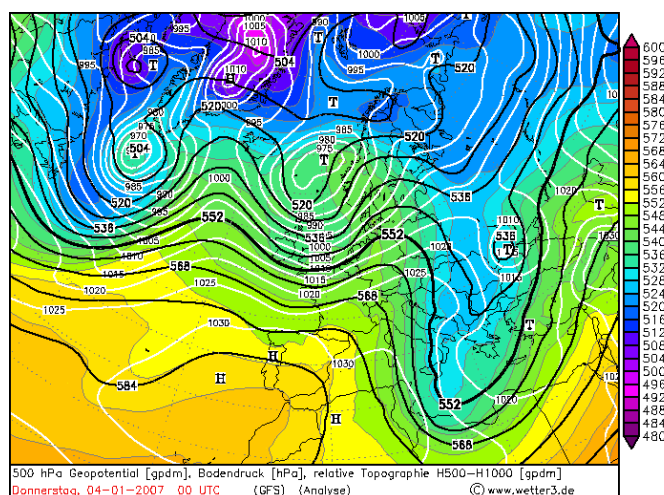
Figura 5.11 - Tendința numărului de grade-zile în România (valori medii și maxime) pentru perioada 2040-2070 în cazul scenariului RCP 8.5

În cazul valorilor medii creșterea detectată este mai redusă, pornind de la valori negative și continuând cu valori pozitive începând cu anul 1996. În cazul valorilor maxime se poate observa tendința general de creștere pentru întregul interval analizat. În ceea ce privește analiza efectuată pentru scenariul RCP 8.5 pentru orizontul de timp 2040-2070 (Figura 5.27.), atât în cazul valorilor medii și maxime se pot observa tendințe generale de creștere.

Capitolul 6. Analiza condițiilor sinoptice care au generat apariția fenomenelor extreme în România cu impact asupra sectorului agricol – Studii de caz

6.1 Analiza condițiilor sinoptice care au generat vremea deosebit de caldă din iarna și vara anului 2007

La nivel național, persistența zilelor caniculare s-a manifestat din ce în ce mai frecvent, anul 2007 înregistrând abateri de la valorile normale ale temperaturii medii a aerului atât în sezonul cald cât și în sezonul rece. Anul 2007 a fost din punct de vedere meteorologic unul al recordurilor de temperatură pe de o parte, dar și al fenomenelor extreme pe de altă parte. Încă din luna ianuarie, anul 2007 s-a remarcat ca fiind unul călduros (Tabelul 6.1), chiar dacă debutul lunii s-a manifestat prin adâncirea unui talveg al Depresiunii Islandeze pe o zonă ce cuprinde și teritoriul țării noastre (Figura 6.2), structura ce a determinat înregistrarea unor temperaturi scăzute.



Sursa: [49]

Figura 6.2 Topografia barică relativă, izobarele la nivelul solului și geopotentialul la nivelul de 500 hPa în data de 04.01.2007

Tabelul 6.1 Topul anilor cu cele mai calde luni ianuarie din România, din perioada 1961-2021

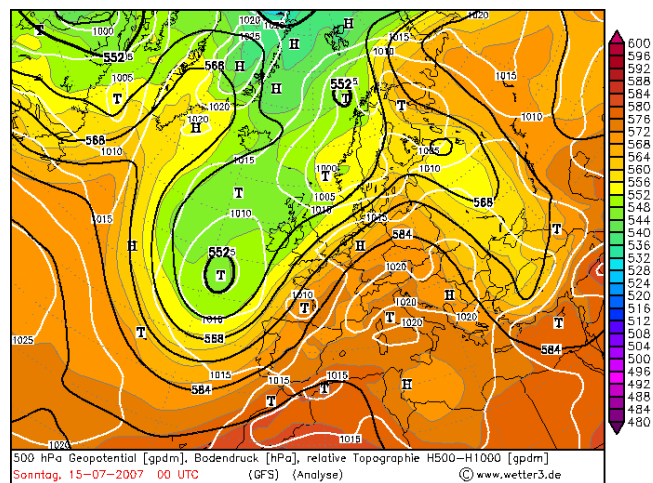
Sursa: [94]

Nr. crt.	Anul	Temperatura medie lunară (°C)	Abaterea față de mediana intervalului de referință 1991 – 2020 (°C)
1	2007	3,0	5,1
2	1994	1,3	3,4
3	1983	0,7	2,8
4	1988	0,6	2,7
5	2014	0,3	2,4
6	2018, 2021	0,1	2,2

7	1975, 2001	0,0	2,1
8	1971, 1998	-0,3	1,8
9	1984, 2015	-0,4	1,7
10	2005, 2020	-0,7	1,4

Conform rezultatelor prezentate în cadrul Capitolul 3, în anul 2007 s-au înregistrat producții agricole de 3,04 milioane tone pentru grâu și 3.85 milioane tone pentru porumb. Comparativ cu media intervalului analizat 1961-2018 de 5.88 milioane tone pentru cultura de grâu și 9,07 milioane tone pentru cultura de porumb, valorile înregistrate în anul 2007 au fost mult mai mici. Ținând cont de faptul că în anul agricol 2006/2007 solul a înregistrat un deficit însemnat de umiditate, ca urmare a lipsei precipitațiilor sub formă de ploaie și zăpadă [95], este explicabilă diminuarea considerabilă a producției recoltelor analizate.

Anul 2007 a continuat să fie unul al extremelor termice pozitive și în timpul verii, astfel că încă din luna iunie a anului 2007 s-a remarcat persistența valurilor de căldură în timpul cărora s-au înregistrat valori termice diurne și nocturne ridicate. Pe parcursul verii anului 2007, în țara noastră au fost înregistrate patru valuri majore de căldură, unul în luna iunie, două în luna iulie și unul în luna august [20]. Dintre acestea, valurile de căldură înregistrate la nivel național în luna iulie 2007 au fost severe și au fost dominate de extinderea unui anticiclone de proveniență nord-africană deasupra sudului și sud-estului continentului European, afectând și România (Figura 6.6).

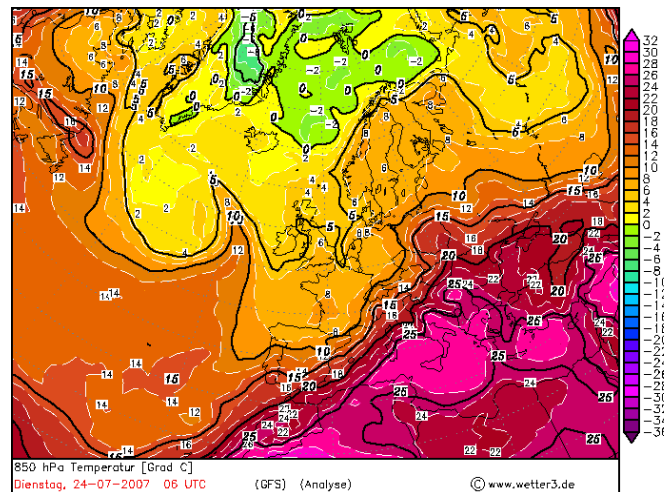


Sursa: [49]

Figura 6.6 Topografia barică relativă, izobarele la nivelul solului și geopotentialul la nivelul de 500 hPa în data de 15.07.2007

Din figura 6.6 se poate remarca faptul că Depresiunea Islandeză era blocată de o vastă structură anticiclonică ce a determinat advecția de aer cald tropical dinspre nordul Africii, fiind înregistrate la nivelul de 850 hPa (1500 m altitudine), temperaturi ce au depășit pragul de 20 °C.

Apogeul valului de căldură a fost consemnat, conform înregistrărilor, în data de 24 iulie atunci când în câmpul temperaturii aerului la nivelul de 850 hPa deasupra țării noastre era localizată izoterma de 30 °C (Figura 6.8), ceea ce a condus la înregistrarea la sol a unor temperaturi ce au depășit 40 °C.



Sursa: [49]

Figura 6.8 Câmpul temperaturii aerului la nivelul
izobaric de 850 hPa în data de 24.07.2007

Luna iulie a anului 2007 se află în clasamentul celor mai călduroase din perioada 1961-2021, conform caracterizării climatologice multianuale efectuate de Administrația Națională de Meteorologie [94] (Tabelul 6.2), abaterea față de media intervalului de referință 1991-2020 fiind de 2.6 °C. De altfel, pentru data de 24 iulie 2007, Administrația Națională de Meteorologie a emis primul cod roșu de caniculă pentru municipiul București și cinci județe (Ilfov, Giurgiu, Olt, Dolj, Teleorman), pentru restul țării fiind instituite coduri portocalii și galbene de disconfort termic accentuat. Temperatura maximă la acea dată a depășit 43 °C în zonele unde a fost instituit codul roșu de caniculă, indicele temperatură-umezeală (ITU) depășind pragul critic de 80 de unități în aproape toată țara, ceea ce a imprimat verii anului 2007 în România, un caracter excepțional.

Conform lui Dima și alții [20], temperaturile înregistrate atât în sezonul cald cât și în sezonul rece din anul 2007, dar mai ales pe fondul înregistrării unor temperaturi extreme în luna iulie 2007, au dus la înregistrarea unor valori ale temperaturii medii de 10,6°C, ceea ce la momentul respectiv a constituit un record absolut la nivel național.

6.2 Analiza situațiilor sinoptice care au generat condițiile de vreme din anul 2018

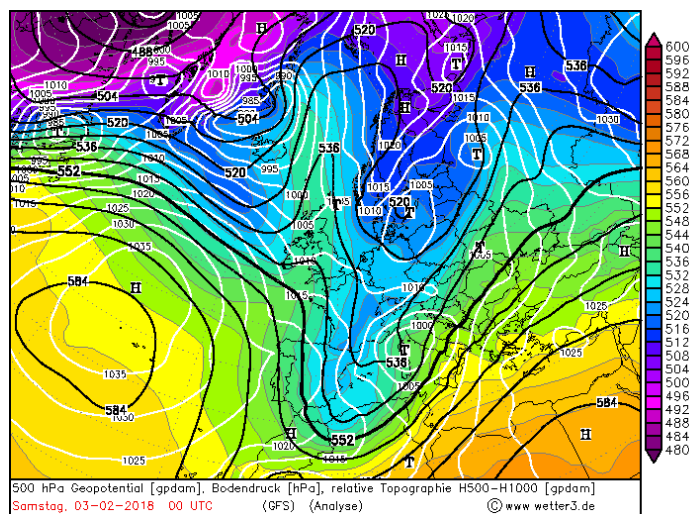
În anul 2018, România a avut cea mai mare producție de porumb din Uniunea Europeană (18,66 mil. tone), depășind pentru prima dată Franța care a înregistrat o recoltă de aprox. 12 mil tone de porumb [85]. Este de precizat faptul că celelalte state ale Uniunii Europene s-au situat cu mult sub nivelul producției de porumb din România, recoltând sub 8 mil. tone în anul 2018 [98]. Tot în anul 2018, România s-a situat pe locul 3 în Uniunea Europeană în ceea ce privește producția de cereale, cu o cantitate recoltată de peste 31 mil. tone. și pe locul 4 în ceea ce privește pentru producția de grâu [86].

Recolta foarte bogată din anul 2018 s-a datorat condițiilor climatice foarte prielnice, cu toate că au existat episoade defavorabile pentru dezvoltarea culturilor. În luna februarie a anului 2018, au fost înregistrate temperaturi cuprinse între -15°C și -25°C, iar precipitațiile au fost distribuite uniform, formându-se un strat gros de zăpadă în special în regiunile sudice și sud-estice ale țării. Topirea zăpezii începând cu luna martie 2018 a condus la completarea rezervei de apă din sol [99]. Cea de-a doua parte a lunii martie a fost caracterizată de ploi excesive, cauzând întâzieri în campaniile de semănat pentru culturile de primăvară și vară [100]. Perioada

cuprinsă între 1 aprilie și 15 mai a fost mai călduroasă decât de obicei, accelerând dezvoltarea culturilor de iarnă cu până la două săptămâni. În această perioadă, au fost înregistrate și temperaturi de până la 30°C. Lipsa precipitațiilor din luna aprilie a creat condiții favorabile pentru finalizarea campaniilor de semănat pentru culturile de porumb [101]. În perioada mai-iunie 2018, numărul de zile cu temperaturi de peste 30°C a fost de 2-3 ori mai mare decât nivelul obișnuit pentru această perioadă. Precipitațiile au depășit limita medie cu 15-60 mm în vestul României, asigurând un nivel adecvat al rezervei de apă din sol, dar au rămas sub medie în regiunile estice și centrale, deficitul total de precipitații ajungând până la 20-90 mm. Astfel, condițiile climatice din perioada mai-iunie 2018 au condus la accelerarea procesului de dezvoltare a culturilor și la reducerea fazei reproductive pentru cerealele de iarnă [102].

În prima jumătate a lunii iunie, temperaturile au fost cu 2°C până la 4°C mai ridicate față de media multianuală, această perioadă fiind urmată de valori ale temperaturilor mai reduse decât în mod normal. Campania de recoltare pentru culturile de iarnă a fost demarată mult mai devreme decât în mod normal, dar precipitațiile abundente și frecvente din perioada 1 iunie-15 iulie (Figura 6.13), cu valori record de 80mm până la 330 mm (cele mai ridicate niveluri ale precipitațiilor din anul 1975).

În continuare se va analiza situația sinoptică care a generat formarea unui strat gros de zăpadă în luna februarie a anului 2018, fapt ce a condus la completarea rezervei de apă din sol și implicit dezvoltarea propice a culturilor agricole. Luna februarie a anului 2018 a debutat cu temperaturi mai mari decât normal pe fondul prezenței aerului de origine tropicală în sud-estul Europei, restul continentului fiind dominat de prezența aerului de origine polară.



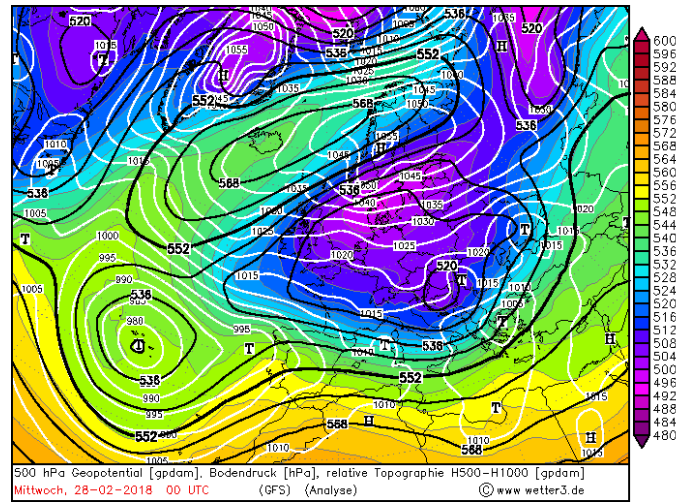
Sursa: [49]

Figura 6.14 Topografia barică relativă, izobarele la nivelul solului și geopotentialul la nivelul de 500 hPa în data de 03.02.2018

La nivel național, la acea dată s-a semnalat și lipsa stratului de zăpadă pe areale extinse, fapt ce poate fi pus pe seama temperaturilor crescute înregistrate.

Comparativ cu începutul lunii februarie, finalul acesteia este marcat de advecția aerului de origine polară peste mare parte din Europa, exceptând sudul și sud-vestul continentului (Figura 6.16). Este de remarcat faptul că țara noastră se află sub influența aerului de origine polară, cea

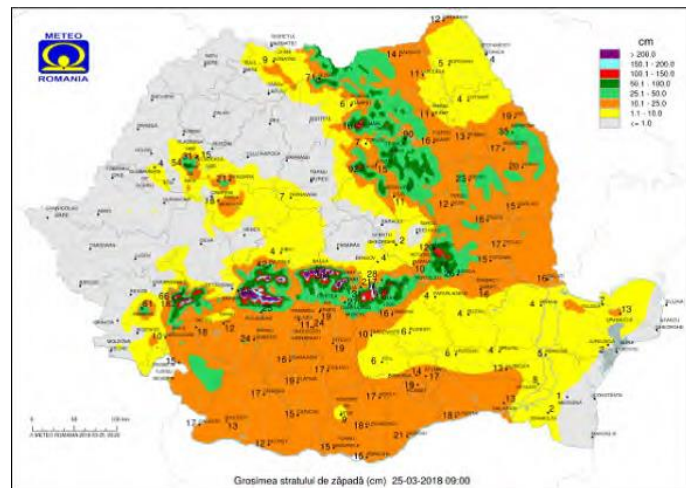
ce a determinat pentru data de 1 martie 2018 înregistrarea unor temperaturi minime absolute în România [105].



Sursa: [49]

Figura 6.16 Topografia barică relativă, izobarele la
nivelul solului și geopotentialul la nivelul de 500 hPa în
data de 28.02.2018

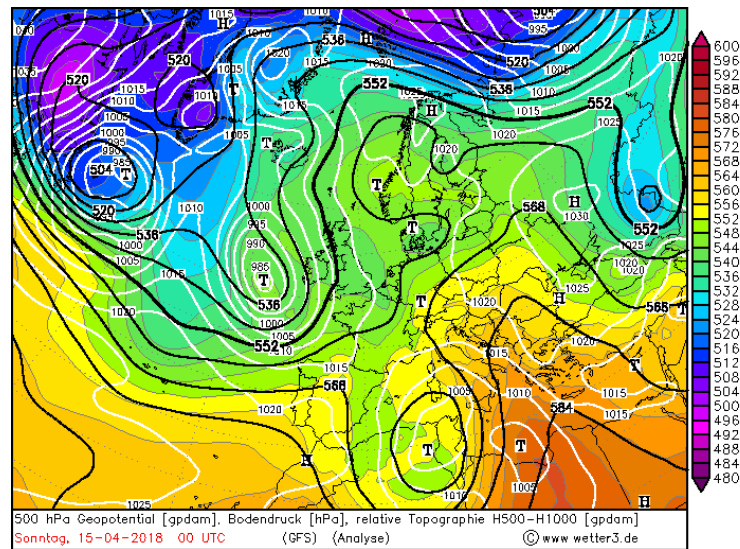
Ulterior acestei episoade de vreme deosebit de rece, prima lună de primăvară a anului 2018 a fost marcată de oscilații termice astfel că au fost înregistrate atât episoade cu vreme blândă, cât și episoade cu vreme foarte rece. Totodată, trebuie punctat faptul că la finalul lunii februarie, în România era înregistrat un strat consistent de zăpadă, favorizând instalarea condițiilor de ger, cu temperaturi extrem de scăzute.



Sursa: [105]

Figura 6.17. Grosimea stratului de zăpadă în data de 25.02.2018

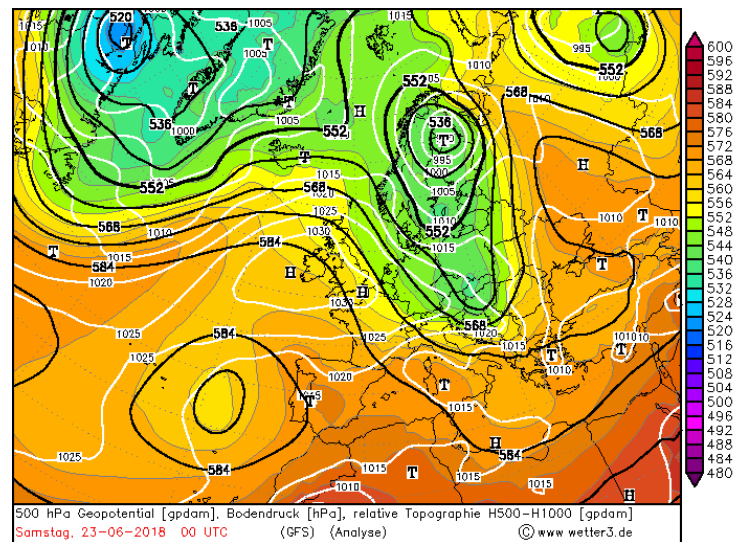
Luna aprilie a fost dominată de pătrunderi de aer tropical de origine nord-africană în cea mai mare parte a Europei, exceptând nordul și nord-vestul continentului unde se remarcă advecții de aer polar (Figura 6.18).



Sursa: [49]

Figura 6.18 Topografia barică relativă, izobarele la nivelul solului și geopotentialul la nivelul de 500 hPa în data de 14.04.2018

Din figura de mai sus se pot observa valorile ridicate ale câmpului de geopotential peste teritoriul țării noastre, fapt ce a favorizat înregistrarea unor temperaturi crescute la nivel național. În schimb, luna iunie a anului 2018, așa cum se remarcă și din datele prezentate în tabelul nr. 6.3, a fost luna în care precipitațiile sub formă de ploaie au fost prezente în cantități considerabile. Această situație a fost provocată de pătrunderi de aer polar care a ajuns și deasupra țării noastre, fapt ce a determinat înregistrarea unor cantități de precipitații abundente (Figura 6.19).



Sursa: [49]

Figura 6.18 Topografia barică relativă, izobarele la nivelul solului și geopotentialul la nivelul de 500 hPa în data de 14.04.2018

Per total, anul 2018 a fost unul propice pentru dezvoltarea culturilor agricole, care, comparativ cu anul 2007 analizat în prima parte a acestui capitol a înregistrat atât precipitații sub

formă de ploaie, cât și precipitații sub formă de zăpadă, însă și temperaturi propice dezvoltării culturilor agricole, cum a fost cazul lunilor aprilie și mai. În comparație cu anul 2018, anul 2019 nu a înregistrat aceleași producții agricole, fiind un an în care fie s-au produs înghețuri târzii de primăvară, fie inundații sau secete excesive.

Analizele sinoptice efectuate în prezentul capitol au arătat dependența randamentele și producțiilor agricole față de condițiile de vreme, condiții care, pe fondul accelerării fenomenului de încălzire globală tind să capete aspecte extreme. Amplificarea fenomenelor extreme reprezintă unul dintre cele mai mari riscuri pentru agricultură, facând ca acest sector să fie din ce în ce mai afectat de abaterile termice pozitive înregistrate la nivel național, de distribuția neuniformă a precipitațiilor și de instalarea secetei pedologice extreme.

Concluziile generale, contribuții originale și perspective

Schimbările climatice sunt cauzate de creșterea concentrației gazelor cu efect de seră în atmosferă ca urmare a factorului antropic. Se estimează că activitățile antropice au cauzat până în prezent o încălzire cu aproximativ 1.0°C față de perioada pre-industrială, iar pentru perioada 2030 – 2052 este preconizat ca această creștere a temperaturii să fie de până la 1.5°C, acest aspect generând în multiple regiuni o creștere a temperaturilor extreme, o frecvență, intensitate și/sau cantități mai ridicate ale precipitațiilor, precum și apariția fenomenelor de secetă. În prezent, în multe regiuni se înregistrează temperaturi mai mari decât temperatura medie anuală la nivel global, această creștere resimțindu-se mai puternic la nivelul suprafețelor terestre, față de cele oceanice.

Agricultura reprezintă un sector economic direct influențat de condițiile climatice, astfel că orice schimbare produsă va avea efect imediat asupra acestuia. Datele climatice din ultimii ani au demonstrat încălzirea progresivă a atmosferei, precum și o frecvență mai mare a evenimentelor extreme, alternanțele rapide caniculă / secetă severă / precipitații abundente fiind din ce în ce mai evidente.

Contribuțiile originale din cadrul prezentului studiu constau în utilizarea diferitelor seturi de date și metode statistice de analiză cu scopul de a înțelege pe de o parte procesele fizice care guvernează climatul la nivelul continentului European și la nivelul României și impactul pe care acestea îl pot avea asupra randamentului și producției agricole, pe de altă parte. În cadrul prezentului studiu s-a analizat dacă diversele metode științifice de analiză sunt suficient de precise pentru a răspunde la numeroasele întrebări legate de dinamica climatului și a potențialului impact asupra sectorului agricol. Așadar, lucrarea prezintă o abordare interdisciplinară, care reunește termeni din domeniul statisticii cu cei din climatologie și domeniul agricol. În cadrul acestui studiu s-a analizat din punct de vedere spațial și temporal variabilitatea parametrilor meteorologici principali și legătura cu mecanismele la scară mare responsabile pentru schimbările detectate în regimul acestora. O astfel de analiză este esențială pentru a putea identifica impactul real al schimbărilor climatice asupra condițiilor de producție agricolă din România.

Astfel, în **Capitolul 1**, a fost realizat un studiu bibliografic în cadrul căruia au fost prezentate cele mai recente și relevante rezultate publicate referitoare la domeniul vizat.

În cadrul **Capitolului 2**, au fost prezentate datele și metodele utilizate pentru realizarea unei analize cât mai complexe a influenței regimului climatic asupra productivității agricole din România.

Analiza datelor pentru sectorul agricol menționate anterior, realizată în cadrul **Capitolului 3**, a relevat valori foarte scăzute ale producțiilor de cereale, grâu și porumb în ani precum 2000, 2003, 2007 și 2012 și valori foarte ridicate în anii 2017 și 2018.

În cadrul **Capitolului 4**, a fost realizată analiza EOF asupra regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național, pentru perioada 1961-2018.

Rezultatele analizei EOF și a testelor statistice pentru temperatura medie la nivel național din anotimpul de vară, prezintă o varianță explicată mare, de 90%, în timp ce numărul de moduri de variabilitate este redus (3). Valoarea creșterii identificate pentru temperatura medie este egală cu 0,28°C. Pe baza varianței explicate de 90% se poate deduce faptul că mecanisme la scară mare pot fi responsabile de variabilitatea termică înregistrată. Analizând seria temporală asociată, se poate observa că a fost detectată o tendință de creștere semnificativă statistic, cu un punct de schimbare, de asemenea semnificativ statistic, în anul 2003.

Rezultatele analizei EOF pentru precipitațiile atmosferice la nivel național în anotimpul de iarnă din care se remarcă faptul că varianța explicată asociată EOF1 are o valoare mai mare ca în timpul verii, de 62%, numărul de câmpuri de variabilitate fiind egal cu 4. Din prima configurație EOF, se poate observa o structură de același semn pe toată țara, cu cele mai mari valori în parte de sud-vest a teritoriului. Analizând seria temporală asociată, se observă o tendință generală de scădere cu un punct de schimbare semnificativ detectat în urma aplicării testului Pettitt în anul 1975 (0.7 mm).

În **Capitolul 5**, a fost realizată analiza tendinței de schimbare a regimului temperaturii și precipitațiilor la nivel național și influența asupra sectorului agricol.

Analiza pentru identificarea tendinței liniare pe termen lung în cazul temperaturii medii a aerului fost efectuată pentru cele 21 de stații meteorologice utilizate și în cadrul analizei EOF. Au fost astfel folosite testele neparametrice Mann-Kendall și Pettitt pentru orizontul temporal 1961-2018.

Pentru anotimpul de vară, semnalul de încălzire semnificativă s-a observat la majoritatea stațiilor analizate, cele mai mari valori fiind înregistrate în zona de est și sud-vest a teritoriului. De remarcat este faptul că la majoritatea stațiilor analizate punctul de schimbare a fost detectat în anul 2003, același ca și în cazul analizei EOF. Acest lucru poate însemna faptul că semnalul de încălzire detectat este semnificativ fiind cauzat de configurații atmosferice la scară mare.

În ceea ce privește **cantitatea de precipitații**, în cazul anotimpului de primăvară, analiza tendinței liniare, relevă tendințe de scădere a cantității de precipitații în majoritatea regiunilor țării, acestea fiind însă semnificative statistic la un număr restrâns de stații, respectiv la stațiile Drobeta Turnu-Severin, Roșiorii de Vede, Vârfu Omu și Sulina.

Din analizele efectuate în studiul de față a reieșit semnalul de încălzire semnificativă la majoritatea stațiilor analizate, cele mai mari valori fiind înregistrate în zona de est și sud-vest a teritoriului, fapt relevant și de analiza EOF.

Din analiza datelor privind durata sezonului de vegetație (GSL), s-a observat o creștere a duratei sezonului de vegetație pentru intervalul analizat la toate cele patru stații analizate în cadrul tezei de doctorat, în special începând cu deceniul 2000-2010, ceea ce este în concordanță cu rezultatele obținute în cazul temperaturii medii a aerului unde au fost detectate tendințe de creștere pe toată țara (exceptând mici areale în anotimpul de toamnă pentru care au fost detectate tendințe de scădere).

Aplicarea coeficientului Spearman pentru temperaturile medii multianuale și producția de grâu și porumb, a relevat faptul că valorile acestora sunt invers proporționale, cu o corelație negativă nu foarte strânsă. Corelația negativă arată faptul că pe măsură ce temperaturile medii multianuale cresc, producția agricolă pentru cele două culturi analizate tinde să scadă.

În cadrul studiilor de caz prezentate în **Capitolul 6**, au fost realizate analizele sinoptice care au generat apariția fenomenelor extreme în România cu impact asupra sectorului agricol, pentru anii 2007 și 2018. În anul 2007, producția a înregistrat cele mai scăzute valori, în timp ce recoltele obținute în anul 2018 au fost cele mai ridicate din intervalul de timp analizat.

Analizele sinoptice efectuate în Capitolul 6 au arătat dependența randamentelor și producțiilor agricole față de condițiile de vreme, condiții care, pe fondul accelerării fenomenului de încălzire globală tind să capete aspecte extreme. Amplificarea fenomenelor extreme reprezintă unul dintre cele mai mari riscuri pentru agricultură, făcând ca acest sector să fie din ce în ce mai afectat de abaterile termice pozitive înregistrate la nivel național, de distribuția neuniformă a precipitațiilor și de instalarea secetei pedologice extreme.

Mădălina Georgiana BOBOC

Prezentul studiu a fost elaborat pe baza datelor oficiale disponibile la nivel național, cu scopul de a facilita înțelegerea modului în care fenomenele climatice pot afecta în mod direct sectorul agricol. Studiul ar putea fi îmbunătățit în condițiile în care volumul de date disponibile ar fi completat, spre exemplu, prin analiza unui număr mai ridicat de stații meteorologice sau completarea informațiilor cu privire la suprafața irigată, pentru care sunt disponibile date doar începând cu anul 1997.

Capitolul 7. Lista lucrărilor publicate

Cărți publicate:

1. Monografie „Monitorizarea impactului asupra mediului a lucrarilor de imbunatatire a conditiilor de navigatie pe Dunare intre Calarasi si Braila, km 375 si km 175”, volumul 1, Anexa 1, Universitas Petroșani, ISBN: 978-973-741-506-6, 2016

Autori: DEÁK György, Ilie Mihaela, Bădiliță Alin Marius, Raischi Marius, Raischi Natalia Simona, Ionescu Petra, Ivanov Alexandru Anton, Anghel Ana Maria, Monica Matei, Mărcuș Iuliana, Mițiu Mihaela, **Boboc Mădălina**, Ciobotaru Irina, Dumitru Florina Diana, Holban Elena, Laslo Lucian, Mincu Mariana, Moncea Andreea, Olteanu Marius, Radu Violeta Monica, Sîrbu Cristina, Tociu Carmen

2. Monografie „Monitorizarea impactului asupra mediului a lucrarilor de imbunatatire a conditiilor de navigatie pe Dunare intre Calarasi si Braila, km 375 si km 175”, volumul 2, Anexa 2, Universitas Petroșani, ISBN: 978-973-741-506-6, 2016

Autori: DEÁK György, Ilie Mihaela, Bădiliță Alin Marius, Raischi Marius, Raischi Natalia Simona, Ionescu Petra, Ivanov Alexandru Anton, Anghel Ana Maria, Monica Matei, Mărcuș Iuliana, Mițiu Mihaela, **Boboc Mădălina**, Ciobotaru Irina, Dumitru Florina Diana, Holban Elena, Laslo Lucian, Mincu Mariana, Moncea Andreea, Olteanu Marius, Radu Violeta Monica, Sîrbu Cristina, Tociu Carmen

3. Ghid de bune practici privind cartarea și evaluarea ecosistemelor zonelor umede și a serviciilor oferite de acestea, Universitas Petroșani, ISBN 978-973-741-533-2, 2017

Autori: Monica Matei, Lucian Laslo, DEÁK György, Nicu Ciobotaru, **Mădălina Boboc**, Marius Raischi, Cristina Mușat, Theodor Lupei, Simona Raischi, Andreea Moncea, Diana Dumitru, Gabriel Badea, Lampros Lamprinakis, Divina Gracia P. Rodriguez, Anne Strøm Prestvik, Asbjorn Veidal, Bjørn Klimek

4. Best practices guide on mapping and assessing wetland ecosystem and their services, Universitas Petroșani, ISBN 978-973-741-534-9, 2017

Autori: Monica Matei, Lucian Laslo, DEÁK György, Nicu Ciobotaru, **Mădălina Boboc**, Marius Raischi, Cristina Mușat, Theodor Lupei, Simona Raischi, Andreea Moncea, Diana Dumitru, Gabriel Badea, Lampros Lamprinakis, Divina Gracia P. Rodriguez, Anne Strøm Prestvik, Asbjorn Veidal, Bjørn Klimek

5. Deșeuri periculoase – Gestionare și riscuri pentru mediu și sănătate, ISBN 978-973-741-535-6; Autori: Magdalena Chiriac, Fredrik Gaustad, Petra Ionescu, DEÁK György, Eirik Rudi Waerner, Ana Maria Anghel, Gina Ghiță, Cristina Maria, Goran Vujicic, Monica Silvia Matei, Monica Niculina Radu, **Mădălina Georgiana Boboc**, Marian Tudor, Valentin Logodinschi, Veronica Ilie, Lavinia Stancu, Cornel Loghin

6. Hazardous waste: Management and Risks for Environment and Health, ISBN 978-973-741-536-3; Autori: Magdalena Chiriac, Fredrik Gaustad, Petra Ionescu, DEÁK György, Eirik Rudi Waerner, Ana Maria Anghel, Gina Ghiță, Cristina Maria, Goran Vujicic, Monica Silvia Matei, Monica Niculina Radu, **Mădălina Georgiana Boboc**, Marian Tudor, Valentin Logodinschi, Veronica Ilie, Lavinia Stancu, Cornel Loghin

Mădălina Georgiana BOBOC

Articole științifice publicate în reviste indexate ISI:

1. Olteanu M.V., Baraitaru A., Panait A.M., Dumitru F.D., **Boboc M.G.**, Deak Gy., Advanced SiO₂ Composite Materials for Heavy Metal Removal from Wastewater; Journal of Water Air and Soil Pollution (2019) 230: 179. <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4225-7>;
2. Florea A.M., Capatina A., Radu R.I., Serban (Bacanu) C. 1, **Boboc M.G.**, Stoica (Dinca) C., Munteanu (Pila) M, Ion (Dumitru) I.M., Stanciu S.; Limiting Factors that Influence the Formation of Producer Groups in the South-East Region of Romania: A Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA); Journal of Sustainability, 2019, 11, 1614, 2019, <https://doi.org/10.3390/su11061614>;
3. Ciobotaru, N., Laslo, L., Matei, M., **Boboc, M.**, Moncea, A., Lupei, T., Ghita, G., Szep, R., Popescu, I., Stroie, O.; 2018; Factors controlling hydrological processes and characteristics in the Șușita catchment area; Journal of Environmental Protection and Ecology 19, No. 1, p. 25-38; ISSN 1311-5065, 2018, <http://www.jepe-journal.info/journal-content/vol-19-no-1>;
4. Raischi M. C., Oprea L., Deák Gy., **Boboc M.**, Matei M., Raischi N.; 2017; Investigation of sturgeon migration routes using the most adequate monitoring techniques in difficult hydrological conditions of the Danube river, Journal of Environmental Protection and Ecology 18, No. 1, p. 142–157, ISSN 1311-5065, 2017, <http://www.jepe-journal.info/journal-content/vol-18-no-1>;
5. Daescu A.I., Holban E, **Boboc M. G.**, Raischi M. C, Matei M., Ilie M., Deák Gy., Daescu V.; 2017; Performant technology to remove organic and inorganic pollutants from wastewaters, Journal of Environmental Protection and Ecology 18, No. 1, p. 304–312, ISSN 1311-5065, 2017, <http://www.jepe-journal.info/journal-content/vol-18-no-1>;
6. Matei M., Raischi M., Ciobotaru N., Laslo L., **Boboc M.**, Zamfir A.S., Deák Gy.; 2017; Flood Protective Measures in Divici–Pojejena Wetland, Caras-Severin County, Romania; Journal of Environmental Protection and Ecology 18, No. 1, p. 235–245, ISSN 1311-5065, 2017; <http://www.jepe-journal.info/journal-content/vol-18-no-1>;

Articole științifice publicate în baze de date internaționale (BDI)/ISI Proceedings

1. Bara, N., Deák, Gy. Laslo, L., Rotaru, A., Matei, M., **Boboc, M.**, Enache, N., Yusuf, S.Y., (2022). Changes of Carbon in a Hardwood Forest by Forecasts Using a Forest Model. Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_3;
2. Christine, C.S.M., Tengku Izhar, T.N., Zakarya, I.A., Yusuf, S.Y., Azhari, A.W., **Boboc, M.** (2022). A Study on the Environmental Impact During Distribution and Disposal Stages for the 3-Ply Face Masks by Using Life Cycle Assessment (LCA). Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_9;
3. Amat, R.C., Ibrahim, N.M., Rahim, N.L., Ismail, K.N., Hamid, A.S.A., **Boboc, M.** (2022). Influence of Cement Paste Containing Municipal Solid Waste Bottom Ash on the Strength Behavior of Concrete. Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_33;
4. Enache, N. Deák, Gy., Laslo, L., Rotaru, A., Matei, M., **Boboc, M.**, Rahim, N. L., (2022). Comparative Evaluation of the Thermal Efficiency Between Rehabilitated and Non-rehabilitated

Mădălina Georgiana BOBOC

Blocks by Using Thermography. Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_10

5. Ilie, M. Deák, Gy, Marinescu, F., Ghita, G., Tociu C., Matei, M.S., Savin, I., **Boboc, M.**, Raischi, M. C., Arsene, M., (2022) Identification of Antibiotics as Emerging Contaminants and Antimicrobial Resistance in Aquatic Environment of the Arges-Vedea, Buzau-Ialomita, Dobrogea-Litoral River Basins in Romania. Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_47;

6. Baharom, N.A., Yusuf, S. Y., Za'aba, S. K., Mohd Noor, N., Ahmad, N. A., Amneera, W. A., Ahmad, W, **Boboc, M**, (2022), Carbon Footprint Assessment from Purchased Electricity Consumption and Campus Commute in Universiti Malaysia Perlis (UniMAP): Pre- and During COVID19 Pandemic. Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_2;

7. Danalache, T., Holban, E., Deák, Gy., Matache R., Prangate R., Matei, M., **Boboc, M.**, & Zainon Najib, N., W., A., (2022). Identification and Validation of a Method for Determining the Age of Sturgeons. Proceedings of the 3rd International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 214. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7920-9_18;

8. Bratfanof E., Deak Gy., Tudor G., Dănălache T., Holban E., **Boboc M.** (2020), Synthesis of Studies Conducted to Reveal the Impact of the Bastroe Canal on the Physico-Chemical Conditions and Biodiversity in Danube Delta Biosphere Reserve (DDBR), IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 616, (2020) 012022, doi:10.1088/1755-1315/616/1/012022;

9. Deak Gy., Raischi N., Matei M., **Boboc M.**, Cornateanu G., Raischi M., Matei S., Yusuf S.Y., (2020), Meteorological Parameters and Air Pollution in Urban Environments in the Context of Sustainable Development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 616 (2020) 012003, doi:10.1088/1755-1315/616/1/012003;

10. Voicu M., Coman V., Enache N., Laslo L., Matei M., Rotaru A., Bara N., **Boboc M.**, Stanciu S., Deak Gy., (2020) Experimental Determination of Carbon Dioxide Flux in Soil and Correlation with Dependent Parameters IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 616 (2020) 012010, doi:10.1088/1755-1315/616/1/012010;

11. Moncea M.A., Dumitru F. D., Baraitaru A. G., **Boboc M. G.**, Deák Gy., Razak R. A., (2020) Assessing the Recovery Opportunities of Different Types of Wastes by their Embedment in Inorganic Binders, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 616 (2020) 012044, doi:10.1088/1755-1315/616/1/012044

12. Bara N., Rotaru A., Laslo L., Matei M., **Boboc M.**, Coman V., Voicu M., Enache N., Deak Gy. (2020) Carbon Dynamics Projection for the Quercus petraea and Robinia pseudoacacia Species - Case Study IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 616 (2020) 012007, doi:10.1088/1755-1315/616/1/012007

13. Coman V., Voicu M., Laslo L., Rotaru A., Matei M., Bara N., Enache N., **Boboc M.**, Deak Gy., Stanciu S., Mohamed Noor N., (2020), General Framework for Ecosystem Assessment for Measures to Adapt and Mitigate the Effects of Climate Change IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 616 (2020) 012013, doi:10.1088/1755-1315/616/1/012013

14. Deák Gy., Dumitru F.D., Marinescu F., **Boboc M.**, Stanciu S., Laslo L., Matei M., Panait A.M., Moncea M.A., 2019, Assessment Of Water Quality In Chilia – Bastroe Area As Part Of A

Mădălina Georgiana BOBOC

Model, Designed For Wetland Protection, AIP Conference Proceedings 2129, 020076 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118084>;

15. Dănălache T., György Gy., Holban E., Raischi M., Zamfir Ș., **Boboc M.**, Matei M., Pârlog C., Fronescu D., Cristea A., Nicolae C.G., 2019, Studies Regarding The State Of Alosa Immaculata (Bennet, 1983) Migrating Population Into The Lower Danube River, AIP Conference Proceedings 2129, 020072 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118080>;

16. Matei M., Deák Gy., Ciobotaru N., Laslo L., **Boboc M.**, Lupei T., 2019, Extreme Events In Romania Associated With Large-Scale Atmospheric Circulation, AIP Conference Proceedings 2129, 020069 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118077>;

17. Laslo L., Matei M., Ciobotaru N., Deák Gy., **Boboc M.**, Mohamed Noor, N., Rozainy, M. R. 2019, Analysis of satellite vegetation indicators, meteorological and water use data for sustainable management of irrigations in Romania, IOP Conference Proceedings 2129, 020071 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118079>

18. Deák Gy., Dumitru F.D., Moncea M.A., Panait A.M., **Boboc M.G.**, Dănălache T., Holban E., Marinescu F., Gheorghe P.I., Ciobotaru I., 2019, Assessing the Heavy Metals Concentrations in the Dambovita River, AIP Conference Proceedings 2129, 020067 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118075>;

19. Dumitru F.D., Deák Gy., Moncea M.A., Panait A.M., Matei M. , **Boboc M.**, Laslo L., Ciobotaru N., Lumînăroiu L., Cornățeanu G., Gheorghe P.I., 2019, Assessment of Recovery Opportunities and Environmental Impact of Mining Residues from Moldova Noua Tailings Pond, AIP Conference Proceedings, Volume 2129, Issue 1, <https://doi.org/10.1063/1.5118076>,

20. Deák Gy., Panait A.M., Moncea A.M., Dumitru F.D., **Boboc M.**, Matei M., Olteanu M.V., 2019, Influence of Water to Binder Ratio on Mechanical Properties of Blended Cements with Brick Powder Waste, AIP Conference Proceedings 2129, 020091 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118099>;

21. Baraitaru A., Deák Gy., **Boboc M.**, Olteanu M., Matei M., Lumînăroiu L., Raischi M., 2019, Synthesis of Rice Husk Ash Through Various Methods and Determination of The Highest Silicon Content for Subsequent Applications, AIP Conference Proceedings 2129, 020093 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5118101>;

22. Moncea A.M., Panait A.M., Dumitru F.D., Baraitaru A.G., Olteanu M.V., Deák Gy., **Boboc M.G.**, Stanciu S., 2019, Metakaolin - Waste Glass Geopolymers. The Influence of Hardening Conditions on Mechanical Performances IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 572, doi:10.1088/1757-899X/572/1/012057;

23. Deák Gy., Dumitru F.D., Moncea A.M., Panait A.M., Baraitaru A.G., Olteanu M.V., **Boboc M.G.**, Stanciu S., 2019, Synthesis of ZnO Nanoparticles for Water Treatment Applications International Journal of Conservation Science; Iasi Vol. 10, Iss. 2, (Apr-Jun 2019): 343-350;

24. Zugravu, G.A., Fasolă (Lungeanu),C.C., Turek Rahoveanu, M.M. Stanciu S., Bondari (Suparschii). V, Băcanu (Serban), M.C., **Boboc, M.G.**, 2017, Integration Social Services Activities in Rural Area – Review, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, 3-4 May 2017, Vienna Austria, ISBN: 978-0-9860419-7-6, Pages 541-549, 2017; <http://www.ibima.org/AUSTRIA2017/program.html>

25. Fasolă (Lungeanu) G. C., Zugravu, G.A., Turek Rahoveanu, M.M., Stanciu S., Bondari (Suparschii). V, Băcanu C (Serban), M.C., **Boboc, M.G.**, 2017, Entrepreneurial Management - A Literature Review, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, 3-4 May 2017, Vienna Austria, ISBN: 978-0-9860419-7-6, Pages 550-554, 2017; <http://www.ibima.org/AUSTRIA2017/program.html>

Mădălina Georgiana BOBOC

26. Bondari (Suparschii), V., Turek Rahoveanu, M.M. Zugravu, G.A., Fasolă (Lungeanu), C., Stanciu S., Băcanu M. (Serban) M, **Boboc, M.G.**, 2017, The current state of implementation at farm level agricultural credit in Moldova, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, 3-4 May 2017, Vienna Austria, ISBN: 978-0-9860419-7-6, Pages 853-858, 2017,
27. Bondari (Suparschii), V., Turek Rahoveanu, M.M. Zugravu, G.A., Fasolă (Lungeanu), C., Stanciu S., Băcanu M. (Serban) M, **Boboc, M.G.**, 2017, Research on promoting innovation in the countryside of Romania, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, 3-4 May 2017, Vienna Austria, ISBN: 978-0-9860419-7-6, Pages 541-549, 2017; <http://www.ibima.org/AUSTRIA2017/program.html>;
28. Băcanu (Serban), C., **Boboc, M.G.** Fasola (Lungeanu), C., Bondari (Suparschii), V., Zugravu, G.A., Turek Rahoveanu, M.M, Stanciu, S., 2017, An Assessment of The Brăila County's Agriculture Potential, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, 3-4 May 2017, Vienna Austria, ISBN: 978-0-9860419-7-6, Pages 1236-1245, 2017; <http://www.ibima.org/AUSTRIA2017/program.html>;
29. Băcanu (Serban), C., **Boboc, M.G.** Fasola (Lungeanu), C., Bondari (Suparschii), V., Zugravu, G.A., Turek Rahoveanu, M.M, Stanciu, S., 2017, The Wheat Market in Romania, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference, 3-4 May 2017, Vienna Austria, ISBN: 978-0-9860419-7-6, Pages 1472-1482, 2017; <http://www.ibima.org/AUSTRIA2017/program.html>
30. Lupei T., Ciobotaru N., Badea G., Zamfir S., Matei M., **Boboc M.**; Mapping of Tourism Suitability Regarding Wetlands. International Journal of Tourism, 2, 1-9, 2017, ISSN: 2367-9131; <https://www.iaras.org/iaras/journals/caijt/mapping-of-tourism-suitability-regarding-wetlands> "
31. **Boboc M.**, Laslo L., Ciobotaru N., Matei M., Velcea A.M., Deák Gy. Hydrological modelling for Divici – Pojejena wetland's tributaries, Proceedings of International Symposium Agricultural and Mechanical Engineering, 26-28 octombrie 2017, București, ISSN 2344 – 4118, pp 615-620 https://www.researchgate.net/publication/323698594_HYDROLOGICAL_MODELLING_FOR_DIVICI-POJEJENA_WETLAND'S_TRIBUTARIES
32. Ciobotaru N., Matei M., Laslo L., **Boboc M.**, Velcea A.M., Deák Gy Assessment of pedological stress in Romania based on drought indices, Proceedings of International Symposium Agricultural and Mechanical Engineering, 26-28 octombrie 2017, București, ISSN 2344 – 4118, pp 621-628; https://www.researchgate.net/publication/323699931_ASSESSMENT_OF_PEDOLOGICAL_STRESS_IN_ROMANIA_BASED_ON_DROUGHT_INDICES
33. Badilita A.M., Danalache T., Raischi M., Deák Gy., Cristea A., Holban E., Zamfir St., Badea G. , Gheorghe I., **Boboc M.**, Matei M., Uritescu B., Cirstinoiu C., Tudor G., Boaja (Popescu) I., Stefan D. Identification of anthropogenic factors and assessment of their possible impact on preservation of sturgeon species from the Lower Danube, Proceedings of International Symposium Agricultural and Mechanical Engineering, 26-28 octombrie 2017, București, ISSN 2344 – 4118, pp 701-706;
34. Ciobotaru N., Laslo L., Matei M., Mușat C., Lupei Th., **Boboc M.**, Deák Gy., Mapping Romanian wetlands – a geographical approach. WATER RESOURCES AND WETLANDS, ISSN: 2285-7923; Pages: 220-227, 2016; https://www.limnology.ro/wrw2016/proceedings/30_Ciobotaru_Nicu.pdf"
35. Matei M., Raischi M., Laslo L., Ciobotaru N., Mușat C., **Boboc M.**, Deak G - Assessment of Ecosystem Condition in Romania Using MAES Methodology. Case study: Divici – Pojejena

Mădălina Georgiana BOBOC

Wetland- Proceedings of International Conference on Biological Engineering and Natural Sciences, ISBN 978-986-5654-13-9, 2016;
https://www.researchgate.net/publication/305309072_Assessment_of_Ecosystems_Condition_in_Romania_Using_MAES_Methodology_Case_Study_Divici_-_Pojejena_Wetland"

36. Matei M., Laslo L., Ciobotaru N., Musat C., **Boboc M.**, et. al.; 2016; Assessment of Pressures Caused by Climate Changes on Wetlands in Romania Based on MAES Framework.; International Journal of Environmental Science, 1, Pages 265-271, ISSN: 2367-8941, 2016; <https://www.iaras.org/iaras/journals/caijes/assessment-of-pressures-caused-by-climate-changes-on-wetlands-in-romania-based-on-maes-framework> "

Participări pe proiecte

1. Studies for achieving shore protection of wetland area Divici-Pojejena, Caras-Severin County, Romania

Numar contract: 2013/S 175-301310/ 4839 din 09.04.2014

Beneficiar: Consiliul Județean Caraș Severin

Perioada: aprilie 2014-aprilie 2015

Membru în echipa de lucru

2. Program Nucleu – MADED (Mediu, Apă, Dezvoltare Durabilă)

PN 09 06 03 52: Cercetari privind coroziunea exercitata de mediul marin asupra constructiilor costiere

Faza PN 09 06 03 52. 2 - Potențialul de coroziune al lacurilor litorale

Beneficiarul lucrării: Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică (ANCS).

Responsabil proiect

3. Program Nucleu – MADED (Mediu, Apă, Dezvoltare Durabilă)

PN 09 06 01 21: Elaborarea unor scenarii la nivel national de reducere a emisiilor de CO2 prin utilizarea resurselor regenerabile de energie

Responsabil proiect

4. Program Nucleu – MADED (Mediu, Apă, Dezvoltare Durabilă)

PN 09 06 03 65: Studiu privind modelarea hidraulică a transportului de sedimente pe afluenții dunării, în zona Baziaș – Moldova Nouă

Faza: PN 09 06 03 65.1: Efectuarea studiilor de teren în vederea obținerii volumului informațional necesar rulării softului de modelare hidraulică

Responsabil proiect

5. Program Nucleu – MADED (Mediu, Apă, Dezvoltare Durabilă)

PN 09 06 01 14: Cercetări privind modelarea dispersiei poluanților în atmosferă pe baza intercomparării unor modele din noua generație

Faza PN 09 06 01 14.2: Studiu privind evaluarea impactului emisiilor de gaze cu efect de seră asupra mediului la nivel regional: costurile și beneficiile obținute în urma reducerii EGES prin utilizarea tehnologiilor inovative

Responsabil proiect

6. Cartarea și evaluarea serviciilor de ecosisteme din zona umedă Divici-Pojejena și identificarea contribuției acestora la sectoarele economice (WETECOS)

Numar contract: 6329/14.09.2015

Beneficiar: Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor

Perioada: Septembrie 2015 – Decembrie 2016

Expert de implementare

7. Campanii de formare și conștientizare cu privire la potențialele riscuri asupra mediului și sănătății populației asociate cu substanțele și deșeurile periculoase (TARCHS)

Mădălina Georgiana BOBOC

Cod Proiect: RO04-0009

Beneficiar: Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor

Perioada: Iulie 2015 – Decembrie 2016

Expert de implementare

8. Program Nucleu – MEVAS (Mediu, Energie Verde, Apă, Sturioni)

PN 16 04 01 07: Cercetări privind posibilitatea valorificării diferitelor tipuri de deșeuri cu/fără conținut de substanțe periculoase, în lianți anorganici

PN 16 04 01 07.1: Identificarea și caracterizarea deșeurilor cu/fără conținut de substanțe periculoase, provenite din activități industriale, construcții, demolări cu potențial de reciclare în materiale liante anorganice

Responsabil fază

PN 16 04 01 07.2 Influenta factorilor tehnologici de obtinere a materialelor liante, cu/fara continut de substante periculoase, asupra proprietatilor acestora

Responsabil

PN 16 04 01 07.3: Durabilitatea materialelor liante obținute prin utilizarea diferitelor tipuri de deșeuri cu/fără conținut de substanțe periculoase

Responsabil

9. Monitorizarea impactului asupra mediului a lucrărilor de îmbunătățire a condițiilor de navigație pe Dunăre între Călărași și Brăila, km 375 și km 175

Numar contract: 53/30.03.2011

Beneficiar: AFDJ R.A. Galați

Perioada: martie 2011- aprilie 2019

Membru în echipa de lucru

10. Cercetări în sprijinul dezvoltării capacității de evaluare și atenuare a impactului schimbărilor climatice și a altor factori de stress asupra stării ecosistemelor forestiere și a culturilor viticole,

Numar contract: 3PS/02.11.2017

Beneficiar: Ministerul Cercetării și Inovării

Perioada: Noiembrie 2017 – Decembrie 2018,

Cercetător Științific

11. Registrul național al rezervelor secundare de materii prime cu importanță economică rezultate din reziduurile miniere

Numar contract: 9PS/2017

Beneficiar: Ministerul Cercetării și Inovării

Perioada: Octombrie 2017 – Decembrie 2018

Cercetător Științific

12. Tehnologii de valorificare a nămolurilor rezultate din stațiile de epurare orășenești și a deșeurilor din gropile de gunoi

Numar contract: 7PS/2017

Beneficiar: Ministerul Cercetării și Inovării

Perioada: Octombrie 2017 – Decembrie 2018

Responsabil Financiar

13. Cercetări în sprijinul dezvoltării capacității de monitorizare, evaluare și valorificare a resurselor naturale oferite de zonele umede de importanță internațională din România și zona costieră a Mării Negre

Numar contract: 4PS/2017

Beneficiar: Ministerul Cercetării și Inovării

Perioada: Octombrie 2017 – Decembrie 2018

Cercetător Științific

Mădălina Georgiana BOBOC

14. Tehnologii Inovative Pentru Reducerea Impactului Negativ al Schimbarilor Climatice In Culturile Legumicole
Beneficiar: UEFISCDI
Perioada: Martie 2018 – Septembrie 2020
Membru în echipa de lucru
15. Procese integrate si sustenabile de depoluare a mediului, reutilizare a apelor uzate si valorificare a deseurilor
Beneficiar: UEFISCDI
Perioada: Martie 2018 – Septembrie 2020
Membru în echipa de lucru
16. Tehnologii Inovative De Producere a Energiei Regenerabile din Surse Naturale Integrate în Instalații Complexe
Beneficiar: UEFISCDI
Perioada: Martie 2018 – Septembrie 2020
Membru în echipa de lucru
17. Tehnologii de valorificare a lucrărilor agricole utilizând utilaje ecologice
Beneficiar: Ministerul Educației și Cercetării
Perioada: August 2019 – Decembrie 2020
Expert
18. Determinarea metodologiei și coeficienților specifici României în vederea cuantificării emisiilor și absorbțiilor de GES în vederea cuantificării schimbărilor climatice
Beneficiar: Ministerul Educației și Cercetării
Perioada: Septembrie 2019 – Decembrie 2020
Expert
19. Completarea nivelului de cunoaștere a biodiversității prin implementarea sistemului de monitorizare a stării de conservare a speciilor și habitatelor de interes comunitar din România și raportarea în baza articolului 17 al Directivei Habitare 92/43/CEE – Evaluarea stării de conservare pentru speciile de pești de interes comunitar la nivel național și determinarea stării favorabile/nefavorabile a acestora, în baza articolului 17 a Directivei Habitare 92/43/CEE în vederea realizării raportării de țară
Beneficiar: Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor
Perioada: Martie 2019 – Martie 2022
Expert financiar
20. Sisteme recirculante de acvacultură utilizate în etapa premergătoare repopulării apelor naturale cu material piscicol
Beneficiar: Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale
Perioada: Septembrie 2019 – Octombrie 2022
Responsabil Partener
21. Cercetări privind utilizarea composturilor obținute din nămoluri rezultate din prelucrarea apelor uzate menajere ca fertilizant în pomicultură cu respectarea Acquisului de mediu
Beneficiar: Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale
Perioada: Septembrie 2019 – Octombrie 2022
Expert

Capitolul 8. Bibliografie

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), „Special Report - Global Warming of 1.5°C - Summary for Policymakers,” 2018.
- [2] J. EITZINGER, M. TRNKA, D. SEMERÁDOVÁ, S. THALER, E. SVOBODOVÁ, P. HLAVINKA, B. ŠIŠKA, J. TAKÁC, L. MALATINSKÁ, M. NOVÁKOVÁ, M. DUBROVSKÝ și Z. ŽALUD, „Regional climate change impacts on agricultural crop production in Central and Eastern Europe – hotspots, regional differences and common trends,” *The Journal of Agricultural Science*, vol. 151, nr. 6, p. The Journal of Agricultural Science, 2012.
- [3] European Climate Assessment & Dataset (ECA&D), 2020. [Interactiv]. Available: <https://www.ecad.eu/>.
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2019. [Interactiv]. Available: <https://www.fao.org/faostat/en/>.
- [5] Institutul Național de Statistică, „Tempo Online,” [Interactiv]. Available: <http://www.statistici.insse.ro>.
- [6] R. Sneyers, L’analyse statistique des séries d’observations. Note Technique, OMM, 1975.
- [7] A. N. Pettitt, „A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem,” *Journal of the Royal Statistical Society - Applied Statistics, Series C*, vol. 28, nr. 2, pp. 126-135, 1979.
- [8] Comisia Europeană, Agenția Europeană de Mediu, „Climate-ADAPT,” [Interactiv]. Available: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>.
- [9] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), „Climate Change 2014 - Synthesis Report,” 2015.
- [10] International Union for Conservation of Nature (IUCN), Noiembrie 2017. [Interactiv]. Available: <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ocean-acidification>.
- [11] A. Raza, A. Razzaq, S. S. Mehmood, X. Zou, X. Zhang, Y. Lv și J. Xu, „Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review,” *Plants*, vol. 8, nr. 2, p. 34, 2019.
- [12] S. Zandalinas, R. Mittler, D. Balfagón, V. Arbona și G.-C. A., „Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures,” *Physiologia Plantarum*, vol. 162, nr. 1, pp. 2-12, 2018.
- [13] S. Pratika, B. Sahana și K. Gautam, „Polyamines metabolism: a way ahead for abiotic stress tolerance in crop plants,” în *Physiological and molecular avenues for combating abiotic stress tolerance in plants*, Amsterdam, Elsevier, 2018, pp. 40-55.
- [14] J. Tack, A. Barkley și L. L. Nalley, „Effect of warming temperatures on US wheat yields,” *PNAS*, vol. 112, nr. 22, pp. 6931-6936, 2015.
- [15] A. Challinor, W. T., P. Craufurd, C. Ferro și D. Stephenson, „Adaptation of crops to climate change through genotypic responses to mean and extreme temperatures,” *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 119, nr. 1-2, p. 190–204, 2007.

Mădălina Georgiana BOBOC

- [16] J. Olesen, M. Trnka, K. Kersebaum, A. Skjelvåg, B. Seguin, P. Peltonen-Sainio, F. Rossi, J. Kozyra și F. Micale, „Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change,” *European Journal of Agronomy*, vol. 34, nr. 2, p. 96–112.
- [17] C. Lavallo, F. Micale, T. D. Houston, A. Camia, R. Hiederer, C. Lazar, C. Conte, G. Amatulli și G. Genovese, „Climate change in Europe. 3. Impact on agriculture and forestry. A review,” *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 29, nr. 3, pp. 433-446, 2009.
- [18] M. Rebetz, H. Mayer, O. Dupont, D. Schindler, K. Gartner, J. Kropp și A. Menzel, „Heat and drought 2003 in Europe: a climate synthesis,” *Annals of Forest Science, Springer Nature*, vol. 63, nr. 6, pp. 569-577, 2006.
- [19] Joint Research Centre (JRC) , „MARS Agrometeorological -Crop Monitoring in Europe; Vol. 15, No 1,” 2007.
- [20] Joint Research Centre (JRC), „MARS Agrometeorological -Crop Monitoring in Europe; Vol. 15, No 2,” 2007.
- [21] Joint Research Centre (JRC), „MARS Agrometeorological -Crop Monitoring in Europe; Vol. 15, No 6,” 2007.
- [22] M. Popescu, S. Cristea, A.-R. Chiriac și D.-I. Țeican, „The evolution of Maize production in Romania,” în *Agrarian economy and rural development - realities and perspectives for Romania*, București, 2018.
- [23] Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, 2018. [Interactiv]. Available: <https://www.madr.ro/>.
- [24] Institutul Național de Statistică, 2020. [Interactiv]. Available: <http://statistici.insse.ro>.
- [25] National Meteorological Administration of Romania; Environmental Protection Agency, Covasna; Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, „A structured network for integration of climate knowledge into policy and territorial planning,” National Meteorological Administration, București, 2014.
- [26] V. Dima, F. Georgescu, A. Irimescu și D. Mihailescu, *Valuri de Căldură în România*, București: Editura PRINTECH, 2016.
- [27] R. Knol, „Yield gap analysis of cereals in Romania,” Wageningen University & Research, Wageningen, 2016.
- [28] „Global Yeald Gap Atlas,” [Interactiv]. Available: http://www.yieldgap.org/web/guest/download_data. [Accesat 2020].
- [29] Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului, „Evaluarea surselor de date privind solul și utilizarea terenurilor și a compatibilității dintre straturile de informații,” București, 2015.
- [30] C. Reboul, „Land reform and soil fertility in Eastern Europe and the USSR,” *Sociologia Ruralis*, vol. 26, nr. 2, pp. 160-169, 1986.
- [31] P. I. Moraru, T. Rusu, P. Guș, I. Bogdan și A. I. Pop, „The role of minimum tillage in protecting environmental resources of the Transylvanian plain, Romania,” *Romanian Agricultural Research*, nr. 32, 2015.

Mădălina Georgiana BOBOC

- [32] N. Ahmad, F. U. Hassan și R. K. Belford, „Effect of soil compaction in the sub-humid cropping environment in Pakistan on uptake of NPK and grain yield in wheat (*Triticum aestivum*): I. Compaction,” *Field Crops Research*, vol. 110, nr. 1, pp. 54-60, 2009.
- [33] V. ION, Fitotehnie, 2010.
- [34] I. Oancea, Tehnologii agricole performante, Editura CERES, 2009.
- [35] R. Prăvălie, G. Bandoc, C. Patriche și M. Tomescu, „Spatio-temporal trends of mean air temperature during 1961–2009 and impacts on crop (maize) yields in the most important agricultural region of Romania,” *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, vol. 31, p. 1923–1939, 2017.
- [36] P. Remus, S. Igor, P. Cristian, R. Bogdan și P. Adrian, „The impact of climate change on agricultural productivity in Romania. A country-scale assessment based on the relationship between climatic water balance and maize yields in recent decades,” *Agricultural Systems*, vol. 179, p. 102767, 2020.
- [37] I. Ontel și A. Vladut, „Impact of drought on the productivity of agricultural crops within the Oltenia Plain, Romania,” *Geographica Pannonica*, vol. 19, nr. 1, pp. 9-19, 2015.
- [38] H. Gheorghe, K. Cristian, G. Camelia și H. Raluca, „Hazards and risks in the Romanian agriculture due to climate changes,” *Procedia Economics and Finance*, vol. 8, pp. 346-352, 2014.
- [39] Administrația Națională de Meteorologie, „Adaptation measures in Romanian agriculture,” Administrația Națională de Meteorologie, București, 2014.
- [40] J.W.Jones, G.Hoogenboom, C.H.Porter, K.J.Boote, W.D.Batchelor, L.A.Hunt, P.W.Wilkens, U.Singh, A.J.Gijsman și J.T.Ritchie, „The DSSAT cropping system model,” *European Journal of Agronomy*, vol. 18, nr. 3-4, pp. 235 - 265, 2003.
- [41] D. Camuffo, C. Bertolin, M. Barriendos, F. Dominguez-Castro, C. Cocheo, S. Enzi, M. Sghedoni, A. della Valle, E. Garnier, M.-J. Alcoforado, E. Xoplaki, J. Luterbacher, N. Diodato, M. Maugeri, M. F. Nunes și R. Rodriguez, „500-year temperature reconstruction in the Mediterranean Basin by means of documentary data and instrumental observations,” *Climatic Change*, pp. 169-197, 2010.
- [42] A. M. G. KLEIN TANK, J. B. WIJNGAARD, G. P. KONNEN, R. BOHM, G. DEMAREE, A. GOICHEVA, M. MILETA, S. PASHIARDIS, L. HEJKRLIK, C. KERN-HANSEN, R. HEINO, P. BESSEMOULIN, G. MULLER-WESTERMEIERM, M. TZANAKOU, S. SZALAI, P. T și e. al., „DAILY DATASET OF 20TH-CENTURY SURFACE AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION SERIES FOR THE EUROPEAN CLIMATE ASSESSMENT,” *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, vol. 22, pp. 1441-1453, 2002.
- [43] Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, „Strategia pentru dezvoltarea sectorului agroalimentar pe termen mediu și lung orizont 2020-2030,” București, 2015.
- [44] ARCGIS Desktop, [Interactiv]. Available: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.5/manage-data/netcdf/fundamentals-of-netcdf-data-storage.html>.
- [45] Z. Zhang și J. C. Moore, *Mathematical and Physical Fundamentals of Climate Change*, Elsevier, 2015.

Mădălina Georgiana BOBOC

- [46] Physical Sciences Laboratory, „NCEP/NCAR reanalysis,” [Interactiv]. Available: <https://psl.noaa.gov/>.
- [47] N. Râmbu, *Statistică și grafică elementară în R*, București: Ars. Academică, 2011.
- [48] NASA Earth Data, „Geographic Information Systems Data Pathfinder,” [Interactiv]. Available: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/pathfinders/gis-pathfinder>.
- [49] Centrul Meteorologic Wetterzentrale, „The World in Weather Charts,” [Interactiv]. Available: www.wetter3.de.
- [50] R. Schils, J. E. Olesen, K.-C. Kersebaum, B. Rijk și et.all., „Cereal yield gaps across Europe,” *European Journal of Agronomy*, vol. 101, pp. 109-120, 2018.
- [51] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), „FAO Agricultural Outlook 2020-2029,” 2020.
- [52] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), „The State of Food and Agriculture 1993,” FAO Agriculture Series, Roma, 1993.
- [53] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), „The State of Food and Agriculture 1964,” 1964.
- [54] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), „The State of Food and Agriculture 1975,” FAO Agriculture Series, Roma, 1976.
- [55] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), „The State of Food and Agriculture 1976,” FAO Agriculture Series, ROMA, 1977.
- [56] E. Playán, J. A. Sagardoy și R. Castillo, „Irrigation Governance in Developing Countries: Current Problems and Solutions,” *MDPI Water*, vol. 10, nr. 1118, pp. 1-24, 2018.
- [57] A. E. CROITORU, F. M. TOMA și D. CARMEN, „METEOROLOGICAL DROUGHT IN CENTRAL ROMANIAN PLAIN (BETWEEN OLT AND ARGES RIVERS). CASE STUDY: YEAR 2000,” *RISCURI ȘI CATASTROFE*, vol. 9, nr. X, pp. 113-120, 2011.
- [58] D. ALEXANDRU, E. MATEESCU, R. TUDOR și I. LEONARD, „ANALYSIS OF AGROCLIMATIC RESOURCES IN ROMANIA IN THE CURRENT AND FORESEEABLE CLIMATE CHANGE - CONCEPT AND METHODOLOGY OF APPROACHING,” *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, vol. Vol. LXII , nr. No. 1, pp. 221-229, 2019.
- [59] C.-V. ANGEARU, I. ONTEL, G. BOLDEANU, D. MIHAILESCU, A. NERTAN, V. CRACIUNESCU, S. CATANA și A. IRIMESCU, „Multi-Temporal Analysis and Trends of the Drought Based on MODIS Data in Agricultural Areas, Romania,” *MDPI Remote Sensing*, vol. 12, nr. 3940, pp. 1-24, 2020.
- [60] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), „The State of Food and Agriculture 1971,” FAO Library, Roma, 1971.
- [61] Food and Agriculture Organization of the United Nations, „The State of Food and Agriculture 1993,” FAO Agriculture Series, Roma, 1993.
- [62] I. SANDU, V. I. PESCARU, P. ION și A. N. d. Meteorologie, „Clima României,” Editura Academiei Române, București, 2008.
- [63] K. PAPAGIANNAKI, K. LAGOUVARDOS, V. KOTRONI și G. PAPAGIANNAKIS.
- [64] A. BUSUIOC, M. CAIAN, S. CHEVAL, R. BOJARIU, C. BORONEANT, M. BACIU și A. DUMITRESCU.

Mădălina Georgiana BOBOC

- [65] R. Bojariu și F. Giorgi, „The North Atlantic Oscillation signal in a regional climate simulation for the European region,” *Tellus*, vol. 57, nr. 4, pp. 641-653, 2005.
- [66] Administrația Națională de Meteorologie, „Adaptation Measures in Romanian agriculture,” ANM, 2014.
- [67] Agenția Europeană de Mediu, *Climate change impacts on agriculture in Europe*, 2014.
- [68] Agenția Europeană de Mediu, „Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe,” Luxemburg, 2019.
- [69] G. N. PELEA și I. A. CREȚAN, „CURRENT ASPECTS AND PERSPECTIVE OF IRRIGATION INFRASTRUCTURE IN WEST PART OF ROMANIA,” *Scientific Bulletin of Politehnica University of Timișoara - Transactions on HYDROTECHNICS*, vol. 64(78), nr. 2, pp. 32-35, 2019.
- [70] A. LUP și L. MIRON, „MANAGEMENT OF THE IRRIGATION SYSTEMS IN ROMANIA BETWEEN 1990-2014. STUDIES, PROJECTS, STRATEGIES,” *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, vol. 15, nr. 2, pp. 203-212, 2015.
- [71] Banca Mondială, „Raport Diagnostic privind Apele din România. Pași către conformare cu normele UE, incluziune și securitatea resurselor de apă,” iunie 2018. [Interactiv]. Available: <https://www.worldbank.org/>.
- [72] Guverul României, *PROGRAM NAȚIONAL din 26 octombrie 2016 de reabilitare și/sau înființare a infrastructurii principale de irigații și infrastructurii de desecare și drenaj*, București: Monitorul Oficial, 2016.
- [73] Guvernul României, *HOTĂRÂRE nr. 793 din 26 octombrie 2016 pentru aprobarea Programului național de reabilitare și/sau înființare a infrastructurii principale de irigații și infrastructurii de desecare și drenaj*, București: Monitorul Oficial, 2016.
- [74] Administrația Națională de Meteorologie, „COMUNICAT 2021 – continuă tendința de creștere a temperaturii aerului în România,” 07 01 2022. [Interactiv]. Available: <https://www.meteoromania.ro/wp-content/uploads/comunicate/comunicat-07.01.2022.pdf>.
- [75] Administrația Națională de Meteorologie, „RAPORT ANUAL METEO ROMANIA,” București, 2018.
- [76] J. Spinoni, S. Szalai, T. Szentimrey, M. Lakatos, Z. Bihari, A. Nagy, Á. Németh, T. Kovács, D. Mihic, M. Dacic, P. Petrovic, A. Kržič, J. Hiebl, I. Auer, G. Deak și M. Matei, „Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables,” *International Journal of Climatology*, vol. 35, nr. 7, pp. 1322-1341, 2014.
- [77] Administrația Națională de Meteorologie (ANM), 14 ianuarie 2019. [Interactiv]. Available: <https://www.meteoromania.ro/wp-content/uploads/comunicate/comunicat-14ian2019.pdf>.
- [78] G. Hurduzeu, C. Kevorchian, C. Gavrilescu și R. Hurduzeub, „Hazards and risks in the Romanian agriculture due to climate changes,” *Procedia Economics and Finance*, p. 346 – 352, 2014.
- [79] C.-V. Angearu, I. Ontel, G. Boldeanu, D. Mihailescu, A. Nertan, V. Craciunescu, S. Catana și A. Irimescu, „Multi-Temporal Analysis and Trends of the Drought Based on

Mădălina Georgiana BOBOC

- MODIS Data in Agricultural Areas, Romania,” *MDPI Remote Sensing* , vol. 12, nr. 3940, pp. 1-24, 2020.
- [80] E. Mateescu, M. Smarandache, N. Jeler și V. Apostol, *Drought conditions and management strategies in Romania*, Initiative on “Capacity Development to support National Drought Management Policy” (WMO, UNCCD, FAO and UNW-DPC) Country Report, 2013.
- [81] L. Crocetti, M. Forkel, M. Fischer, F. Jurečka, A. Grij, A. Salentinig, M. Trnka, M. Anderson, W.-T. Ng, Ž. Kokalj, A. Bucur și W. Dorigo, „Earth Observation for agricultural drought monitoring in the Pannonian Basin (southeastern Europe): current state and future directions,” *Regional Environmental Change*, vol. 20, nr. 123, pp. 1-17, 2020.
- [82] D. ALEXANDRU, E. MATEESCU, R. TUDOR și I. LEONARD, „Analysis of agroclimatic resources in Romania in the current and foreseeable climate change –concept and methodology of approaching,” *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, vol. LXII, nr. No. 1, pp. 221-229, 2019.
- [83] NASA Earth Observatory, „Drought in Romania,” 29 mai 2007. [Interactiv]. Available: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/18635/drought-in-romania>. [Accesat 2022].
- [84] N. Ciobotaru, M. Matei, L. Laslo, M. Boboc, A. M. Velcea și G. Deák, „ASSESSMENT OF PEDOLOGICAL STRESS IN ROMANIA BASED ON DROUGHT INDICES,” în *ISB-INMA TEH Agricultural and Mechanical Engineering* , Bucuresti, 2017.
- [85] Consiliul Uniunii Europene, *DECIZIA CONSILIULUI din 22 octombrie 2007 privind acordarea unui ajutor de stat de urgență de către autoritățile din România pentru atenuarea efectelor secetei din 2006/2007 în sectorul agricol, 2007* .
- [86] C. STOICA DINCA, I. M. DUMITRU ION, D. B. BRATOVEANU și S. STANCIU, „Aspects Regarding Maize Crops in the Southeast Region of Romania,” *Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati, Fascicle I. Economics and Applied Informatics*, vol. XXVI, nr. 2, pp. 122-128, 2020.
- [87] A. BULIGA-ȘTEFĂNESCU, „ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF THE VEGETABLE AGRICULTURAL PRODUCTION IN ROMANIA,” *Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series*, vol. XLIX, pp. 251-257, 2019.
- [88] N. Arnell și A. Freeman, „The effect of climate change on agro-climatic indicators in the UK,” *Climatic Change*, nr. 165, pp. 1-26, 2021.
- [89] G. Weedon, G. Balsamo, N. Bellouin, S. Gomes, M. Best și P. Viterbo, „The WFDEI meteorological forcing data set: WATCH Forcing Data methodology applied to ERA-Interim reanalysis data,” *Water Resources Research*, vol. 50, nr. 9, pp. 7505-7514, 2014.
- [90] L. Parker, N. Zhang, J. Abatzoglou, S. Ostojica și T. Pathak, „Observed Changes in Agroclimate Metrics Relevant for Specialty Crop Production in California,” *MDPI Agronomy*, vol. 205, nr. 12, pp. 1-22, 2022.
- [91] A. Crespi, T. S. S. Cocuccioni, M. Zebisch, J. Berckmans și H. M. Füssel, „Climate-related hazard indices for Europe,” 2020.
- [92] A. G. Barnston și R. E. Livezey, „Classifications, Seasonality, and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns,” *Monthly Weather Review*, vol. 115, nr. 6, pp. 1083-1126, 1987.

Mădălina Georgiana BOBOC

- [93] R. Bojariu și D. Paliu, „North Atlantic Oscillation Projection on Romanian Climate Fluctuations in the Cold Season,” în *Detecting and Modelling Regional Climate Change*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2001, p. 345–356.
- [94] Administrația Națională de Meteorologie, [Interactiv]. Available: <http://www.meteoromania.ro>.
- [95] Administrația Națională de Meteorologie, „Caracterizare climatologică multianuală 1961-2021,” 2022. [Interactiv]. Available: https://www.meteoromania.ro/clim/caracterizare-multianuala/cc_05_1961-2021.html.
- [96] E. Mateescu, M. Smarandache, N. Jeler și V. Apostol, „Condiții de secetă și strategii de gestionare în România,” Initiative on “Capacity Development to support National Drought Management Policy” (WMO, UNCCD, FAO and UNW-DPC) Country Report, 2013.
- [97] Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, „Strategia națională de reabilitare și extindere a infrastructurii de irigații din România,” București, 2019.
- [98] L. Laslo, N. Ciobotaru, T. Lupei, M. Matei, A. M. Velcea, M. Boboc, G. Badea și G. Deak, „DROUGHT AND IRRIGATIONS OF ROMANIAN AGRICULTURAL AREAS,” *RevCAD Journal of Geodesy and Cadastre*, nr. 23, pp. 117-124, 2017.
- [99] R. Prăvăliea, I. Sîrodovc, C. Patrached, B. Roșcad, A. Piticare, G. Bandoca, L. Sficăf, A. Tișcovschia, M. Dumitrașcug, C. Chifiriucb, V. Mănoiu și Ș. Iordache, „The impact of climate change on agricultural productivity in Romania. A country-scale assessment based on the relationship between climatic water balance and maize yields in recent decades,” *Agricultural Systems*, vol. 179, nr. 102767, pp. 1-20, 2020.
- [100] Joint Research Centre (JRC), *Crop monitoring in Europe March 2018*, JRC MARS Bulletin, Vol. 26, nr. 3, 2018.
- [101] Joint Research Centre, *Crop monitoring in Europe April 2018*, JRC MARS Bulletin, Vol. 26, nr. 4, 2018.
- [102] Joint Research Centre (JRC), *Crop monitoring in Europe May 2018*, JRC MARS Bulletin, Vol. 26, nr. 5, 2018.
- [103] Joint Research Centre (JRC), *Crop monitoring in Europe June 2018*, JRC MARS Bulletin, Vol. 26, nr. 6, 2018.
- [104] Joint Research Centre (JRC), *Crop monitoring in Europe July 2018*, JRC MARS Bulletin, Vol. 26, nr. 7, 2018.
- [105] Joint Research Centre (JRC), *Crop monitoring in Europe September 2018*, JRC MARS Bulletin, Vol. 26, nr. 9, 2018.
- [106] M. Timu, „ANOMALII TERMICE ÎN ROMÂNIA ÎN PERIOADA 2016-2018,” *Revista Științifică a Administrației Naționale de Meteorologie*, pp. 51-106, 2019.