

ACADEMIA ROMÂN
INSTITUTUL DE GEOGRAFIE

TEZ DE DOCTORAT
-REZUMAT-

APLICA IILE TELEDETEC IEI PENTRU STUDIUL
FENOMENELOR METEOROLOGICE PERICULOASE
DIN CÂMPIA B R GANULUI

Conduc tor tiin ific:
Acad. DAN B LTEANU

Doctorand:
CLAUDIU-VALERIU ANGEARU

Bucure ti
2021

CUPRINSUL REZUMATULUI

INTRODUCERE	1
1. CADRUL CONCEPTUAL	3
1.1. No iuni generale de meteorologie i climatologie	3
1.2. Factorii genetici ai climei	4
1.3. Date i metode de cercetare	4
1.3.1. Fondul de date	4
1.3.1.1. Date spa iale	4
1.3.1.1.1. Date satelitare	4
1.3.1.1.2. Date radar	6
1.3.1.1.3. Baze de date digitale	7
1.3.1.2. Date statistice	7
1.3.1.3. Diferite date	7
1.3.2. Metode utilizate	7
1.3.2.1. Sistemele Informa ionale Geografice (SIG)	7
1.3.2.2. Tehnici de teledetec ie	8
2. CÂMPIA B R GANULUI-CARACTERIZARE GENERAL	8
2.1. A ezarea i limitele geografice	8
2.2. Geologia i litologia	9
2.3. Relieful	9
2.4. Re eaua hidrografic	10
2.5. Poten ialul climatic	10
2.6. Vegeta ia i fauna	11
2.7. Solurile	12
3. MODIFIC RILE UTILIZ RII TERENURILOR ÎN CÂMPIA B R GANULUI ..	14
3.1. Principalele modific ri ale utiliz rii terenurilor în Câmpia B r ganului în perioada postcomunist	14
3.2. Fragmentarea terenurilor agricole din Câmpia B r ganului	16
4. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE TEMPERATURA AERULUI	18
4.1. Fenomenele meteorologice periculoase din timpul sezonului cald- Valurile de c ldur	18
4.1.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	18
4.1.2. Studiu de caz: valurile de c ldur din vara anului 2007.....	19
4.1.3. Studiu de caz: valurile de c ldur din luna august 2012.....	20
4.2. Fenomenele meteorologice periculoase din timpul sezonului rece-Valurile de frig	22
4.2.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	22
4.2.2. Studiu de caz: valul de frig din 28 ianuarie-3 februarie 2012.....	23
4.2.3. Studiu de caz: valul de frig din 20-25 ianuarie 2016.....	25

5. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE PRECIPITA II	27
5.1. Viiturile lente (inunda ii)	28
5.1.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	28
5.1.2. Studiu de caz: inunda iile din 2006, din lungul Dun rii.....	28
5.2. Ploaia înghe at	30
5.2.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	30
5.2.2. Studiu de caz: ploaia înghe at din 24-26 ianuarie 2019.....	30
5.3. Grindina	39
5.3.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	39
5.3.2. Studiu de caz: grindina din 20 iulie 2020.....	39
5.4. Cea a	44
5.4.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	44
5.4.2. Studiu de caz: ceața din intervalul 14-18 ianuarie 2020.....	44
5.5. Seceta	48
5.5.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	48
5.5.2. Studiu de caz: evolu ia secetei agricole din perioada 2000-2019.....	49
5.5.2.1. <i>Analiza indicelui Starea de S n tate a Vegeta iei (VHI)</i>	49
5.5.2.2. <i>Analiza indicelui de secet diferen normalizat (NDDI)</i>	55
5.5.2.3. <i>Analiza Indicelui de Severitate al Secetei (DSI), corelat cu Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI) și Anomalia Umidit ții Solului (SMA)</i>	59
6. FENOMENE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE VÂNT	63
6.1. Viscolul	63
6.1.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	63
6.1.2. Studiu de caz: viscolul din ianuarie 2017.....	63
6.2. Furtuna de praf	69
6.2.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	69
6.2.2. Studiu de caz: norul de praf saharian din 22-23 martie 2018.....	69
6.3. Tornada	71
6.3.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	71
6.3.2. Studiu de caz: tornada din 12 august 2002.....	71
CONCLUZII	73
BIBLIOGRAFIE SELECTIV	77

CUPRINSUL LUCRĂRII

INTRODUCERE	1
7. CADRUL CONCEPTUAL	4
7.1. Noiuni generale de meteorologie și climatologie	4
7.2. Factorii genetici ai climei	5
7.2.1. Radiația solară	6
7.2.2. Circulația generală a atmosferei.....	7
7.2.3. Suprafața activă	8
7.3. Schimbările climatice observate la nivel global și în România	10
7.3.1. Programe de cercetare cu privire la schimbările climatice.....	10
7.3.2. Schimbările climatice observate la nivel global.....	11
7.3.3. Schimbările climatice observate în România.....	14
7.3.4. Impactul schimbărilor climatice.....	17
1.3.4.1. Impactul schimbărilor climatice asupra mediului înconjurător.....	17
1.3.4.2. Impactul schimbărilor climatice asupra sănătății.....	20
7.4. Date și metode de cercetare	21
7.4.1. Fondul de date.....	21
7.4.1.1. Date spațiale.....	21
7.4.1.1.1. Date satelitare.....	21
7.4.1.1.2. Date radar.....	27
7.4.1.1.3. Baze de date digitale.....	27
7.4.1.2. Date statistice.....	27
7.4.1.3. Diferite date.....	28
7.4.2. Metode utilizate.....	28
7.4.2.1. Sistemele Informaționale Geografice (SIG).....	28
7.4.2.2. Tehnici de teledetecție.....	31
7.4.3. Programe utilizate.....	34
8. CÂMPIA BĂRĂNULUI-CARACTERIZARE GENERALĂ	36
8.1. Așezarea și limitele geografice	36
8.2. Geologia și litologia	37
8.3. Relieful	38
8.4. Rețeaua hidrografică	40
8.5. Potențialul climatic	41
8.6. Vegetația și fauna	47
8.7. Solurile	52
8.8. Populația	64
9. MODIFICĂRILE UTILIZĂRII TERENURILOR ÎN CÂMPIA BĂRĂNULUI ..	66
9.1. Aspecte generale privind utilizarea terenurilor în contextul modificărilor globale ale mediului	66

9.2. Factorii care determină modificarea utilizării terenurilor.....	67
9.3. Agricultură din Câmpia Bisericanului-generalități.....	69
9.4. Factorii modificării terenurilor în Câmpia Bisericanului în perioada postcomunist	75
9.5. Principalele modificări ale utilizării terenurilor în Câmpia Bisericanului în perioada postcomunist	76
9.6. Fragmentarea terenurilor agricole din Câmpia Bisericanului.....	84
10. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA BISERICANULUI LEGATE DE TEMPERATURA AERULUI.....	90
10.1. Fenomenele meteorologice periculoase din timpul sezonului cald- Valurile de căldură	90
10.1.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	90
10.1.2. Studiu de caz: valurile de căldură din vara anului 2007.....	93
10.1.3. Studiu de caz: valurile de căldură din luna august 2012.....	96
10.1.4. Evoluția indicelui Temperatura Suprafeței Terestre (LST).....	100
10.2. Fenomenele meteorologice periculoase din timpul sezonului rece-Valurile de frig.....	102
10.2.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	102
10.2.2. Studiu de caz: valul de frig din 28 ianuarie-3 februarie 2012.....	104
10.2.3. Studiu de caz: valul de frig din 20-25 ianuarie 2016.....	108
11. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA BISERICANULUI LEGATE DE PRECIPITAȚII.....	111
11.1. Viiturile lente (inundații).....	111
11.1.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	111
11.1.2. Studiu de caz: inundațiile din 2006, din lungul Dunării.....	112
11.2. Ploaia înghețată	115
11.2.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	115
11.2.2. Studiu de caz: ploaia înghețată din 24-26 ianuarie 2019.....	120
11.3. Grindina.....	147
11.3.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	147
11.3.2. Studiu de caz: grindina din 20 iulie 2020.....	148
11.4. Cea.....	158
11.4.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	158
11.4.2. Studiu de caz: ceața din intervalul 14-17 ianuarie 2020.....	162
11.5. Seceta.....	170
11.5.1. Generalități (definiție, cauze, impact).....	170
11.5.2. Studiu de caz: evoluția secetei agricole din perioada 2000-2019.....	173
11.5.2.1. Analiza indicelui Starea de Sănătate a Vegetației (VHI).....	174
11.5.2.2. Analiza indicelui de secetă diferențial normalizat (NDDI).....	187
11.5.2.3. Analiza Indicelui de Severitate al Secetei (DSI), corelat cu Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI) și Anomalia Umidității Solului (SMA).....	192

12. FENOMENE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE VÂNT	202
12.1. Viscolul	202
12.1.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	202
12.1.2. Studiu de caz: viscolul din ianuarie 2017.....	206
12.2. Furtuna de praf	219
12.2.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	219
12.2.2. Studiu de caz: norul de praf saharian din 22-23 martie 2018.....	220
12.3. Tornada	226
12.3.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact).....	226
12.3.2. Studiu de caz: tornada din 12 august 2002.....	227
CONCLUZII	233
BIBLIOGRAFIE	238
LISTA FIGURILOR	254
LISTA TABELELOR	262

INTRODUCERE

În ultimele decenii, ca urmare a schimbărilor climatice, fenomenele meteorologice periculoase au generat la nivel global, inclusiv la nivelul României, numeroase consecințe negative asupra societății și mediului înconjurător prin: reducerea cantității de precipitații în timpul verii, amplificarea frecvenței și intensității secetei, apariția de incendii de vegetație, intensificarea cazurilor de grindină, producerea de inundații, creșterea cazurilor de temperaturi extreme, respectiv a valurilor de căldură și de frig etc.

Din cauza accelerării încălzirii climatice, consecința modificărilor climatice, a crescut vulnerabilitatea multor teritorii față de hazardele climatice care determină modificări globale de mediu. De asemenea, alături de tendința recentă de încălzire climatică, se remarcă și schimbările utilizării terenurilor, care constituie o temă de cercetare de actualitate în cadrul a numeroase proiecte internaționale, ca urmare a implicațiilor remarcabile pe care le au în contextul modificărilor globale ale mediului.

Având în vedere faptul că schimbările climatice și degradarea mediului sunt o amenințare importantă pentru Europa, dar și întreaga planetă, recent (11 decembrie 2019) a fost înființat Pactul Verde European (European Green Deal). Astfel acest Acord european, care constă într-un set de inițiative politice stabilite de Comisia Europeană, își propune să transforme Uniunea Europeană într-o economie modernă, eficientă din punct de vedere al resurselor și competitivă, asigurând astfel reducerea emisiilor nete de gaze cu efect de seră până în anul 2050 (Sima și colab., 2021; Bălteanu și colab., 2021).

Modificările utilizării terenurilor reprezintă modificări cumulative care pot avea efecte negative asupra factorilor de mediu (sol, vegetație, atmosferă, hidrografie) la nivel local și regional, iar prin cumulare, la nivel global, determină degradarea calității acestora. Analiza modificărilor apărute în urma utilizării terenului presupune identificarea și evaluarea principalilor factori declanșatori la nivel local, regional și național.

Fenomenele meteorologice periculoase au impact direct sau indirect asupra populației și economiei. Impactul direct se poate manifesta asupra sănătății umane și calității aerului, precum și asupra mortalității și morbidității. Riscurile pentru sănătate sunt cu atât mai periculoase, cu cât gradul de încălzire a climei este mai ridicat. Impactul indirect se reflectă asupra economiei, agriculturii, resurselor de apă, cererii de energie și infrastructurii.

Prezenta lucrare are ca obiectiv general evidențierea fenomenelor meteorologice periculoase din Câmpia Bărăganului prin intermediul teledetecției și Sistemelor Informaționale Geografice (SIG), cât și a datelor in-situ (înregistrări punctuale la stațiile meteorologice) și a celor modelate (exemplu: modele realizate de către European Centre for Medium-Range Weather Forecasts-ECMWF).

Pentru atingerea acestui obiectiv, am realizat un studiu geografic cuprinzând șase capitole; primul capitol având un caracter teoretic, următoarele două capitole includ rezultate referitoare la caracteristicile fizico-geografice (relief, soluri, climă, vegetație) din regiunea de studiu, în timp ce în ultimele trei capitole sunt analizate satelitar fenomenele meteorologice periculoase care au afectat Câmpia Bărăganului în ultimele decenii.

Trebuie precizat faptul că analiza fenomenelor meteorologice periculoase identificate s-a realizat atât pe baza imaginilor satelitare, cât și a datelor meteorologice, astfel încât rezultatele să fie cât mai concludente cu cele înregistrate în teren.

Primul capitol, intitulat *CADRUL CONCEPTUAL*, urmărește schimbările climatice și impactul lor asupra mediului și societății la nivel global, dar și local, respectiv la nivelul

României. Totodată, sunt enunțate noțiuni generale de meteorologie, respectiv climatologie, fiind prezentate succint factorii genetici ai climei (radiația solară, circulația generală a atmosferei, suprafața subiacentă activă). La finalul capitolului 1 sunt incluse informațiile referitoare la datele și metodele de cercetare utilizate în elaborarea prezentei teze.

În al doilea capitol, *CÂMPIA B R GANULUI-CARACTERIZARE GENERALĂ*, sunt prezentate caracteristicile cadrului natural (relief, hidrografie, climă, sol, vegetație), respectiv populație.

Capitolul 3, *MODIFICĂRILE UTILIZĂRII TERENURILOR ÎN CÂMPIA B R GANULUI*, este alcătuit din șase subcapitole care descriu factorii principali ai schimbărilor utilizării terenurilor, modificările apărute în urma procesului de utilizare a terenurilor, fragmentarea terenurilor și indicii de apreciere privind calitatea peisajului din Câmpia Brăganului (indicele de densitate agricolă și indicele de naturalitate).

Capitolul 4, *FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE TEMPERATURA AERULUI*, face referire la regimurile termice care depășesc valorile climatice normale, provocând în esență un important disconfort termic, și anume valurile de căldură, respectiv valurile de frig. Analiza satelitară a valurilor de căldură s-a efectuat pentru vara din 2007 și 2012, în timp ce la nivelul valurilor de frig au fost analizate episoadele de frig din intervalele 28 ianuarie-3 februarie 2012 și 20-25 ianuarie 2016.

Capitolul 5, denumit *FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE PRECIPITAȚII*, care acoperă cea mai mare parte din teză, analizează fenomenele meteorologice periculoase din Câmpia Brăganului generate de precipitații, fiind astfel studiate atât fenomenele meteorologice cu un caracter excedentă (exemplu precipitațiile torențiale, excedentare declanșate de viituri lente-inundații), respectiv deficitare (seceta agricolă), cât și fenomenele care prin tipul de precipitații (solid, lichid) au generat un impact negativ considerabil asupra mediului înconjurător și societății (exemple: ploaia îngheață din 24-26 ianuarie 2019; grindina din 20 iulie 2020 din comuna Traian, Câmpia Brăilei; cea din 14-17 ianuarie 2020).

În cazul inundațiilor s-au studiat precipitațiile excedentare din 2006 care au afectat Lunca Dunării, dar și suprafețele din imediata apropiere a acesteia, cum ar fi sudul Câmpiei Brăganului.

Dintre toate fenomenele meteorologice periculoase determinate de regimul precipitațiilor, seceta este fenomenul cu durată și aria de manifestare cele mai semnificative, impactul acesteia fiind puternic influențat și de prezența îndelungată a valurilor de căldură din timpul sezonului cald. Pentru analiza secetei agricole din ultimii 20 de ani din Câmpia Brăganului s-au utilizat numeroși indici satelitari de secetă precum Indicele Starea de Sănătate a Vegetației (VHI), Indicele de Secetă Diferențial Normalizat (NDDI), Indicele de Severitate al Secetei (DSI), respectiv Anomalia Umidității Solului (SMA). Referitor la seceta agricolă, analizat pe baza imaginilor satelitare MODIS, s-a monitorizat sezonul de vegetație aprilie-septembrie de-a lungul anilor 2000-2019, identificându-se atât anii cei mai secetoși din Câmpia Brăganului (2000, 2003, 2007, 2012), cât și regiunile în care seceta este mai frecventă.

Capitolul 6, *FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE VÂNT*, este alcătuit din trei subcapitole care fac referire la fenomenele meteorologice periculoase generate de acțiunea vântului, și anume viscolul din ianuarie 2017; furtuna de praf din 22-23 martie 2018; tornada din 12 august 2002.

Prezenta teză de doctorat nu aveam cum să o redactez fără îndrumările unor adevărați specialiști. Doresc să aduc mulțumirile mele, în mod special, domnului academician Dan

B Iteanu, directorul Institutului de Geografie al Academiei Române, care m-a îndrumat științific și susținut permanent în elaborarea prezentei teze.

Am toată stima și pentru doamna director dr. Monica Dumitru cu, la care apreciez foarte mult capacitatea profesională. Am tot respectul pentru întregul personal al Institutului de Geografie și le mulțumesc mult doamnelor dr. Diana Dogaru și dr. Laura Lupu, cu care de-a lungul timpului am avut ocazia să colaborăm pentru articole sau pentru prezentări la comunicările științifice.

Mulțumesc conducerii Administrației Naționale de Meteorologie pentru suportul oferit (datele și informațiile meteorologice), fără de care aspecte esențiale din teză nu ar fi putut fi abordate. De asemenea, le mulțumesc colegilor mei, tuturor și fiecare în parte, pentru ajutorul și încrederea pe care mi le-au oferit pe parcursul studiului: șeful Laboratorului Teledetecție și Meteorologie Satelitar dr. Anișoara Irimescu, dr. Simona Catan, dr. Dumitrescu Alexandru, dr. Mihaela Caian, dr. Sorin Burcea, Denis Mihăilescu, George Boldeanu, dr. Irina Onel, Vasile Crăciunescu, Argentina Nerău. Doresc să mulțumesc și profesionalismului profesorilor care mi-au transmis încă din învățământul secundar pasiunea pentru domeniul geografiei, și anume domnului profesor Costică Stăncescu și doamnei profesoare Aurelia Nedelcu.

Nu în ultimul rând, mulțumesc membrilor familiei mele și tuturor prietenilor mei pentru încredere și încurajări.

1. CADRUL CONCEPTUAL

1.1. Noțiuni generale de meteorologie și climatologie

Meteorologia este o știință veche, cu origini din antichitate, care studiază fenomenele și complexul de procese fizice care se produc în atmosferă. Denumirea provine din limba greacă, de la cuvintele *meteoron*, care înseamnă ceea ce se petrece în aer, și *logos*, adică știință. Fenomenele meteorologice au atras atenția omului din cele mai vechi timpuri, la început producerea acestora fiind atribuită existenței unor puteri supranaturale (Bacinschi, 1979).

Meteorologia este o ramură a geofizicii, studiind atât fenomenele și procesele fizice din atmosferă, cât și legile de evoluție și relațiile dintre ele, structura și compoziția atmosferei

Vremea reprezintă *starea atmosferei definită de ansamblul elementelor și fenomenelor meteorologice pentru un anumit loc și la un moment dat, sau pe o anumită perioadă de timp* (Clima României, 2008).

Clima constituie *„caracteristica statistică a stărilor de vreme pe o perioadă îndelungată de timp specifică unui anumit teritoriu, a cărei extindere poate varia în suprafață -de la un anumit loc, până la întregul glob terestru, iar pe verticală -de la adâncimea straturilor de uscat și acvatică, la care nu se mai resimt oscilațiile ciclurilor anuale ale unor elemente meteorologice, până la înălțimi la care se produc majoritatea fenomenelor atmosferice, corespunzând cu limita superioară a troposferei”* (Clima României, 2008).

1.2. Factorii genetici ai climei

Factorii genetici principali ai climei sunt radiația solară, circulația generală a atmosferei și suprafața subiacentă activă. Dintre acești factori, radiația solară reprezintă factorul genetic fundamental, aceasta fiind sursa principală de energie pentru generarea proceselor și fenomenelor geofizice și biologice de la suprafața terestră și din atmosferă. Fragmentarea și complexitatea reliefului sunt cauzele principale ale condițiilor diferite de dezvoltare a proceselor

și fenomenelor meteorologice în cadrul circulației generale a atmosferei și a fluxului radiativ (*Geografia României*, I, 1983). Pe lângă factorii naturali genetici ai climei trebuie menționate și efectele generate de activitatea oamenilor asupra climei, care au rezultat din activități precum: defrierea pădurilor, asanarea terenurilor mlăștinoase și desecarea bălților, irigarea terenurilor agricole, crearea lacurilor de acumulare, procesul de urbanizare etc.

Schimbările climatice se referă la o modificare în starea climei care poate fi identificată prin schimbări în media și/sau variabilitatea proprietăților sale și care persistă o perioadă îndelungată, de obicei de ordinul deceniilor sau chiar mai mult. Schimbarea climei este influențată de:

- **factori naturali interni** (modificările care survin în interiorul sistemului climatic);
- **factori naturali externi** (variația energiei solare și a parametrilor orbitali ai Pământului);
- **factori externi antropogeni**, rezultați din activitățile societății (exemplu: modificarea compoziției atmosferei ca urmare a creșterii concentrației gazelor cu efect de seră) (Busuioc și colab., 2010).

1.3. Date și metode de cercetare

1.4.1. Fondul de date

Fondul de date utilizat în realizarea lucrării include: date spațiale, date statistice și date obținute din surse bibliografice și web.

1.3.1.1. Datele spațiale reprezintă principala categorie de date utilizate în lucrare. Acestea pot proveni din imagini satelitare, date radar și baze de date digitale.

1.3.1.1.1. Date satelitare

În cazul **datelor satelitare** s-au utilizat imaginile înregistrate de diferiți senzori, îmbarcați pe platforme satelitare:

- Date și produse de rezoluție spațială medie (0.5-1 km), achiziționate de platformele satelitare **Terra** (orbită descendentă, senzor lansat la 18 decembrie 1999) și **Aqua** (orbită ascendentă, senzor lansat la 4 mai 2002) cu senzorul Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**);
- Date de înaltă rezoluție spațială (10-60 m), achiziționate de **Sentinel-2 A** (lansat la 23 iunie 2015) și **Sentinel-2 B** (lansat pe 17 martie 2017), cu senzorul Multispectral Instrument (MSI); **Sentinel-1 A** (lansat la 3 aprilie 2014) și **Sentinel-1 B** (lansat pe 25 aprilie 2016) cu rezoluția spațială de până la 5-10 m;
- Date satelitare cu rezoluție spațială ridicată (30-100 m) din cadrul generației **Landsat-8**-senzorul Operational Land Imager (OLI), lansat în 11 februarie 2013;
- Date satelitare cu rezoluție spațială ridicată (30-120 m) din cadrul generației **Landsat-5**-senzorul Landsat Thematic Mapper (TM), lansat la 1 martie 1984;
- Date rezultate prin combinarea informațiilor obținute de la mai mulți senzori satelitari, cum ar fi:
 - ❖ produsul Temperatura la Suprafața Terestră (Land Surface Temperature-**LST**), distribuit de serviciul Copernicus și care este obținut din informațiile senzorilor: Meteorological Second Generation (MSG), Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES East) și Multi-Function Transport Satellite (MTSAT).
 - ❖ Umiditatea Solului (Soil Water Index-**SWI**), produs furnizat tot de către Copernicus, fiind obținut din combinarea de imagini satelitare radar: Sentinel-1 C și Metop ASCAT.

- ❖ produsul realizat de către National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), și anume Indicele de sănătate al vegetației (Vegetation Health Index- **VHI**), obținut din datele senzorului satelitar Advanced Very High Resolution –**AVHRR** și senzorul Visible Infrared Imaging Radiometer Suite – **VIIRS**.
- ❖ produsele realizate de Organizația Europeană pentru Exploatarea Sateliților europeni (EUMETSAT), se remarcă următoarele produse Meteosat Second Generation (**MSG**): Night Microphysics RGB, Dust RGB MSG-SEVIRI și MSG Water Vapor.

Pentru fiecare din senzorii satelitari menționați s-au procesat diferite seturi de date și produse, precizându-se caracteristicile cele mai importante ale acestora:

A. La nivelul datelor **MODIS** s-au utilizat următoarele produse:

- a) Produse cu rezoluția temporală de o zi și rezoluția spațială de 1 km pentru MOD11A1-specific platformei Terra și MYD11A1- caracteristic platformei satelitare Aqua (în cazul LST, utilizat în analiza valurilor de căldură); MOD09GA-de nivel L1B - este un alt produs satelitar MODIS, utilizat de exemplu pentru analiza fenomenului de ceață din ianuarie 2020.
- b) Produse sinteză de reflectanță, cu rezoluția temporală de 8 zile și rezoluția spațială de 500 m pentru MOD09A1 (pentru calculul indicelui Vegetation Condition Index – VCI) și 1 km la MOD11A2 (pentru obținerea indicelui Temperature Condition Index–TCI). Prin combinarea acestor produse de sinteză a rezultat indicele de sănătate al vegetației: Vegetation Health Index – VHI, care poate fi utilizat în analiza secetei. Trebuie menționat faptul că din produsul MOD09A1 s-a calculat și indicele de zăpadă diferenț normalizat (NDSI), mai precis extinderea stratului de zăpadă, iar din MOD11A2/MYD11A2 s-a extras indicele LST, analiza zăpezii și a temperaturii fiind esențiale în surprinderea tendinței de încălzire din zona montană din România.

B. Imaginile satelitare multispectrale de înalt rezoluție Sentinel-2

În cazul imaginilor satelitare Sentinel-2, acestea sunt obținute de către cei doi sateliți: **Sentinel-2 A** și **Sentinel-2 B**, având 13 benzi spectrale în vizibil, infraroșu apropiat (NIR) și infraroșu în unde scurte (SWIR), cu rezoluții spațiale de 10 m, 20 m și 60 m și o rezoluție temporală de 5 zile. Lățimea benzii de scanare este de 290 km, față de 185 km, cum este în cazul imaginilor Landsat.

Datele Sentinel-2 au fost utilizate în cazul analizei unor fenomene precum viscolul, grindina sau deflația eoliană din timpul primăverii din areale cu soluri nisipoase și vulnerabile eroziunii eolice.

C. Imaginile satelitare radar Sentinel-1

Sentinel-1 este un senzor SAR (Synthetic Aperture Radar) în bandă C cu o perioadă de revizitare de 6 zile (cu doi sateliți), cu ajutorul cărora sunt realizate două tipuri de produse de nivel 1 (Single Look Complex - SLC cu o rezoluție spațială de până la 5 m și Ground Range Detected - GRD cu rezoluție spațială de 10 m) și un produs de nivel 2: Ocean (OCN) cu componentele Ocean Swell Spectra (OSW) la rezoluția spațială de 1 km, respectiv Ocean Wind Fields (OWI) și Surface Radial Velocities (RVL) la 20 km (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-1-sar>). În cazul prezentei lucrării au fost utilizate doar datele de tip GRD, necesare în cazul fenomenului de ploaie înghețată din ianuarie 2019.

D. Imaginile satelitare multispectrale de înalt rezoluție Landsat-5 i Landsat-8

Referitor la datele satelitare **Landsat-5 TM** i **Landsat-8 OLI**, rezoluția spațial a acestora ajunge la 30 m, exceptând banda din pancromatic (15 m), iar cea temporal este de până la 16 zile. Imaginile satelitare Landsat au fost utilizate pentru a surprinde efectele viscolului i a deflației eoliene, respectiv fragmentarea terenurilor agricole.

Produse satelitare realizate de serviciul Copernicus

Referitor la produsul **LST** realizat de serviciul **Copernicus**, acesta are o rezoluție spațială de 5 km i rezoluție temporală de o oră, fiind utilizat în analiza valurilor de căldură, valurilor de frig, a ploii înghețate i a cizorilor. Datele orare zilnice LST au fost necesare pentru a obține valorile maxime zilnice, de pildă, cele din sezonul de vară (iunie-august) 2011-2019. De asemenea, din cauza acoperirii noroase, în cazul valurilor de frig s-a decis utilizarea datelor LST orare pentru a obține temperaturile maxime, minime i medii din timpul zilei.

În ceea ce privește indicele **SWI**, acesta este obținut zilnic, având o rezoluție spațială de 1 km, fiind procesat în cazul grindinei i ploii înghețate.

E. Produse realizate de către NOAA

În cazul produselor satelitare distribuite de NOAA se numără i produsul **VHI**. Acesta are o rezoluție spațială de 4 km și o rezoluție temporală de 7 zile, fiind obținut din datele radiometrului **Advanced Very High Resolution –AVHRR** (plasat la bordul sateliților cu orbită polară NOAA-7, 9, 11, 14, 16, 18 i 19) pentru perioada 1981-2012 i a senzorului **Visible Infrared Imaging Radiometer Suite – VIIRS** (plasat la bordul satelitului **Soumi-NPP**), în cazul perioadei 2012 - prezent.

F. Produse realizate de către EUMETSAT

Produsul **MSG Night Microphysics RGB** are o rezoluție spațială de 3 km i o rezoluție temporală de 15 minute, fiind compus din canalele spectrale **IR 3.9**, **IR10.8** i **IR12.0**, unde **Red** este reprezentat de diferența canalelor **IR12.0 – IR10.8**, valorile **Green** de diferența canalelor **IR10.8 – IR3.9**, iar **Blue** de **IR10.8**.

Produsul compozit **RGB Dust MSG-SEVIRI**, cu aceleași rezoluții spațio-temporale, precum cel menționat anterior, se bazează pe o combinație a benzilor spectrale în infraroșu de **8,7 μm**, **10,8 μm** i **12,0 μm**. Acest produs satelitar permite detectarea norilor de praf din deert, dar i tipul norilor din timpul zilei și nopții.

1.3.1.1.2. Date radar

Datele radar includ informații de reflectivitate obținute de la radarul de la Medgidia, pentru studiul grindinei din 20 iulie 2020. Măsurătorile efectuate cu ajutorul radarului meteorologic au o rezoluție spațială de **1 km x 1°** i rezoluție temporală de ordinul minutelor (ex. 6 minute).

1.3.1.1.3. Baze de date digitale

În categoria **bazelor de date** utilizate sunt incluse informații de tip:

a) Vector: granița României, limitele unităților administrativ-teritoriale (UAT), rețeaua hidrografică, sistemele de irigații, localitățile, limitele unităților fizico-geografice, limita regiunii de câmpie studiată (Câmpia Bărăganului), categoriile utilizării terenului extrase din **Corine Land Cover 1990, 2000, 2012, 2018**, baza de date Sistemul de identificare a parcelelor (**LPIS 2020**), solurile României la scara 1: 200 000, stațiile meteorologice, rețeaua rutieră etc.

b) Raster: model digital al terenului cu rezoluția spațială de 30 m, rezultat din interpolarea curbelor de nivel digitalizate de pe *Harta Topografică a României* la scara 1: 25 000,

model de teren la rezoluția de 10 m, rezultat din datele satelitare Sentinel 1 (realizat de Copernicus), *Harta României Meridionale* de la 1864 (util pentru cartografierea suprafețelor forestiere din Câmpia Bărăganului), *Harta geologică a R.S.R.*, scară 1: 200 000, grid-uri de temperatură, precipitații, grosime strat de zăpadă și viteză medie a vântului la 1 km rezoluție spațială (arhiva Administrației Naționale de Meteorologie), date ERA 5 (rezoluție spațială 25 km, respectiv 10 km) furnizate de European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), date privind viteza vântului, imagini Google Earth etc.

1.3.1.2. Date statistice

Datele statistice includ, în principal, date climatice de la stațiile meteorologice din regiunea de studiu sau din vecinătatea acestora. Pe lângă datele climatice au fost utilizate și informații furnizate de Institutul Național de Statistică cu privire la următoarele elemente: numărul de locuitori al populației pentru perioada 1992-2020, situația fondului funciar la nivel de localitate în anul 2014, producțiile agricole de culturi de grâu și porumb 2001-2019, respectiv datele Recensământului Agricol din 2010.

1.4.1.3. Diferite date preluate din surse bibliografice, web. De pildă, pentru situațiile sinoptice corespunzătoare valorilor de cîldură s-au folosit datele cu privire la presiunea la nivelul mării (hPa) furnizate de www.wetterzentrale.de sau topografia relativ H850-H 1000 (dmgp) din modelul realizat de către ECMWF.

1.3.2. Metode utilizate

Realizarea prezentei lucrări este bazată, în principal, pe utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice (SIG) și a teledetecției. Alături de acestea, un rol important revine următoarelor **metode**: metoda analizei, metoda comparației, metoda statistică (exemplu testul Mann-Kendall, funcția Pearson etc), metoda descriptiv-interpretativă, metoda sintezei etc.

1.3.2.1. Sistemele Informaționale Geografice (SIG)

SIG este acronimul denumirii în limbă engleză a Sistemelor Informaționale Geografice: Geographical Information Systems-**GIS**. Termenul de Sistem Informațional Geografic a primit numeroase definiții de-a lungul etapelor de dezvoltare pe care le-a parcurs. De exemplu, Șvulescu (1996) definea SIG ca fiind un „ansamblu de persoane, echipamente, programe, metode și norme, având ca scop culegerea, validarea, stocarea, analiza și vizualizarea datelor geografice”

1.3.2.2. Tehnici de teledetecție

Teledetecția este „domeniul tehnic care se ocupă cu detectarea, măsurarea, înregistrarea și vizualizarea sub formă de imagini, a radiațiilor electromagnetice, emise de obiecte și fenomene de pe Pământ sau din Univers, de la distanță, fără a avea contact direct cu acestea” (Mihai, 2008). Imaginile de teledetecție sunt rezultatul înregistrării și spursului spectral al obiectelor și fenomenelor din natură, în urma interacțiunii acestora cu radiația solară (sisteme de teledetecție pasivă) sau cu radiații generate artificial (sisteme de teledetecție activă). Zegheru și Albot, 1979; Alecu, 2008).

2. CÂMPIA B R GANULUI-CARACTERIZARE GENERAL

2.1. A ezarea i limitele geografice

Câmpia B r ganului este situat în sud-estul Câmpiei Române i constituie o important regiune agricol a rii, în special, în ceea ce prive te produc ia de cereale, fiind considerat „grâнарul României” (Figura 2.1).

Conform Posea i Badea (1984), respectiv *Geografia României* (2005), regiunea de studiu se încadreaz în urm toarele limite (Figura 2.1 i Figura 2.2):

- la sud i est, B r ganul este delimitat de Lunca Dun rii, a c rei l ime variaz de la 6-8 km în sectorul Mosti tea-C l ra i i 15 km în zona b l ilor Ialomi ei i Br ilei. Lunca Dun rii, prin tr s turile sale fizico-geografice, reprezint pentru B r gan i o limit climatic , diferen iindu-l de unit ile vecine: Podi ul Prebalcanic, în sud i Podi ul Dobrogean, în est.

- la nord, limita o constituie Lunca Buz ului i Lunca Siretului Inferior pân la confluen a cu Dun rea;

- spre vest, limita corespunde cu Lunca Arge ului de la confluen a cu Dâmbovi a pân la v rsare, apoi Dâmbovi a, Pas rea, obâr ia Mosti tei i S rata. Limita de vest urm re te, în general, interferen a dintre forma iunea vegetal de step i cea de silvostep .

Între aceste limite geografice, Câmpia B r ganului ocup o suprafa de 10.324 km², ceea ce reprezint aproximativ 4,3% din teritoriul României.

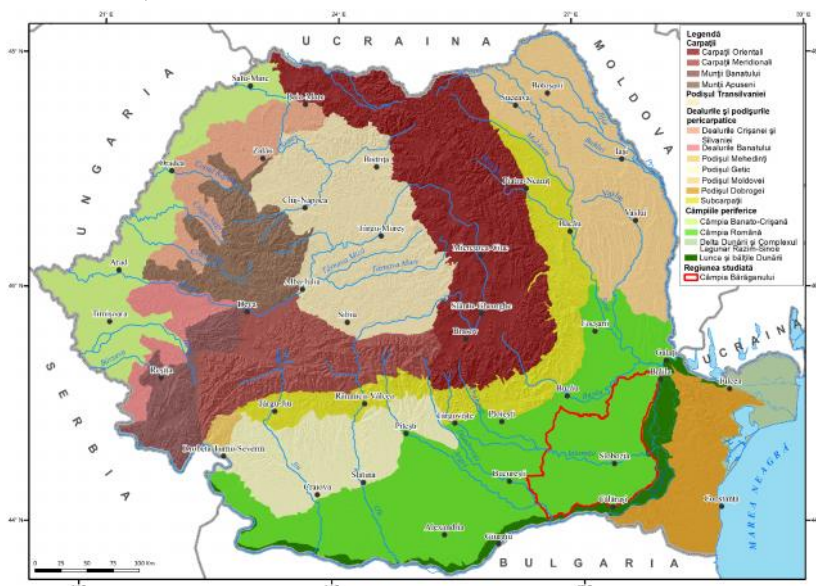


Figura 2.1. Localizarea zonei de studiu în raport cu poziția României (dup *Geografia României*, V, 2005)

2.2. Geologia i litologia

Câmpia B r ganului se suprapune pe Platforma Moesic peste care s-au acumulat depozite sedimentare, începând din cretacic i pân în Cuaternar. S-a format pe locul unui fost golf pliocen i este constituit în subsol din pietri uri, nisipuri i argile care au format stratele de Fr te ti (pleistocen inferior), nisipurile de Mosti tea i pietri urile de Colentina (pleistocen superior). Cele mai tinere straturi sunt de vârst cuaternar i sunt de origine lacustr , fluvial i eolian . Straturile de origine lacustr s-au format în urma retragerii lacului cuaternar. Cele de origine eolian se datoreaz vântului care a transportat cantit i importante de praf provenit din morenele formate de ghe arii din Europa nordic . În urma transportului i acumul rii acestui praf

s-au format depozite groase, denumite loess, cu grosimi de pân la 10-20 m în zona interfluviilor și teraselor (Banu, 1964; *Geografia Vii Dunării românești*, 1969; Bogdan, 1980).

2.3. Relieful

La nivelul Câmpiei Braganului se disting trei subregiuni fizico-geografice: Câmpia Brilei (Braganul de Nord), Braganul Ialomei (sau Braganul Central), Braganul Mostitei (sau Braganul de Sud), totuși există posibilitatea separării Câmpiei Mostitei de Braganul de Sud, ca o a patra subregiune. La rândul lor, fiecare subregiune geografică se împarte în alte unități de ordin inferior, având la bază, în general, criteriile geomorfologice (Figura 2.2).

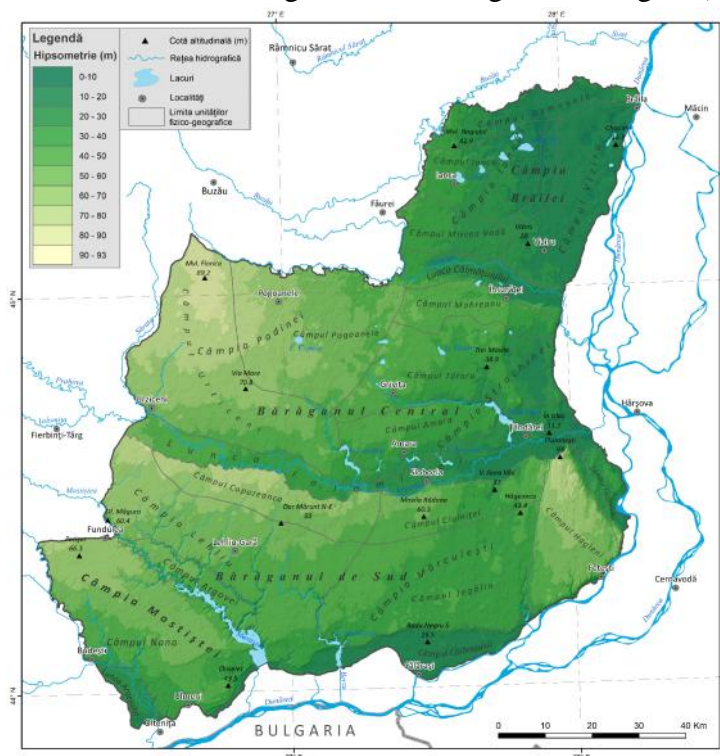


Figura 2.2. Hipsometria și unitățile fizico-geografice ale Câmpiei Braganului (limitele unităților fizico-geografice după Posea și Badea (1984); *Geografia României*, V, 2005)

Caracteristicile geomorfologice indică faptul că Braganul reprezintă cea mai tipică **câmpie tabulară** din țară, cu câmpuri interfluviale de 30-40 km lățime, cu un grad redus de fragmentare, fiind întrerupt de crotcuri și movile, respectiv de grosimea stratului de loess (*Geografia României*, V, 2005).

Cu toate că Braganul este o câmpie tabulară, prezintă totuși o relativă neuniformitate reprezentată de înclinări care tendința să fie spre sud-est, respectiv ondulări și contraste locale. Altitudinea medie este de **42 m**, în lățimea maximă atingând valoarea de **93 m** în Movila Platonești, Câmpul Hagieni, iar minimă altitudinală este de **5-10 m** în Câmpia Brilei, pe fundul Vii Ianca.

Câmpurile constituie tipul major de relief, fiind, în general, de origine fluvio-lacustră și acoperite cu un strat gros de **loess** (8-40 m). **Microrelieful** câmpurilor acoperite de loess este reprezentat de **crotcurile** care apar sub următoarele forme: gârșturi, padine, depresiuni lacustre și văluri de crotcuri. În categoria microreliefului natural se încadrează **dunele și depresiunile interdunare** dezvoltate pe **depozitele nisipoase eoliene**, dar și **grindurile** din lungul luncilor.

Trebuie precizat faptul că **dunele** sunt rezultate din activitatea îndelungată a **vânturilor de nord și nord-est**, astfel acestea au ridicat malurile drepte ale râurilor Buzău, Cîlmățui și Ialomița. Odată cu trecerea timpului, pe aceste dune s-au format solurile nisipoase, care au fost

acoperite cu p duri de salcâm, viț -de-vie și diferite culturi agricole, astfel încât dunele mobile se mai regăsesc doar local, de exemplu pe dreapta Cîmpei între localitățile Rușețu, Jugureanu, Ulmu sau la sud și est de comuna Zvoia (Bogdan, 1980; *Geografia României*, V, 2005).

Formele **micoreliefului antropic** sunt reprezentate sub forma movilelor sau gorganelor, respectiv diferitelor aspecte datorate lucrărilor de îmbunătățiri funciare (sisteme de irigații, iazuri și helee, lucrări de îndiguire a albiilor râurilor etc).

Procesele geomorfologice actuale sunt reprezentate, în general, de cîte trei procesele de tasare și sufoziune, dar la fel de importante sunt și deflația eoliană și procesul de colmatare din incintele de irigații-desecare-drenaj (*Geografia României*, I, 1983; Posea, 1989).

2.4. Rețeaua hidrografică

Rețeaua hidrografică din Câmpia Bîrganului este constituită din cinci râuri principale, dintre care patru sunt autohtone (Argeș, Ialomița, Cîmpei și Buzău) și unul autohton (Mostița), peste 15 râuri și pârâuri secundare, în general, autohtone (exemple: Argova, Fundata, Valea Lată, Sărat, Milotina, Jegaș etc), lacuri de origini diferite: lacuri de luncă (Bentu, Bataluri, Gura Vii etc), limane fluviatile (Iezerul Mostiței, Potcoavei, Fundata, Strachina etc), cele de cîmp (Târnuț, Colăea, Copaia, Ianca, Plopu, Movila Miresii etc) și apele freatice.

Râurile autohtone, prin suprafețele și pantele reduse, au favorizat stagnarea apei pe fundul vâlcilor și formarea lacurilor temporare, transformate ulterior în iazuri. Apele freatice au adâncimi de până la 5 m în luncile râurilor, 2-5 m în zona cîmpurilor, 5-15 m în majoritatea interfluviilor și chiar 30 m în zona nisipurilor eoliene (*Geografia României*, V, 2005).

2.5. Potențialul climatic

Caracteristicile climatice principale din Câmpia Bîrganului sunt influențate de poziția geografică în cadrul sectorului cel mai coborât din Depresiunea Carpato-Balcanică, în sud-estul Câmpiei Române, în apropierea fluviului Dunărea și la sud-est de Carpații de Curbur, la periferia principalilor centri barici (ciclonele mediteraneene, anticiclonele est-europene, anticiclonele azorice și anticiclonele scandinave), dar și de cîte trei caracteristicile relativ omogene ale suprafeței subiacente active (relief, râuri, lacuri, soluri, vegetație etc.). Acțiunea combinată a acestora generează o **climă temperat-continentală** cu influențe excesive, caracterizată printr-un grad ridicat de continentalism (Bogdan, 1980; *Geografia României*, V, 2005).

În interiorul Bîrganului, continentalismul presupune următoarele particularități: contraste mari de temperatură între iarnă (-2...-3°C în ianuarie și minime de până la -30°C) și vară (22-23°C în iulie și maxime de peste 40°C), cantități reduse de precipitații (400-500 mm/an, cu oscilații de la 200-300 mm în cazul anilor secetoși, la peste 700-800 mm în anii ploioși), viscoșități geruri-iarnă și invazii de aer fierbinte din est și sud-est care influențează încălzirea excesivă a suprafeței active în timpul verii, precum și perioade lungi de uscăciune și secetă.

Temperatura medie anuală aerului (1981-2010) la nivelul Bîrganului este de circa **11,2°C** și înregistrează contraste de la sud la nord, de la valori mai mari de 11,4°C (valoarea maximă de 11,7°C fiind în zona Cîmpii), valori influențate de apropierea Luncii Dunării, la valori mai mici sau egale de 11°C.

Maxima absolută termică înregistrată în Bîrgan, de asemenea, recordul termic pe ar, a fost de **44,5°C** la 10.08.1951, la ferma Ion Sion, comuna Râmnicelu (în nordul Bîrganului). Referitor la temperatura minimă absolută, aceasta a fost de -32,5°C și s-a

înregistrat la Arm se ti (în vestul B r ganului), în 24 i 25.01.1942 (*Geografia României*, V, 2005).

În cazul Câmpiei B r ganului, **umezeal relativ a aerului** prezint valori între 75-77%, urmate de cele din intervalul 62-75%, respectiv 77-80%, toate aceste valori indicând faptul c regiunea analizat beneficiaz de un regim higrometric normal. Referitor la **nebolozitatea medie** (1981-2010), la nivelul Câmpiei B r ganului se înregistreaz valori cuprinse între 5,3-5,5, respectiv 4,9-5,3 zecimi, fiind astfel una dintre regiunile cele mai senine din ar .

Câmpia B r ganului reprezint una dintre cele mai **secetoase regiuni** ale României, valorile medii anuale (1961-2000) ale indicelui de ariditate fiind în general cuprinse între 0,6-0,7, iar valorile evapotranspira iei medii anuale sunt de peste 700 mm (*Clima României*, 2008).

Durata i intensitatea fenomenelor de usc ciune i secet din Câmpia B r ganului cresc dinspre vest i sud-vest spre est i nord-est odat cu accentuarea gradului de continentalism (Bogdan, 1980). Durata, frecvența și intensitatea secetei sunt mai ridicate în jum tatea estic a B r ganului, unde i precipitațiile anuale sunt sub 450 mm.

Conform datelor medii multianuale (1981-2010), **precipita iile** scad de la vest spre est odat cu amplificarea gradului de continentalism, oscilând de la **417** la **580 mm**, iar media anual este de 480 mm, ceea ce este considerat ca fiind un regim pluviometric moderat secetos.

În Câmpia B r ganului, **vânturile** se dezvolt sub ac iunea principalilor centri barici (ciclonele mediteraneene, anticiclonele siberian, anticiclonele azoric, anticiclonele scandinav etc.).

Având în vedere faptul c suprafa a mare i relativa omogenitate a suprafe ei active a B r ganului nu constituie un impediment în calea vânturilor, viteza i frecven a acestora pe direc ii este influen at considerabil de cele dou obstacole laterale (Carpa ii cu Subcarpa ii de Curbur în nord-vest i Podi ul Dobrogei, în special Mun ii M cin, în est).

În partea vestic a B r ganului, vânturile dominante sunt cele de **nord-est** (25-28%) i **sud-vest** (12-20%), acest fapt datorându-se Curburii Carpatice (Ion-Bordei, 1988), în timp ce în partea estic sunt cele de nord (14-24%) i nord-est (10-27%).

Datorit pozi iei geografice, particularit ilor de relief i celor de vegeta ie (lipsa p durilor care s împiedice înaintarea pe direc ie i intensificarea vitezei vântului la nivelul solului), **vitezele medii anuale** sunt cuprinse între **3-4 m/s** în jum tatea estic a Câmpiei B r ganului, în special la nivelul câmpurilor interfluviale, pe când în partea vestic se înregistreaz valori ceva mai mici, **2-3 m/s**.

2.6. Vegeta ia i fauna

B r ganul este un câmp care a fost mult vreme un pustiu, care deservea ca loc de ascunz toare pentru animalele s lbatice, precum i de loc de refugiu i lupt al diferitelor popoare care au trecut sau chiar ocupat teritoriul stepii, la nivelul c ruia predominau asocia iile de p iu /negar (*Festuca valesiaca*) i colilie (*Stipa capillata*). Suprafe ele agricole s-au extins în special dup des elenirea stepii primare i defri area p durilor din zona de step i silvostep .

Referitor la condi iile pedoclimatice i de relief, vegeta ia natural primar i fauna din Câmpia B r ganului corespund regiunilor biogeografice de **step** (partea de est a B r ganului) i **silvostep** (partea de vest a B r ganului). În prezent, vegeta ia natural de odinioar mai ocup foarte pu ine suprafe e, deoarece pa jile naturale de stepa i rari tile de silvostep au fost des elenite, iar p durea, defri at , în detrimentul culturilor agricole.

Fauna din Câmpia B r ganului este specific celor dou zone de vegeta ie: stepa și silvostepa. Aceasta este puțin variat i, pe m sur ce stepa a fost arat , s-a redus i ca num r.

Cele mai reprezentative animale din ambele zone de vegetație sunt **roz toarele**, dintre acestea afirmându-se popândul (*Citellus citellus*), hârciogul (*Cricetus cricetus*), oarecele de step (*Sicista subtilis*), oarecele de câmp (*Microtus arvalis*).

2.7. Solurile

La nivelul B r ganului se remarc o larg r spândire a **cernisolurilor** (soluri, în general, cu o textur mijlocie, dezvoltate pe depozite loessoide), iar ca tip genetic de sol predomin cernoziomul tipic care prezint un grad ridicat de fertilitate (Figura 2.3). Câmpiile Mosti tei i a B r ganului de Sud sunt dominate în propor ie de circa **95%** de cernisoluri, în timp ce în celelalte dou subunit i (B r ganul Central, Câmpia Br ilei), propor ia atinge valori de 82-85%.

Psamosolurile i cernoziomurile cambice (cu textur nisipoas sau în combina ie de nisip i lut) de pe malurile drepte ale râurilor Ialomi a, C lm uii Buz u sunt afectate de eroziunea eolian /defla ie din cauza rezisten ei slabe a solurilor la ac iunea vântului (Fig. 2.4). În cadrul Câmpiei B r ganului predomin textura mijlocie de tip **lutoas** (56%), urmat de cea fin de tip lutoargiloas (30%), fiind evident deosebirea între partea vestic a B r ganului, unde se remarc textura argiloas i partea estic , unde textura lutoas este majoritar .

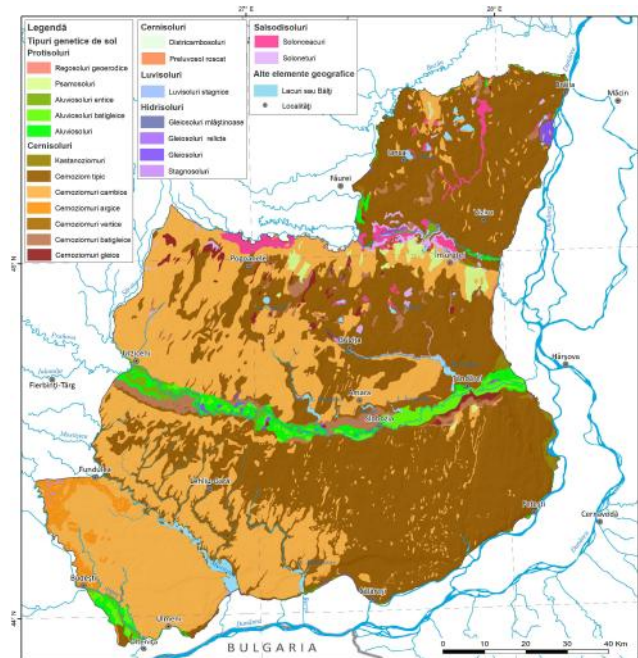


Figura 2.3. Tipurile genetice de sol din Câmpia B r ganului (prelucrare după Harta solurilor, scara 1: 200 000, ICPA, 1994)

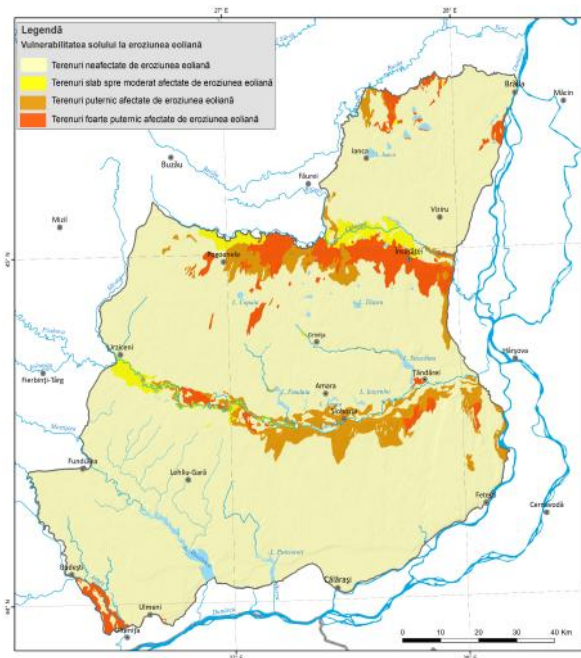


Figura 2.4. Vulnerabilitatea solurilor la eroziunea eoliană

În Câmpia B r ganului, vulnerabilitatea la procesele de destructurare prin intermediul **eroziunii eoliene** se manifestă diferit, textura solului având un rol deosebit, astfel încât solurile cu o textur lutonisipoas , nisipoas sau în combina ii între lut i nisip reprezint suprafe e cu risc de degradare (Vrînceanu, 2011).

Desprinderea i transportul particulelor fine de către vânt, specifice eroziunii eoliene, poart denumirea de **deflație** (B lteanu, 1984), process vizibil evident încă din 1987 din analiza temporală a imaginilor satelitare în combinații culori naturale (Figura 2.5).

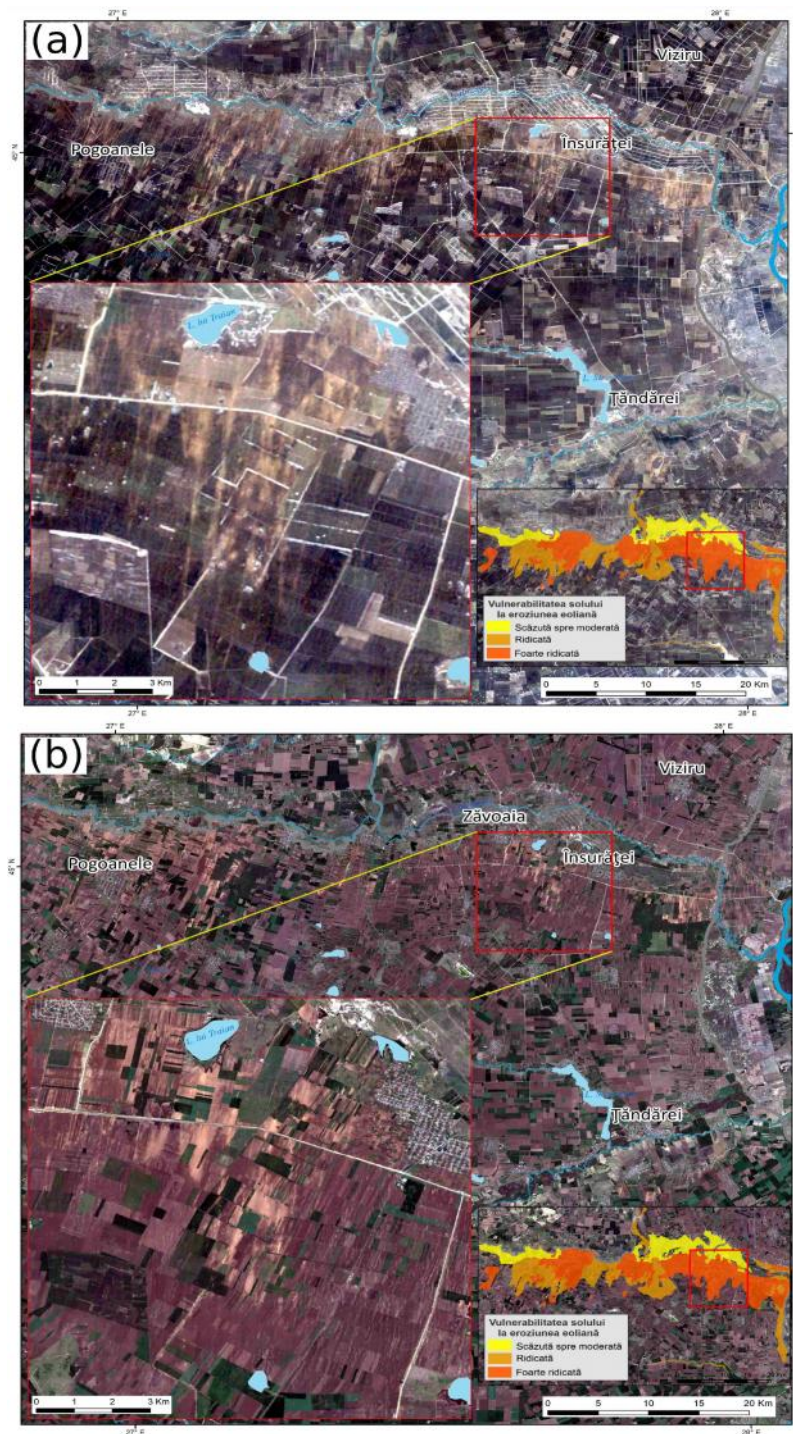


Figura 2.5. Eroziune eoliană surprinsă din: (a) Landsat-5 (a: 27.02.1987); (b) Sentinel-2 (16.03.2020)

3. MODIFICĂRILE UTILIZĂRII TERENURILOR ÎN CÂMPIA BĂRLANULUI

3.1. Principalele modificări ale utilizării terenurilor în Câmpia Bărlanului în perioada postcomunistă

Cuvertura terestră (Land Cover) constituie starea biofizică a suprafeței terestre și face referire la învelișul biotic și cel al solurilor, microrelieful, hidrografia și aezările antropice (Bălteanu și Ierban, 2005). **Utilizarea terenurilor (Land Use)** se referă la modul în care societatea umană folosește, cu un anumit scop, cuvertura terestră (exemplu: agricultura,

silvicultura, mineritul), modificând astfel particularitățile biofizice ale acestora (Di Gregorio și Jansen, 1997). **Conversia și modificarea** reprezintă schimbări cumulative care pot afecta factorii de mediu (pedosfera, biosfera, hidrografia, atmosfera) la nivel local și regional, iar prin acumulare, la nivel global, determină degradarea mediului înconjurător (Bălteanu și Șerban, 2005; Bălteanu, 2020).

În Câmpia Bărăganului, modificări numeroase în modul utilizării terenurilor s-au produs după anul 1990, datorită schimbării regimului comunist în înlocuirea acestuia cu unul democratic. Factorii declanșatori ai acestor schimbări pot fi considerați: politici și instituționali, economici și tehnologici, demografici, precum și naturali (Popovici, 2010).

Pentru a identifica și analiza principalele modificări ale utilizării terenurilor din perioada postcomunist /postsocialist s-a utilizat baza de date Corine Land Cover (CLC), în special pentru anii 1990 și 2018.

Conform rezultatelor **CLC 2018** (Figura 3.1), terenurile agricole din Bărăgan reprezintă 90%, arabilul ocupând circa 82% din suprafața agricolă, fiind urmat de pășuni cu 4%.

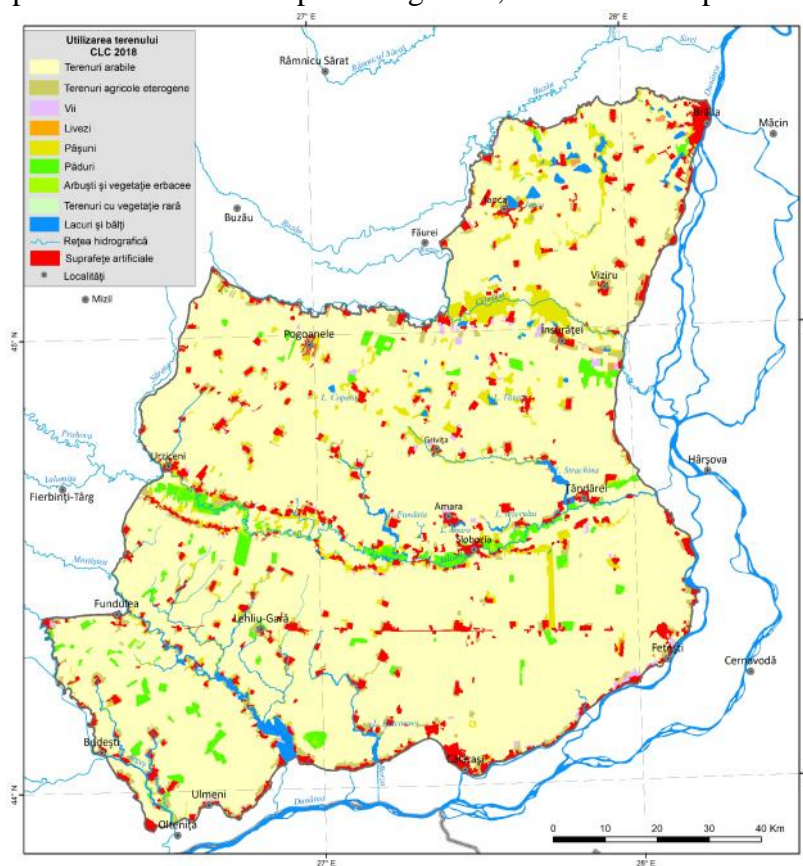


Figura 3.1. Utilizarea terenurilor în Câmpia Bărăganului (sursa date: CLC 2018)

Pe baza informațiilor CLC din anii 1990, 2000, 2006, 2012 și 2018 se poate observa dinamica utilizării terenurilor (Tabelul 3.1, Tabelul 3.2), printre cele mai semnificative schimbări remarcându-se reducerea suprafeței viticole (de la 1,22% în 1990 la 0,50%), extinderea pășunilor (de la 1,75% în 1990 la circa 4% în 2018), respectiv câștigarea de teren agricol din arealele de mlaștini, baltă. Totodată, de-a lungul perioadei analizate, se pot observa următoarele aspecte: predominarea terenurilor arabile (peste 80% din suprafața totală), creșterea redusă a suprafeței artificiale, a terenurilor agricole eterogene și a pădurilor, reducerea ponderii livezilor, respectiv a terenurilor ocupate cu arbuști și vegetație erbacee etc.

Tabelul 3.1. Ponderea (%) tipurilor de utilizare a terenurilor din Câmpia B r ganului: 1990-2018

Clase utilizare teren	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC 2012	CLC 2018
Suprafe e artificiale	5,89	5,90	6,01	6,02	6,03
Terenuri arabile	83,96	84,22	82,05	82,10	81,82
Vii	1,22	0,91	0,66	0,67	0,50
Livezi	0,13	0,10	0,22	0,22	0,12
P uni	1,75	1,69	4,10	4,06	3,99
Terenuri agricole eterogene	2,46	2,61	2,62	2,62	3,08
P duri	2,44	2,52	2,49	2,49	2,59
Arbu ti i vegeta ie erbacee	0,27	0,19	0,13	0,13	0,21
Terenuri cu vegeta ie rar	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
Mla tini/b l i	0,50	0,49	0,31	0,31	0,33
Râuri, lacuri	1,35	1,35	1,37	1,37	1,33

Tabelul 3.2. Suprafe ele câ tigate/pierdute în Câmpia B r ganului: 1990-2018

Clase utilizare teren	Suprafe e câ tigate/pierdute (ha)				
	1990-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018	1990-2018
Suprafe e artificiale	61,25	1.213,35	47,35	107,52	1.429,46
Terenuri arabile	2.726,46	-22.394,21	488,60	-2.913,11	-22.092,26
Vii	-3.248,99	-2.526,20	99,47	-1.734,35	-7.410,07
Livezi	-286,61	1.233,02	8,23	-1.009,10	-54,47
P uni	-622,13	24.870,44	-470,30	-719,03	23.058,98
Terenuri agricole eterogene	1.482,96	108,00	8,44	4.773,79	6.373,18
P duri	832,57	-296,59	-51,57	1.093,35	1.577,75
Arbu ti i vegeta ie erbacee	-778,65	-640,45	-9,04	875,68	-552,46
Terenuri cu vegeta ie rar	-0,05	-19,56	0,22	-297,25	-316,65
Mla tini/b l i	-167,35	-1.836,50	-6,87	186,56	-1.824,16
Râuri, lacuri	0,47	288,47	-65,19	-413,22	-189,47

Pe baza tipurilor de utilizare a terenurilor extrase din baza de date CLC 1990, respectiv CLC 2018, s-a stabilit faptul c doar **8%** din suprafa a B r ganului a suferit modific ri în urma procesului de **conversie** dintr-o clas de utilizare în alta (Figura 3.2). Majoritatea schimb rilor, neuniforme la nivel spa ial, au survenit la nivelul terenului arabil neirigat (circa 28.000 ha), acesta a înregistrat i cele mai mari pierderi de suprafa , în detrimentul p unilor care au câ tiganat cel mai mult (aproximativ 30.000 ha). Majoritatea terenurilor afectate de conversie sunt în B r ganul Central, iar cele mai pu în modificate sunt în Câmpia Mosti tei.

La nivelul Câmpiei B r ganului majoritatea proceselor de-a lungul perioadei 1990-2018 au fost **extensificarea agriculturii**: conversie între categoriile agricole, de la o clas superioar (arabil i culturi permanente-vii i livezi) la una inferioar (p uni i zone agricole eterogene: zone, în principal, agricole, pres rate cu p uni, p duri, mla tini, corpuri de ap , teren gol etc. cu (57,3% din suprafa a total de 58.104,39 ha) i **intensificarea agriculturii**: conversie între categoriile agricole, de la o clas inferioar (exemplu: vii, p uni naturale) la cea superioar (teren arabil), respectiv conversia din terenuri naturale (cu excep ia p durii) în terenuri agricole cu (25,8%) (Figura 3.3). La nivelul **solurilor vulnerabile eroziunii eoliene**, procesele ap rute în

urma modific rilor utiliz rii terenurilor în perioada 1990-2018 reprezint circa 15%, ocupând o suprafa de 19.086,98 ha din totalul suprafe ei vulnerabile de 130.450 ha (Figura 3.4).

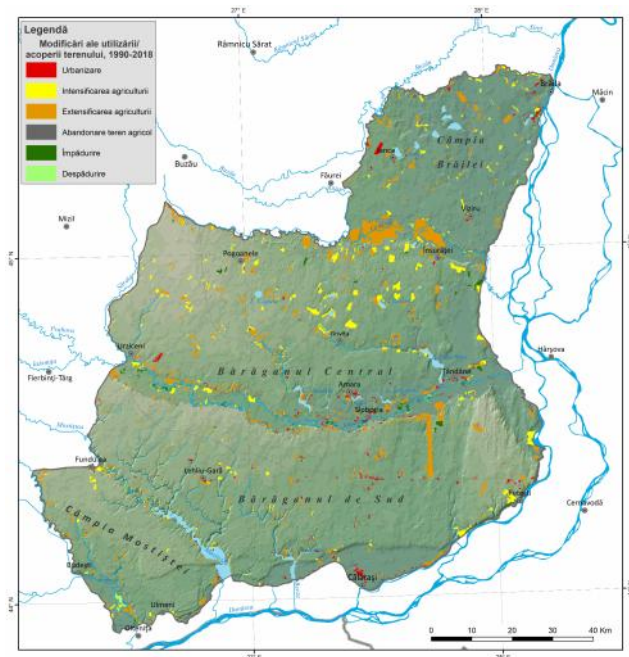


Figura 3.2. Procesele ap rute în urma modific rilor utiliz rii terenurilor, 1990-2018

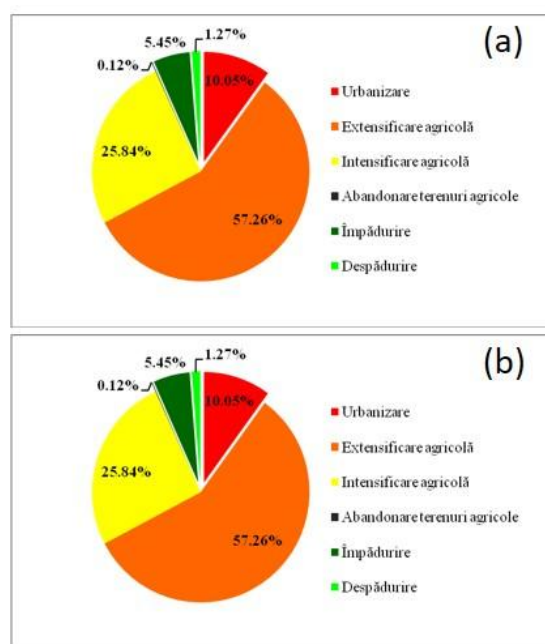


Figura 3.3: (a) Ponderea proceselor ap rute în urma schimb rilor utiliz rii terenurilor (1990-2018); (b) Ponderea proceselor ap rute în urma schimb rilor utiliz rii terenurilor (1990-2018) la nivelul solurilor vulnerabile eroziunii eoliene

3.2. Fragmentarea terenurilor agricole din Cîmpia B r ganului

În Cîmpia B r ganului, pe lângă practicile agricole inadecvate i intensificarea fenomenelor meteorologice extreme, **fragmentarea** excesiv a terenului are o influenț semnificativ asupra productivit ii terenurilor agricole (IGAR, 2014; Sima i colab., 2015).

Conform **recens mântului agricol 2010**, în jude ele din Cîmpia B r ganului exist 187.260 de ferme agricole, dintre care 99% sunt ferme individuale care au utilizat peste 31% din suprafața agricol total , cu o suprafaț medie agricol / ferm individual de 1,8 ha.

Referitor la **tipul de proprietate**, 38% din suprafața agricol total utilizat este în proprietatea fermierilor, urmează arenda cu 35%, în timp ce contractul de închiriere reprezint doar 8% (Figura 3.4).

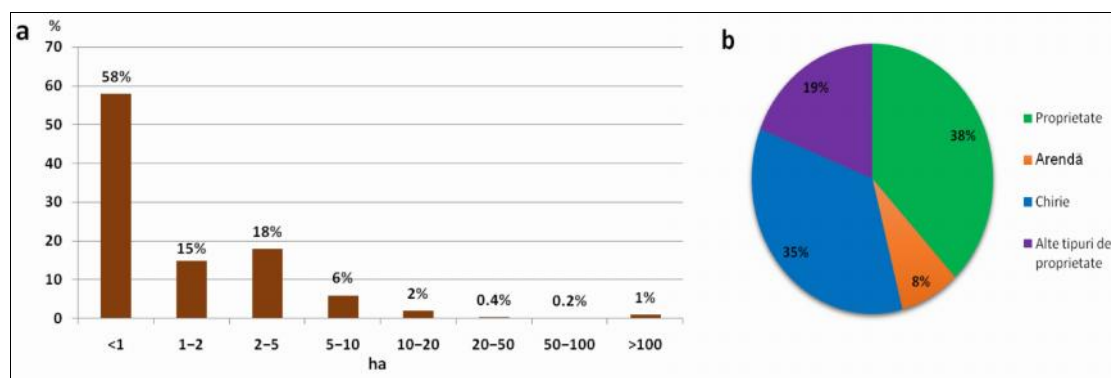


Figura 3.4. Dimensiunea spatial (a) i tipul de proprietate (b) al terenurilor din Cîmpia B r ganului (Sursa: Recens mântului agricol 2010)

Fragmentarea terenurilor agricole poate fi surprinsă și prin intermediul imaginilor satelitare cu rezoluție spațială ridicată: Landsat-5 TM, Landsat-8 OLI, Sentinel-2 (Dogaru și colab., 2019). Dacă în anul 1988, terenurile agricole împărțite în parcele cu dimensiuni mai mari de 50 ha reprezentau 45% din arealul de studiu din Brganul Central, în 2010, acest tip de parcele nu constituiau decât 10%, fragmentarea terenurilor fiind foarte evidentă. În anul 2018 se observă o ușoară diminuare a gradului de fragmentare în partea de vest a arealului studiat, parcelele cu dimensiuni mai mici de 5 ha începând să fie comasate (Figura 3.5).

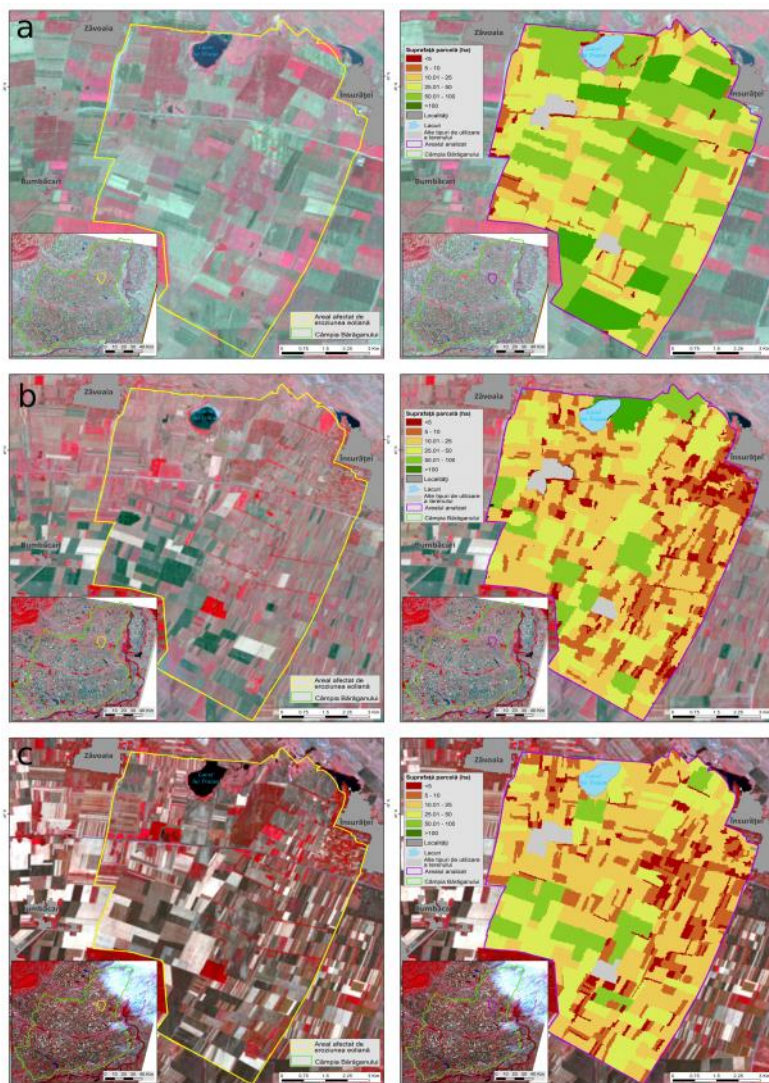


Figura 3.5. Fragmentarea terenurilor
(Landsat 5 din : a) 10.11.1988; b) 22.09.2010; Landsat 8 din: c) 13.10.2018)

4. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE TEMPERATURA AERULUI

Fenomenele legate de temperaturile ridicate, respectiv sc zute, precum valurile de căldură și valurile de frig, au fost cercetate pe larg în ultimele decenii ca o componentă problematică a schimbărilor climatice. Hazardele climatice cu referire la temperatură au un rol deosebit, deoarece acestea acționează în general la scară largă și au un impact major asupra mediului înconjurător și societății (Croitoru, 2014; Croitoru și colab., 2018).

4. Fenomenele meteorologice periculoase din timpul sezonului cald

-Valurile de c ldur –

4.4.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact)

Valurile de c ldur reprezint fenomene atmosferice de risc care afecteaz negativ societatea i mediul înconjur tor.

Echipa de lucru OMM (2018) recomand utilizarea urm toarei defini ii pentru valul de c ldur : *o perioad de vreme neobi nuit de cald (temperatura zilnic medie, maxim i minim) care persist cel puin trei zile consecutive în timpul sezonului cald al anului, fiind observat pe baza datelor locale climatologice (ob inute de la sta iile meteorologice), care înregistreaz dep irea unor anumite praguri termice.*

Valurile de c ldur sunt definite, în general, pe baza persisten ei valorilor termice diurne i nocturne ridicate. Întrucât nu exist o valoare a temperaturii care s defineasc c ldura extrem , valurile de c ldur se definesc în strâns leg tur cu climatul local. Meteorologii consider c aceste tipuri de episoade caniculare sunt, în general, asociate cu particularit i atmosferice anticiclonice i se caracterizeaz prin perioade îndelungate cu cer senin i temperaturi ridicate în stratul de lâng suprafaa terestr (Barriopedro i colab., 2011).

Imaginile satelitare în infraro u termic (TIR) pot fi utilizate pentru determinarea amplitudinilor termice diurne ale suprafeei terestre, pentru a estima stresul termic i pentru a sprijini sistemul de alert în cazul s n t ii popula iei. Valurile de c ldur au fost analizate de numero i cercet tori care au utilizat valorile indicelui LST, calculat din datele satelitare, ob inute de diver i senzori satelitari (exemple: datele **Landsat** în studiile realizate de Buscail i colab. (2012); **MODIS** în studiile realizate de Zaitchik i colab. (2006); Zoran i colab. (2011); Gusso i colab. (2014); **NOAA-AVHRR** în studiile realizate de Dousset i colab. (2011) etc.).

În **România**, valurile de c ldur pot fi generate de advec iile de aer tropical care determin abateri pozitive mari ale temperaturii aerului fa de normele climatologice, iar uneori chiar înregistrarea de noi recorduri termice (Dima i colab., 2016). În ceea ce prive te gradul de vulnerabilitate la valurile de c ldur , România este predispus la astfel de riscuri climatice atât din cauza pozi iei sale geografice, cât i particularit ilor de relief.

În zona temperat , valorile cele mai mari de temperatur se înregistreaz de la jum tatea lunii iunie i pâ n spre sfâr itul lunii august. În cazul intervalelor în care temperaturile sunt ridicate atât noaptea, cât i ziua, iar amplitudinea termic dintre noapte i zi este redus , este vorba despre **canicul** în **România**, temperaturile maxime diurne atingând sau dep ind **35°C**, iar valorile maxime nocturne fiind în jurul a **20°C** sau chiar peste acest prag. În momentul în care canicula persist mai multe zile consecutive i simultan în mai multe regiuni (adesea chiar i în mai multe ț ri), se poate vorbi clar despre un val de c ldur (M r oiu, 2015; Dima i colab., 2016).

Potrivit modelului conceptual al **Centrului Na ional de Prognoz Meteorologic** , în România, valurile de c ldur se produc cel mai mai frecvent din cauza advec iilor de aer cald tropical, de origine continental , fie dinspre nordul Africii, în cazul extinderii spre continentul european a dorsalei nord-africane, fie dinspre Arabia, în cadrul deplas rii depresiunii barice arabe spre partea estic i central-estic a Europei (Dima i colab., 2016).

Pentru analiza valurilor de c ldur de la nivelul României s-au utilizat i produsele satelitare: **LST** i emisivitate, ob inute din datele satelitare **MODIS**. Acurate ea produsului este de **1°K** în condi ii de cer senin. Trebuie men ionat c indicele LST difer de temperatura aerului,

deoarece uscatul se încalzește și se răcește diferit decât aerul. Astfel apar **diferențe** între valorile înregistrate la stațiile meteorologice și cele satelitare, ca urmare a:

- nivelului la care temperatura este înregistrat (2 m față de sol la stația meteorologică și prima suprafață de contact întâlnit de senzorul satelitar: coronamentul pământului, vegetației, acoperișul clădirilor, suprafața solului etc.);
- caracteristicilor suprafețelor de contact (teren gol, asfalt, culturi agricole etc.);
- orelor diferite de înregistrare a datelor de către satelit față de ora de măsurare a temperaturii maxime la stațiile meteorologice.

4.1.1. Studiu de caz: valurile de căldură din vara anului 2007

De-a lungul sezonului cald al anului 2007, teritoriul țării a fost traversat de valuri de căldură succesive. Primul interval canicular s-a desfășurat între **19 și 27 iunie**, cu temperaturi maxime de peste **35°C** (valoarea pragului de canicular în România), separat de doar două zile în care nu s-a atins această valoare, respectiv în 21 și 24 iunie.

Acest val de căldură a prezentat intensitatea maximă în ziua de 26 iunie, când s-au înregistrat 41,9°C la Giurgiu, 41,6°C la Turnu Măgurele, 41,3°C la Calafat, 41,1°C la Bilești și 40°C la București-Afumași. În ceea ce privește Indicele Temperatură - Umezeală (ITU), acesta a atins un nou record al lunii iunie, de 87,7 unități, față de vechiul record de 86,1 unități, înregistrat în luna iunie a anului 2000.

Cel mai sever val de căldură din 2007 a fost în intervalul **15-25 iulie**, când dorsala anticlonului nord-african a dominat zilele în jurul sudului și sud-estului continentului european, fapt ce a permis aerului fierbinte continental tropical să traverseze Marea Mediterană și să afecteze Italia și întreaga Peninsulă Balcanică cu teritoriile învecinate, timp de peste 10 zile consecutiv.

În contextul intensificării treptate a valului de căldură, în data de 23 iulie 2007, Administrația Națională de Meteorologie a emis, pentru ziua de 24 iulie, o avertizare meteorologică cu pragul cel mai înalt, și anume **cod roșu**, prima de acest gen emisă în România în timpul sezonului cald al anului, vizând temperaturi de peste 40°C pentru o serie de județe din sudul țării (Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu și Ilfov).

În data de **24 iulie**, temperaturile maxime înregistrate la stațiile Calafat (44,3°C), Bechet (44,2°C), Moldova Nouă și Bilești (44,0°C) constituie valori termice mai ridicate decât anteriorul record absolut al lunii iulie, care a fost de 43,5°C și s-a înregistrat la Giurgiu în data de 5 iulie 2000 (Figura 4.1). Trebuie subliniat faptul că noul record termic maxim absolut pentru luna iulie, de 44,3°C de la stația Calafat se situează cu doar 0,2°C sub maxima absolută din România, înregistrată în 10 august 1951, la ferma Ion Sion din localitatea Râmnicelu, Brila.

În Câmpia Brăganului, aflat sub avertizarea meteorologică cod portocaliu de temperaturi ridicate (de peste 35°C), temperatura medie maximă a aerului din data de 24 iulie 2007 a fost de 40,5°C, în timp ce media pe țară a atins valoarea de 37,2°C. La nivelul stațiilor meteorologice din Câmpia Brăganului, valoarea termică maximă de peste 40°C a fost atinsă la stațiile: Oltenița (41,1°C), Slobozia (41,1°C), Urziceni (41°C), Grivița (40,4°C), exceptând doar stațiile Brila (39,2°C) și Fetești (40°C).

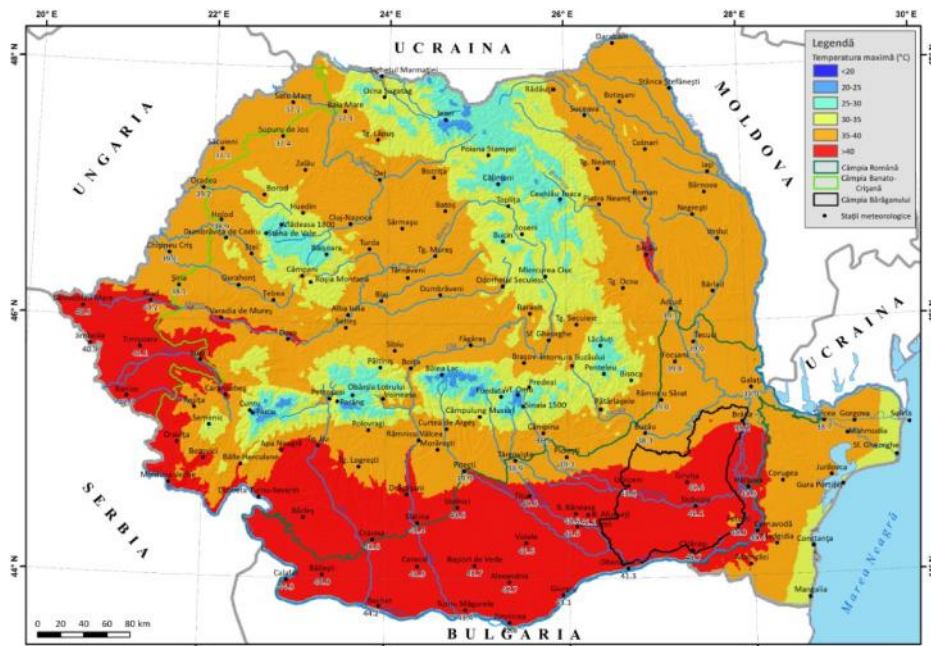


Figura 4.1. Temperaturile maxime înregistrate în 24 iulie 2007
(Sursa date: arhiva ANM)

Imaginile satelitare, obținute la orele 10:30-12:10 UTC, subliniază prezența temperaturilor cu valori de peste 40°C în partea de sud și est a țării (Figura. 4.2), la fel ca în cazul valorilor termice măsurate la stațiile meteorologice. În Câmpia Bărăganului, valoarea medie LST a fost de 47°C , cu $6,5^{\circ}\text{C}$ mai mare față de temperatura aerului.

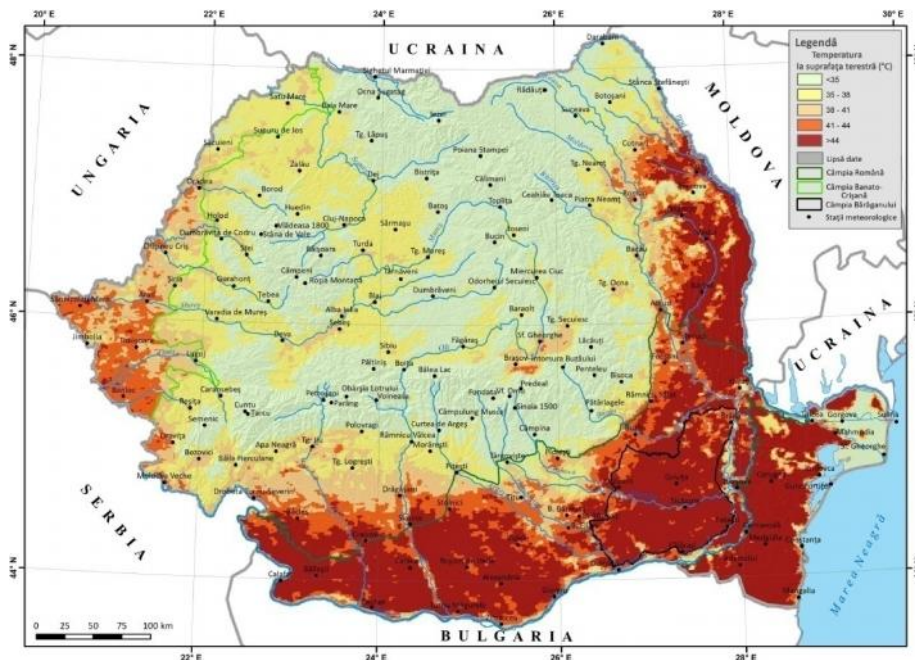


Figura 4.2. Temperatura la suprafața terestră (LST) în data de 24 iulie 2007, intervalul orar 10:30-12:10 UTC

4.1.2. Studiu de caz: valorile de cîldură din luna august 2012

Cele mai mari temperaturi din vara 2012 s-au înregistrat în luna august în aproape toate regiunile țării; chiar și în București s-a atins un nou record pentru luna august, $41,5^{\circ}\text{C}$, fiind astfel doborât vechiul record de $41,1^{\circ}\text{C}$, stabilit la stația meteorologică Filaret, în august 1945.

În luna august 2012, Administrația Națională de Meteorologie a emis **8 mesaje** privind manifestări extreme ale vremii, dintre acestea, două mesaje au fost informări meteorologice, 4

atenționări cod galben și două avertizări cod portocaliu. Cele două **avertizări cod portocaliu** au fost emise pentru persistența și intensificarea caniculei. Prima avertizare cod portocaliu preciza temperaturi maxime, frecvent de 38-40°C în estul și sudul țării și izolat de 41-42°C în Câmpia Română, pentru zilele de **6 și 7 august**.

Conform estimărilor meteorologilor, a doua avertizare cod portocaliu din intervalul 23-26 august a vizat în special regiunile sudice și vestice ale țării, unde temperaturile maxime urmau să fie frecvent între 38 și 41°C, iar în Lunca Dunării să se înregistreze izolat și 42°C.

În prima decadă a lunii august, circulația aerului s-a realizat din sectorul sud-vestic, canicula afectând majoritatea zonelor de câmpie ale țării, unde s-au consemnat frecvent valori de 35°C. Valul de căldură s-a intensificat ulterior și s-a extins peste toate regiunile de câmpie, dealuri și podișuri, mai ales în sud și est, unde s-au depășit frecvent valori termice de 40°C în 7 august (Figura 4.3). Astfel, au fost înregistrate **36 de noi recorduri lunare** la stațiile meteorologice din sudul și estul țării (exemple: 43,5°C la Giurgiu, 41,5°C la București-Filareți și Oltenița, 41,4°C la Grivița, 41,0°C la Titu și Hârlova, 40,9°C la Botoșani, 40,7°C la Râmnicu Vâlcea, 40,5°C la Ploiești, 40,1°C la București-Afumași, Brăila și Medgidia, 39,6°C la Slatina etc.).

Temperatura maximă medie a aerului din Câmpia Bărăganului a fost în 7 august în valoare de 40,9°C, cu 5,7°C mai ridicată, spre deosebire de valoarea maximă medie de 35,2°C, înregistrată la nivelul României.

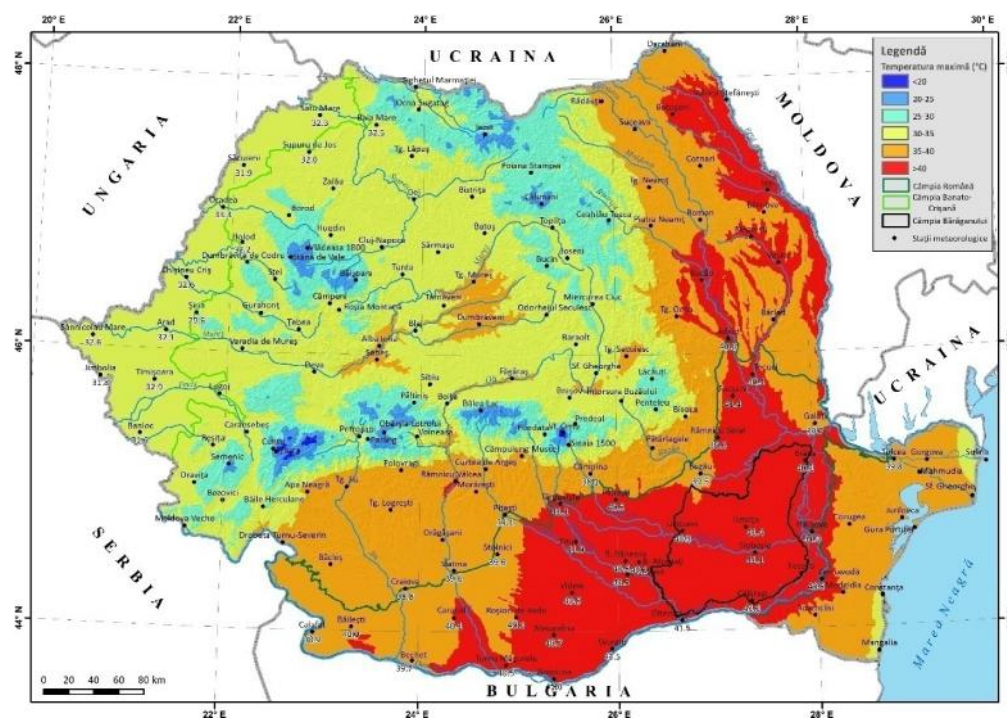


Figura 4.3. Temperaturile maxime înregistrate în 7 august 2012
(sursa date: arhiva ANM)

Din datele satelitare, s-au înregistrat temperaturi mai mari de 44°C în regiunile din sud și est și izolat în centrul țării (Figura 4.4). La nivelul Câmpiei Bărăganului, valorile de temperatură la nivelul suprafeței terestre au fost de peste 44,3°C, media fiind de 49,8°C, cu 10,5°C mai mult față de media pe țară.

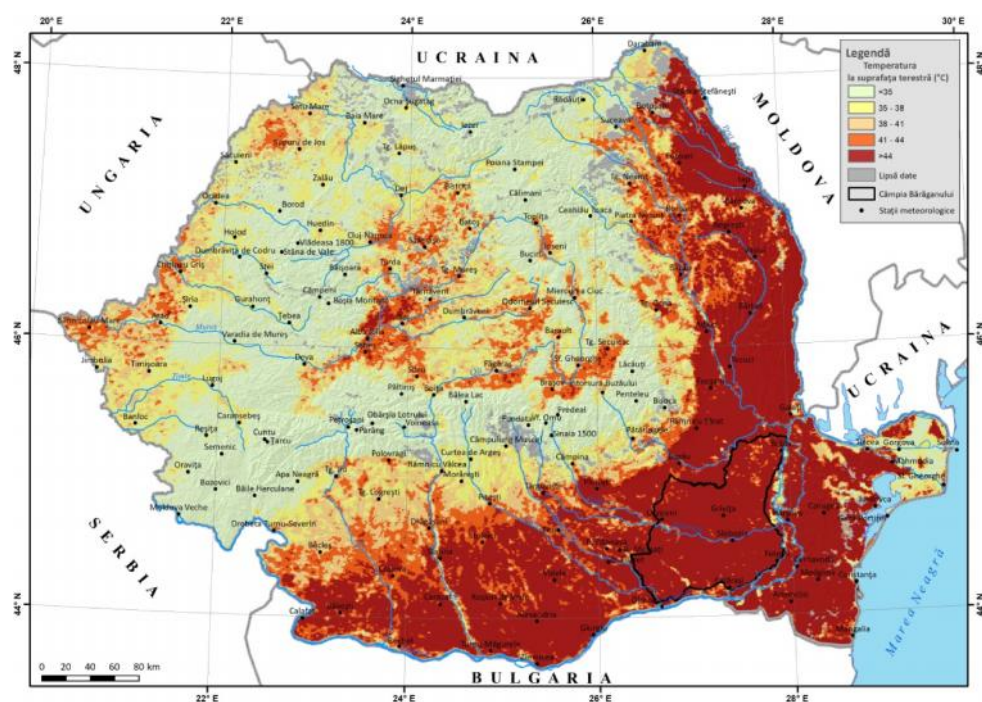


Figura 4.4. Temperatura la suprafața terestră (LST) în data de 7 august 2012, ora 11:15 UTC

A adară, **datele i produsele satelitare** sunt de un real folos pentru evidențierea extinderii spațiale și intensității valurilor de căldură, având principalul avantajul de a oferi o imagine de ansamblu, spre deosebire de datele măsurate punctual la stațiile meteorologice.

4.2. Fenomenele meteorologice periculoase din timpul sezonului rece – Valurile de frig –

4.2.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Valul de frig, (denumit în engleză, în general, drept **cold waves**), mai este cunoscut în unele regiuni sub denumirea de **cold snap** sau **cold spell**¹. Indiferent de denumirea sub care este cunoscut, valul de frig este un fenomen meteorologic caracterizat de o schimbare deosebită a aerului. Acesta poate fi asociat cu o vreme periculoasă, cum ar fi înghețul.

Conform ghidului elaborat de OMM (2018), **valul de frig** este un fenomen meteorologic caracterizat, în general, de o scădere bruscă a temperaturii aerului în apropierea suprafeței terestre, care determină valori extreme de scăzute, o creștere bruscă a presiunii aerului și valori ridicate ale vitezei vântului. Totodată, potrivit OMM (2018), valul de frig este definit ca o vreme deosebită și neobișnuit de rece, caracterizată printr-o scădere bruscă și semnificativă a temperaturii aerului (maximă, minimă și medie zilnică în apropierea suprafeței) pe o suprafață mare și persistând sub anumite praguri de valori, timp de cel puțin două zile consecutive din timpul sezonului rece.

La nivelul regiunilor extracarpatice din România, frecvența cazurilor valurilor de frig din secolul XXI (frecvența de 6-8 cazuri pe an după anul 2000) s-a redus în comparație cu secolul trecut (10-11 cazuri/an între 1961-1980), în prezent aceste fenomene constituind hazarde climatice, influențate considerabil de barajul orografic al Carpaților Românești (Mărioșiu, 2015).

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Cold_wave

4.2.2. Studiu de caz: valul de frig din 28 ianuarie-3 februarie 2012

Începând cu 25 ianuarie 2012, un val de frig a afectat cea mai mare parte a continentului european, înregistrându-se valori de temperatură specifice îngheului, dar și ninsori. În general, durata valului de frig a fost de aproximativ trei săptămâni (25 ianuarie-16 februarie), dar nu în toate statele europene s-a înregistrat acest fenomen în acest interval de timp.

În cazul **României**, ANM a emis inițial un **cod galben** de avertizare meteorologică de vreme geroasă, pentru intervalul **28 ianuarie și 3 februarie 2012**, cu temperaturi minime între -25 și -15°C în toate județele. Între 28 și 30 ianuarie 2012, temperatura aerului a scăzut sub -20°C la 31 de stații meteorologice, printre care și București-Beneasa (-22.4°C). Valori termice minime ale aerului între -20 și -15°C s-au înregistrat la un număr de 56 de stații. Ulterior, condițiile meteorologice s-au agravat, codul galben a fost schimbat în **cod portocaliu** pentru intervalul **30 ianuarie-3 februarie**, cu excepția câtorva județe din vestul României (Caraș-Severin, Timiș, Arad, Bihor, Satu Mare), unde a fost menținut codul galben.

În perioada 30 ianuarie-3 februarie 2012 temperatura aerului a fost sub -25°C la 21 de stații, până la $-32,5^{\circ}\text{C}$ la Întorsura Buzului, iar între -25 și -15°C la 102 stații, cu $-23,1^{\circ}\text{C}$ la București-Beneasa în dimineața zilei de 1 februarie 2012.

Configurația sinoptică responsabilă de acest val de frig s-a concretizat prin prezența unui regim puternic anticiclonic extins peste cea mai mare parte a Europei, dar de origine asiatică.

În cadrul analizei valului de frig s-a utilizat produsul zilnic orar **LST** distribuit de Serviciul **Copernicus** la o rezoluție spațială de 5 km, cu o **acuratețe a datelor de $2-4^{\circ}\text{K}$** (Freitas și colab., 2013).

Analiza valului de frig, privind temperatura la suprafața terestră, la nivelul României, cu privire specială asupra Câmpiei Bărăganului, s-a realizat pentru intervalul 28 ianuarie-02 februarie 2012, ziua de 3 februarie fiind eliminată din analiză, ca urmare a prezenței îndelungate a norilor care timp de 24 de ore au acoperit peste 90% din Câmpia Bărăganului și circa 50% din suprafața României.

Din cauza norilor, nu toate valorile termice (la nivel de pixel) sunt întotdeauna înregistrate orar, astfel imaginile LST zilnice orare au fost mediate pentru a rezulta mediile, maximele și minimele zilnice. Pentru cartarea evoluției și intensității valului de frig s-au ales valorile medii LST, în detrimentul valorilor maxime/minime care pot conduce la supraestimarea/subestimarea riscurii produse (Figura 4.5). Astfel, în Câmpia Bărăganului, valorile LST au fost în cea mai mare parte mai mari de -12°C , asprimea gerului resimțindu-se cel mai mult în zilele de 1 și 2 februarie. În plus, spre deosebire de restul țării, exceptând vestul și chiar sud-estul României, în Bărăgan, indicele LST a prezentat valori mai ridicate, cu până la $8-9^{\circ}\text{C}$, în primele patru zile de ger.

Comparând valorile de temperatură de la nivelul suprafeței terenului și de la 2 m se observă că între aceste seturi de date există o evoluție direct proporțională, valorile LST fiind mai scăzute față de temperatura aerului. Astfel, spre deosebire de LST, temperatura medie a aerului este cu circa 2°C mai ridicată, temperatura maximă cu aproximativ $0,6^{\circ}\text{C}$, iar minima cu $2,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 4.6). Referitor la grosimea medie a stratului de zăpadă, acesta a fost în principal în jur de 10 cm, cu o ușoară reducere de 2,3 cm între 28 ianuarie și 3 februarie 2012.

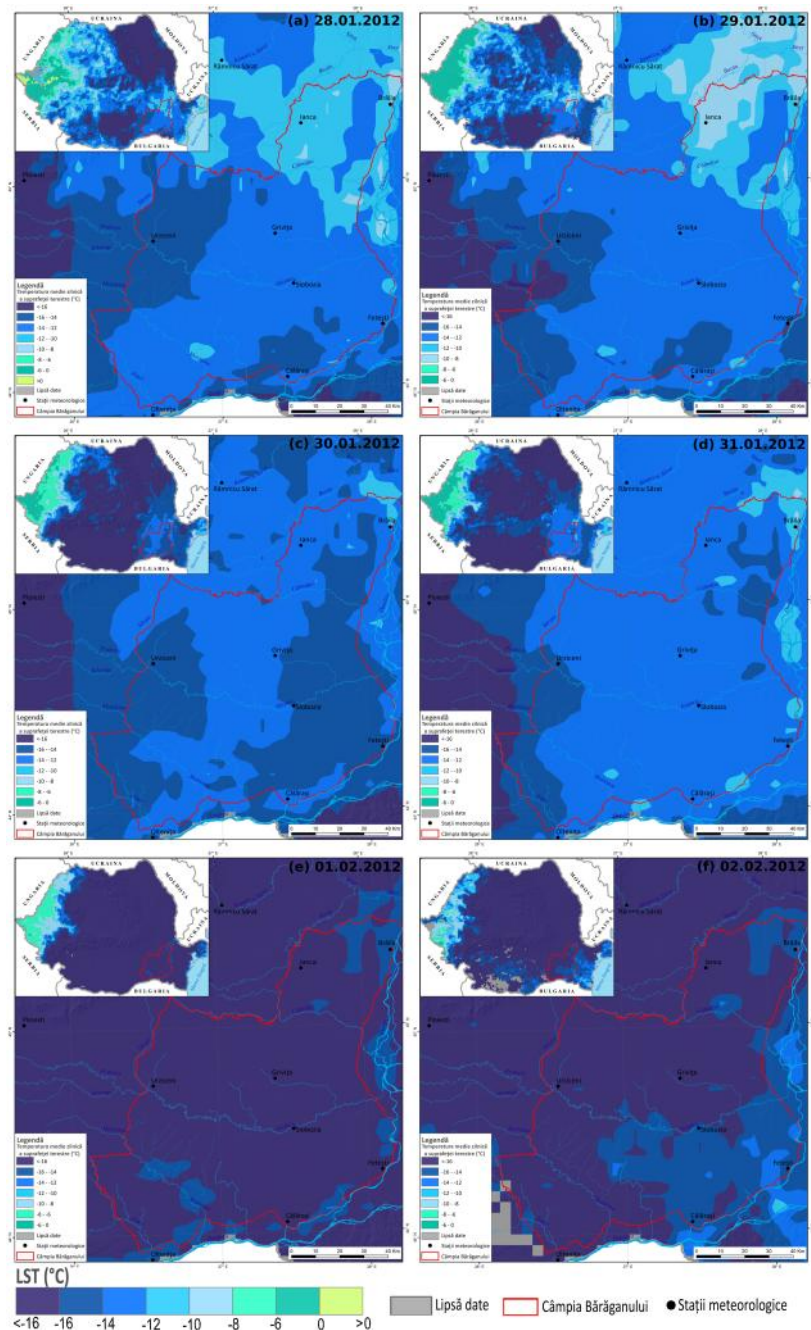


Figura 4.5. Evoluția valorii de frig (valori LST) din perioada 28.01-02.02.2012

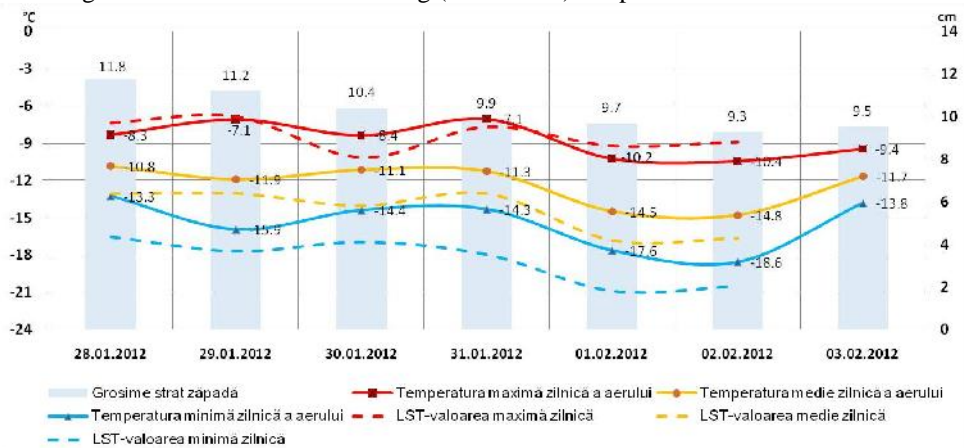


Figura 4.6. Valul de frig din perioada 28 ianuarie-03 februarie 2012 din Câmpia Brăganului

Valorile de temperatură ale aerului, înregistrate la nivelul stațiilor meteorologice sunt mai ridicate spre deosebire de cele de la nivelul datelor LST. Astfel, în Câmpia Bărăganului, pentru perioada analizată, valorile medii de temperatură obținute din satelit sunt în medie mai coborâte cu 2,9°C față de temperatura aerului (Figura 4.7 a). De exemplu, spre deosebire de temperatura aerului (Figura 4.7 b), valorile medii zilnice ale indicelui LST din data de 30 ianuarie sunt mai scăzute, coborând sub -14°C.

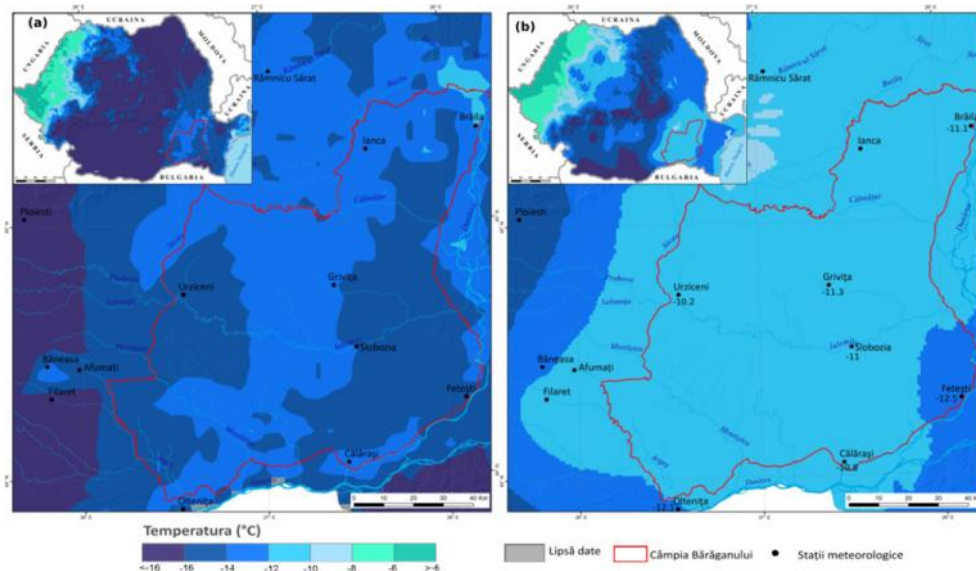


Figura 4.7. (a) Temperatura medie la nivelul suprafeței terestre (LST) și (b) temperatura medie a aerului în data de 30 ianuarie 2012

4.2.3. Studiu de caz: valul de frig din 20-25 ianuarie 2016

Valul de frig care a afectat România în intervalul 20-25 ianuarie 2016 a fost determinat de persistența activității anticiclonice deasupra spațiului geografic al țării noastre.

În cazul intervalului 19 ianuarie, ora 18 – 21 ianuarie, ora 10, Administrația Națională de Meteorologie a emis un cod galben de avertizare meteorologică de vreme deosebit de rece, geroasă noaptea și dimineața, în cea mai mare parte a țării. În Oltenia, Muntenia, sudul și estul Transilvaniei s-au semnalat minime de -20....-15°C, iar izolat s-au înregistrat valori termice sub -25°C. Ulterior, pentru intervalul 21-25 ianuarie, a fost emis un cod galben de avertizare meteorologică de vreme rece, geroasă, mai ales noaptea și dimineața în cea mai mare parte a țării, cu excepția județelor din vestul României. În intervalul menționat, temperaturile minime s-au încadrat între -20 și -15°C, iar izolat au coborât și până la -28...-25°C, în timp ce maximele termice, în general negative, pe arii restrânse, nu au depășit -10°C.

Conform valorilor de temperatură extrase din produsele satelitare LST Copernicus se relevă faptul că temperaturile medii zilnice din Câmpia Bărăganului au fost, în principiu, mai mici de -12°C, valorile cele mai scăzute înregistrându-se în 21, 23 și 24 ianuarie. Cu excepția zilei de 25 ianuarie, în nordul Câmpiei Bărăganului (Câmpia Brăilei) s-au consemnat temperaturi medii zilnice negative puțin mai ridicate comparativ cu restul câmpiei. De altfel, comparativ cu restul Câmpiei Române (în special partea centrală), în Câmpia Bărăganului valul de frig a avut o intensitate mai scăzută, dar în orice caz regimul termic nu a depășit valorile termice din intervalul -8 – -6°C din Câmpia Banato-Crișană. Intensitatea cea mai ridicată a valului de frig la nivelul Câmpiei Bărăganului s-a înregistrat în 24 ianuarie, majoritatea câmpiei având temperaturi între -16°C și -20°C, media LST fiind de -16,7°C (Figura 4.8).

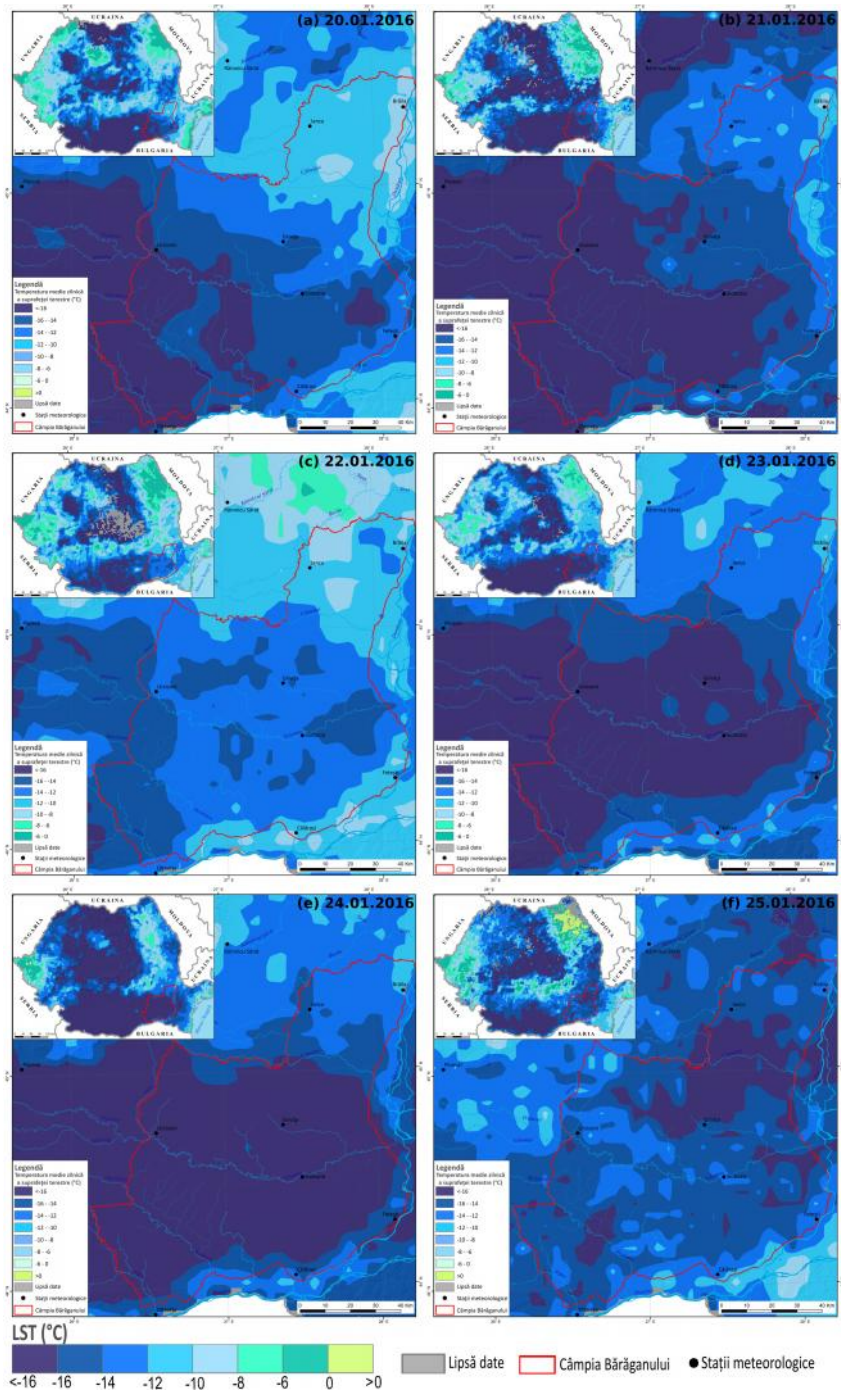


Figura 4.8. Evoluția valului de frig (valori LST) din perioada 20-25 ianuarie 2016

Dacă în cazul informației LST, temperatura ajunge la mai mult de -16°C , raportându-ne la temperatura aerului, valorile termice negative sunt în general în intervalul $-12 - -14^{\circ}\text{C}$ și nu ajung să scadă mai mult de -16°C (Figura 4.9). De asemenea, pragurile valorilor negative sunt diferite în cazul seturilor de date observate, ambele analize pun în evidență o scădere mult mai accentuată în sudul Câmpiei Bărăganului, iar la nivelul Râmâniei se remarcă diferențele termice dintre vestul țării (cu valorile termice cele mai apropiate de 0°C) și sudul, respectiv centrul teritoriului.

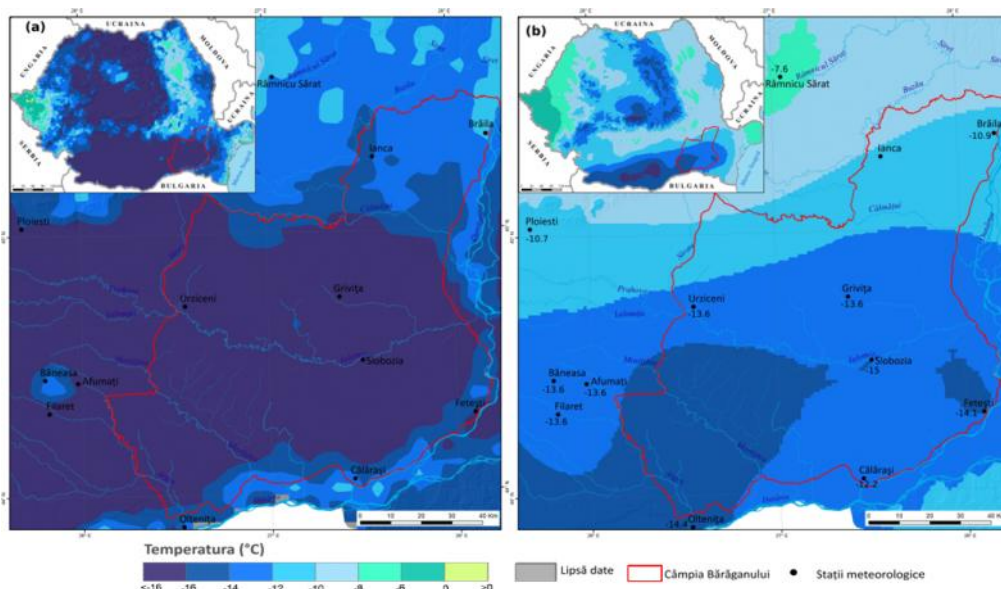


Figura.4.9. (a) Temperatura medie LST și (b) temperatura medie a aerului în data 30 ianuarie 2016

Temperaturile extrase din produsul LST (valori medii, maxime și minime zilnice) sunt mai sc zute spre deosebire de valorile termice ale aerului, măsurate la stațiile meteorologice (Figura 4.10). De exemplu, în cazul valorilor medii zilnice se constată, în medie, o diferență de $-3,3^{\circ}\text{C}$, maximele o diferență de $-0,04^{\circ}\text{C}$, iar minimele de $-4,3^{\circ}\text{C}$. Referitor la grosimea stratului de zăpadă, acesta este, în general, aproape constant, între 13-14 cm.

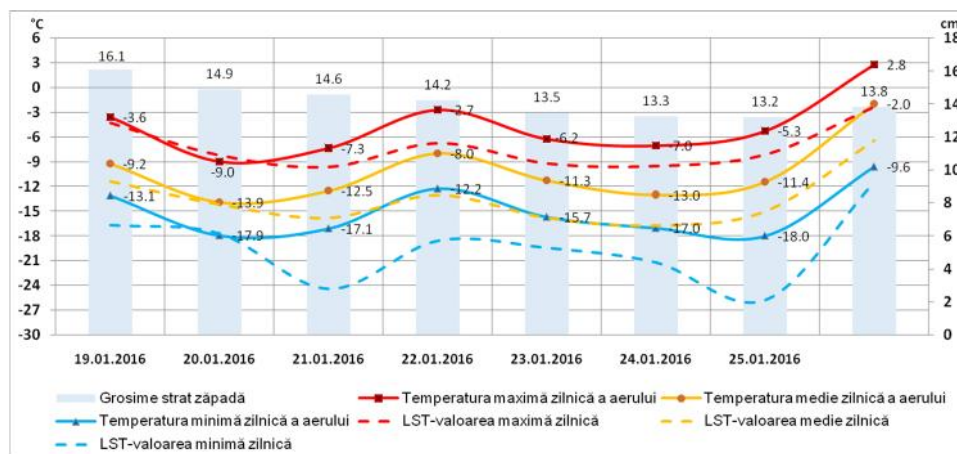


Figura 4.10. Valul de frig din perioada 20-25 ianuarie 2016 din Câmpia Bărăganului

5. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA BĂRĂGANULUI LEGATE DE PRECIPITAȚII

În cazul analizei fenomenelor meteorologice periculoase legate de regimul excedentar, respectiv deficitar, al precipitațiilor, se încadrează viiturile rapide, viiturile lente (inundații) și secetele. Totodată, grindina și ploaia înghețată fac parte din categoria fenomenelor meteorologice periculoase generate de precipitații.

5.1. Viiturile lente (inundații)

5.1.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Inundațiile sunt printre cele mai devastatoare hazarde naturale din lume, producând daune economice și sociale mult mai semnificative decât oricare alt fenomen natural.

Inundațiile constituie hazardul natural cel mai răspândit, producând numeroase pagube și pierderi de vieți omenești. Inundațiile sunt „*proces de scurgere, în lungul albiilor râurilor, a unor cantități mari de apă, care depășesc malurile naturale sau digurile și se revărsă în lunci, ocupând suprafețe întinse de terenuri utilizate de om*” (Bălteanu și Alexe, 2001).

Principala cauză a inundațiilor o constituie cantitățile mari de precipitații cu un caracter de torențialitate și combinarea acestora cu valuri de căldură care determină topirea bruscă a zăpezii. Sectoarele cele mai expuse riscului de inundații în cadrul unui bazin hidrografic sunt luncile râurilor. Frecvența inundațiilor la nivelul luncilor depinde de particularitățile climatice, stratificarea litologică, malul albiei, utilizarea terenurilor etc. (Chendeș, 2013; Bălteanu și colab., 2017; Dumitra și colab., 2017).

Teledetecția oferă informații care s-au dovedit utile pentru diverse aplicații în gestionarea dezastrelor. Imaginile satelitare oferă o acoperire spațială continuă, fără limitări de acces, pe când rețelele de monitorizare in-situ oferă informații punctuale. Utilizarea imaginilor satelitare, comparativ cu observațiile in-situ și metodele tradiționale de cartografiere, oferă posibilitatea de a obține produse în timp aproape real în cazul suprafețelor inundate, acoperirii/utilizării terenului, precum și starea apei. În analiza inundațiilor trebuie subliniat rolul **simulrilor numerice**, obținute din modele climatice regionale de înaltă rezoluție spațială (exemplu 3 km), în reprezentarea mecanismului de dezvoltare al unui eveniment de inundații extreme din bazinele râurilor (Caian și colab., 2021).

5.1.2. Studiu de caz: inundațiile din 2006, din lungul Dunării

Dunărea este al doilea fluviu european ca lungime, cu 2.857 km, dintre care 1.075 km (38%) pe teritoriul României (Dumitra și Bălteanu, 2018). Zona afectată de inundații este situată de-a lungul sectorului românesc al Dunării, cu aceste zone afectate: Ghidici - Măceșu de Jos, Bechet - Corabia, Oltenița - Călugărași, Balta Ialomiței, Insula Mare a Brăilei și Delta Dunării.

În 2006, debitul maxim de pe Dunăre din ultimii 100 de ani, 15.800 m³/s, a fost cauzat de ploile abundente și zăpada topită din Europa Centrală și de Est la sfârșitul iernii și începutul primăverii. Peste 50 l/m² de precipitații în 24 de ore s-au înregistrat în România (Irimescu și colab., 2010). Inundațiile extreme din perioada aprilie-august 2006 au fost printre cele mai devastatoare dezastre naturale din istoria recentă climatică a României, cea mai devastatoare din perioada de observație 1840-2006.

Peste 4.700 de persoane au fost evacuate din zonele inundate, 3.000 dintre acestea doar în satul Rast din sud-vestul țării. Ruperea unui baraj, din cauza presiunii apei, a determinat inundarea a 600 de clădiri, dintre care 115 s-au prăbușit, iar 40.000 de hectare de teren au fost acoperite de inundații. De asemenea, Delta Dunării a fost puternic afectată în timpul inundațiilor din 2006.

Metodologia utilizată pentru extragerea zonelor afectate de inundații de-a lungul sectorului românesc al Dunării a fost dezvoltată în cadrul proiectului NATO SfP (Brakenridge și colab., 2003). În general, metodologia presupune calculul indicelui **NDVI** și separarea apei de celelalte categorii de teren, fiind esențială identificarea unui prag care să diferențieze cele două tipuri de suprafețe: inundații (apa) și restul: nori, suprafețe artificiale, teren agricol etc.

Studiile anterioare au demonstrat că datele MODIS pot fi utilizate pentru a diferenția zonele inundate și cele neinundate cu rezoluție spațială adecvată (Brakenridge și colab., 2003).

Indicele NDVI este unul dintre cei mai frecvenți indici de vegetație. În ciuda faptului că nu este proiectat pentru extragerea apei, apa poate fi relativ ușor de separat de alte

caracteristici, utilizând valori de prag potrivite. NDVI se calculează utilizând următoarea formulă :

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

unde Red = banda 1 și NIR = banda 2.

În general, apa prezintă un raport NDVI scăzut, în timp ce vegetația verde are valori ridicate, deci un prag de NDVI este foarte util în diferențierea apei de inundații atunci când sunt inundate pășuni sau culturi agricole (Crăciunescu și colab., 2010).

Cu toate acestea, un raport redus NDVI poate avea loc și când ambele valori ale pixelilor pentru Red (banda roșie) și Near IR (banda infraroșie apropiată) sunt foarte mari (deoarece raportul este proporțional) - acest lucru înseamnă că norii pot avea un raport NDVI scăzut. Unele sedimente din apă pot avea un raport NDVI foarte scăzut, dar valori mai ridicate în infraroșie apropiată (acestea nu au fost la fel de mari ca banda infraroșie apropiată din cazul valorilor de pixeli pentru nori). Deci, primul pas este de a combina un prag de NDVI cu un prag din banda 2-infraroșie apropiată, care va exclude norii, dar va include sedimentele din apă. Un exemplu de ecuație utilizată pentru extragerea inundației este următoarea:

$$(a > 0.18 == b < 9000) // (a < 0.32 == b > 3800) // b > 1900$$

unde a = NDVI cu valori cuprinse între -1 și 1 și b = banda 2 MODIS, cu valori de reflectanță în 16 biți, în intervalul valid -100 - 16000).

La nivelul **Câmpiei Bărăganului**, inundațiile monitorizate satelitar în intervalul **18 aprilie-14 mai 2006** au afectat o suprafață de **4.380 ha** din sudul acesteia, din imediată apropiere de Lunca Dunării. Localitățile cele mai afectate de inundații au fost Unirea, Satnoeni, Stolnici, Gâldu și Borcea (Figura 5.1).

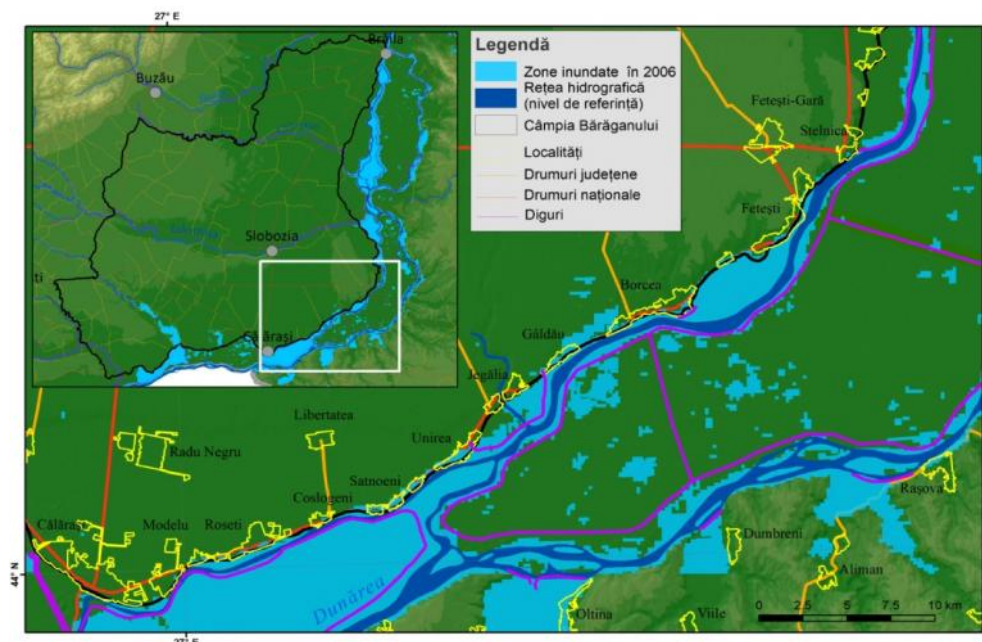


Figura 5.1. Măști de inundație extrase în perioada 18 aprilie-14 mai 2006 (sursa măștilor de inundație: arhiva ANM)

5.2. Ploaia înghețat

5.2.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Ploaia înghețat constituie o formă de precipitații lichide supracitice care îngheață la impactul cu suprafața terestră pentru a forma un strat de gheață la nivelul acestora și a obiectelor expuse (OMM, 2010, 2011).

În general, acest fenomen este asociat cu prezența unui front cald peste o anumită regiune și apare în sezonul rece al anului. Fenomenul de ploaie înghețată poate să apară printr-unul din cele două tipuri de procese microfizice generatoare, și anume *topirea* cristalelor de zăpadă, și *gheață* și *coalescența* picăturilor de apă.

În România s-au realizat doar câteva studii privind fenomenul de ploaie înghețată, în ciuda faptului că acesta este un hazard cu un impact major asupra societății și mediului înconjurător.

De exemplu, un studiu al distribuției spațiale și temporale a cazurilor de ploaie înghețată din România pe baza observațiilor de suprafață (SYNOP) între 1980-1999, intervalul octombrie-martie, a ajuns la concluzia că frecvența producerii fenomenului este foarte redusă (frecvența cea mai ridicată fiind în luna ianuarie, iar cea mai redusă în noiembrie), condițiile pentru apariția acestuia sunt destul de greu de îndeplinit și mai ales depind de factorii locali (Manea și colab., 2009).

5.2.2. Studiu de caz-fenomenul de ploaie înghețată din 24-26 ianuarie 2019 din sud-estul țării

A. Analiza cazului din date in-situ și de modelare numerică

În perioada 24-26 ianuarie 2019, un eveniment de ploaie înghețată a afectat mai multe localități din sud-estul României, inclusiv pe acelea din Câmpia Bărăganului. În cadrul acestui fenomen meteorologic periculos, Administrația Națională de Meteorologie a emis 71 de mesaje meteorologice de vreme severă imediat pentru zonele din sud-estul României (figura 5.2), (arhiva ANM).



Figura 5.2. Zonele vizate de codul portocaliu de depunerii de polei din intervalul 24-26 ianuarie 2019

Modelările numerice

Depunerile de gheață /polei apărute au fost surprinse și din **modelele de prognoză** care au la bază datele distribuite către ECMWF (<https://meteologix.com/ro>). De exemplu, pentru 24 ianuarie, ANM a emis o avertizare cod portocaliu de depunerii semnificative de polei, valabilă în

intervalul orar 08-11 pentru județul Brila, 59 localități din județul Ialomița, 6 localități din județul Prahova, localitățile din partea joasă a județului Buzău, 18 localități din Ilfov și 13 localități din județul Cluj, toate aceste localități vizate apăsând în modelările realizate pentru ora 08 a.m.GMT (ora local 11) ca zone cu depuneri slabe, moderate sau mari de gheață (Figura 5.3).

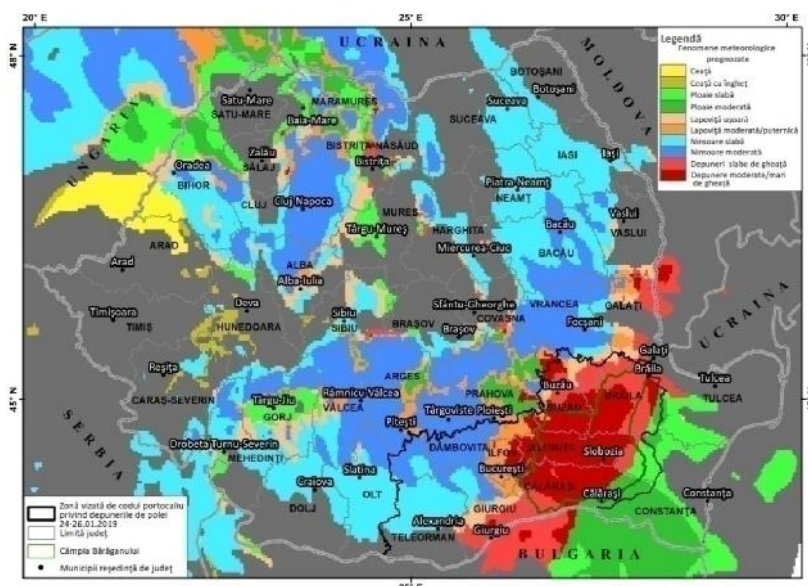


Figura 5.3. Model Europe SWISS HD 4x4 (3 zile) din data de 24.01.2019, 00z, valid pentru 25.01.2019, ora 02 a.m. GMT (prelucrare după <https://meteologix.com/ro>)

Analiza sinoptic și la mezoscal

Analiza temperaturii aerului la scară mezoscal evidențiază contrastul dintre suprafața situată la 1000 hPa și troposfera mijlocie (900 hPa) peste sud-estul României. La nivelul Câmpiei Brăganului, în data de 24 ianuarie 2019 se constată o diferență, în medie de 4,5 C între temperatura de la 900 hPa și cea la 1000 hPa, pentru că în zilele următoare (25 și 26 ianuarie) se înregistrează diferențe de circa 3,8 C între aceste câmpuri de presiune (Figura 5.4).

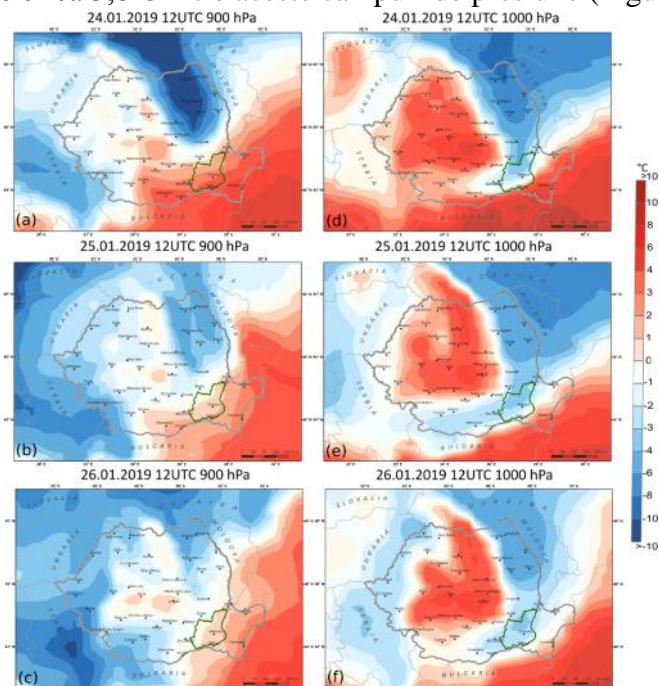


Figura 5.4. Analiza regională și locală a evenimentului ploilor înghețate în perioada 24–26 ianuarie 2019 la 12 UTC din date ERA5. (a – c) temperatura la 900 hPa, iar (d – f) temperatura la 1000 hPa (ca în a – c)

Analizând situația valorilor de **temperatură medie, maximă și minimă a aerului** din Câmpia Braganului de-a lungul perioadei 18 ianuarie-7 februarie s-a observat prezența valorilor pozitive ale temperaturilor medii, maxime și minime ale aerului în ziua de 23 ianuarie, valori care au devenit negative în intervalul 24-26 ianuarie. În 25 ianuarie (ziua cea mai rece a cazului analizat), temperatura a scăzut și mai mult, ajungându-se la o minimă de circa $-2,8^{\circ}\text{C}$, maximă de $-0,9^{\circ}\text{C}$ și medie de $-1,9^{\circ}\text{C}$.

Data de 26 ianuarie a fost a doua cea mai rece zi, temperatura minimă fiind la jumătatea celei din ziua anterioară, respectiv $-1,8^{\circ}\text{C}$, în timp ce maxima a urcat la $-0,14^{\circ}\text{C}$, iar media la $-0,8^{\circ}\text{C}$. În 27 ianuarie s-a remarcat o creștere ușoară a temperaturilor medii, maxime și minime zilnice, urmat în ziua următoare de un ritm mai semnificativ de încălzire, pentru că după 29 ianuarie, temperatura medie și maximă zilnică a aerului s-au înregistrat valori pozitive. Totodată, temperatura minimă zilnică urmează un trend de încălzire, fără a mai scădea sub -2°C (Figura 5.5).

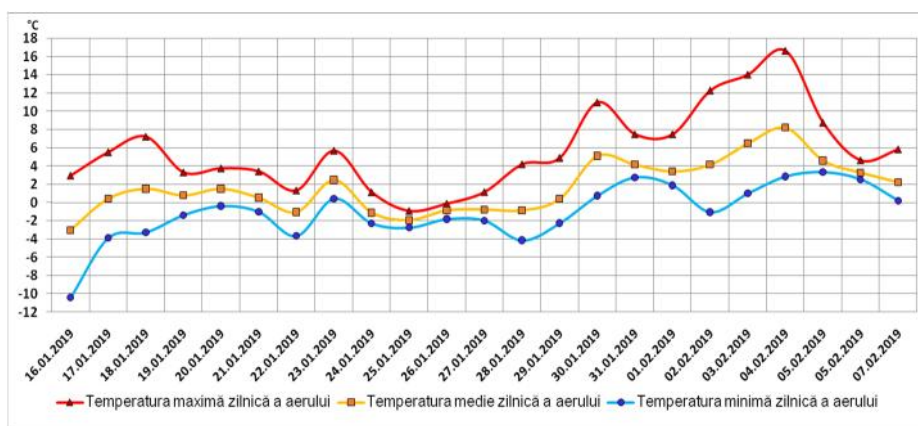


Figura 5.5. Temperatura medie, maximă și minimă a aerului în Câmpia Braganului, în perioada 18 ianuarie-07 februarie 2019.

În cazul Câmpiei Braganului, cele mai mari cantități de precipitații s-au înregistrat la stațiile meteorologice Slobozia ($8,26 \text{ l/m}^2$) și Clăraie ($6,8 \text{ l/m}^2$) din județele Ialomița și Clăraie. În zilele de 25-26 ianuarie, în județul Clăraie au căzut cele mai mari cantități de precipitații, în timp ce la nivelul județului Ialomița au fost consemnate precipitații slabe cantitativ și pe arii restrânse, iar în restul câmpiei au fost valori sub 1 l/m^2 (Figura 5.6).

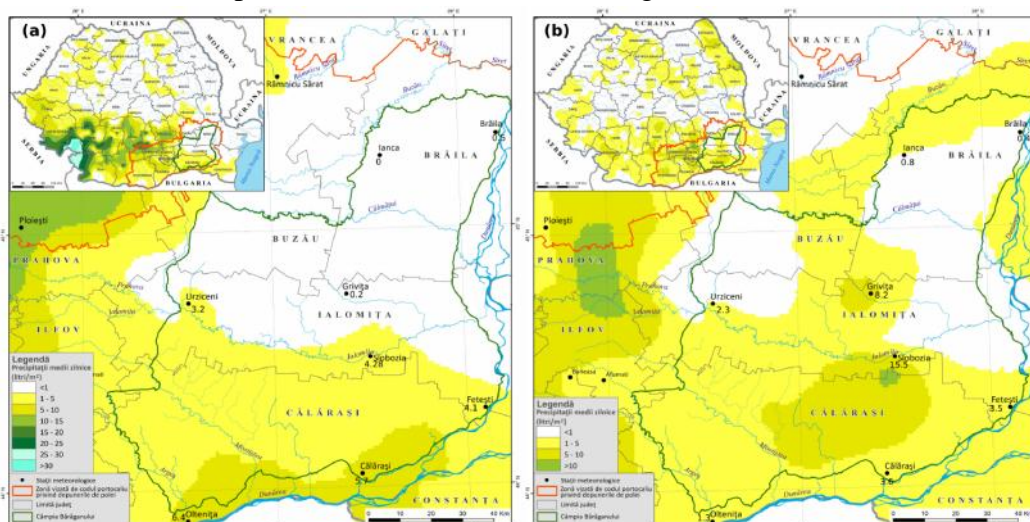


Figura 5.6. Cantitățile de precipitații în intervalul: (a) 25.01.2019, ora 06 UTC-26.01.2019, ora 06 UTC, (b) 26.01.2019, ora 06 UTC-26.01.2019, ora 06 UTC (Sursa date precipitații: arhiva ANM)

În medie, la nivelul Câmpiei B r ganului, după șase zile fără precipitații sau aproape de 0 l/m² (intervalul 16-22 ianuarie), cantitățile de **precipitații** zilnice au crescut începând cu 23 ianuarie, maximul atingându-se pe 24 ianuarie (circa 3,35 l/m²), apoi au scăzut două zile consecutiv, ajungându-se în 25 ianuarie la 1,67 l/m². În 26 ianuarie se observă o creștere a cantității de precipitații, pentru că în ziua următoare s-au înregistrat nici măcar 1 l/m².

Cele mai mari viteze ale **vântului** s-au înregistrat în partea centrală a Câmpiei B r ganului, direcția vântului fiind NE-SV. Viteza maximă a vântului a fost la stația meteorologică Grivița (13,1 m/s sau 47,1 km/h), în 24 ianuarie, respectiv 8,5 m/s sau 30 km/h în 25 ianuarie, în timp ce valori minime s-au consemnat în sud-estul Câmpiei B r ganului, la stațiile Clăreni și Fetești sau în nord, la stația Brila.

În sud-estul Câmpiei B r ganului, în perioada 21-23 ianuarie (Figura 5.26), **stratul de zăpadă** era absent, iar între 18 și 20 ianuarie, cu greu atingea pe alocuri 0,5 cm (Figura 5.7).

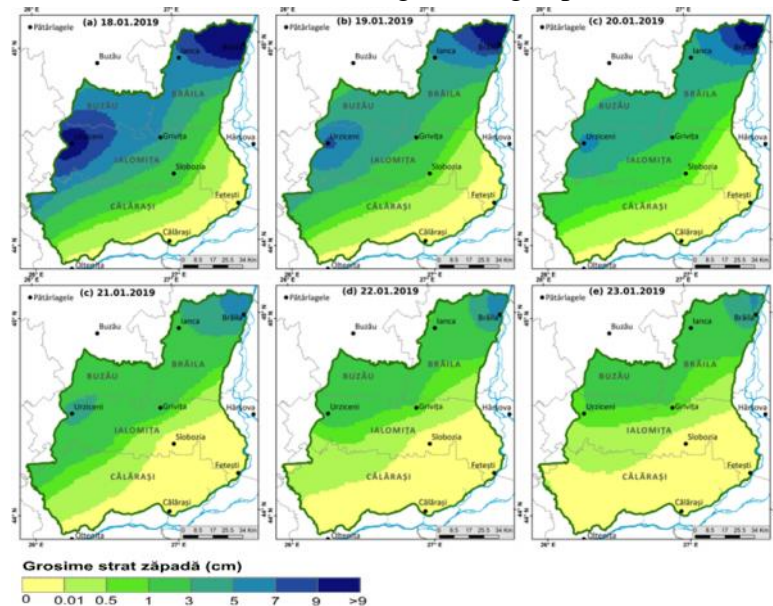


Figura 5.7. Grosimea stratului de zăpadă în Câmpia B r ganului în perioada 18-23 ianuarie. (Sursa date meteorologice: arhiva ANM)

Analiza satelitară a ploii înghețate

Pentru a evidenția rolul imaginilor satelitare radar în cazul analizei ploii înghețate care a afectat în deosebi Câmpia B r ganului s-au utilizat indicii cu privire la conținutul de apă, umiditate din sol, și anume Soil Water Index- **SWI**, cu rezoluția spațială de 1 km și imaginile **Sentinel-1 C** de tip Ground Range Detected (GRD), la 10 m rezoluție spațială.

În cazul intervalului 24-26 ianuarie 2019, în regiunea afectată de fenomenul de ploaie înghețată analizat, s-a remarcat **lipsa totală a informațiilor valide SWI** pentru județele Teleorman și Argeș, respectiv parțial în celelalte județe. Dintre toate cele opt niveluri de adâncime la care este calculată umiditatea din sol, adâncimea de 2 cm evidențiază cel mai bine creșterea umidității solului în urma depunerilor de gheață care s-au format între 24-26 ianuarie 2019 (Figura 5.8). Precipitațiile și topirea stratului de gheață de până la 2 cm grosime a determinat infiltrarea și creșterea mai rapidă a umidității din primii 2 cm ai solului (Figura 5.9), comparativ cu celelalte adâncimi, în special nivelurile de 40, 60 și 100 cm. În schimb, umiditatea la 10, 15 sau 20 cm adâncime a fost mult mai ridicată în perioada 16-22 ianuarie, înainte de producerea ploii înghețate.

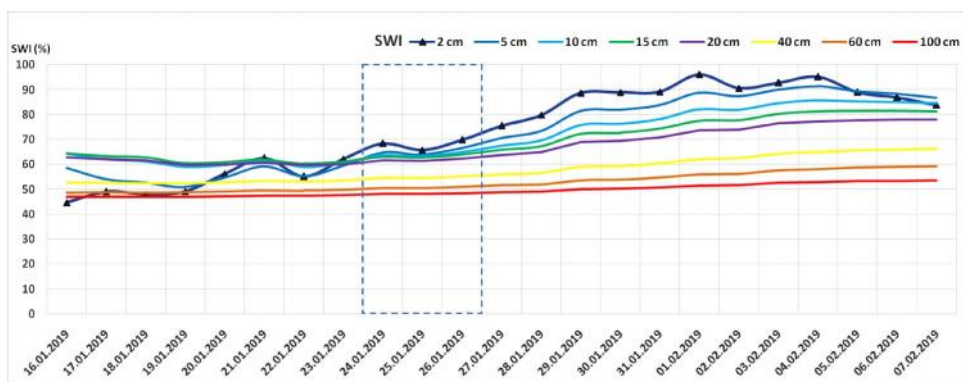


Figura 5.8. Umiditatea solului la diferite niveluri de adâncime pe baza indicelui Soil Water Index (SWI) în Câmpia B r ganului în intervalul 16 ianuarie-7 februarie 2019. Chenarul punctat albastru macheaz perioada 24-26 ianuarie 2019

Pe 23 ianuarie, înainte de apariția ploii înghețate, valorile SWI raportate la adâncimea de 2 cm indicau o umiditate mai ridicată (între 80-90%) în sud-estul Câmpiei B r ganului, comparativ cu nordul și nord-vestul câmpiei, unde valorile umidității solului au fost în general între 50-60% (Figura 5.10).

În 24 ianuarie s-a constatat cea mai importantă extindere spațială a umidității din intervalul 80-90% în cazul extremității de sud-est a Câmpiei B r ganului, astfel această zonă devenind cea mai umedă din regiunea analizată. Pe 25 ianuarie, cu excepția reducerii umidității cu valori cuprinse între 80-90% din sud-estul extrem al Câmpiei B r ganului, în restul câmpiei nu s-au înregistrat modificări semnificative față de ziua anterioară.

În 26 ianuarie, creșterile ale umidității de circa 10% s-au înregistrat doar în vestul și nord-vestul câmpiei, iar pe 27 ianuarie peste 50% din suprafața zonei analizate a avut o umiditate în sol între 70-80%. De asemenea, în 27 ianuarie, în sud-estul câmpiei s-au observat cele mai însemnate creșteri ale umidității (de la valori SWI de 80-90 la valori de circa 100), în timp ce în sud și sud-vest s-a observat o extindere pentru arealele cu umiditate de până la 90% (Figura 5.25). În ziua de 28 ianuarie, comparativ cu zilele anterioare, s-a înregistrat în medie cea mai ridicată umiditate din sol (circa 100%), în special pentru sudul Câmpiei B r ganului (județul C l rași), în timp ce în județul Br ila au fost foarte mici modificări ale indicelui SWI.

Prin urmare, umiditatea din sol la 2 cm adâncime, obținută din indicele SWI, la nivelul Câmpiei B r ganului a fost în intervalul 16-22 ianuarie, în general, în jur de 50%, pentru că după trei zile de precipitații (24-26 ianuarie) umiditatea s-a ajuns la aproximativ 70% în 26 ianuarie (Figura 5.10).

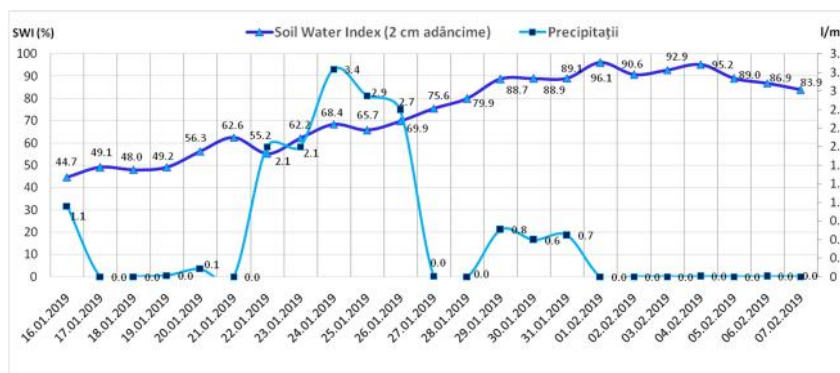


Figura 5.9. Umiditatea solului la 2 cm adâncime pe baza indicelui Soil Water Index (SWI) și cantitatea de precipitații din Câmpia B r ganului în intervalul 16 ianuarie-7 februarie 2019

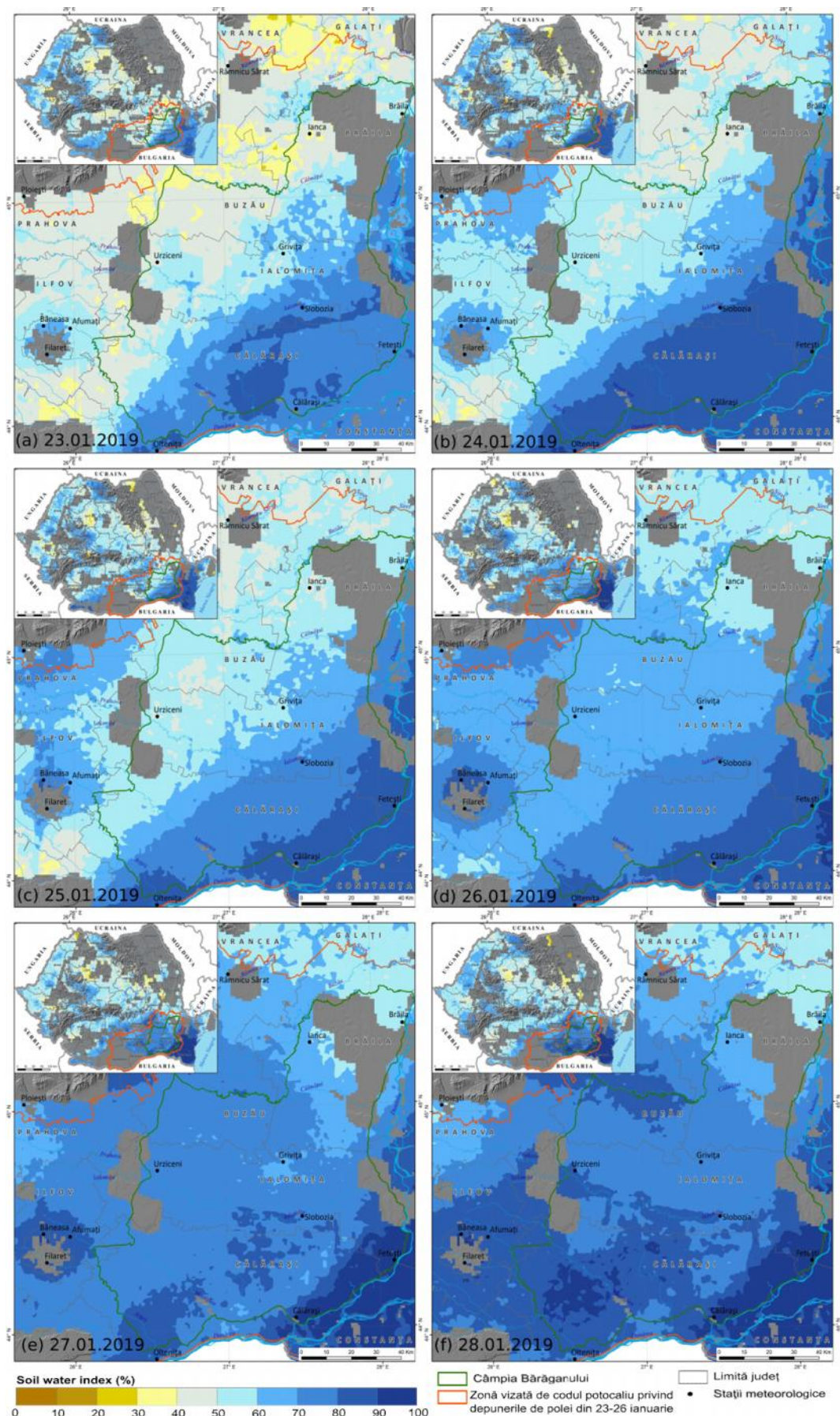


Figura 5.10. Situația umidității solului conform indicelui Soil Water Index (SWI) la 2 cm adâncime în zilele de: (a) 23 ianuarie; (b) 24 ianuarie; (c) 25 ianuarie; (d) 26 ianuarie; (e) 27 ianuarie; (f) 28 ianuarie

Umiditatea mai ridicată a solului din sud-estul Câmpiei Bărăganului poate fi justificată de faptul că în această zonă stratul de zăpadă a fost aproape absent (astfel încât a facilitat infiltrarea rapidă a apei din precipitații în primii doi cm din solul care la adâncimea de 7 cm (valori obținute din date ERA 5 la rezoluție spațială de 10 km) înregistra temperaturi mai ridicate (Figura 5.11), dar a beneficiat de cantități de precipitații de până la 10, chiar 15 l/m², mai ridicate decât media regiunii, iar temperatura minimă a aerului, cu circa 2°C mai mult, comparativ cu restul câmpiei.

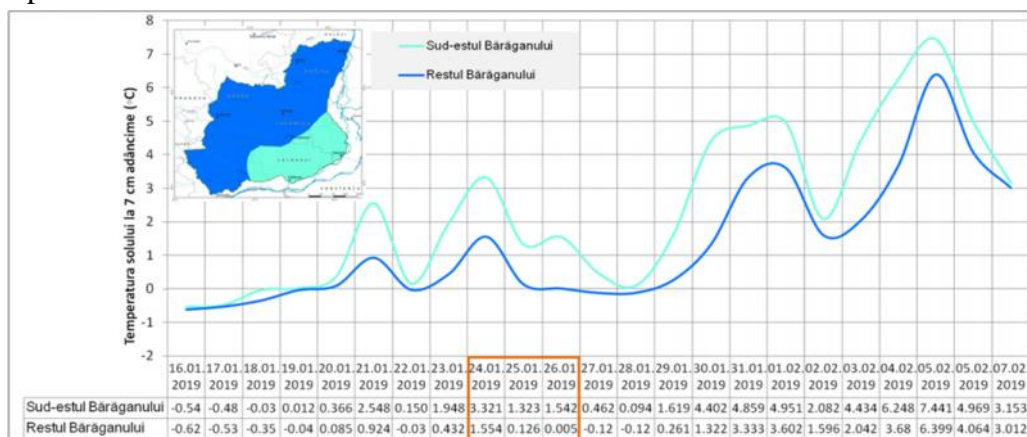


Figura 5.11. Temperatura solului la adâncimea de 7 cm în Câmpia Bărăganului, perioada 16 ianuarie-7 februarie 2019

Diferența temporală între două zile consecutive a valorilor indicelui SWI surprinde, pentru intervalul 24-28 ianuarie, o creștere mult mai importantă a umidității solului în cazul majorității Câmpiei Bărăganului, comparativ cu sud-estul acesteia. (Figura 5.12).

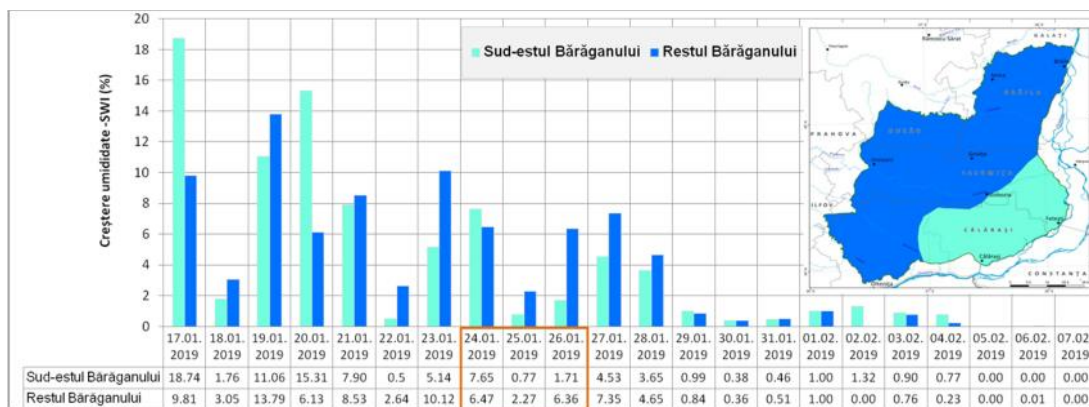


Figura 5.12. Procentul creșterii umidității solului (SWI) la adâncimea de 2 cm de-a lungul intervalului 17 ianuarie-07 februarie 2019, în Câmpia Bărăganului

În cadrul studiului fenomenului de ploaie înghețată s-a utilizat și produsul zilnic orar Land Surface Temperature-LST, obținut din imagini MSG și distribuit gratuit prin serviciul Copernicus la o rezoluție spațială de 5 km (<https://land.copernicus.eu/global/products/lst>).

Din compararea datelor de temperatură ale aerului și la nivelul suprafeței terestre (LST) s-a constatat faptul că aceste seturi de date urmăresc aceeași tendință, cu mențiunea că datele calculate din imaginile satelitare au valori mai reduse spre deosebire de temperatura aerului la 2 m, măsurată la stațiile meteorologice (Figura 5.13). Astfel între temperatura aerului la 2 m și cea la nivelul solului din perioada 18 ianuarie-7 februarie, s-a observat, în medie, o diferență de 4,81°C pentru temperatura medie, 7,28°C în cazul temperaturii maxime, respectiv 3,71°C pentru temperatura minimă, evidențiind ideea că temperatura la sol este mai scăzută față de temperatura

aerului la 2 m. Din compararea datelor de temperatură ale aerului și cele LST cu valorile de umiditate la 2 cm adâncime ale indicelui SWI s-a constatat faptul că umiditatea din sol a crescut începând cu 27 ianuarie datorită creșterii temperaturilor care au favorizat topirea depozitelor de gheață și infiltrarea apei în sol (Figura 5.13).

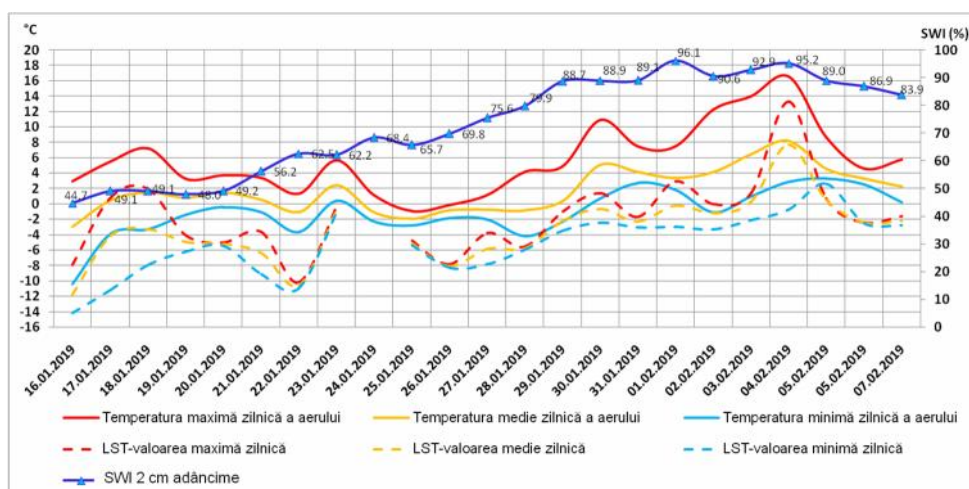


Figura 5.13. Evoluția indicilor LST și SWI în intervalul 16 ianuarie-7 februarie 2019

Valorile de reflectivitate VV convertite în decibeli (dB) sunt întotdeauna invers proporționale cu umiditatea din sol la cei 2 cm adâncime, astfel atunci când umiditatea înainte de ploaia înghețată era de 55,2%, valoarea polarizării VV dB gamma era de circa 0,6, cu 0,1 mai ridicată decât ziua anterioară, când indicele SWI înregistra 62,6% umiditate. La sfârșitul perioadei de ploaie înghețată (26 ianuarie), valorile VV scad la 0,55 dB, în timp ce umiditatea ajunge la circa 70% (Figura 5.14).

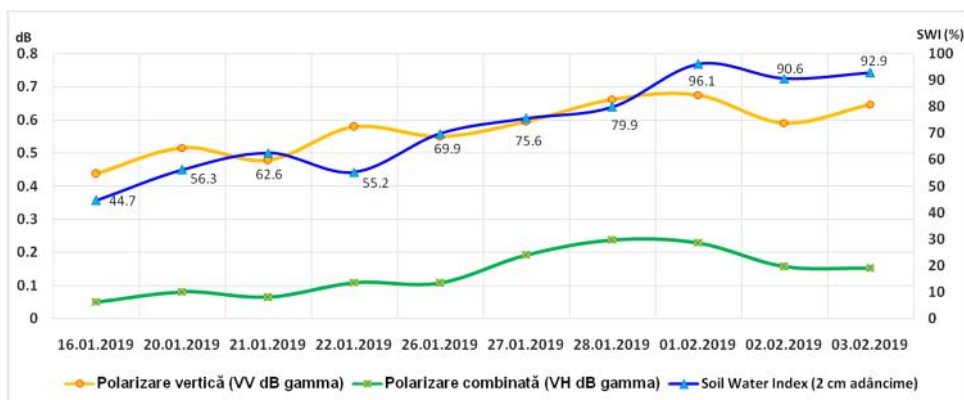


Figura 5.14. Comparare între polarizarea verticală VV dB gamma, polarizarea combinată VH dB gamma și indicele de umiditate din sol (SWI) la 2 cm adâncime din Câmpia B r ganului, intervalul 16 ianuarie-7 februarie 2019

Valorile negative rezultate din diferența polarizării verticale VV de tip decibel gamma dintre zilele de 26 și 22 ianuarie sugerează că nu s-a înregistrat vreun progres al valorilor după 22 ianuarie. De exemplu, cele mai puține modificări regresive (intervalul -1.004- -0.182 dB) au fost, în special, în sud, sud-estul B r ganului și parțial în partea central-estică, în timp ce modificările pozitive, marcate prin valori de diferență mai mari decât 0, s-au înregistrat predominant în vestul și nord-vestul Câmpiei B r ganului (Figura 5.15).

Prin compararea diferenței valorilor SWI dintre zilele de 26 și 22 ianuarie (Figura 5.15 a. și c.) s-a dedus faptul că sud-estul B r ganului a fost regiunea în care umiditatea a crescut cel mai puțin la data de 26 ianuarie. Acest lucru poate fi explicat de faptul că la 22 ianuarie

umiditatea în zon era deja cea mai ridicată din toată câmpia, datorită precipitațiilor lichide care au fost mult mai însemnate cantitativ (mai mari de 1 l/m^2) și, de asemenea, stratului de zăpadă, aproape lipsă (sub 0,5 cm sau chiar absent).

În cazul diferenței valorilor SWI dintre 28 și 22 ianuarie (Figura 5.15 b. și d.), umiditatea a înregistrat o creștere și mai semnificativ față de situația anterioară, cu excepția sud-estului Buzăului, unde pe lângă valorile foarte mici de îmbunătățirea umidității, s-a menținut scderea acesteia (exprimat prin valori mai mici de 0).

Comparând valorile de polarizare VV și SWI, rezultate din cele două cazuri de diferență temporală, s-a constatat că ambele seturi de date scot în evidență aceleași regiuni cu modificări pozitive de evoluție (în principal centrul și vestul câmpiei), respectiv negative (sud-estul Buzăului).

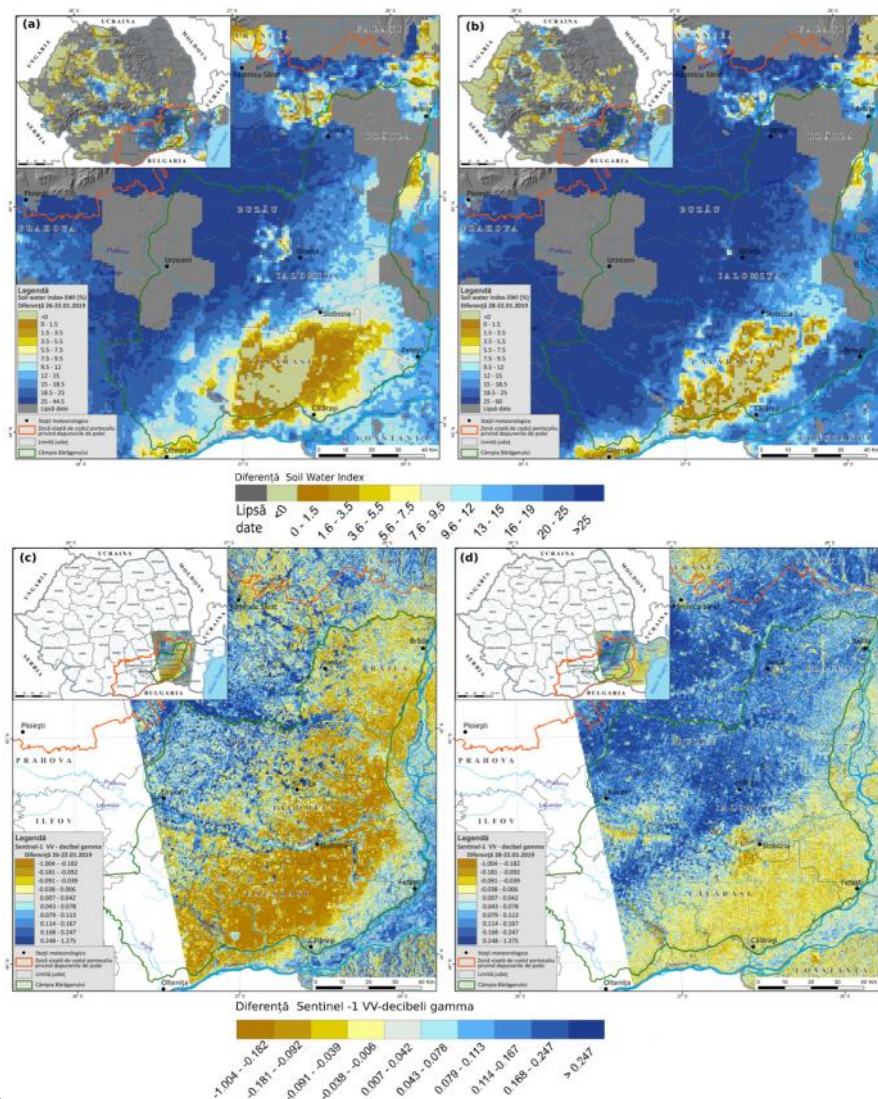


Figura 5.15. Compararea indicelui SWI și a imaginilor satelitare Sentinel-1 VV db gamma pentru: (a) și (c) diferența dintre 26 și 22 ianuarie; (b) și (d) diferența dintre 28 și 22 ianuarie 2019

Aadar, bazându-ne pe evoluția zilnică a indicelui SWI la diverse adâncimi (în special la 2 cm), a temperaturii la nivelul suprafeței terestre (LST), precum și a datelor in-situ se poate afirma că depunerile de gheață din perioada 24-26 ianuarie au afectat majoritatea Buzăului, cu excepția părții de sud-est a câmpiei (în principal județul Cluj).

5.3. Grindina

5.3.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Grindina este o formă de precipitații solide, transparente sau parțial opace, alcătuite din particule de gheață, de obicei sferice, conice sau neregulate, cu diametrul de 5-50 mm (OMM, 1992). Grindina se formează din norii Cumulonimbus, care prezintă o extindere mare verticală, prin înghețarea picăturilor de apă supraîncălzite din zona mediană a norului. Este însoțită în general de averse de ploaie, oraje și vânt puternic (Bălteanu și Alexe, 2001)..

La nivelul României, grindina cade frecvent în sezonul cald al anului (aprilie-septembrie), în luna iunie înregistrându-se cea mai ridicată frecvență a grindinei. În ceea ce privește momentul zilei la care produce fenomenul, majoritatea cazurilor de grindină au loc în după-amiezile caniculare de vară, între orele 17:00 și 19:00, când convecția termică atinge punctul culminant (*Clima României*, 2008; Burcea și colab., 2016).

5.3.2. Studiu de caz: grindina din 20 iulie 2020

Analiza sinoptic

La nivelul țării, pentru 20 iulie, intervalul 12:00-21:00 timp local, ANM a emis o avertizare cod portocaliu, pentru vestul și sudul Moldovei, nordul Dobrogei, nordul și nord-estul Munteniei, respectiv estul și sud-estul Transilvaniei. Fenomenele de instabilitate atmosferică accentuat vizau averse, ploi torențiale, descărcări electrice, intensificări ale vântului, vijelii și grindină. Aversele cu caracter torențial erau preconizate să atingă 30-40 l/mp și pe arii restrânse 50-60 l/mp.

Conform datelor de precipitații înregistrate la stațiile meteorologice, în intervalul 20.07.2020, ora 06 UTC-21.07.2020, ora 06 UTC, la nivelul comunei Traian, au căzut precipitații de pânză la 25 l/mp, creșterea cantității a acestora fiind semnificativ comparativ cu ziua anterioară, când cantitatea de precipitații era sub 5 l/mp.

Efectele produse de grindină

Unitate administrativ-teritorială componentă a județului Braila (aflat sub avertizare cod portocaliu), comuna Traian din Câmpia Brăilei a fost afectată de furia naturii, câteva mii de hectare de culturi agricole (terenuri arabile și pășuni), precum și suprafețe semnificative de vegetație din grădinile locuitorilor fiind distruse de grindină. Potrivit informațiilor radarului meteorologic de la Medgidia, ploaia cu grindină s-a produs în jurul orei 14:00.

La nivelul comunei Traian, alcătuită din satele Urleasca, Traian, Silistraru și Căldaruș, conform declarației primarului Nicu Abăseacă și a localnicilor pășuni, peste 1.000 de hectare de culturi agricole (porumb, soia, floarea-soarelui, dar și legumele din grădinile locuitorilor) au fost distruse de grindină.

A plouat cu gheață de dimensiunea oului de porumbel, în special, în localitățile Urleasca și Căldaruș, unde pentru anumiți fermieri circa 80% din recolta a fost compromisă, iar în unele cazuri chiar distrusă în totalitate.² Porumbul a fost pus la pământ, iar aparatul foliar a dispărut, în urma defolierii rezultate (Figura 5.16 c). În cazul culturii de soia, din planta în sine a rămas doar tulpina, așa cum declară și un fermier: *soia e afectată, este doar bătășul de ea*³ (Figura 5.16 d).

² *Ibidem*²²

³ <https://agroiintel.ro/150677/cadere-grindina-judetul-braila/>

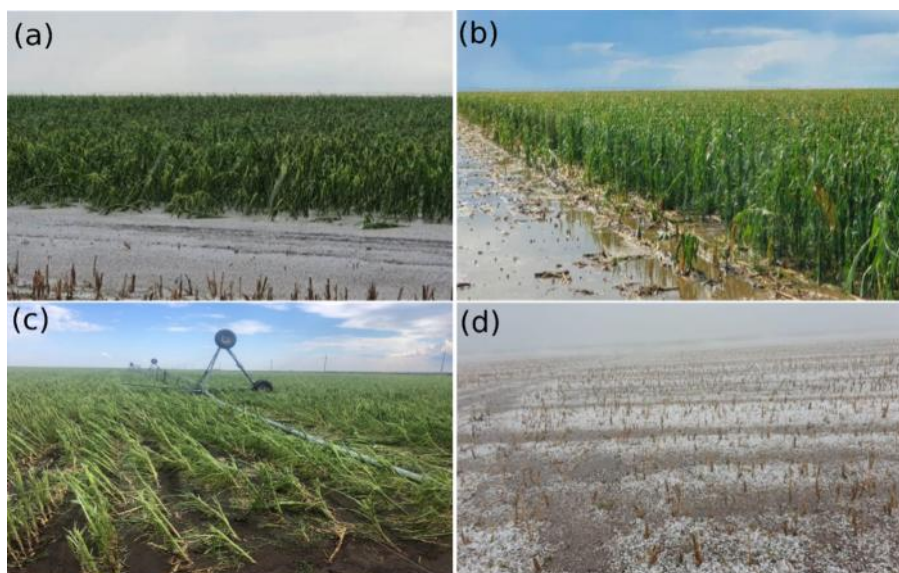


Figura 5.16. Efectele grindinei asupra vegetației din extravilanul comunei Traian
(sursa: <https://agrintel.ro/150677/cadere-grindina-judetul-braila/>)

Analiza efectelor grindinei pe baza imaginilor satelitare

Efectele grindinei de la nivelul zonei de interes au fost surprinse în imaginile satelitare multispectrale Sentinel-2 L2A, prin compararea situației vegetației înainte și după producerea fenomenului, respectiv 14 iulie (ora 09:05 UTC) și 21 iulie (ora 08:55 UTC).

Diferența de la nivelul vegetației dintre cele două serii temporale este foarte evidentă chiar și în cazul combinației în culori naturale (vizibil) (Figurile 5.17).

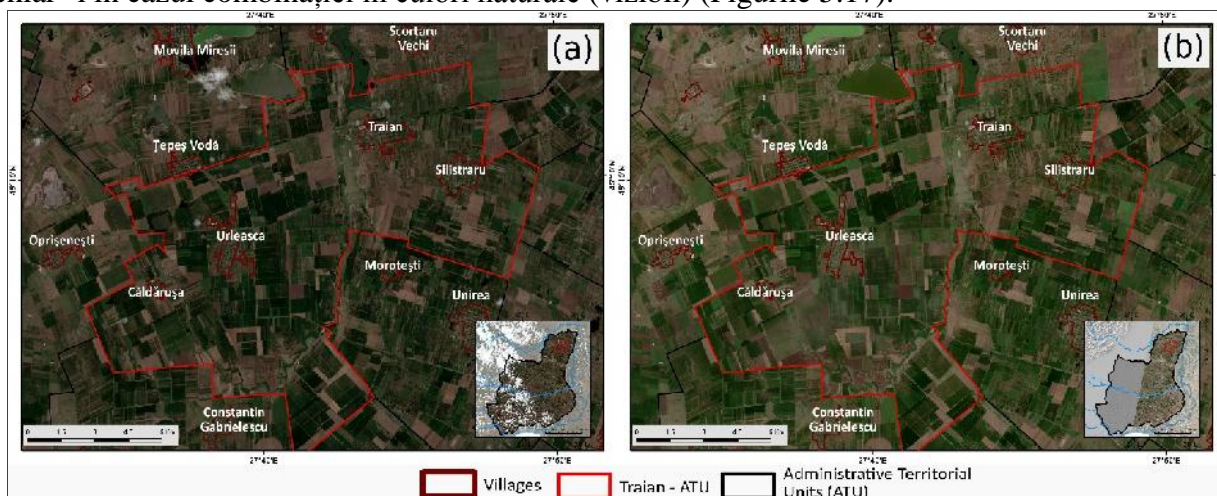


Figura 5.17. Imagine Sentinel-2 A: (a) 14 iulie 2020, ora 09:05 UTC, (b) 21 iulie 2020, ora 08:55 UTC

Pentru a evidenția efectele grindinei s-a calculat indicele NDVI:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

unde: NIR (banda 8) reprezintă reflectanța în infraroșu apropiat, iar Red (banda 4) este reflectanța în roșu.

Valorile NDVI sunt cuprinse între -1.0 și 1.0, valorile negative reprezentând nori sau apă, iar valorile pozitive apropiate de 0 indicând suprafețe neacoperite de vegetație (stânci, nisipuri, sol fără vegetație, suprafețe artificiale). Vegetația are valori pozitive: pășuni, tufărișurile (vegetație rară) având valori cuprinse între 0,2-0,3, iar pădurile (vegetație densă), respectiv culturile agricole ajunse la maturitate au valori mai mari de 0,6 (Gross, 2005). Modificările suferite de vegetație sunt semnificative în special pentru suprafețele agricole din

estul comunei Traian (zona Urleasca, C Id ru a). Astfel, se înregistrează trecerea brusă a indicelui NDVI de la valori cuprinse între 0,8-0,9, la valori sub 0,6 (Figura 5.18).

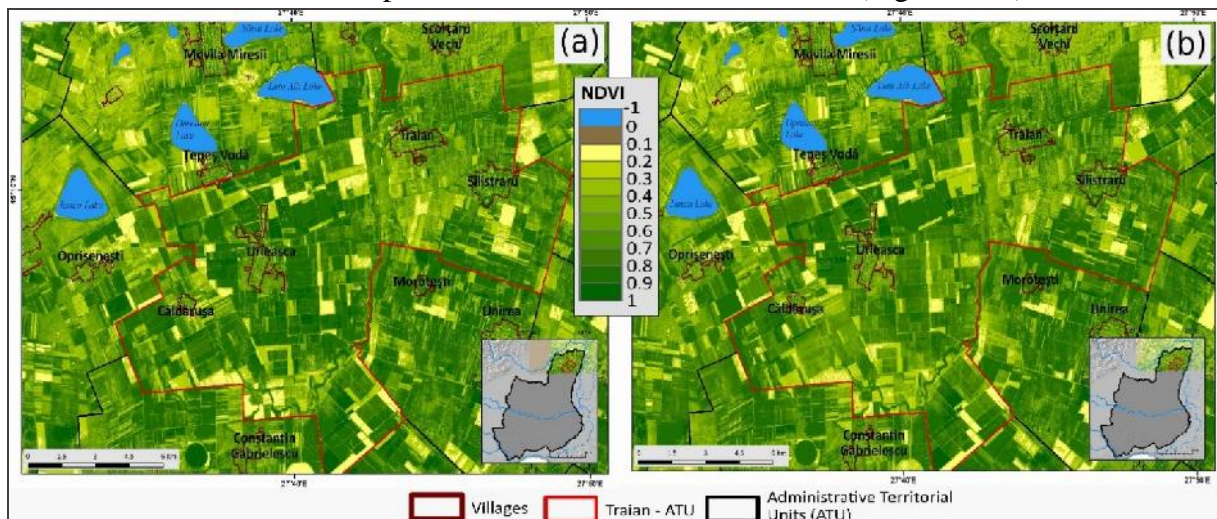


Figura 5.18. Indicele NDVI (a) 14 iulie și (b) 21 iulie 2020.
Zona conturată (subiectiv) cu mov reprezintă arealul cel mai afectat de grindină

Prin calcularea diferenței dintre NDVI-ul anterior fenomenului (14 iulie) și NDVI-ul ulterior grindinei (21 iulie) a rezultat un raster al cărui valori pozitive marchează modificările negative suferite de vegetație. Pe baza observațiilor vizuale a diferenței pozitive obținute s-a stabilit un prag de 0,05 pentru grindină, astfel suprafețele afectate au diferențe de NDVI mai mari de 0,05 (Figura 5.19).

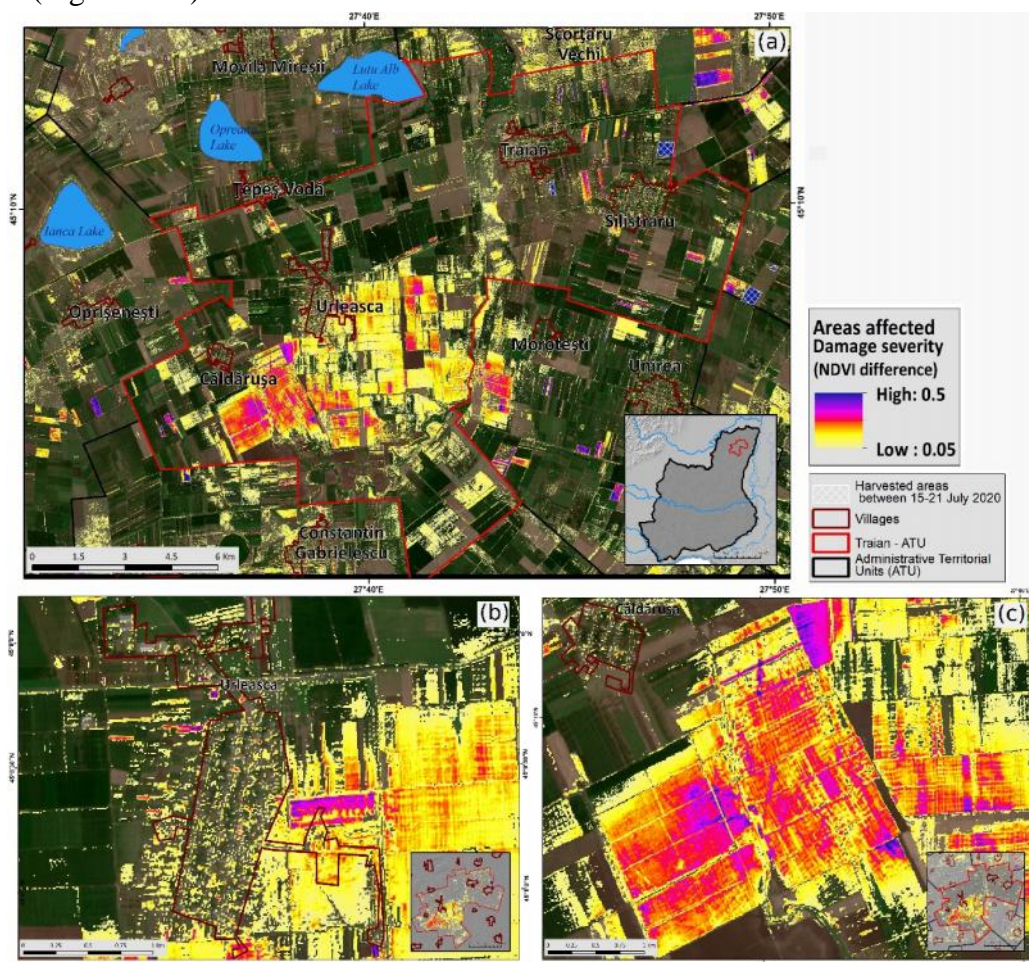


Figura 5.19. Suprafețele afectate conform metodei de grindină extrase din diferența NDVI 14-21 iulie

Pentru determinarea pagubelor la nivelul categoriilor de utilizare ale terenului din localitățile afectate s-a utilizat baza de date vectorial LPIS 2020, cu informații doar pe terenurile agricole din extravilan (Tabel 5.1). Conform tabelului 5.1, se constată faptul că aproximativ 4.000 ha au fost afectate de grindină, terenurile arabile înregistrând cele mai multe pagube, mai ales în proximitatea satelor Urleasca și Căldaruș (Figura 5.19 (b) și (c)).

Tabel 5.1. Pagubele grindinei la nivelul utilizării terenului/UAT Traian

Utilizare teren	Suprafața afectată	Utilizare teren	Suprafața afectată
Pășuni	236.68	Vii	1.44
Teren arabil	3.550,02	Livezi	7.44
Grădini, teren agricol intravilan	126.86	Total	3.922,5

Pagubele înregistrate la nivelul terenurilor agricole au fost suficient de semnificative încât au determinat creșterea temperaturii la suprafața terenului (LST) (Figura 5.20) înregistrat ulterior fenomenului extrem. În zonele cele mai afectate de grindină, diferențele dintre valorile LST, din zilele de 15 și 31 iulie 2020, sunt mai ridicate decât în zonele înconjurătoare. S-au constatat creșteri de temperatură, în general, cuprinse între 8-12°C, urmate de cele din intervalul 4-8°C, respectiv 12-16°C.

Media LST pentru suprafața afectată a fost de 38,27°C în 31 iulie, față de 30,48°C din 15 iulie 2020, înregistrând astfel o diferență de +7,79°C. Referitor la maximele termice, acestea au fost între 16-18°C și s-au înregistrat la sud-vest de satul Urleasca. De asemenea, s-a observat că intensitatea pagubelor grindinei a fost direct proporțională cu valorile LST. Astfel valorile de diferență LST mai mari de 12°C au fost în areale unde indicele NDVI a suferit o scădere de 0,4-0,5.

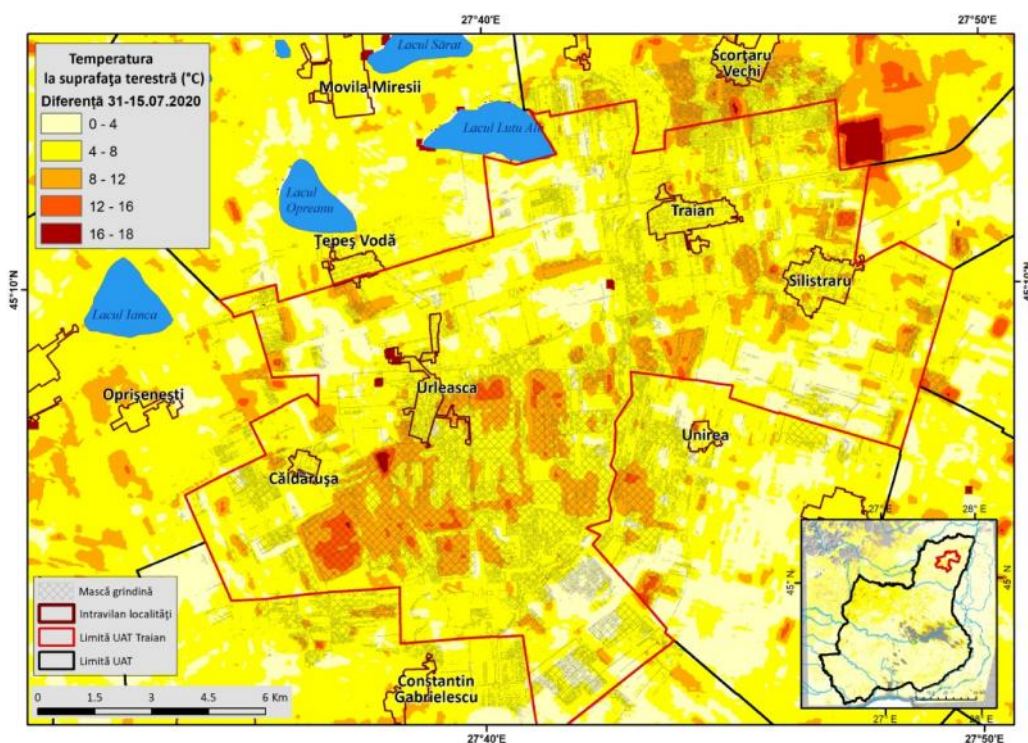


Figura 5.20. Diferența LST dintre 15 și 31 iulie 2020

Soil Water Index reprezintă un indice util în evidențierea modului în care a oscilat umiditatea din sol la diferite niveluri de adâncime, între diferite intervale de timp. Dintre cele 8 niveluri la care este calculată umiditatea din sol, adâncimea de 2 cm surprinde cel mai clar

creșterea umidității s-a survenit în 21 iulie, ca urmare a precipitațiilor generate de grindina din 20 iulie. Se poate remarca cum în 22 iulie, umiditatea înregistrată la 2 cm adâncime a scăzut substanțial, sub pragul anterior producerii grindinei, pentru că începând cu 23 iulie s-a situat sub celelalte niveluri de adâncime, semnaland astfel infiltrarea precipitațiilor în interiorul solului (Figura 5.21).

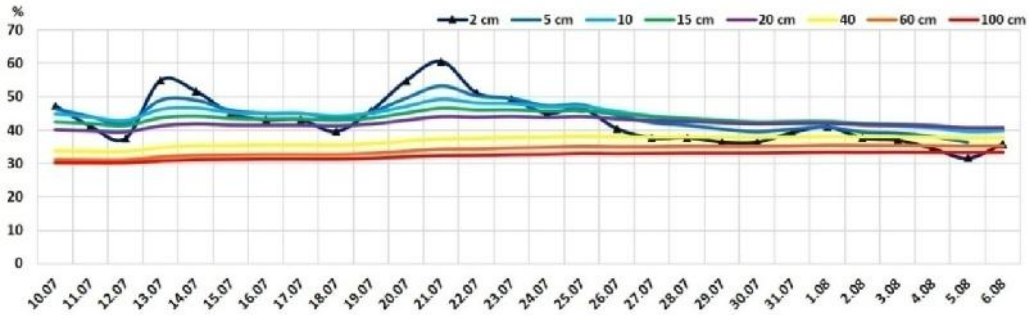


Figura 5.21. Valorile SWI în intervalul 10 iulie-06 august 2020

Pentru a sublinia corelația temporală a indicelui NDVI, respectiv a măștii de grindină rezultate, cu SWI, datele de umiditate la adâncimea de 2 cm din 14 și 21 iulie au fost analizate pe baza diferenței valorilor acestora. Astfel, a predominat creșterea umidității, cele mai semnificative creșteri (15-20%) fiind în zona Urleasca și Căldaruș, în schimb în estul UAT-ului Traian s-au semnalat creșteri de până la 5%. Suprapunerea măștii de grindină NDVI cu situația SWI afirmă faptul că fenomenul s-a produs în special în vestul arealului analizat (Figura 5.22).

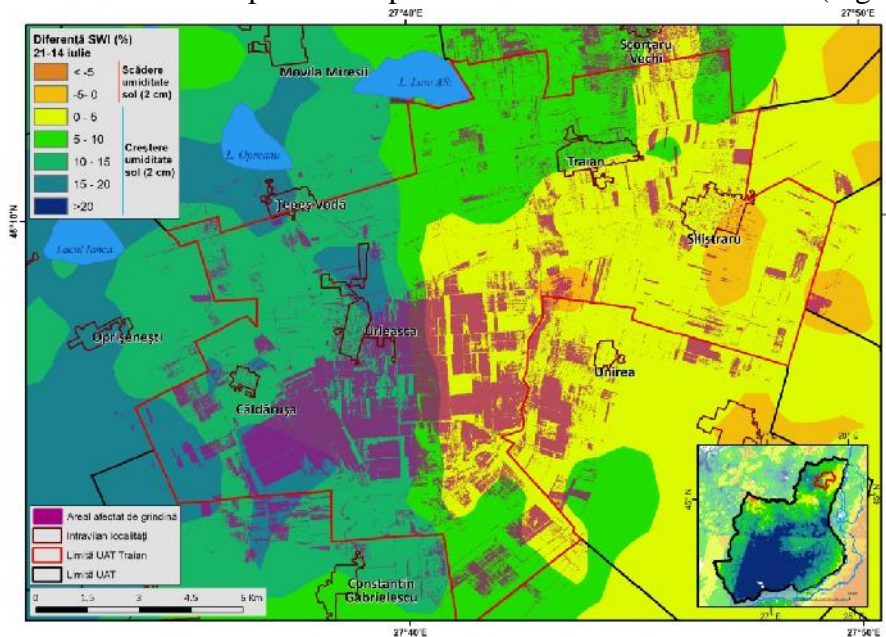


Figura 5.22. Diferența SWI 14-21 iulie și masca de grindină din NDVI

Cazul de grindină a fost analizat, respectiv validat și prin intermediul informațiilor de la **radarul Medgidia**, fenomenul fiind surprins pe baza valorilor de reflectivitate mai mari de 50-60 decibeli (dbZ), valori care indică o grindină de intensitate medie-mare, de circa 5 cm (Cărbunaru și colab., 2014).

Imaginea radar de reflectivitate înregistrată la ora 12:07 UTC și la un unghi de înclinare al antenei radar de 0,5° (1,8 km altitudine față de antena radar) surprinde un maxim de circa 65 dbZ în zona localității Căldaruș, valori mari urmând să fie prezente și în următoarea secvență temporală, astfel la ora 12:13 UTC, localitatea Urleasca este cea mai predispusă la căderi de

grindin . Din figura 5.23 se poate observa cum grindina s-a deplasat de la vestul localit ții Urleasca c tre sud-est, afectând i satele Morote ti i Unirea (comuna/UAT Unirea).

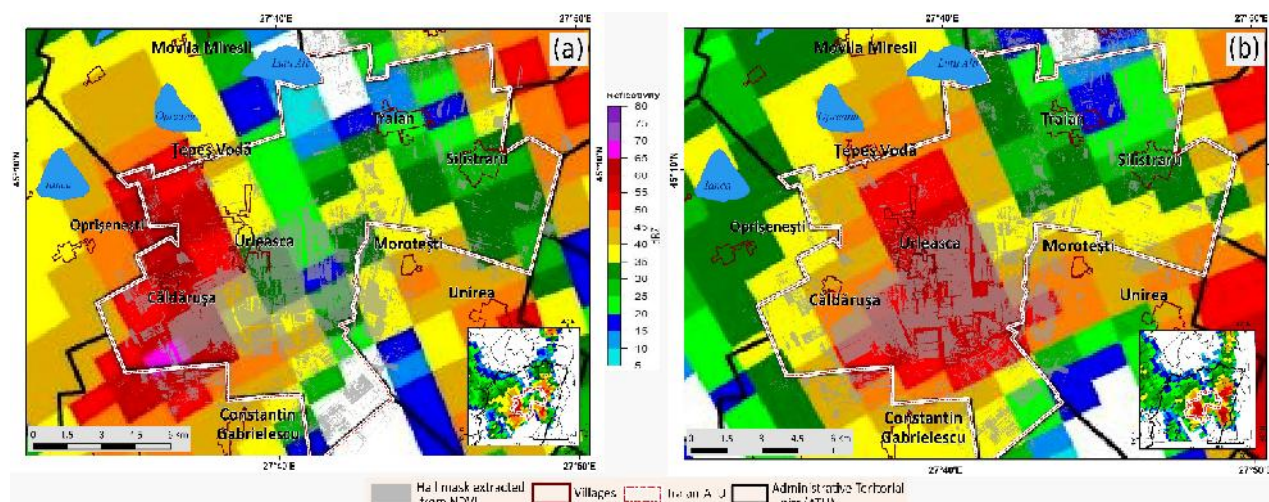


Figura 5.23. Reflectivitate radar Medgidia din: (a) 2020.07.20, ora 12:07 UTC; (b) 2020.07.20, ora 12:13 UTC, înclinare unghi 0,5°

A adar, identificarea i evaluarea pagubelor grindinei se pot realiza prin analiza combinat a datelor satelitare de înalt rezolu ie spa iala i cele in-situ.

5.4. Cea a

5.4.1. Generalit i (defini ie, cauze, impact)

Ceața este un fenomen meteorologic generat de prezența hidrometeorilor apoși, fiind definit ca suspensia pic turilor foarte mici de ap din aerul saturat (cu umezeal relativ de 100%) din apropierea suprafeței, care determin o reducere a vizibilit ții orizontale a solului la mai puțin de 1 km (OMM, 1992).

Spre deosebire de observațiile sinoptice de la stațiile meteorologice, **imaginile satelitare** reprezint o **surs spațial continu de date**, fiind de o importanță major în regiunile cu ceață i nori inferiori, din imediata apropiere a suprafeței terestre și la nivelul c rora densitatea rețelei de m sur tori este redus (Krawczyk i Jasi ski, 2015).

5.4.2. Studiu de caz: ceața din intervalul 14-17 ianuarie 2020

Analiza cazului din date in-situ i de modelare numeric

De-a lungul intervalului 14-17 ianuarie 2020, ANM a emis mai multe avertiz ri nowcasting cod galben de ceață pentru mai multe regiuni din țar , în special pentru zonele joase din sudul i sud-estul ț rii, Câmpia B r ganului aflându-se de fiecare dat sub avertiz rile meteorologilor de fenomene meteorologice periculoase (ceață , chiciur sau chiar depuneri de polei). Trebuie subliniat faptul c potrivit ANM, avertiz rile de fenomene periculoase imediate (nowcasting) se emit pentru o perioad de maximum ase ore.

Fenomenul de ceață a fost influențat de un regim anticiclonic, la sol, presiunea fiind ridicat . La nivelul presiunii atmosferice de 850 hPa (1500 metri), temperaturile au avut valori ușor mai ridicate față de nivelul solului, existând astfel i o **inversiune termic** care a favorizat apariția ceții, mai ales în zonele de câmpie și podiș. În data de **14 ianuarie**, temperaturile aerului din sudul i sud-estul ț rii au fost mai sc zute față de zilele precedente, tocmai din cauza ceții și

nebulozit ții stratiforme. Maximele zilei au fost de până la 2°C în zonele cu cea persistent (în special în Câmpia B r ganului).

Pentru **15 ianuarie**, la nivelul județelor din **Câmpia B r ganului** (Br ila, Buz u, Ialomița, C l ra i), p n la orele 10-11, a fost valabil o avertizare **cod galben de ceaț** (care determină reducerea vizibilit ții local sub 200 m și izolat sub 50 m). În **16 ianuarie**, codul galben de ceaț , chiciur i polei a ajuns s afecteze 29 de județe, astfel în cea mai mare parte din țar cerul fiind înnorat, iar ceața dens , prognozat până la orele 10-11, a dus la sc derea vizibilit ii sub 200 de metri i, izolat, sub 50 de metri, dând mari b t i de cap pentru circulația automobilelor i aeronavelor, portul Midia fiind chiar închis ⁴.

Potrivit ANM, **codul galben** de tip nowcasting care semnalez ceaț , chiciur i polei ar fi fost valabil pentru urm toarele județe: Constanța, Tulcea, Bac u, Boto ani, Suceava, Gala i, Neam , Vrancea, Ia i, Vaslui, Olt, Dolj, Mehedin i, Br ila, Ialomi a, Buz u, Prahova, C l ra i, Giurgiu, Ilfov, Teleorman, Dâmbovi a, Cluj, Alba, Covasna, Bra ov, Mure , Harghita i Sibiu

Pentru **17 ianuarie**, ANM a emis aten ion ri nowcasting cod galben de cea i izolat chiciur i polei valabile până la ora 11:00 pentru 29 de jude e (Alba, Covasna, Bra ov, Mure , Harghita, Sibiu, Constan a i Tulcea (zona continental), Cluj (zona joas), Bistri a-N s ud (zona joas), Br ila, Ialomi a, Arge , Prahova, Buz u, C l ra i, Giurgiu, Teleorman, Dâmbovi a, Cara -Severin, Arad, Bihor, Timi , Gorj, Olt, Vâlcea, Dolj i Mehedin i)⁵.

Analiza satelitar a ceții din intervalul 14-17 ianuarie 2020

Utilizarea eficient a indicelui LST pentru evidențierea inversiunii termice ap rute la nivelul Câmpiei B r ganului este dezavantajat de prezența îndelungat a norilor de-a lungul intervalului 15-17 ianuarie (Figura 5.24 a-d), în majoritatea cazurilor existând foarte puțini pixeli cu informație valid de temperatur (Figura 5.24 e-h). Comparând valorile de temperatur ale aerului la 2 m cu cele obținute din satelit se observ faptul c acestea sunt direct proporționale, cu deosebirea c datele LST sunt mai sc zute față de temperatura aerului, înregistrat la stațiile meteorologice. Pe baza coeficientului statistic **Pearson** a rezultat faptul c între valorile maxime ale temperaturii aerului i cele LST exist o corela ie de **0,86**, ceea ce denot o dependen reciproc pozitiv important .

Valorile maxime de temperatur ale aerului din Câmpia B r ganului au fost peste 5°C înainte de apariția inversiunii termice, dar au sc zut semnificativ începând cu 14 ianuarie, ajungându-se la valoarea de -0,34°C în 15 ianuarie, când a fost emis i avertizare meteorologic cod galben de ceaț . Temperatura medie zilnic a solului la adâncimea de 7 adâncime (calculat din date de modelare ERA 5) din 14 ianuarie surprinde cel mai bine r cirea suprafe ei terestre, ajungându-se la valoarea de -4°C în cazul Câmpiei B r ganului (Figura 5.25).

⁴ <http://www.ziare.com/social/meteo/meteo-vreme-calda-in-continuare-1593448>

⁵ <https://www.amosnews.ro/cod-galben-de-ceata-chiciura-si-polei-2020-01-17>

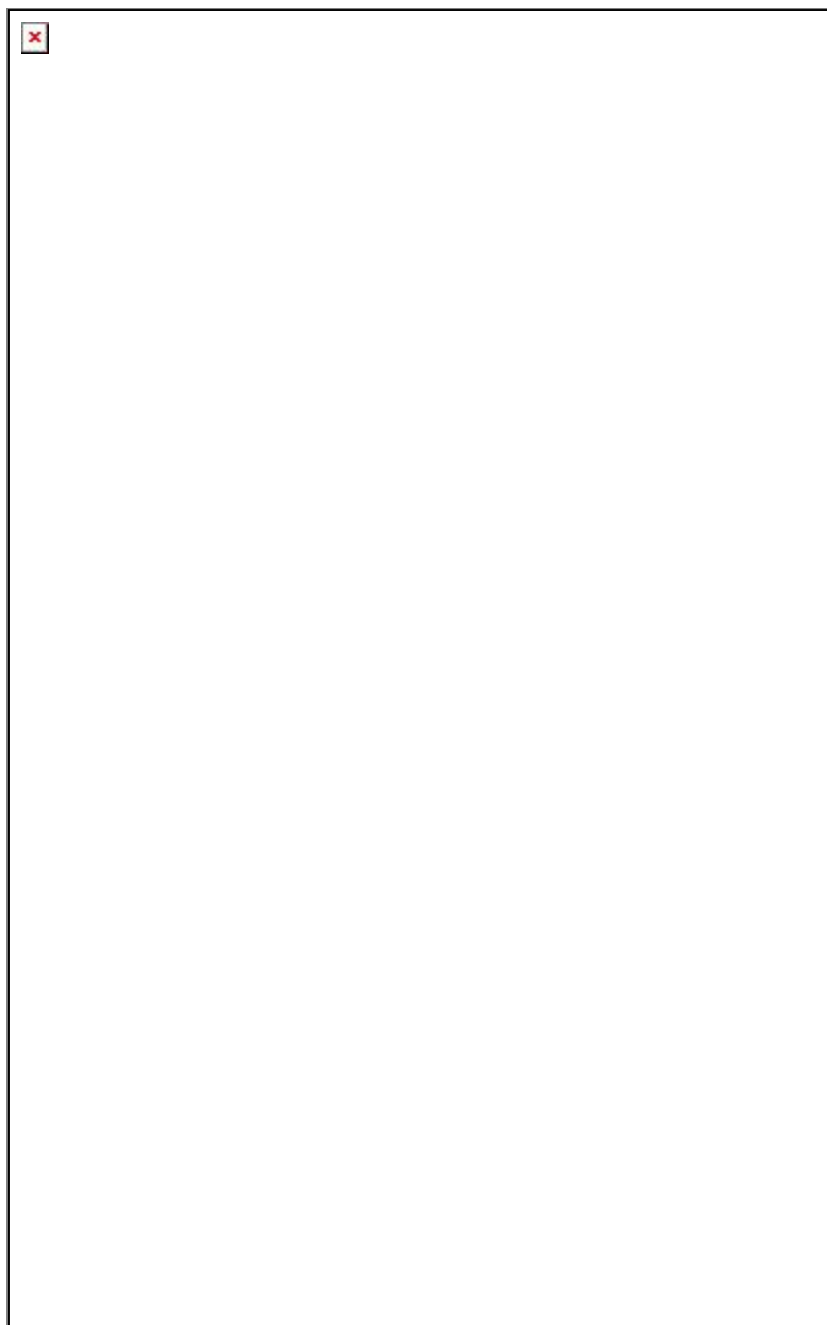


Figura 5.24. Temperatura în intervalul 14-17 ianuarie 2020: LST (a-d) și temperatura aerului (e-h).

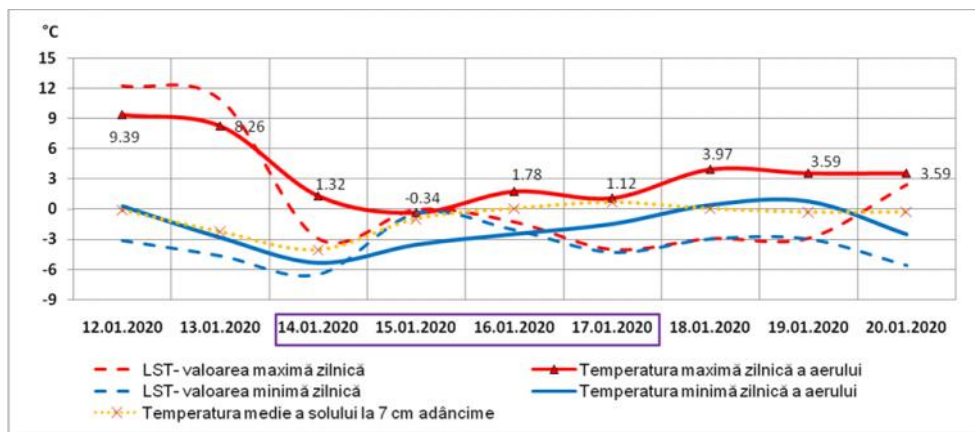


Figura 5.25. Evoluția temperaturilor în Câmpia Braganului, intervalul 12-20 ianuarie 2020

Produsul MSG Night Microphysics RGB are o rezoluție spațial de 3 km și o rezoluție temporal de 15 minute, fiind compus din canalele spectrale IR 3.9, IR10.8 și IR12.0, unde Red este reprezentat de diferența canalelor IR12.0 – IR10.8, valorile Green de diferența canalelor IR10.8 – IR3.9, iar Blue de IR10.8. În imagini RGB (10-09,09-04,09), **ceață de noapte** apare în **culori verzui deschis**, totuși, în unele situații care țin de condițiile regionale și de schimbare de anotimp, culorile RGB sunt modificate, această variabilitate a culorilor creând dificultăți pentru meteorologii previzionieri. Prezența nebulozității, dar și a ceații pot fi surpsinse din combinațiile spectrale **fals-color Terra MODIS** (figura 5.26). Astfel din combinația benzilor 7-2-1 rezultă o imagine fals-color, prin intermediul careia suprafețele noroase sau cu ceață apar în alb, fiind distinse astfel de terenurile acoperite de zăpadă, simbolizate prin cyan. În schimb, vegetația apare în nuanțe de verde, iar terenurile neacoperite de aceasta sunt în nuanțe de maro.

În **15 ianuarie**, ceața putea fi identificată prin interpretarea produsului MSG Night Microphysics RGB, astfel la ora 05:45 UTC (ora local 07:45) aceasta încă ocupa suprafețe extinse din sud-estul, estului și partea centrală a țării (Figura 5.26).

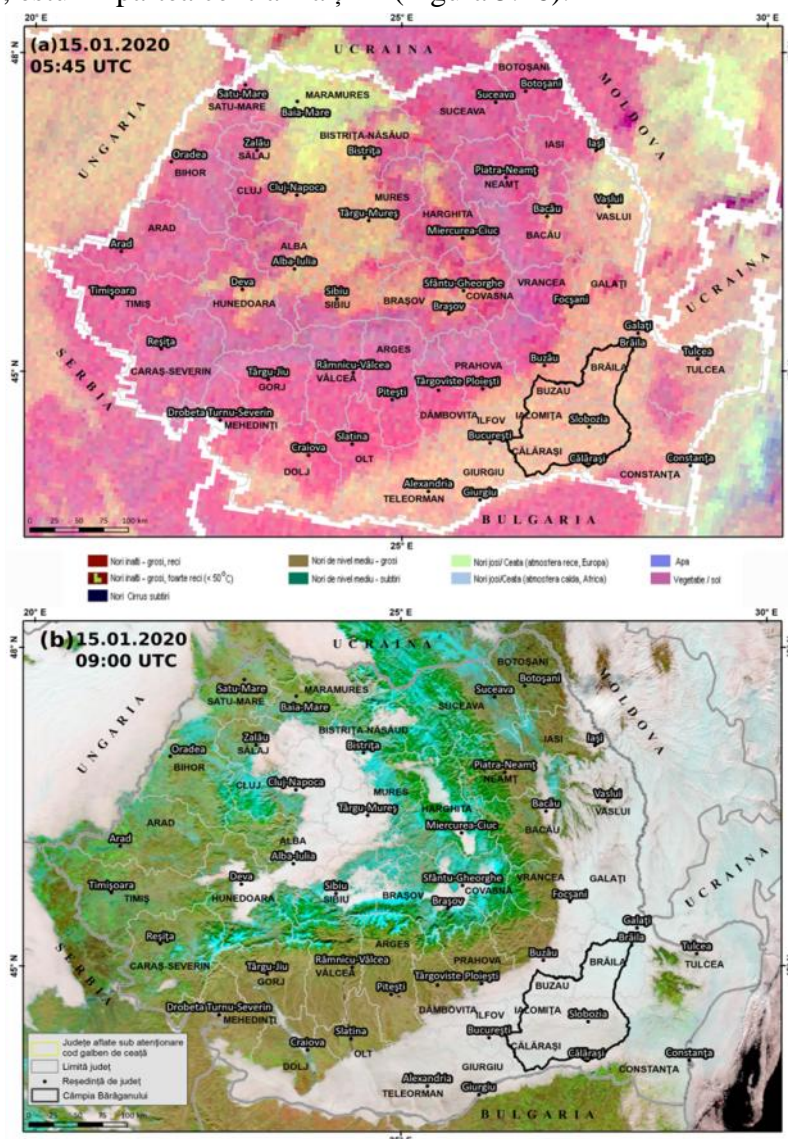


Figura 5.26. Identificarea ceații din: (a) produs MSG, ora 05:45 UTC, (b) imagine fals-color Terra MODIS, ora 09:30 UTC, 15 ianuarie 2020

5.5. Seceta

5.5.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Seceta constituie un hazard natural, complex cu impact negativ asupra societății și mediului înconjurător, fiind definit ca o perioadă cu precipitații absente sau deficitare (OMM, 2018). Fiind un fenomen temporar (Dai, 2011), perioada de secetă reprezintă cel puțin 14 zile consecutive în sezonul rece (octombrie-martie) și cel puțin 10 zile consecutive în sezonul cald (aprilie-septembrie) în care nu s-au înregistrat precipitații sau cantitățile nu au depășit valoarea de 0,1 mm (Bogdan și Niculescu, 1999).

Seceta diferă de la un caz la altul în funcție de caracteristicile sale esențiale: intensitate, durată și repartiție spațială, dar toate cazurile au în comun lipsa precipitațiilor (Sivakumar și colab., 2010). Intensitatea secetei depinde de diferiți factori, printre care: caracteristicile suprafeței active, factorul antropic și parametrii meteorologici (Sandu și colab., 2010). Dintre acești factori, parametrii meteorologici (temperatura aerului și a solului, precipitațiile, evapotranspirația, umiditatea solului etc.) au rolul cel mai important în determinarea secetei.

Din cauza complexității hazardului care afectează diverse aspecte ale societății și mediului înconjurător, seceta este clasificată în general în patru categorii de secetă (Wilhite și colab., 1985; Monacelli și colab. 2005): seceta meteorologică, seceta agricolă, seceta hidrologică, seceta socio-economică.

- Seceta meteorologică este definită de gradul și durata perioadei de uscăciune, depinzând de condițiile atmosferei (OMM, 1992).
- Seceta agricolă este asociată cu scăderea precipitațiilor, deficitul de apă din sol, creșterea temperaturii, creșterea evapotranspirației etc. Apare ca urmare a intensității ridicate a secetei meteorologice, fiind asociată cu deficit de umiditate a solului, temperaturi ridicate ale solului și creșterea evapotranspirației. Seceta agricolă se declanșează atunci când rezerva de umiditate disponibilă plantei a scăzut atât de mult încât productivitatea agricolă se reduce sau este compromisă în totalitate.
- Seceta hidrologică este definită de fluxul redus de apă, nivelurile scăzute ale rezervoarelor și lacurilor, ca urmare a scăderii precipitațiilor.
- Seceta socio-economică începe atunci când seceta afectează calitatea vieții oamenilor.

Seceta se poate înregistra de-a lungul anului, dar cele mai multe cazuri au loc la sfârșitul verii și începutul toamnei (Bălteanu și Urban, 2005). În țara noastră, zonele agricole cele mai vulnerabile la deficitul de precipitații sunt cele sud-estice și sudice, îndeosebi Dobrogea, Bragan, sudul Olteniei, Munteniei și al Moldovei. Aceste zone pot fi încadrate în categoria arealelor cu risc ridicat la seceta pedologică excesivă și prelungită (Dumitra și colab., 2001; Mateescu și colab., 2004; Sandu și colab., 2010; Mitric și colab., 2013; Mateescu și Sandu, 2015;). Aceste zone cu un grad ridicat de expunere la secetă au fost identificate și din analiza satelitară a Indicelui de Secetă Diferenț Normalizat – **NDDI** (Angearu, 2018; Angearu și colab., 2018) și Indicele de Severitate al Secetei – **DSI** (Angearu și colab., 2020), calculați la nivelul terenurilor agricole din sezonul de vegetație 30 martie-29 septembrie, pentru perioada 2000-2015, respectiv 2001-2019.

5.5.2. Studiu de caz: evoluția secetei agricole din perioada 2000-2019

5.5.2.1. Analiza indicelui Starea de Sănătate a Vegetației (VHI)

În cadrul analizei secetei asupra terenurilor agricole din Câmpia Bărăganului s-au utilizat produsele de sinteză (8 zile) Terra MODIS pentru perioada 2000-2019, intervalul 30 martie-29 septembrie, acesta fiind considerat intervalul optim de dezvoltare a vegetației. Totodată, pentru analiza secetei la nivelul terenurilor agricole s-a utilizat baza de date Corine Land Cover 2018.

A. Produsul de reflectanță MOD09A1

Produsul de reflectanță MOD09A1 este un produs de nivel 3 cu o rezoluție spațială de 500 m și o rezoluție temporală de 8 zile. Estimarea reflectanței din date satelitare necesită imagini clare, fără nori. În acest sens se utilizează imagini consecutive pentru eliminarea acoperirii noroase⁶. Pe baza produsului MOD09A1 s-a calculat Indicele de Vegetație Diferențial Normalizat (NDVI), folosindu-se banda 1 și banda 2. NDVI a fost introdus de Rouse și colab. (1973), fiind cel mai utilizat indice de vegetație (Tucker, 1979), folosit de decenii pentru monitorizarea vegetației. Indicele NDVI reprezintă o transformare non-lineară a benzilor din domeniul vizibil: roșu și infraroșu apropiat (NIR), fiind definit ca diferența dintre aceste două benzi, împărțită la suma lor:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$$

unde NIR (banda 2) reprezintă reflectanța în infraroșu apropiat, iar Red (banda 1) este reflectanța în roșu.

Valorile NDVI sunt cuprinse între -1.0 și 1.0, valorile negative reprezentând nori sau apă, iar valorile pozitive apropiate de 0 indicând suprafețe neacoperite de vegetație (stânci, nisipuri, sol fără vegetație, suprafețe artificiale). Vegetația are valori pozitive: pășuni, tufărișurile (vegetație rară) având valori cuprinse între 0,2-0,3, iar pădurile (vegetație densă) au valori între 0,6-0,8 (Gross, 2005).

Trebuie menționat faptul că indicele NDVI a fost decupat după mască de nori a produsului LST, pentru a elimina astfel pixelii afectați de acoperirea noroasă. De asemenea, valorile NDVI mai mici de 0,2 au fost excluse din studiu, deoarece acestea nu reprezintă vegetația în sine sau în unele cazuri desemnează terenurile după recoltarea culturilor agricole. Prin intermediul indicelui NDVI s-a calculat ulterior indicele de secetă Vegetation Condition Index (VCI), indice dezvoltat de către Felix Kogan (Kogan, 1995).

B. Produsul MOD11A2 - MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity

Acest produs este de nivel 3, la nivel global, în proiecție sinusoidală, cu o rezoluție temporală de 8 zile și o rezoluție spațială de 1 km. Valorile de temperatură din cele 8 zile sunt colectate din datele zilnice LST MOD11A1, fiind apoi mediate pentru a rezulta banda sinteză (LST_Day_1km), ale cărei valori sunt exprimate în grade Kelvin (Wan și colab., 2015).

Temperatura la nivelul suprafeței terestre (LST) este un indice util pentru monitorizarea vegetației și a secetei, deoarece creșterea temperaturii la nivelul solului poate afecta negativ vegetația, ajungându-se până la distrugerea culturilor, respectiv apariția incendiilor de vegetație. LST diferă de temperatura aerului, deoarece uscatul se încălzește și se răcește diferit decât aerul. Pe baza indicelui LST s-a calculat indicele Temperature Condition Index (TCI), indice dezvoltat tot de către Felix Kogan (Kogan, 1995).

⁶ http://modis-sr.ltdri.org/guide/MOD09_UserGuide_v1.4.pdf

Indicii de secet VCI, TCI reprezint indici globali de secet care presupun o analiz multitemporal a indicilor NDVI i LST, prin intermediul c rora s se identifice i monitorizeze arealele secetoase, respectiv tipurile de secet . Prin combinarea indicilor VCI i TCI se poate determina stresul vegetației de-a lungul perioadelor cu un anumit grad de intensitate al secetei (Kogan, 1995, Liu i Kogan, 1996). Ambii indici propu i de Kogan implic acela i concept, i anume c vegetația înregistreaz maximul de dezvoltare în anii cu condiții meteorologice optime, în timp ce minimul de vegetație se reg se te în anii nefavorabili din punct de vedere al vremii (Tsiros i colab., 2009).

Indicele VCI utilizeaz urm toarea formul :

$$VCI = 100 * (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})$$

unde: NDVI este valoarea extras din produsul sintez (8 zile) pentru data/imaginea respectiv , iar $NDVI_{min}$ i $NDVI_{max}$ reprezint maximul i minimul multianual absolut.

Indicele TCI folose te urm toarea formul :

$$TCI = 100 * (T_{max} - T) / (T_{max} - T_{min})$$

unde: T este valoarea medie a temperaturii extras din LST pentru data/imaginea respectiv , iar T_{max} i T_{min} constituie maximul, respectiv minimul multianual absolut.

Valorile indicilor VCI i TCI variaza de la 0 la 100, reflectând schimb rile suferite de vegetație, de la extrem de nefavorabil la optim (Kogan, 1996). Valorile ridicate sugereaz un grad însemnat de s n tate a vegeta iei, aceasta prezentând condi ii favorabile de dezvoltare, în timp ce valorile reduse, apropiate de 0, indic stresa vegeta iei.

Indicele Vegetation Health Index (VHI) combin indicele VCI i indicele TCI, astfel analiza secetei este mult mai complex , deoarece cuprinde informa ii atât despre nivelul de dezvoltare al vegeta iei, cât i despre condi iile termice la care este supus vegeta ia (Kogan, 2001).

VHI se calculeaz potrivit formulei:

$$VHI = 0,5 * VCI + 0,5 * TCI$$

Coeficientul 0,5 este considerat ponderea egal dintre cei doi indici, din moment ce contribuția vegetației și a temperaturii în ciclul vegetativ sunt înc necunoscute (Kogan, 2001). Cele 4 tipuri de secet atribuite indicelui VHI sunt ilustrate în tabelul 5.2.

Tabel 5.2. Tipurile de secet conform VHI (dup Bhuiyan i Kogan, 2010)

Valori VHI	Tipul de secet agricol
<10	Secet extrem
10-<20	Secet puternic
20-<30	Secet moderat
30- 40	Secet slab
>40	F r secet

Potrivit indicelui VHI, cele mai sc zute valori se înregistreaz îndeosebi în cazul anilor 2000, 2003, 2007 i 2012. Analiza indicelui VHI indic prezen a secetei la începutul sezonului în anul 2003, o perioad îndelungat cu secet la mijlocul sezonului vegetativ în anul 2007 i apari ia secetei la sfâr itul sezonului de vegeta ie în anul 2012. Se constat , de asemenea, instalarea secetei în ultimele dou luni din sezonul de vegeta ie începând cu anul 2008 (Figura 5.27).

produs sinteză 8 zile	Anul																			
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
89 (30.03-06.04)	40,65	42,67	34,53	33,02	37,27	46,66	19,28	38,54	55,08	29,82	63,78	35,36	25,29	59,86	59,03	72,39	60,46	49,64	54,52	23,23
97 (07.04-14.04)	25,42	32,48	46,72	48,61	17,03	24,42	33,20	28,17	46,77	44,03	55,33	56,57	18,23	63,79	49,22	40,13	51,79	48,43	40,22	49,77
105 (15.04-22.04)	15,73	62,08	34,82	26,85	43,74	30,04	45,38	40,12	59,98	52,66	62,05	52,17	41,65	61,02	73,30	60,26	64,48	71,54	42,27	70,58
113 (23.04-30.04)	64,23	62,38	46,94	15,37	29,58	53,90	54,40	29,20	71,04	53,06	58,86	44,70	22,94	34,97	77,08	51,05	81,81	71,11	39,40	49,86
121(01.05-08.05)	49,53	50,53	36,87	11,00	33,43	60,04	55,65	43,14	79,67	61,71	55,05	70,24	19,25	43,61	71,86	73,19	81,95	50,86	49,76	54,38
129 (09.05-16.05)	44,50	69,93	37,11	8,28	39,97	68,01	56,94	28,55	77,62	55,79	68,21	67,77	44,70	53,66	72,04	66,18	80,33	77,47	69,90	72,19
137 (17.05-24.05)	31,75	54,50	29,56	8,34	37,15	61,74	36,28	20,64	62,94	45,00	84,08	55,79	70,64	52,91	70,11	57,69	75,30	73,41	60,66	68,92
145 (25.05-01.06)	33,32	46,13	15,92	20,42	54,36	59,26	56,21	15,22	65,46	49,92	54,06	62,17	73,29	73,52	61,01	53,13	68,30	71,76	49,83	68,36
153 (02.06-09.06)	14,43	63,77	28,01	25,33	72,51	62,43	70,08	17,97	60,74	38,01	59,03	64,52	68,96	72,60	71,00	45,27	67,06	65,53	48,36	85,61
161 (10.06-17.06)	16,91	47,39	24,63	27,51	73,32	66,68	71,11	13,81	49,97	28,97	37,27	82,04	68,78	70,31	69,22	44,29	74,20	87,94	48,53	80,13
169 (18.06-25.06)	26,62	lipsă	13,41	45,94	85,43	82,74	57,98	11,75	42,61	33,37	57,18	63,92	54,93	51,55	72,39	60,42	56,78	76,97	47,19	76,64
177 (26.06-03.07)	36,54	lipsă	28,46	40,88	72,64	73,11	49,86	6,81	39,87	48,65	64,96	83,39	69,12	67,46	63,43	58,09	51,29	56,83	63,89	66,68
185 (04.07-11.07)	22,50	50,30	25,85	69,81	76,41	86,58	68,36	4,51	40,10	52,50	73,87	70,24	48,72	68,88	64,48	54,11	57,77	68,79	70,50	64,11
193 (12.07-19.07)	38,64	36,80	29,15	74,76	88,41	82,72	69,13	6,11	39,40	59,98	73,13	61,82	47,35	70,61	69,60	52,47	50,21	56,22	73,53	74,18
201 (20.07-27.07)	40,20	45,59	74,59	65,11	85,41	86,87	62,25	4,52	51,19	50,26	77,31	71,26	39,63	60,94	69,99	47,13	47,18	64,15	76,99	65,45
209 (28.07-04.08)	28,85	28,52	85,95	61,96	89,39	73,19	55,67	4,38	42,10	45,53	71,97	66,37	22,03	49,79	53,20	41,77	35,29	61,27	77,40	55,97
217 (05.08-12.08)	22,13	15,81	89,21	58,80	85,09	86,43	62,86	39,06	31,52	47,98	60,52	54,78	13,89	37,39	44,78	44,29	74,20	87,94	48,53	80,13
225 (13.08-20.08)	10,78	21,84	95,82	45,26	78,56	75,55	46,36	40,93	19,98	34,77	48,91	56,41	41,00	35,69	41,21	29,15	37,74	51,19	48,58	38,97
233 (21.08-28.08)	12,96	28,77	84,23	48,63	73,78	92,04	49,79	35,65	21,49	32,69	42,84	49,92	15,64	30,61	53,22	47,18	41,41	48,85	41,14	32,61
241 (29.08-05.09)	32,83	26,75	80,64	42,95	81,66	88,96	67,69	54,24	17,09	30,20	59,32	37,98	25,26	48,43	42,77	22,95	39,29	44,17	30,69	10,06
249 (06.09-13.09)	60,29	53,22	61,32	55,36	82,26	62,98	48,86	83,16	7,21	58,49	52,70	22,87	20,36	36,94	27,98	42,73	18,04	31,05	39,13	23,24
257 (14.09-21.09)	43,95	38,06	68,14	65,31	61,44	60,34	46,69	60,72	55,40	46,39	26,92	19,72	15,92	65,24	30,18	40,09	20,54	14,32	26,22	17,18
265 (22.09-29.09)	70,60	26,48	52,59	55,42	56,74	71,70	58,49	47,57	45,33	30,87	27,69	16,59	30,51	50,80	47,90	50,13	54,53	42,67	15,94	20,18
medie sezon	34,06	43,05	48,89	41,39	63,29	67,67	54,01	29,45	47,07	44,81	58,05	55,07	38,96	54,85	58,89	49,64	54,34	58,98	50,80	53,04

■ secetă extremă ■ secetă puternică ■ secetă moderată ■ secetă slabă ■ fără secetă

Figura 5.27. Valorile medii VHI de-a lungul anilor în Câmpia B r ganului

Potrivit graficului din figura 5.28 se poate observa faptul că seceta a afectat cel mai mult din suprafața agricolă a Câmpiei B r ganului în cazul anilor 2007, 2000, 2012, 2003.

Intensitatea stresului vegetativ s-a produs în special în anul 2007, când seceta extremă a ocupat aproape 30% din suprafața analizată (Figura 5.28). Alți ani în care seceta extremă a fost importantă au fost: 2000 (12,89%), 2003 (12,58%) și 2012 (10,15%), când și seceta puternică a fost accentuată. Totodată, în anul 2019 se remarcă o pondere a secetei extreme de 8,18%, mult mai ridicată comparativ cu cei 6 ani anteriori (2013-2018).

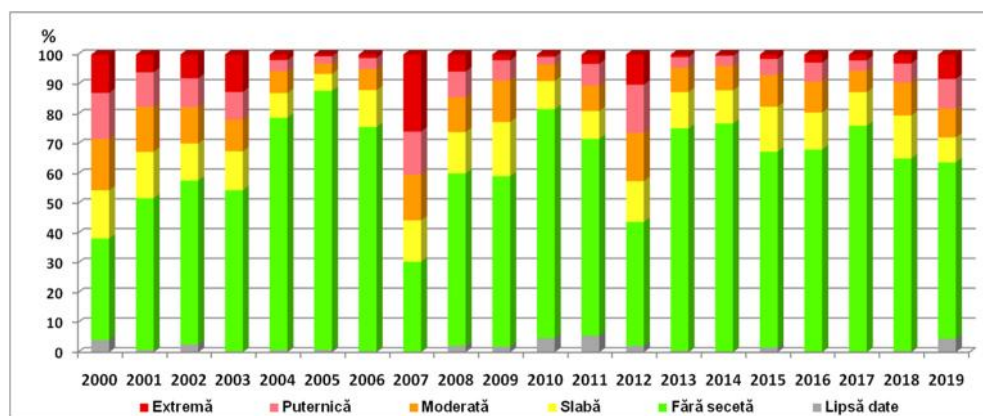


Figura 5.28. Ponderile tipurilor de secetă la nivelul terenurilor agricole potrivit VHI din Câmpia B r ganului

Conform testului Mann-Kendall, în perioada 2000-2019, seceta derivată din VHI (Tabel 5.3) a avut o tendință de creștere semnificativă statistic, îndeosebi, la începutul sezonului de vegetație (aprilie-mai), atunci când nivelul de semnificație statistică a fost de 0,01 (confidență 99,0%).

În ultima parte a sezonului de vegetație (august-septembrie) trendul VHI a fost negativ (valori test z), cu o semnificație statistică de 0,01, 0,05 și 0,1. În restul sezonului vegetativ nu s-au constatat rezultate cu importanță semnificativă statistică. Probabilitatea de a respinge ipoteza nulă se numește nivel de semnificație, valorile fiind cuprinse între 0 și 1, iar un nivel de semnificație este acceptabil cu cât acesta este mai aproape de 0 (Busuioc și colab., 2010).

Tabelul 5.3. Indicele VHI (2000-2019) potrivit testului statistic Mann-Kendal

Sintez nr.	Perioad	Test Z	Semnificație statistic	Sintez nr.	Perioad	Test Z	Semnificație statistic
89	30.03-06.04	1.14		185	04.07-11.07	0.94	
97	07.04-14.04	2.04	*	193	12.07-19.07	1.07	
105	15.04-22.04	3.02	**	201	20.07-27.07	0.23	
113	23.04-30.04	0.36		209	28.07-04.08	-0.03	
121	01.05-08.05	1.78	+	217	05.08-12.08	-0.75	
129	09.05-16.05	2.43	*	225	13.08-20.08	-0.16	
137	17.05-24.05	2.89	**	233	21.08-28.08	-0.36	
145	25.05-01.06	2.63	**	241	29.08-05.09	-1.72	+
153	02.06-09.06	1.91	+	249	06.09-13.09	-2.63	**
161	10.06-17.06	2.50	*	257	14.09-21.09	-3.15	**
169	18.06-25.06	1.47		263	22.09-29.09	-2.17	*
177	26.06-03.07	1.40					

*** = 0,001 nivel de semnificație statistic (99,9% confidență), ** = 0,01 nivel de semnificație statistic (99,0% confidență), * = 0,05 nivel de semnificație statistic, + = 0,1 nivel de semnificație statistic (90,0% confidență)

Prin combinarea mediilor și ponderilor anuale ale secetei derivate din indicele VHI se poate observa faptul că atunci când intensitatea indicelui este redusă, valorile ponderii secetei sunt ridicate. De exemplu, media VHI a sezonului agricol din 2007 a fost de 29,45, indicând prezența secetei slabe, în timp ce ponderea secetei a reprezentat circa 70%, sugerând faptul că seceta a fost un fenomen destul de prezent de-a lungul anului 2007 (Figura 5.29).

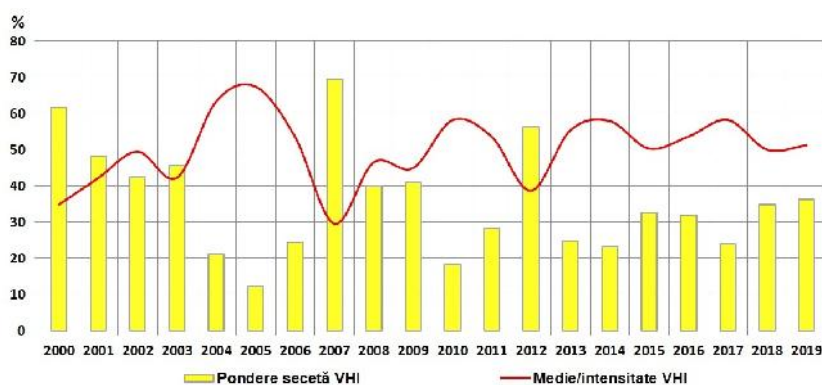


Figura 5.29. Pondere și intensitatea secetei conform indicelui VHI din Câmpia B r ganului

Anii afectați de secetă, respectiv favorabili agriculturii se pot identifica prin compararea cantităților sezoniere anuale de precipitații, cu valorile medii VHI.

De exemplu, precipitațiile medii anuale cele mai reduse s-au înregistrat în anul 2007 (254 mm), ponderea secetei conform valorilor indicelui VHI fiind de 70%. În anul 2005 a rezultat cea mai mare cantitate medie anuală de precipitații (630 mm), iar ponderea secetei a fost de doar 12%, cea mai scăzută valoare din irul de date analizate (Figura 5.30).

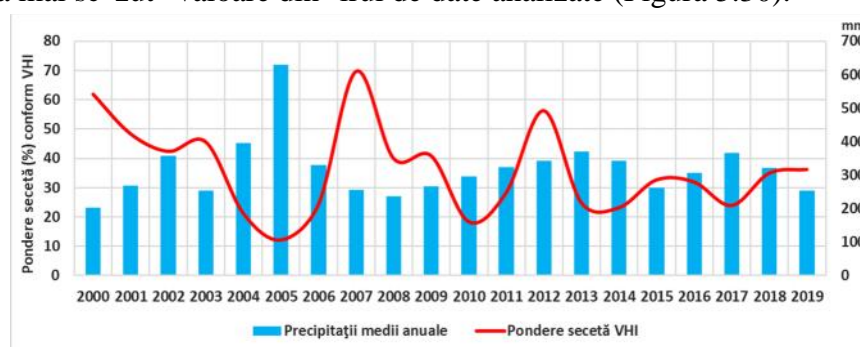


Figura 5.30. Evoluția precipitațiilor sezoniere și valorilor VHI din Câmpia B r ganului

În privința regimului termic, temperaturile medii anuale ale aerului cele mai ridicate au fost în anii 2012 (21,4°C), 2007 (20,6°C), 2000 (20°C) și 2003 (19,8°C), în acești ani suprafețele agricole fiind foarte afectate de secetă, ponderile secetei cumulate fiind peste 45% (Figura 5.31).

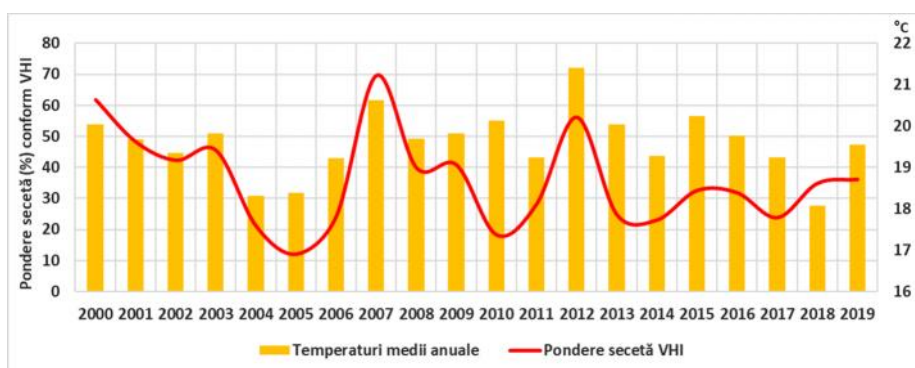


Figura 5.31. Evoluția temperaturilor medii și valorilor VHI din Câmpia B r ganului

Pe baza analizei h rilor mediei multianuale VHI și ponderii secetei multianuale se poate observa că estul și sud-estul Câmpiei B r ganului sunt predispuși fenomenului de secetă (Figurile 5.32; 5.33).

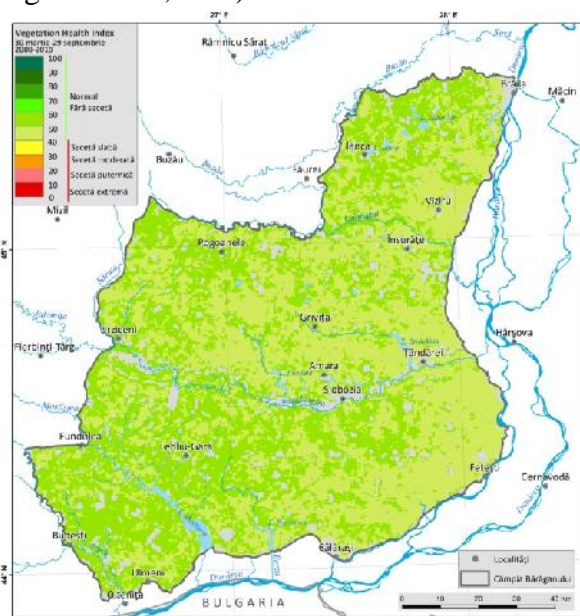


Figura 5.32. Media multianuală VHI

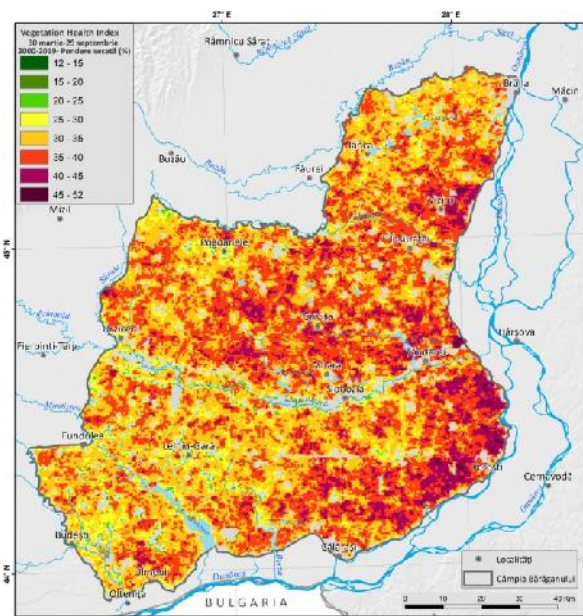


Figura 5.33. Ponderea multianuală a secetei conform VHI

Dintre cei 20 de ani analizați din punct de vedere al ponderii secetei cumulate la nivelul terenurilor agricole, în **14 ani** seceta din Câmpia B r ganului a avut o **pondere mult mai ridicată** comparativ cu valorile înregistrate la nivelul suprafețelor agricole din România. Dintre cei 14 ani s-a remarcat anul **2007**, când procentul mediu al secetei din Câmpia B r ganului a fost de **69,58%**, cu 25,80% mai mult față de situația din România (**43,77%**) (Figura 5.34). În ceea ce privește ponderea medie a secetei cumulate (seceta rezultat prin cumularea tipurilor de secetă stabilite anterior) de-a lungul sezonului de vegetație 30 martie-29 septembrie 2000-2019, circa **36%** din suprafața agricolă din Câmpia B r ganului a fost afectată de secetă, cu **7,12% mai mult față de România** (28,72%).

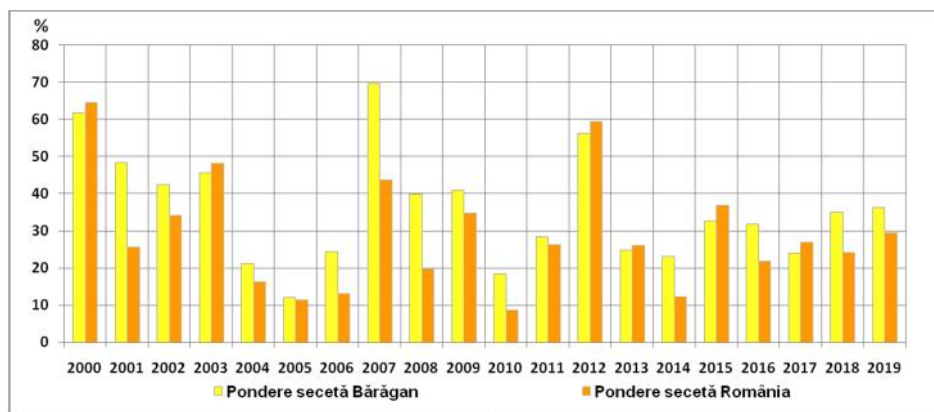


Figura 5.34. Compararea ponderii secetei la nivelul terenurilor agricole din Câmpia Bărăganului și România

Pondere secetei slabe a dominat în ambele cazuri (cu 10,40%-România și 12,37%-Câmpia Bărăganului), urmat de seceta moderată, puternică și extremă (Figura 5.35). La nivelul întregii țări, Podiul Dobrogei este regiunea cea mai afectată de secetă, predominând seceta cu o pondere cuprinsă între 40-45%. După situația din sud-estul țării (Podiul Dobrogei), Câmpia Bărăganului (în special sud-estul acesteia) și sudul Moldovei (Podiul Bârladului) reprezintă cele mai vulnerabile regiuni la fenomenul de secetă agricolă (Figura 5.36).

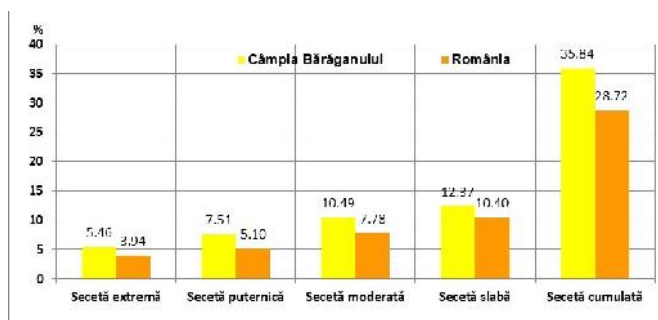


Figura 5.35. Pondere medie a secetei cumulate de-a lungul anilor 2000-2019, la nivelul suprafețelor agricole din Câmpia Bărăganului și din România

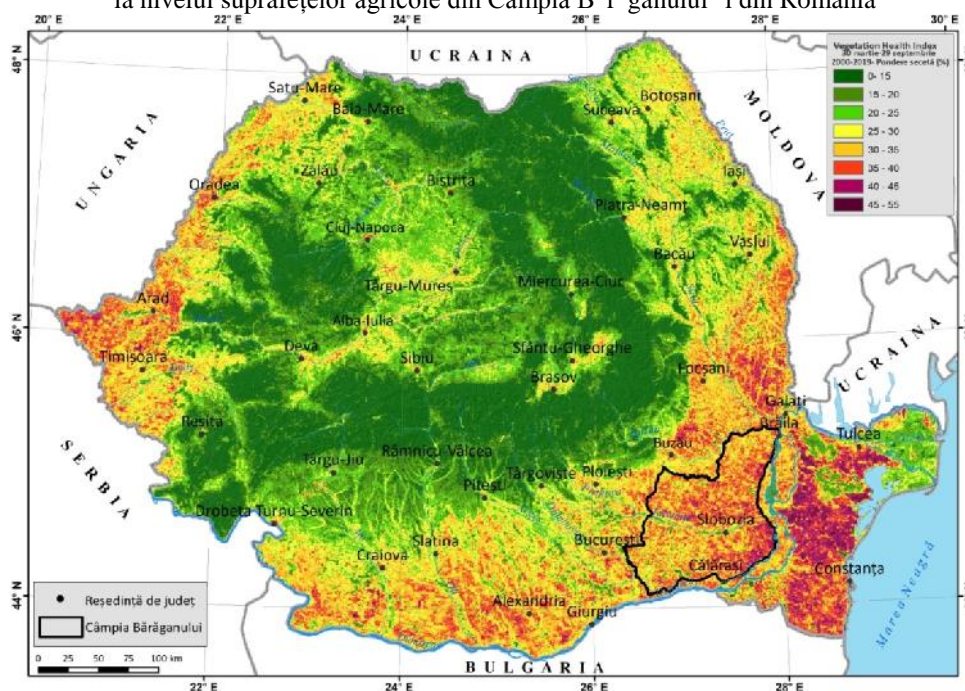


Figura 5.36. Pondere medie a secetei cumulate de-a lungul anilor 2000-2019, sezonul 30 martie-29 septembrie

5.5.2.2. Analiza Indicelui de Secet Diferen Normalizat (NDDI)

Un alt indice de vegetație obținut din date satelitare, relativ recent dezvoltat de către Gușu și colab. (2007), utilizat în analiza secetei agricole îl reprezintă indicele NDDI.

Conform definiției date de Gușu și colab. (2007), NDDI reprezintă un indice util pentru monitorizarea secetei (poate fi asociat cu ofilirea plantelor), fiind calculat ca raportul dintre: diferența dintre indicele de vegetație diferenț normalizat (NDVI) și indicele de apă diferenț normalizat (NDWI) și suma lor:

$$\text{NDDI} = (\text{NDVI} - \text{NDWI}) / (\text{NDVI} + \text{NDWI}).$$

Întrucât indicele NDVI a fost utilizat în obținerea indicelui VCI, respectiv VHI, iar caracteristicile acestuia au fost prezentate anterior, în cazul prezentei indicelui NDDI s-a considerat a nu fi necesară reluarea descrierii acestuia.

Indicele de apă diferenț normalizat (NDWI), dezvoltat de Gao (1996), este un bun indicator al conținutului de apă din frunze, fiind folosit pentru detectarea și monitorizarea condițiilor de umiditate corespunzătoare acoperirii vegetale. NDWI se calculează prin intermediul relației:

$$\text{NDWI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR}),$$

unde NIR (banda 2) reprezintă reflectanța în infraroșu apropiat, iar SWIR (banda 7) este reflectanța în infraroșu mediu.

Indicele NDDI variază de la -1 la 1. Valorile NDDI ridicate din timpul verii indic condiții de secetă, în care atât NDVI cât și NDWI au valori scăzute ($\text{NDVI} < 0,5$ și $\text{NDWI} < 0,3$), în timp ce valorile NDDI scăzute reprezintă condiții fără secetă, în care atât NDVI, cât și NDWI au valori mai mari ($\text{NDVI} > 0,6$ și $\text{NDWI} > 0,4$) (Gușu și colab., 2007).

În ceea ce privește un prag NDDI care să diferențieze prezența și absența secetei, încă nu există o valoare unanim acceptată (Dușu și colab., 2018), unele studii au selectat ca prag al secetei valorile mai ridicate de 0,5 sau 0,6, NDDI-ul având valori care depășesc intervalul -1 – 1, fiind de tip float (valori cu mai multe zecimale) (Amarnath și colab., 2017; Khampeera și colab., 2017; Angearu și colab., 2018). În cazul studiului efectuat de Renza și colab., (2010), seceta este reprezentată de valorile mai mari de 0,15.

Deși majoritatea valorilor NDDI sunt cuprinse între -1 și 1, există situații în care indicele NDDI atinge chiar valoarea 100, accentuându-se astfel caracterul excesiv al secetei. Din această cauză, de exemplu în studiul întocmit de Gușu și colab. (2007), ultima clasă de valori NDDI este între 10 și 100.

Pentru a restrânge intervalul NDDI doar între valorile -1 și 1, unii autori (de exemplu Renza și colab., 2010; Onțel, 2018) au procesat indicele NDDI în valori de 8 biți, de tip integer (0-255 valori digitale) și nu în valori de tip float (32 sau 64 biți care depășesc intervalul -1 – 1, ajungându-se la valori mai mari sau egale cu 100).

Analiza NDDI la nivelul Câmpiei Bărăganului




La nivelul analizei indicelui NDDI la nivelul terenurilor arabile din România s-a observat, de asemenea, că în ciuda controlului de calitate al produsului MOD09A1, există valori extreme care depășesc domeniul general, împiedicând eficiența analizei secetei. Astfel valorile extreme NDDI pentru anii 2008, 2012, 2013 sunt responsabile pentru valorile medii anuale ridicate (Angearu, 2018).

Pentru obținerea NDDI din produsul de sinteză la 8 zile MOD09A1, cu o rezoluție spațială de 500 m (Huete și colab., 2002) s-au utilizat banda 2 – reflectanță în infraroșu apropiat

(841-876 nm), *banda 1* – reflectanță în roșu (620-670 nm) și *banda 7* – reflectanță în infraroșu în unde scurte (2105-2155 nm), ambele benzi respectând formula menționată anterior, respectiv cea propusă de Gu și colab. (2007)

În cazul prezentei lucrări am decis ca pentru indicele **NDDI**, seceta să fie marcată prin valori mai mari de **0,5**, iar pentru diferențierea tipurilor de secetă s-au folosit valorile de prag din Tabelul 5.4.

Tabel 5.4. Tipuri de secetă asociate valorilor NDDI

Secetă moderată	Secetă puternică	Secetă extremă
		
>0,5 - <=0,6	>0,6 - <=1	>1

Din analiza **ponderii multianuale** (sezonul 30 martie - 29 septembrie 2000-2019) a **secetei** monitorizate la nivel național prin indicele NDDI (cu valori de tip float, între -1 și 100) s-a constatat că sud-estul României (Podiul Dobrogei) este cel mai afectat de secetă, cu o pondere predominantă a secetei cuprinsă între 36% și 60%, suprafețele cele mai expuse având chiar și o pondere a secetei de peste 60%. După Podiul Dobrogei, regiunile cu o pondere semnificativă a secetei sunt Câmpia Bărăganului și sudul Podiului Moldovei.

Referitor la Câmpia Bărăganului se observă că sud-estul Bărăganului de Sud și partea central-nordică a Bărăganului Central înregistrează cea mai accentuată pondere a secetei (48-60%), majoritatea teritoriului fiind afectat în proporție de 36-48% (Figura 5.37).

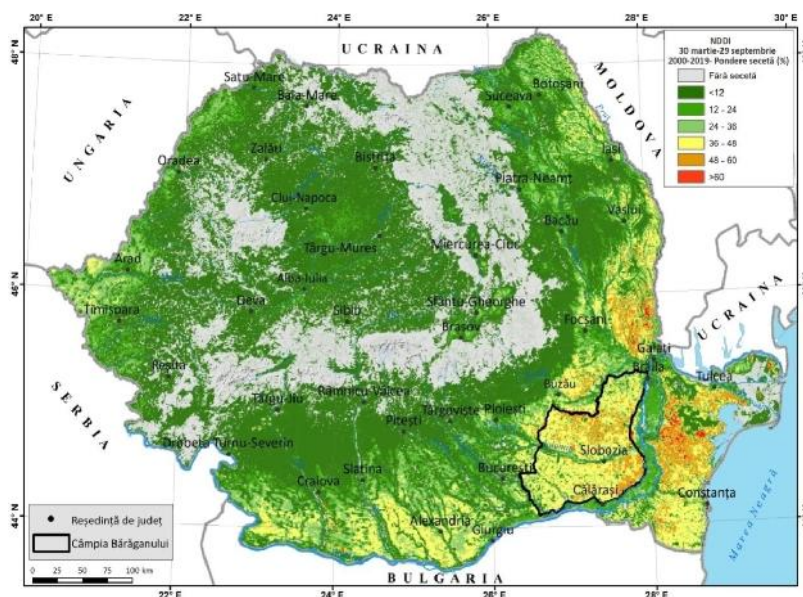


Figura 5.37. Ponderea secetei sezoniere multianuale 2000-2019, potrivit NDDI

În medie, de-a lungul celor 20 de sezoane analizate, seceta a afectat circa **48%** din suprafața agricolă a Câmpiei Bărăganului, predominând seceta extremă (26,28%), urmată de cea puternică (15,58%) și cea slabă (6,5%). Conform ponderii secetei cumulate (definită de însumarea tipurilor de secetă) rezultate din NDDI, anii cei mai secetoși au fost **2007** (76,12% secetă), **2003** (63,60%), **2001** (65,50%), **2002** (57,22%) și **2012** (56,53%). Anii considerați favorabili agriculturii au fost 2005, 2010 și 2014, când ponderea secetei NDDI a fost sub 40%.

Intensitatea ridicată a secetei este sugestivă prin creșterea valorilor medii ale valorilor **NDDI** de tip **float** (interval -1 – 100). Astfel, în anii cu o pondere a secetei de peste 50%, intensitatea NDDI prezintă valori medii mai mari decât 1, sugerând existența **secetei extreme** (Figura 5.38; Figura 5.39; Figura 5.40).

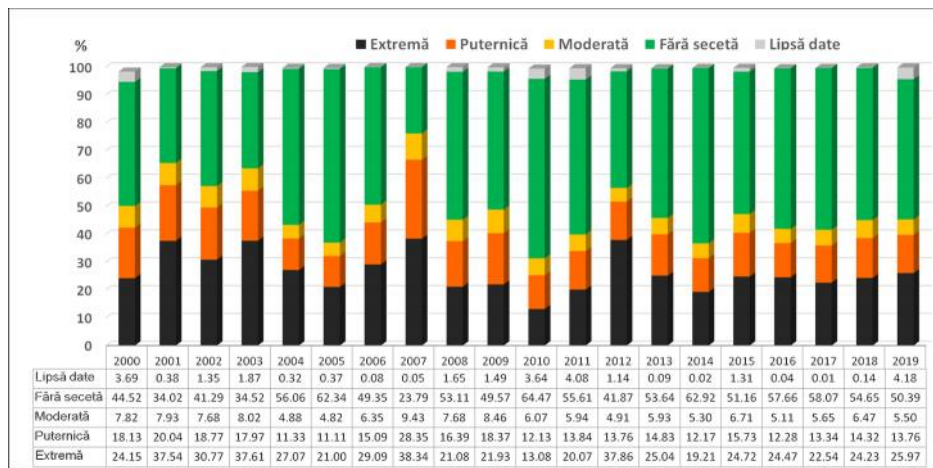


Figura 5.38. Ponderile tipurilor de secetă, conform NDDI

În cazul anului **2007**, seceta **extremă** și cea **puternică** au afectat cea mai mare parte din suprafața Câmpiei Bărăganului, **sud-estul** acesteia fiind zona cea mai vulnerabilă la intensitatea ridicată și durată îndelungată a secetei agricole (Figura 5.39).

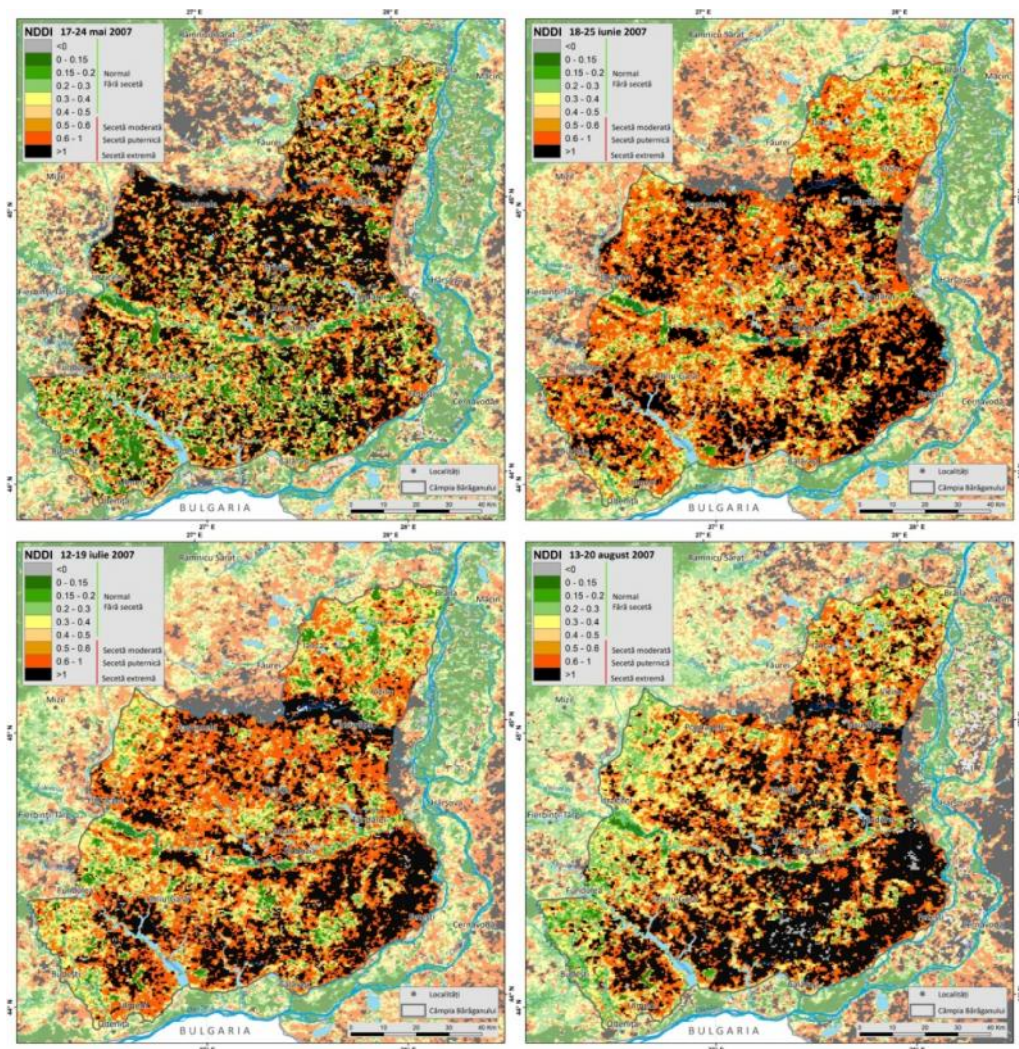


Figura 5.39. Evoluția NDDI în intervalul 17 mai-20 august 2007

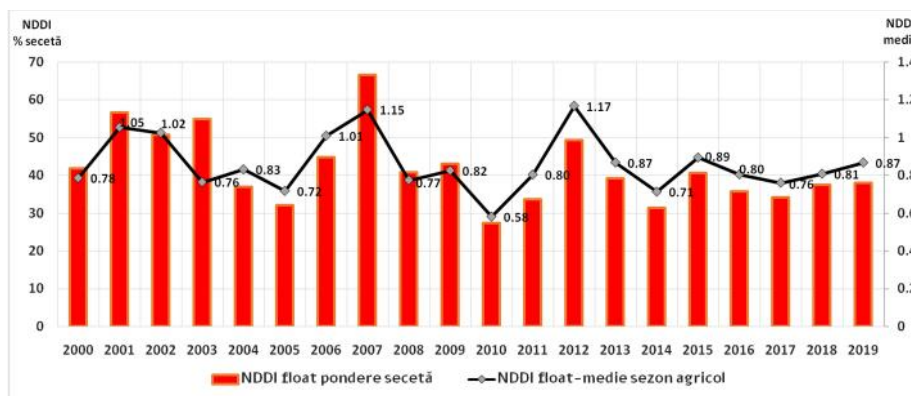


Figura 5.40. Compara ie valori medii anuale i pondere secetă cumulat conform NDDI (de tip float)

Comparând valorile medii sezoniere anuale NDDI de tip **float** (utilizate în analizele prezentate anterior) cu cele de tip **integer**, se observă că cele din urmă supraestimează mai mult seceta din anii 2003, 2004 și 2010 (Figura 5.41), în schimb, pragul secetei de 0,15 (Renzi și colab., 2010) este atins doar în 2003. Pe de altă parte, varianta cu **ponderea secetei** derivate din valorile NDDI de tip **integer** surprind faptul că **30%** din suprafața B r ganului a fost afectat de secetă de-a lungul timpului, în **2003** fiind cea mai mare suprafață afectată (**48,86%**), urmat de **2007** cu **45%** (Figura 5.42)

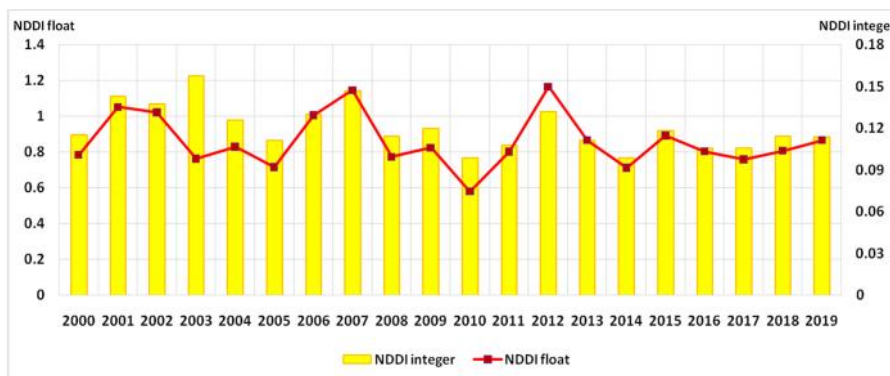


Figura 5.41. Compara ii valori medii sezoniere anuale NDDI de tip float i integer

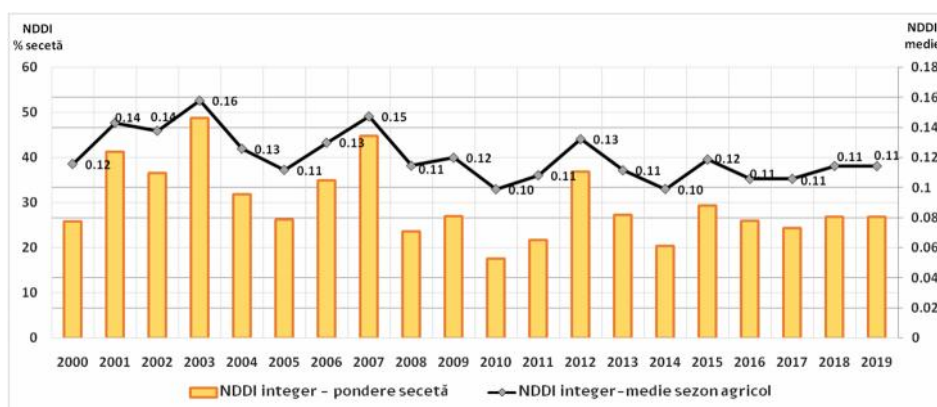


Figura 5.42. Compara ii valori NDDI (de tip integer) pentru medie i pondere secetă cumulat

De i valorile NDDI în varianta integer subestimează seceta cu 18% față de rezultatele NDDI de tip float, Câmpia B r ganului rămâne una dintre suprafețele cele mai afectate din România (Figura 5.43).



Figura 5.43. Pondere secetă conform valorilor NDDI de tip integer

5.5.2.3. Analiza Indicelui de Severitate al Secetei (DSI), corelat cu Indicele Standardizat al Precipitațiilor și Evapotranspirației (SPEI) și Anomalia Umidității Solului (SMA)

Indicele de Severitate al Secetei (DSI) a fost dezvoltat de Mușețiu et al. (2013) în vederea monitorizării fenomenelor de uscăciune și secetă la nivel global, având la bază valorile evapotranspirației (ET), evapotranspirației potențiale (PET) și Indicelui de Vegetație Diferenț Normalizat (NDVI).

Trebuie menționat faptul că la elaborarea indicelui DSI, Mușețiu et al. (2013) au validat și calibrat rezultatele DSI la valorile Indicelui Palmer (PDSI) (Tabel.26).

Indicele DSI a fost calculat la nivelul sintezelor de 8 zile de-a lungul perioadei 2001-2019, sezonul aprilie-septembrie, pe baza următoarelor formule:

$$DSI = \frac{z - \bar{z}}{\sigma_z}$$

unde

$$z = \frac{ET/PET - \overline{ET/PET}}{\sigma_{ET/PET}} + \frac{NDVI - \overline{NDVI}}{\sigma_{NDVI}}$$

ET- Evapotranspirația; *PET*- Evapotranspirația potențial ; *ET/PET* - Ratio;

$\overline{ET/PET}$ - media multianuală a raportului *ET/PET* (2001–2019);

$\sigma_{ET/PET}$ - deviația standard pentru raportul *ET/PET* (2001–2019);

NDVI - Indicele de Vegetație Diferenț Normalizat ; \overline{NDVI} - Media *NDVI* (2001–2019);

σ_{ndvi} - Deviația standard *NDVI* (2001–2019); σ_z - Deviația standard multianuală *z* (2001–2019); \bar{z} - Media multianuală *z* (2001–2019).

SPEI este un indice dezvoltat de Sereno et al. (2010) pentru analiza variabilității secetei la diferite intervale de timp, potrivit pentru detectarea, monitorizarea și explorarea consecințelor încălzirii globale asupra condițiilor de secetă (Beguería et al., 2010).

În acest studiu, ecuația Thornthwaite (Thornthwaite et al., 1948) a fost utilizată pentru a calcula *PET*. De asemenea, valorile negative ale *SPEI* au fost clasificate în trei clase de intensitate a secetei conform Tabelului 5.5.

Deoarece *SPEI* este calculat din date in-situ, care reprezintă date punctuale măsurate de la stațiile meteo, valorile *SPEI* sunt interpolate la rezoluția spațială de 1 km, utilizând interpolarea *Basis Radial*. Perioada de referință luată în calcul în calculul *SPEI* a fost 1961–2019.

Anomalia de umiditate a solului (SMA) a fost calculat din produsele zilnice de umiditate a solului, distribuite de Agenția Europeană de Mediu (EEA). Setul de date de umiditate a solului (<https://www.esa-soilmoisture-cci.org/node/50>) combin produse satelitare din domeniul pasiv și activ pe termen lung (1978–2019) (Dorigo și colab., 2017). Ecuația SMA ia în considerare media multianuală a umidității solului, precum și abaterea standard. Valorile negative ale SMA sunt echivalente cu cele utilizate de EDO pentru stabilirea intensității secetei (Tabelul 5.5).

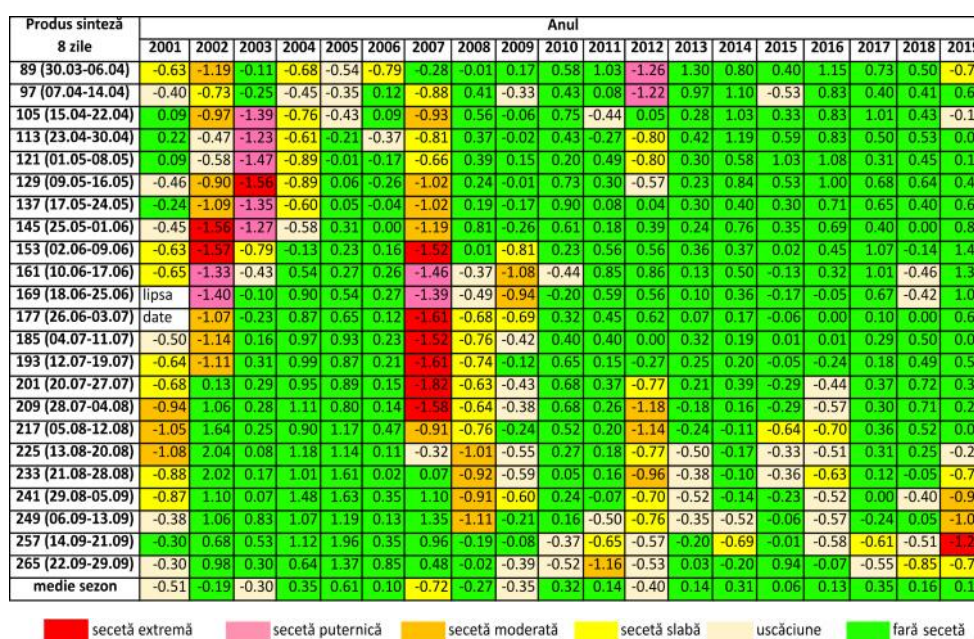
DSI este un indice standardizat, unde valorile variază teoretic de la valori negative, în principal de la -4, până la valori pozitive, majoritatea de până la +4. Valorile negative ale DSI arată cât de mult a fost afectată vegetația de seceta meteorologică, cu alte cuvinte evidențiază seceta agricolă. În procesul calculării indicelui DSI au fost necesare rezultatele NDVI implicate în cazul VHI, iar pentru ET și PET s-a utilizat produsul MOD16A2, ale cărui sinteze au fost decupate după NDVI.

Tabelul 5.5. Clasele de uscăciune și secetă conform PDSI și DSI (Mu și colab., 2013)

Categorie	Descriere	PDSI	DSI
D1	Uscăciune	-0,50 – 0,99	-0,30 – -0,59
D2	Secetă ușoară	-1,00 – -1,99	-0,60 – -0,89
D3	Secetă moderată	-2,00 – -2,99	-0,90 – -1,19
D4	Secetă puternică	-3,00 – -3,99	-1,2 – -1,49
D5	Secetă extremă	<-4,00	<-1,5

Conform valorilor medii DSI înregistrate la nivelul terenurilor agricole de-a lungul sezonului de vegetație aprilie-septembrie 2001-2019, cei mai secetoși ani, în ordinea intensității acestora, din Câmpia Bărăganului au fost 2007, 2001 și 2003.

Referitor la perioada din sezonul agricol în care se manifestă seceta, s-au remarcat aceleași rezultate ca în cazul indicelui VHI, și anume: prezența secetei la începutul sezonului în anii 2002 și 2003, o perioadă secetoasă îndelungată la mijlocul sezonului vegetativ din 2007, predominarea secetei la sfârșitul sezonului de vegetație în 2012, respectiv instalarea secetei în ultimele două luni din sezonul de vegetație odată cu anul 2008 (Figura 5.44).



■ secetă extremă
 ■ secetă puternică
 ■ secetă moderată
 ■ secetă slabă
 ■ uscăciune
 ■ fără secetă

Figura 5.44. Valorile indicelui DSI, perioada 2001-2019

Valorile, respectiv tipurile de secet atribuite indicelui **DSI** pot fi alese i dup clasificarea utilizat de **EDO**, astfel seceta este identificat prin valorile cuprinse între <-2.0 i 1.0 (Tabel 5.6).

Tabelul 5.6. Intensitatea secetei potrivit clasific rii EDO*

Valori	Intensitatea secetei
<-2.0.	Secet extrem
-2.0 to -1.5	Severe puternic
-1.49 to -1.0	Secet moderat
-0.99 to 0.99	Condiții normale/ F r secet
>1	Mai umed decât normal/ F r secet

*Clasele de intensitate a secetei au fost stabilite pe baza clasific rii utilizate de EDO pentru alți indicatori de secet

În Câmpia B r ganului, cele mai multe suprafețe afectate de secet au fost în 2007 (46%), 2002 (32%), respectiv în anii 2001, 2003 i 2012 (cu 25-26%) (Figura 5.45), în ansamblu, seceta manifestându-se pe 15 % din suprafața agricol , în special în lunile iunie i iulie (Angearu i colab. 2020).

Produs sinteză 8 zile	Anul																		
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
89 (30.03-06.04)	15.85	70.81	3.01	22.68	5.91	22.94	10.68	0.32	4.38	0.02	0.00	75.37	0.00	0.51	0.20	1.07	1.28	0.17	44.04
97 (07.04-14.04)	24.28	11.34	2.08	9.13	8.82	0.38	51.06	1.54	17.66	0.46	1.10	59.58	0.06	0.34	35.37	0.75	10.72	5.10	0.00
105 (15.04-22.04)	1.95	48.67	77.36	33.66	11.84	1.54	48.94	0.60	12.65	0.23	18.82	1.80	5.42	0.31	1.77	1.78	0.21	6.12	12.47
113 (23.04-30.04)	4.66	20.76	65.45	24.24	7.00	10.87	41.56	0.73	11.93	1.75	13.26	45.32	8.27	0.01	2.13	1.70	2.76	5.58	14.18
121 (01.05-08.05)	11.44	37.08	83.13	46.97	4.23	3.08	28.92	1.24	4.28	2.85	0.50	44.45	7.57	1.44	0.10	0.43	2.98	5.09	6.70
129 (09.05-16.05)	16.79	42.56	86.93	41.84	0.43	11.63	45.73	2.11	3.96	0.48	1.88	16.85	8.58	1.20	1.61	0.54	0.83	1.05	2.63
137 (17.05-24.05)	23.43	68.80	67.38	26.80	2.60	7.00	55.85	4.98	11.41	0.13	11.27	4.41	4.45	6.05	5.30	2.25	5.01	4.45	3.11
145 (25.05-01.06)	22.77	75.93	69.50	23.99	2.19	5.26	61.16	1.32	11.29	0.97	4.70	1.89	2.98	1.26	2.47	0.79	2.35	8.26	0.99
153 (02.06-09.06)	24.01	72.13	37.62	8.68	2.44	3.06	80.94	6.48	38.48	2.35	1.94	0.99	3.50	2.30	6.55	2.69	1.17	8.27	0.29
161 (10.06-17.06)	24.58	66.58	19.39	0.29	1.69	1.36	75.13	11.00	57.09	12.17	0.48	0.31	5.62	1.47	3.85	1.50	0.34	23.66	0.35
169 (18.06-25.06)	71.76	9.29	0.10	0.28	1.34	77.04	19.21	52.17	3.95	1.15	1.33	10.08	1.50	8.56	9.70	0.58	19.81	0.99	
177 (26.06-03.07)	lipsă date	46.33	14.84	0.49	0.84	3.04	80.37	33.74	23.84	3.42	1.78	1.40	8.72	8.15	8.58	12.07	8.67	9.66	5.73
185 (04.07-11.07)	25.22	57.79	5.73	0.46	0.51	3.71	81.30	40.06	21.62	1.80	3.89	7.51	6.70	5.20	8.98	12.29	10.62	2.53	8.13
193 (12.07-19.07)	34.35	50.22	3.19	0.50	0.65	4.17	84.30	40.05	11.79	1.72	6.80	12.94	3.56	5.00	14.65	21.14	7.93	3.17	4.84
201 (20.07-27.07)	32.22	5.21	3.23	0.30	0.51	5.37	93.29	30.60	22.19	0.63	3.15	15.00	6.97	3.22	20.08	26.82	4.78	0.55	7.93
209 (28.07-04.08)	44.99	0.46	2.40	0.17	0.52	2.68	81.82	26.20	15.80	0.66	4.22	67.25	10.88	5.17	14.88	27.27	6.59	1.43	7.36
217 (05.08-12.08)	53.09	0.13	2.66	0.68	0.14	0.78	39.03	34.15	11.24	0.89	2.50	57.98	12.65	6.99	29.36	33.88	2.33	3.31	9.42
225 (13.08-20.08)	50.95	0.01	3.34	0.25	0.77	3.39	12.02	53.07	20.53	1.65	2.83	24.67	16.22	4.48	5.24	16.20	1.83	2.99	12.55
233 (21.08-28.08)	30.74	0.05	1.46	0.23	0.02	1.55	3.70	44.32	19.87	2.35	1.41	46.38	4.86	2.47	6.69	18.58	1.66	4.33	30.60
241 (29.08-05.09)	38.63	0.41	3.47	0.10	0.07	1.04	0.09	41.49	14.57	0.60	2.90	23.38	11.70	3.90	6.49	14.50	2.28	11.76	45.88
249 (06.09-13.09)	8.26	-0.29	0.13	0.57	0.23	2.70	0.29	60.49	1.76	0.63	12.63	26.43	7.10	15.27	2.32	24.48	5.39	0.78	52.84
257 (14.09-21.09)	9.20	0.82	0.28	0.19	0.02	0.63	0.84	1.01	2.45	8.64	16.90	13.90	3.44	21.48	2.94	16.12	20.75	14.62	60.51
265 (22.09-29.09)	14.96	0.41	2.39	0.25	0.03	0.43	5.61	1.95	17.04	15.71	63.31	27.93	1.90	2.48	0.21	6.07	15.69	38.64	10.99

Secetă sub 10% Secetă între 10-25% Secetă peste 25%

Figura. 5.45. Ponderile secetei conform DSI, perioada 2001-2019

Valorile SPEI i SMA au fost utilizate pentru validarea rezultatelor DSI. Corelația dintre DSI, SPEI și precipitații este, de asemenea, foarte bun : cantit țile reduse de precipitații sunt transpuse în prezența secetei în timpul sezonelor de vegetație în 2003, 2007–2009, 2011, 2012, 2015 i 2019. Excepția este anul 2018 în care indicii analizați nu sunt corelați: valorile DSI, SMA i precipitații nu indic prezența secetei, în timp ce valoarea SPEI sugerează aceasta i, de asemenea, temperatura aerului a înregistrat valori ridicate peste medie. Prin urmare, de i evapotranspirația potențial ar fi putut avea valori ridicate, aceasta nu a avut un impact negativ asupra vegetației agricole, iar solul a înregistrat valori optime de umiditate.

În Câmpia B r ganului exist diferențe semnificative între SPEI i DSI în 2003, 2010 i 2015-2018 (Figura 5.46). Pe de alt parte, rezultatele DSI supraestimează suprafețele afectate de secet comparativ cu SPEI în 2002. Rezultatele DSI i SMA sunt aproape aceleași. Corelația dintre DSI i SPEI are un coeficient Pearson de 0,57, în timp ce între DSI i SMA coeficientul de corelație este 0,80. Pe de alt parte, rezultatele DSI sunt mult mai apropiate de cele ale SMA a a cum era de a teptat, seceta agricol fiind puternic influențat de rezerva de umiditate a solului.

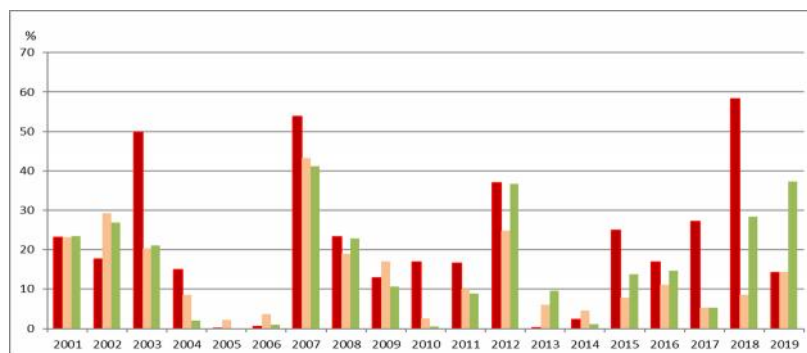


Figure 5.46. Ponderea terenurilor agricole afectate de seceta meteorologic (SPEI), seceta agricol (DSI) și deficitul de umiditate din sol (SMA) din 2001-2019 (perioada de referință pentru SPEI a fost 1961-2019 și pentru DSI și SMA, 2001-2019) din Câmpia B r ganului. Sursa: Angearu și colab., 2020.

Din analiza diferențelor indici de secet calculați fie din produse satelitare specifice aplicațiilor pasive de teledetecție (exemplu datele MODIS cu indicii VHI, NDDI cu valori de tip float, respectiv integer, DSI-v1 cu valori corespunzătoare clasificării propuse de Mu și colab. (2013), DSI-v2 cu valori de secet conform clasificării EDO), respectiv aplicațiilor active, de tip radar (exemplu anomalia umidității solului-SMA), fie din date meteorologice (exemplu indicele SPEI) a rezultat faptul că ponderea secetei de-a lungul celor 20 de ani a fost mult mai ridicată potrivit pragurilor de secet specifice indicilor VHI, NDDI și DSI-v1, spre deosebire de rezultatele DSI-v2, SMA și SPEI care urmăresc clasificarea propusă de EDO (Figura 5.47).

În principiu, excluzând ideea supraestimării secetei, dacă ponderile multianuale ale secetei derivate din datele satelitare și datele meteorologice sunt mediate, se constată că **29,15%** din suprafața agricolă a Câmpiei B r ganului este supusă fenomenului de secet.

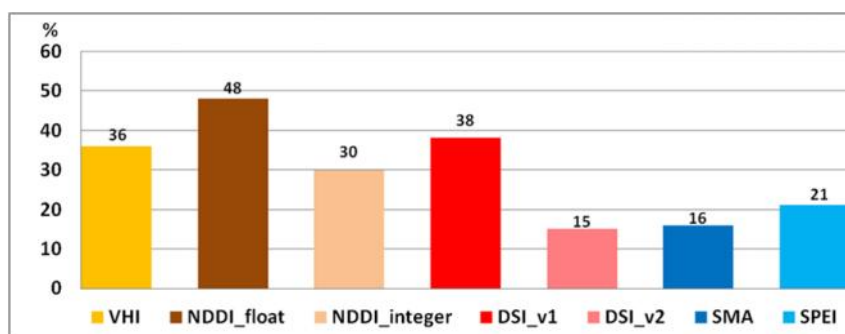


Figura 5.47. Ponderea secetei terenurilor agricole din Câmpia B r ganului conform indicilor VHI, NDDI, DSI, SMA și SPEI, 2000-2019

Limitări date satelitare

Rezultatele secetei pe baza datelor satelitare (sinteze la 8 zile) din domeniul optic au fost influențate de lipsa informațiilor cauzate de nori și de starea terenului agricol înainte de însor și după recoltare. Comparativ cu DSI, datele SPEI și SMA nu sunt afectate de nori. Prin urmare, extinderea terenurilor agricole analizate rămâne aceeași. În ciuda faptului că SPEI nu depinde de acoperirea norilor, rezultatele sunt influențate considerabil de numărul de meteorologi in-situ, care nu monitorizează continuu seceta precum informațiile satelitare. Totodată trebuie precizat că rezultatele SMA depind de rezoluția spațială de 25 km.

Nu se așteaptă ca suprafețele cu secet să se potrivească spațial exact de fiecare dată, deoarece SPEI și DSI sunt două tipuri diferite de secet. În timp ce SPEI este utilizat pentru a măsura seceta meteorologică, ca urmare a precipitațiilor și a evapotranspirației potențiale, DSI măsoară vegetația, seceta agricolă, pe baza NDVI și a evapotranspirației reale și potențiale.

6. FENOMENELE METEOROLOGICE PERICULOASE DIN CÂMPIA B R GANULUI LEGATE DE VÂNT

6.1. Viscolul

6.1.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Viscolul reprezintă o furtună violentă din timpul iernii, cu o durată de cel puțin 3 ore, care combină temperaturile cu valori sub pragul de îngheț și vântul foarte puternic care spulberă zăpada și reduce vizibilitatea la mai puțin de 1 km (OMM, 1992, 2018).

În **România**, viscolul este fenomenul reprezentativ pentru sezonul rece al anului, severitatea sa constituind **hazard meteo-climatic pentru regiunile extracarpătice**, fiind influențat de lanțul carpatic și de Marea Neagră, mai ales în cazul circulațiilor estice și nord-estice.

6.1.2. Studiu de caz: viscolul din ianuarie 2017

Analiza sinoptic a viscolului din 6 ianuarie 2017

Analiza sinoptic pentru viscolul din 6 ianuarie 2017, care a afectat regiunile extracarpătice din România, a fost influențată de interacțiunea dintre sistemul frontal al unui ciclon mediteranean (care s-a deplasat până deasupra bazinului Mării Negre și a generat apariția precipitațiilor) și un anticiclon rece de cuplaj, care a asigurat severitatea regimului termic, necesar pentru formarea ninsorii. În cazul acestui episod de viscol, ANM a emis o atenționare **cod galben** și o avertizare **cod portocaliu**, valabile pentru data de 6 ianuarie, între orele 02:00 și 23:00, precum și o avertizare **cod roșu**, care a intrat în vigoare în aceeași zi, între orele 8:30 și 18:00 (timp local).

În ziua de 08 ianuarie, ANM a emis o atenționare meteorologică **cod galben de vreme geroasă** la nivelul întregii țări, valabilă în intervalul 08-09 ianuarie 2017. Atenționarea preconizează ca maximele diurne să fie frecvent între -16 și -10 grade, iar minimele nocturne cuprinse între -25 și -15 grade. În data de 10 ianuarie a fost emisă o nouă atenționare meteorologică **cod portocaliu de viscol puternic** pentru intervalul de valabilitate: 10 ianuarie, ora 23:00 – 11 ianuarie, ora 15:00, zonele vizate fiind județele Cluj, Iași, Ialomița, Brila, Buzău și Vrancea. La nivelul acestor județe, atenționarea precizează că viscolul va fi puternic, viteza vântului va atinge 70-80 km/h, troienind zăpada și reducând vizibilitatea sub 50 m.

Pentru intervalul 17 ianuarie, ora 13:00 – 18 ianuarie, ora 20:00, ANM a emis o **informare meteorologică cod galben**, referitoare la intensificări ale vântului, zăpada spulberată în cazul județelor Buzău, Brila, Ialomița, Giurgiu, Ilfov, Teleorman, Olt, Tulcea și în sudul județelor Vrancea, Prahova și Dâmbovița, unde vor fi intensificări ale vântului de 40-50 km/h și temporar 55-60 km/h, spulberând astfel zăpada depusă anterior.

Analiza viscolului din date in-situ

Analiza stratului de zăpadă înainte de producerea viscolului (în data de 5 ianuarie) arată că acesta avea o grosime foarte mică (sub 1 cm) și chiar lipsă în majoritatea regiunilor extracarpătice (Figura 6.1 a).

În ziua de 6 ianuarie, la nivelul stațiilor meteorologice din Câmpia Brăganului s-au înregistrat cele mai severe situații din timpul viscolului, și anume: **scderea vizibilității sub 50 m** și rafale maxime ale vântului de până la **115,2 km/h** (stația de la Urziceni). În 7 ianuarie, în Câmpia Brăganului, grosimea stratului de zăpadă a ajuns până la 16-17 cm în partea sudică, respectiv la stațiile meteorologice de la Fetești și Cluj (Figura 6.1 b).

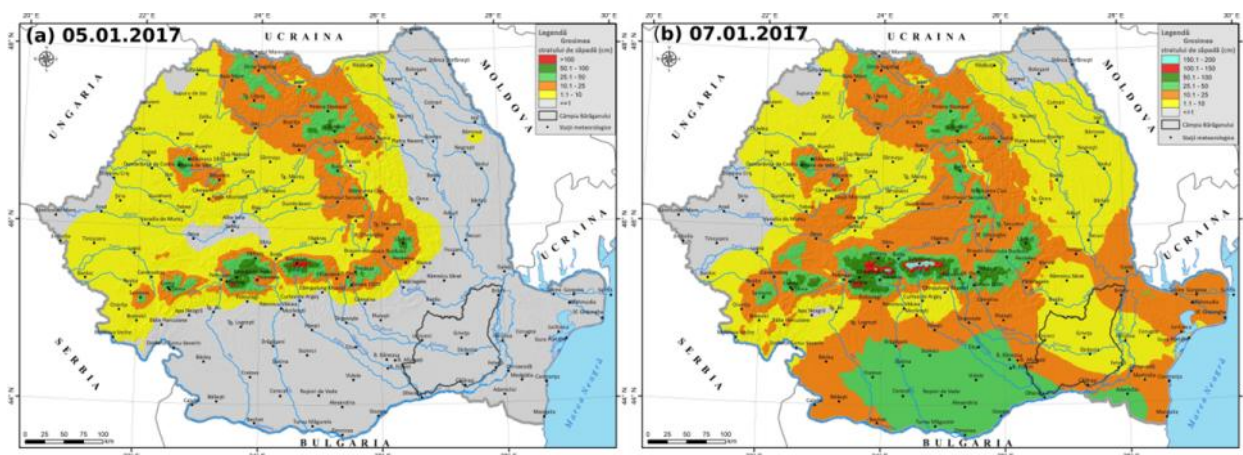


Figura 6.1. Grosimea stratului de z pad din: (a) 05 i (b) 07 ianuarie 2017 (sursa: arhiva ANM)

În intervalul 01-05 ianuarie, temperaturile medii ale aerului din Câmpia B r ganului au fost în jur de 0°C , iar maximele de 5°C , dar începând cu 6 ianuarie, odat cu emiterea avertiz rilor meteorologice cod portocaliu i ro u de viscol, temperaturile au sc zut semnificativ, în schimb s-a depus strat de z pad . Astfel, dac în 6 ianuarie, temperatura medie a aerului a fost de $-6,5^{\circ}\text{C}$, iar maxima de $2,2^{\circ}\text{C}$, în perioada urm toare, 07-12 ianuarie, temperatura zilnic a aerului nu a trecut de 0°C , dar în acest interval, grosimea stratului de z pad a crescut considerabil, ajungând la circa 20 cm.

Începând cu 13 ianuarie, ca urmare a cre terii temperaturilor zilnice, se constat înjum t țirea grosimii stratului de z pad , atingând aproximativ 10 cm în 16 ianuarie, dar va cre te u or în urm toarele dou zile, iar pân la 25 ianuarie tendința este de continu diminuare a stratului de z pad . Între 26 i 31 ianuarie, stratul de z pad este aproape constant, în jur de 6 cm, dar la începutul lunii februarie se observ tendința de diminuare al acestuia. Vitezele medii cele mai ridicate ale vântului s-au înregistrat în 7 ianuarie (11,7 m/s), 10-11 ianuarie (5,2 i 6,5 m/s), respectiv 17-18 ianuarie (9,7 i 9 m/s), în restul intervalului analizat, majoritatea valorilor vitezei vântului fiind sub 3-4 m/s (Figura 6.2).

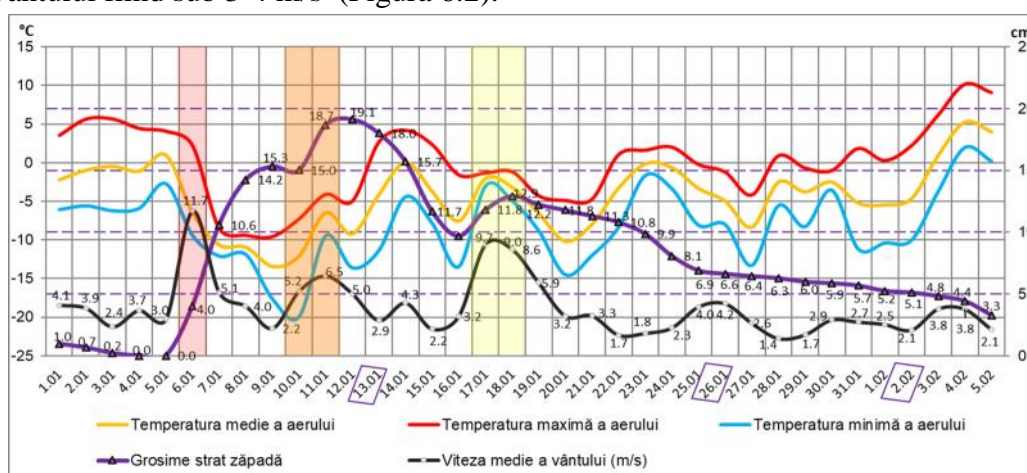


Figura 6.2. Temperatura aerului, grosimea stratului de z pad i viteza medie a vântului din Câmpia B r ganului, în intervalul 01 ianuarie-05 februarie 2017. Intervalele cu zonele ha urate marcheaz avertiz rile meteorologice emise: cod ro u (06 ianuarie), cod portocaliu (10-11 ianuarie) i cod galben (17-18 ianuarie). Datele conturate în chenarul mov reprezint zilele analizate satelitar.

Partea central-nordic a Câmpiei B r ganului a fost cea mai expus ac iunii viscolului din zilele de 06, 11, 17 i 18 ianuarie, cu valori medii mai mari de 8 m/s i ajungând la circa 20 m/s, acest fapt favorizând transportul z pezii i depunerea neuniform a acesteia. În sudul i sud-

vestul Câmpiei B r ganului s-au consemnat viteze medii ale vântului mult mai sc zute fa de restul câmpiei, nedep indu-se viteza de 8 m/s (Figura 6.3).

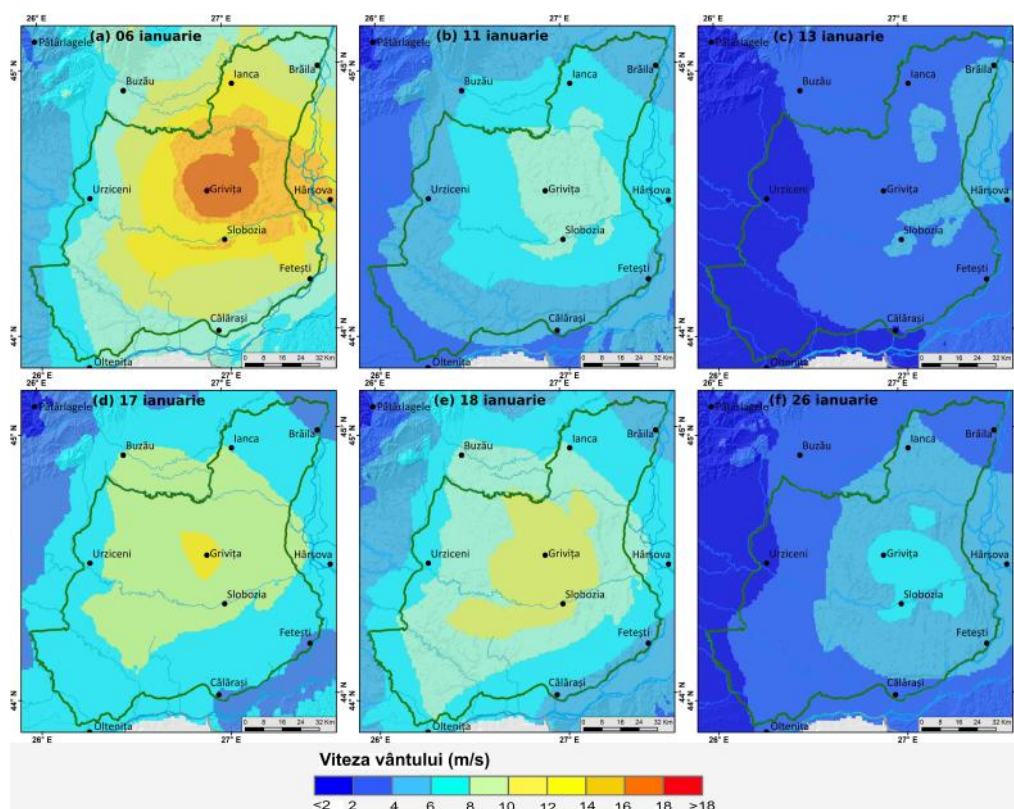


Figura 6.3. Viteza medie a vântului (m/s) în Câmpia B r ganului, în interval: (a) 06 ianuarie; (b) 11 ianuarie; (c) 13 ianuarie; (d)-(e) 17-18 ianuarie; (f) 26 ianuarie 2017 (sursa date meteorologice: arhiva ANM)

La nivelul zilelor de 13 i 26 ianuarie nu s-a produs viscolul, dar acestea reprezint zilele la nivelul c rora au fost analizate (pe baza imaginilor satelitare Sentinel-2) efectele fenomenului. Astfel, s-a remarcat c în 13 ianuarie viteza medie cea mai semnificativ a fost îndeosebi în nordul Câmpiei B r ganului, în timp ce în 26 ianuarie, partea central a consemnat vitezele cele mai ridicate. De asemenea, spre deosebire de 13 ianuarie, în 26 ianuarie viteza medie a vântului a fost cu circa 2 m/s mai ridicat .

Analiza efectelor viscolului folosind date satelitare

În cazul Câmpiei B r ganului, din cauza prezen ei norilor i a rezolu iei temporale de 5 zile, sateli ii Sentinel-2A i Sentinel-2B nu au surprins acoperirea cu z pad , respectiv viscolul din 06 ianuarie sau episoadele de viscol urm toare (10-11 i 17-18 ianuarie), astfel încât au fost analizate doar imaginile din 13 i 26 ianuarie 2017 (Figurile 6.4 i 6.5). De altfel, pentru situația din 13 ianuarie se poate remarca acoperirea pe jum tate cu informații spectrale a Câmpiei B r ganului, acest lucru fiind influențat de modul în care satelitul orbitează , urm toarea scen satelitar urmând s acopere întregul teritoriu, dar în um toarea secvenț temporal .

În cazul mozaicului de imagini Sentinel-2 B din data de 26 ianuarie 2017 se poate observa viscolirea z pezii, mai ales pentru B r ganul Central, dar i alte regiuni din nord-estul Câmpiei Române. În schimb, în sud-vestul Câmpiei B r ganului, terenurile agricole nu înregistrează nicio discontinuitate spațial în acoperirea cu z pad , excepția reprezentând-o p durile care apar în nuanțe de verde închis.

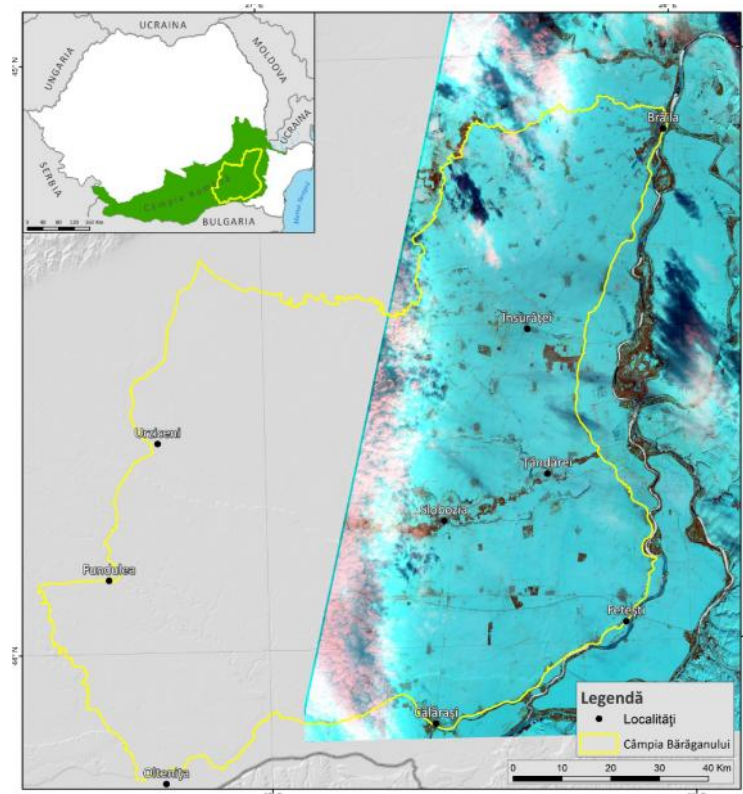


Figura 6.4. Z pada din 13 ianuarie 2017, imagine Sentinel-2A, combina ie 12-8-3 (culoarea cyan-z pad , ro u-vegeta ie sau teren necultivat, descoperit () de z pad , verde închis-p durile)

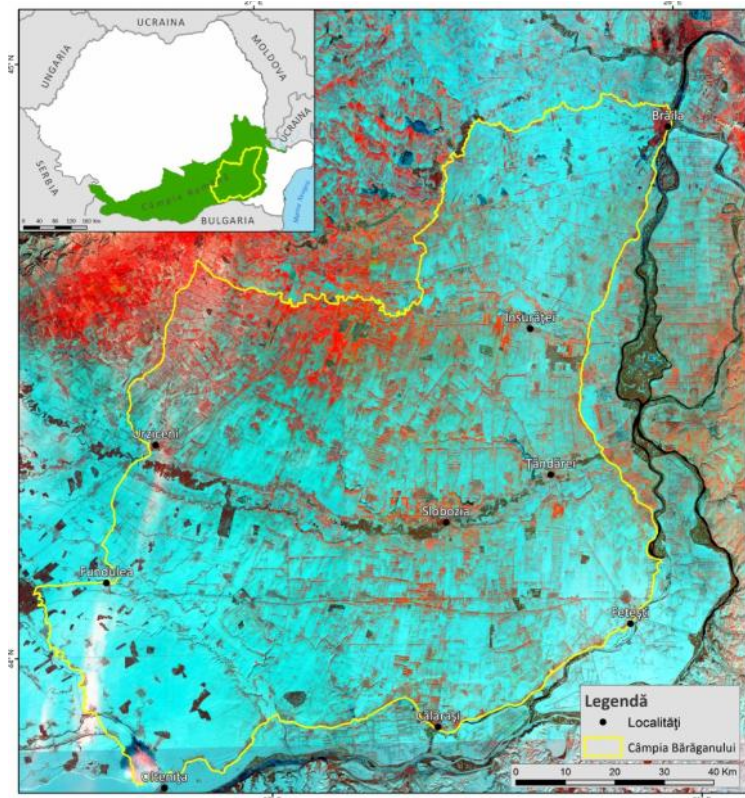


Figura 6.5. Z pada din 26 ianuarie 2017, imagine Sentinel-2A, combina ie 12-8-3 (culoarea cyan-z pad , ro u-vegeta ie sau teren necultivat, descoperit () de z pad , verde închis-p durile, albastru închis- suprafețele lacustre înghețate)

Din compararea cele două serii multitemporale fals-color Sentinel-2 se remarc anumite areale, cum ar fi terenurile dintre localit țile Însur ții și Z voaia, respectiv terenurile la sud de localit țile S veni, L custenii și Platone ții, în care z pad este mult mai viscolit fa de alte

locuri. Totodată, se observă că direcția vântului este nord-sud, după modul de orientare al suprafețelor în care se manifestă deflația (Figurile 6.6 a și 6.6 b).

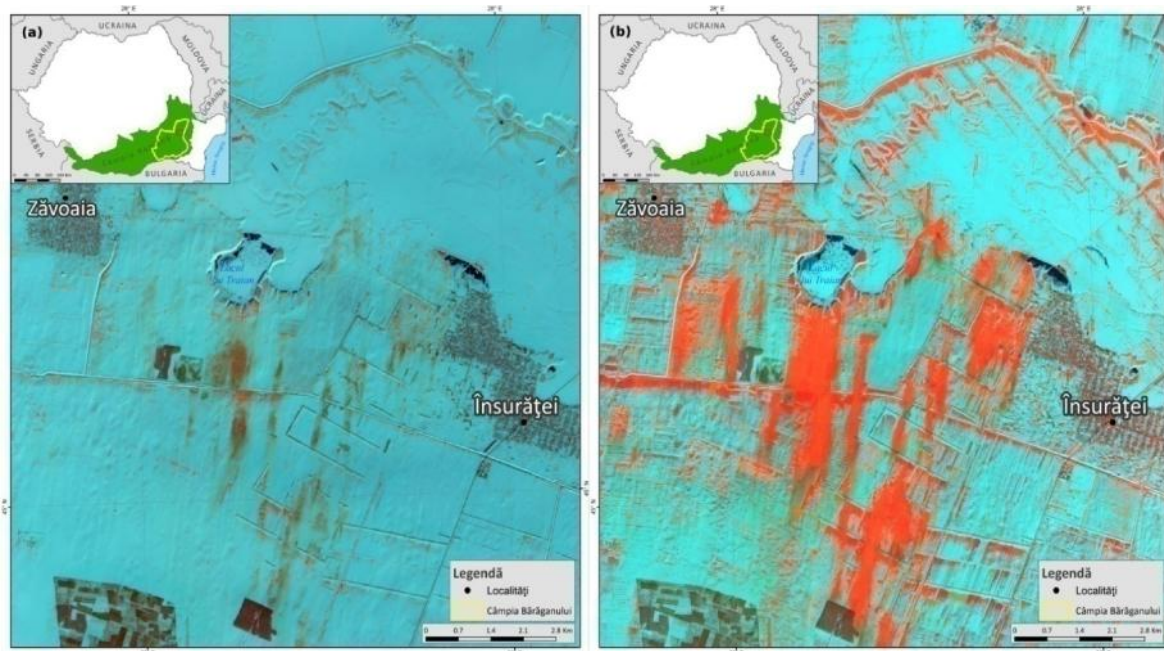


Figura 6.6. Efectele viscolului între localitățile Zăvoia și Însurăței din: (a) 13 și (b) 26 ianuarie 2017

Intensitatea cea mai ridicată a deflației vântului pare a fi zona situată la sud de localitățile Săveni și Lăcusteni, unde terenurile agricole au fost profund afectate de viscol. Se poate remarca prezența paturii din centrul zonei analizate, importanța acesteia fiind esențială pentru diminuarea efectelor viscolului și a eroziunii, deflației eoliene (Figura 6.7).

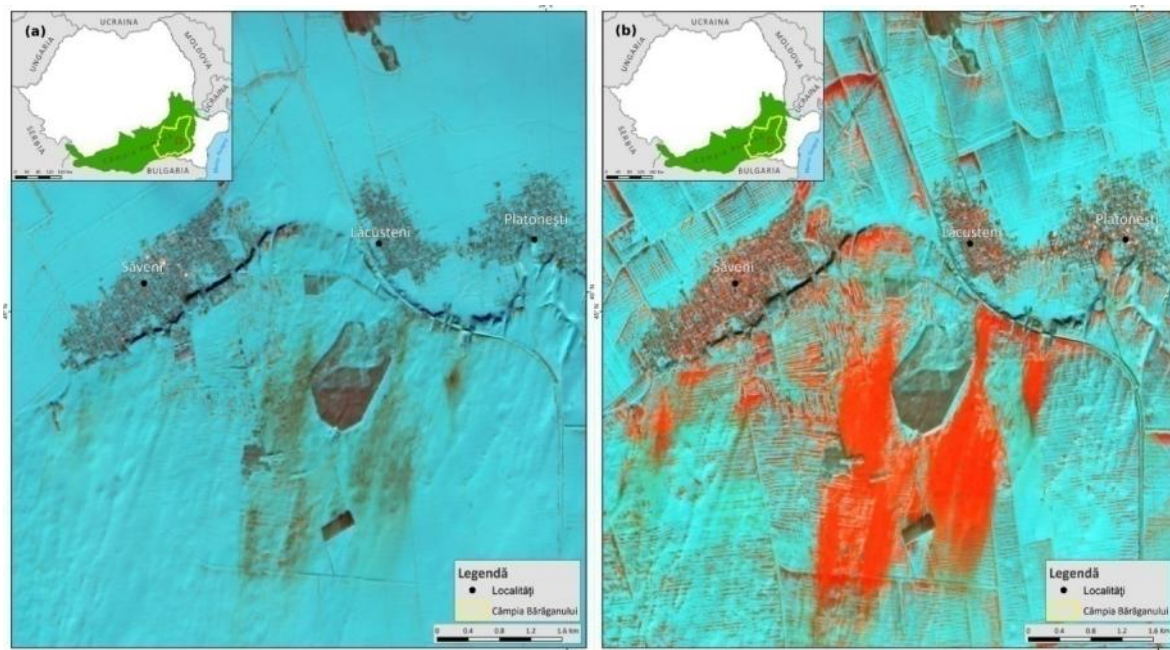


Figura 6.7. Efectele viscolului între localitățile Săveni și Platonești din: (a) 13 și (b) 26 ianuarie 2017

Comparând situația **grosimii stratului de zăpadă** din **13 și 26 ianuarie** (Figura 6.8) s-au remarcat următoarele: în sud-vestul Câmpiei Bărăganului s-a depus un strat de zăpadă mai consistent (de circa 50 cm în data de 13 ianuarie), comparativ cu restul câmpiei; partea centrală a pierdut cel mai puțin din grosimea stratului depus (sub 5 cm), în schimb în sud-vest și nord, topirea zăpezii a avut un ritm mai accentuat (pierdere de peste 10 cm).

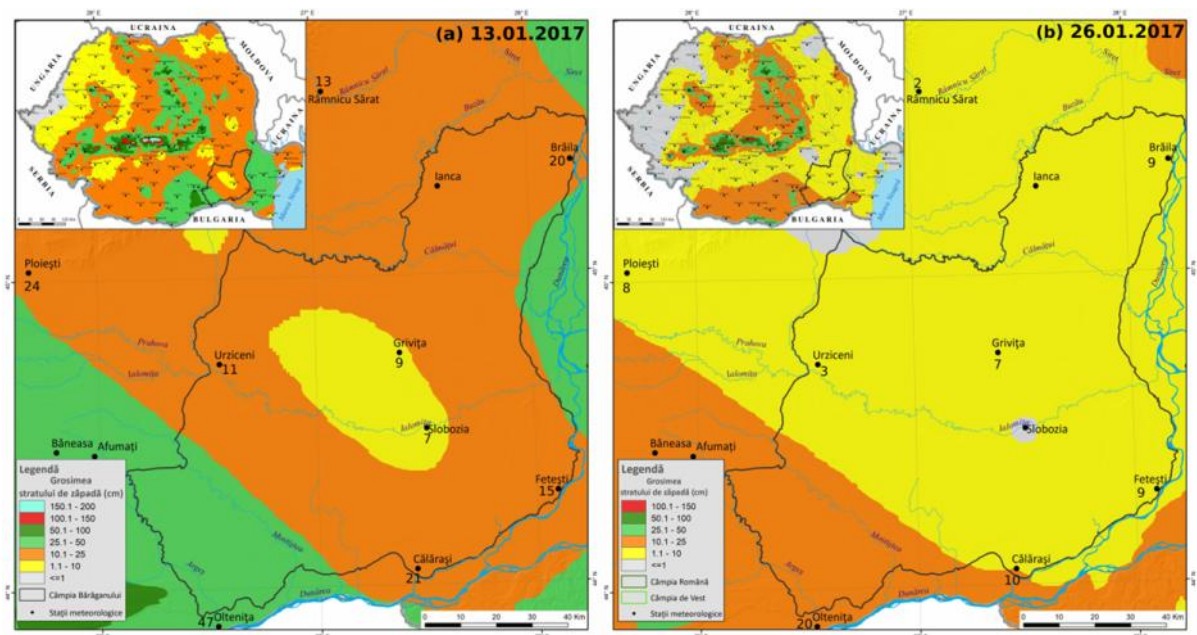


Figura 6.8. Grosimea stratului de zăpadă din: (a) 13 și (b) 26 ianuarie 2017 (sursa date: arhiva ANM)

Pe baza imaginilor satelitare din 13 și 26 ianuarie s-a calculat Indicele de Zăpadă Diferențiat Normalizat (NDSI), utilizându-se următoarea formulă :

$$NDSI = \frac{\text{banda 3} - \text{banda 11}}{\text{banda 3} + \text{banda 11}}, \text{ unde}$$

banda 3 = banda roșie și *banda 11* = infraroșu în undele scurte

Indicele are valori cuprinse între -1 și 1, valorile mai mari de 0,4 indicând prezența zăpezii (Hall și colab., 2002). Corelând suprafețele dezgolite de zăpadă și tipurile de utilizare ale terenurilor agricole (CLC 2018) s-a constatat că o suprafață de 24.353 ha a fost afectată de viscol, dintre care 22.202 ha teren arabil, 1.655 ha de pășuni, 277,41 ha de vii și 205,12 ha livezi (Figura 6.9).

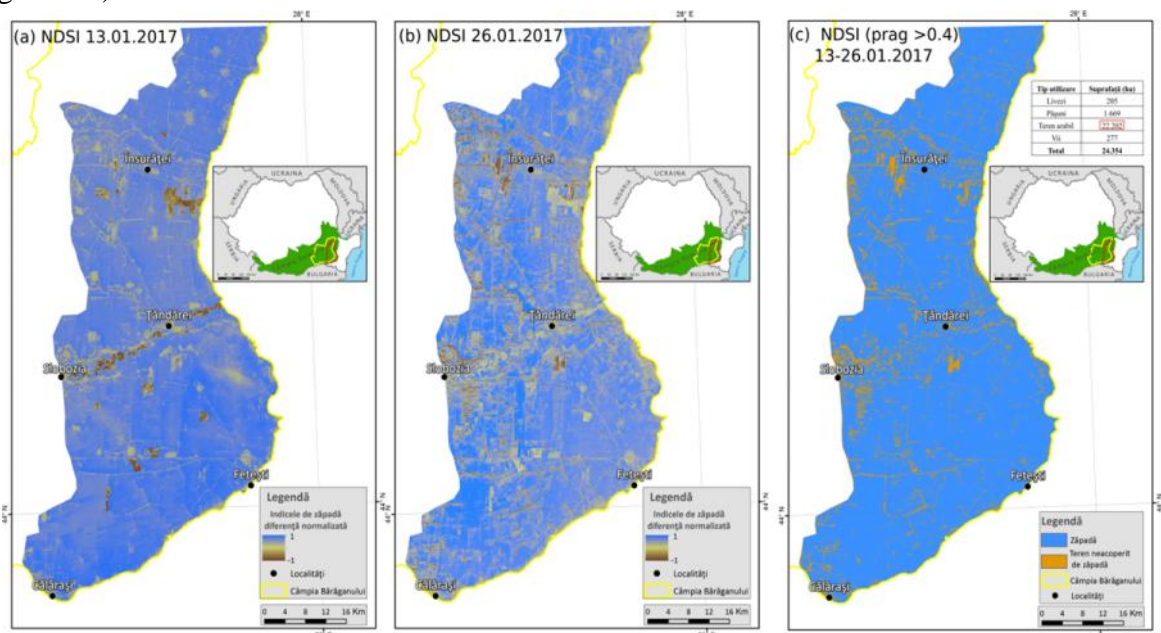


Figura 6.9. Clasificarea terenului după valorile NDSI: zăpadă, teren neacoperit de zăpadă

6.2. Furtuna de praf

6.2.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Furtunile de praf și nisip (Sand and Dust Storm), cunoscute în general ca furtuni de praf, sunt definite de către OMM ca fiind un rezultat al vânturilor care eliberează în atmosferă cantități mari de praf și reduc vizibilitatea la nivelul ochilor (1,8 m) la mai puțin de 1.000 m (McTainsh și Pitblado, 1987).

6.2.2. Studiu de caz: norul de praf saharian din 22-23 martie 2018

În intervalul de valabilitate 22 martie, ora 23:00 – 23 martie, ora 20:00 timp local, ANM a emis 3 atenționări meteorologice, fiind vizate următoarele fenomene: **viscol, ninsori abundente, intensificări ale vântului și vizibilitate scăzută**, care au afectat în general Muntenia, Dobrogea, dar și sudul Moldovei.

În timpul proceselor ciclogenetice incipiente, o cantitate importantă de particule de praf a fost ridicată, așa cum se observă în produsul de praf MSG (Figura 6.10 b). În calea sa, ciclonul a traversat estul Mediteranei și Balcanii, afectând Grecia, Bulgaria, sudul României, Turcia, dar și zonele din jurul Mării Negre și sudul Rusiei (Figura 6.10 c, e, g, i). Produsul compozit **RGB Dust MSG-SEVIRI** se bazează pe o combinație a benzilor spectrale în infraroșu de 8,7 μm, 10,8 μm și 12,0 μm canale infraroșu. Acest produs satelitar permite detectarea norilor de praf din deert, dar și tipul norilor din timpul zilei și nopții. De exemplu, în ziua de 23.03.2018, ora 11:30 am, praful saharian traversa vestul Mării Negre, foarte aproape de țara noastră (Figura 6.10).

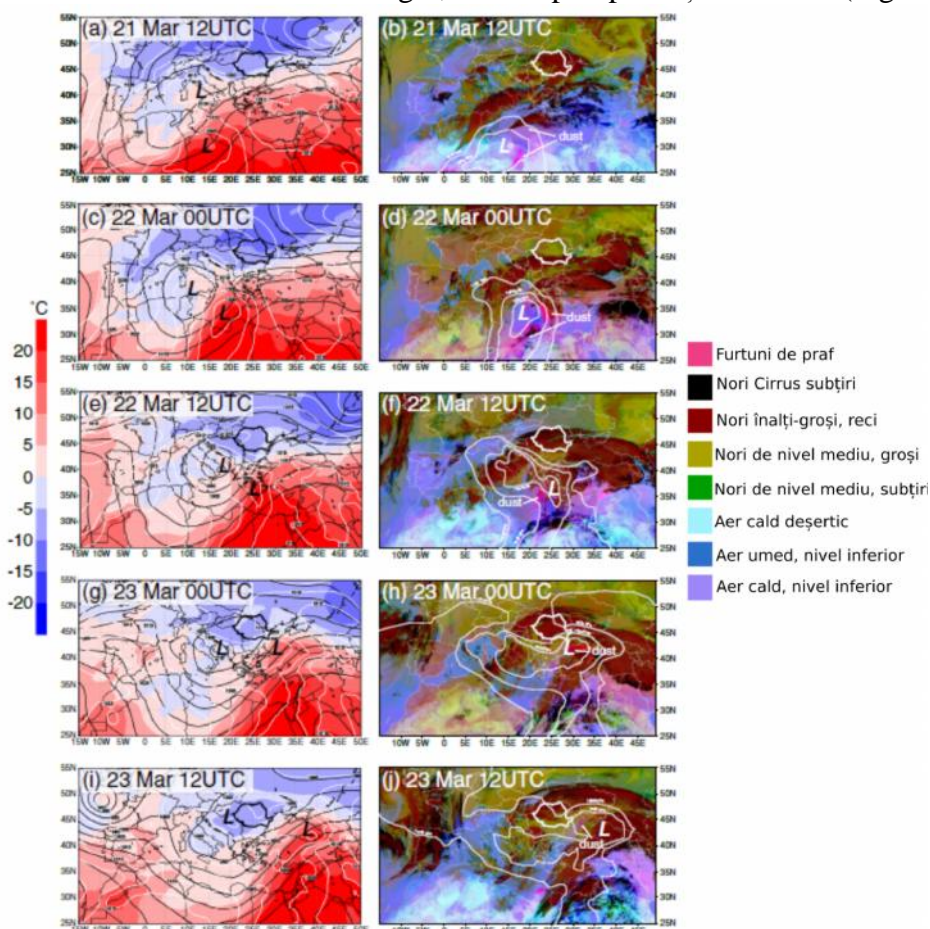


Figura 6.10. Evoluția evenimentului de praf din perioada 21–23 martie (la fiecare 12 ore), începând cu 21 martie 12:00 UTC (a, b) și terminându-se la 23 martie 12:00 UTC (i, j). Hărțile din stânga arată presiunea la nivelul mării (contururi albe, la fiecare 5 hPa), 700 hPa înălțime geopotential (contururi negre, la fiecare 5 gdam) și temperatura la 850 hPa preluate din ERA-Interim. Hărțile din partea dreaptă reprezintă imagini RGB de praf Dust MSG-SEVIRI și presiunea nivelului mării (contururi albe, la fiecare 5 CP) obținute din datele ERA-Interim. Sursa: Mărmureanu și colab., 2019.

Din cauza acoperirii cerului cu nori, imaginile satelitare sunt limitate în identificarea prezenței prafului saharian, de aceea sunt esențiale alte surse complementare de date pentru a monitoriza fenomenul de furtună de praf. Astfel pentru a analiza dinamica de intruziune a prafului saharian, de la sursa sa către sud-estul Europei, Mărmureanu și colab. (2019) au utilizat datele modelate CAMS NRT, și anume indicele **Dust Optical depth (DOD)** la 550 nm (Figura 6.11 a).

Valorile ridicate ale indicelui DOD dintre 22 martie, ora 21:00 UTC și 23 martie, ora 03:00 UTC relev o concentrație mai ridicată de particule de praf (aerosoli) în sud-estul României (un maxim între 1,0 și 1,5, valori comparate cu măsurătorile in-situ-Figura 6.11 b.), în timp ce la nivelul Câmpiei Bărăganului, cele mai semnificative valori fiind situate între 0,5 și 1,0 (Figura 6.11 a).

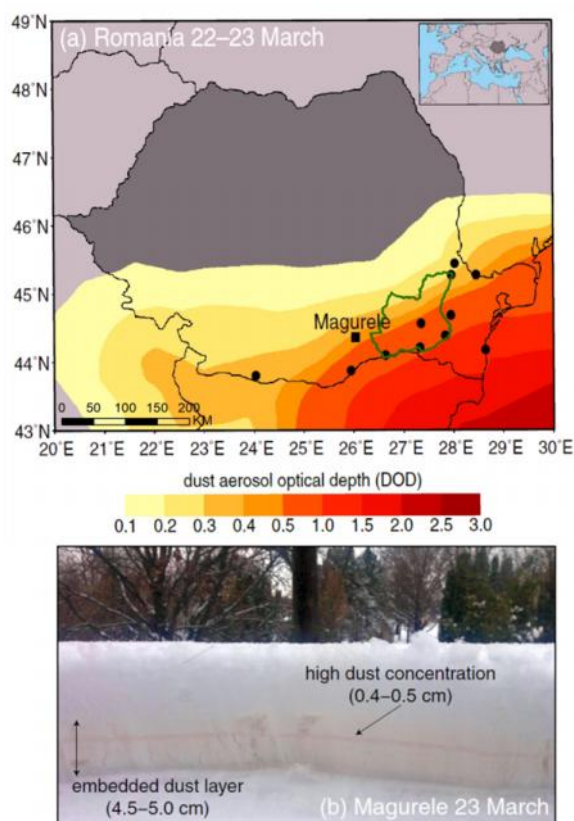


Figura 6.11 a. Valorile maxime ale indicelui Dust aerosol optical depth derivate din datele Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) din intervalul 22 martie 21:00 UTC–23 martie 06:00 UTC. Punctele negre reprezintă datele in-situ care confirm prezența prafului la sol. Poligonul verde închis reprezintă limita Câmpiei Bărăganului. Punctul negru reprezintă locația Observatorului 3D atmosferic (RADO) din Magurele, România.

(prelucrare după Mărmureanu și colab., 2019)

Figura 6.11 b. O secțiune a stratului de zăpadă la RADO care prezintă grosimea și concentrația stratului de praf inclus în stratul de zăpadă.

Sursa: Mărmureanu și colab., 2019

Datorită rezoluției spațiale mult mai ridicate (500 m), imaginile satelitare **MODIS** pot facilita sau îmbunătăți detectarea și monitorizarea furtunilor de praf, spre deosebire de produsele MSG cu o rezoluție spațială de 3-5 km. Astfel, începând cu ziua de 21 martie 2018, un nor de praf din nordul Africii s-a îndreptat spre bazinul mediteranean, maximumul extinderii fenomenului fiind surprins în data de 22 martie, pe baza imaginilor satelitare **MODIS Aqua**, combinație culori naturale (true-color) a benzilor spectrale 1-4-3. (Figura 6.12)

În data de **24 martie 2018**, norul de praf saharian a traversat și sud-estul României, determinând încălzirea zăpezii cu particule fine de nisip și dând astfel zăpezii o nuanță oară de **portocaliu** (Figura 6.13). Norul de praf saharian reprezintă un efect al furtunii de praf din nordul Africii, a cărei geneză a fost un ciclon încălzit cu mase de aer mai calde și umed care s-a îndreptat spre Marea Mediterană (exemplu Figura 6.13). În același moment, o masă de aer foarte rece din nordul și centrul Europei s-a orientat către zona mediteraneană, iar la contactul celor două mase de aer diferite au rezultat precipitații sub formă de **ninsoare**. Din cauza faptului că acest

ciclon a fost foarte activ, aerul de prin împrejurimi, inclusiv cel saharian, încărcat cu praf, a fost absorbit și ridicat în norii din atmosferă, iar prin precipitare aerul saharian a dat o nuanță de portocaliu stratului de zăpadă (Figura 6.26).

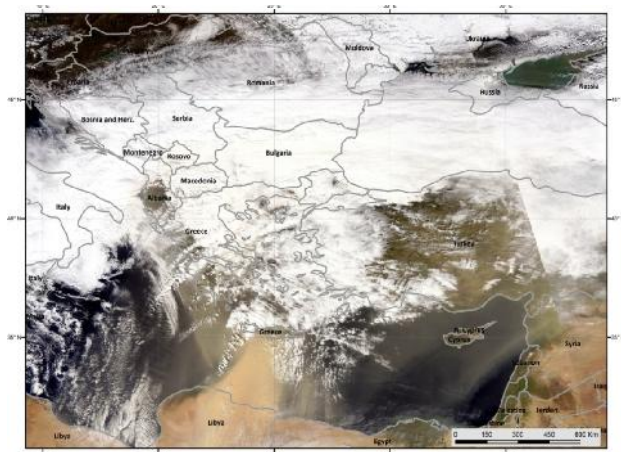


Figura 6.12. Furtuna de praf: 22 martie 2018.
Imagine Aqua MODIS

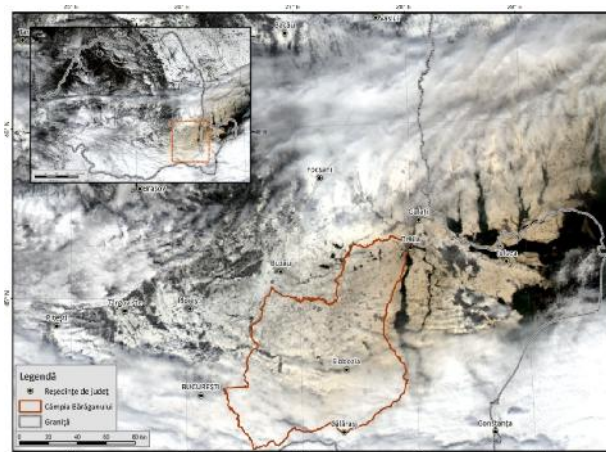


Figura 6.13. Imagine MODIS Aqua din 24 martie 2018,
ora 11:20 UTC

Aadar, efectele furtunii de praf care a afectat și România (în special sudul și sud-estul acesteia) în perioada 22-23 martie au fost vizibile la nivelul zăpezii acumulate atât din datele in-situ, cât și din infomațiile satelitare.

6.3. Tornada

6.3.1. Generalități (definiție, cauze, impact)

Tornadele sunt perturbații atmosferice violente, de dimensiuni reduse, cu caracter turbionar, viteza vântului fiind cuprins între 60 și 300-400 km/h. Formarea tornadei este influențată de viteza mare a vântului pe verticală, asigurat de supraîncălzirea suprafeței subiacente. În momentul în care o masă de aer cald și umed, aflat în interacțiune cu solul, este traversat de o masă de aer rece și uscat, atmosfera devine instabilă, generându-se condiții favorabile producerii tornadelor (Ahrens, 1991; Bălteanu și Alexe, 2000).

6.3.2. Studiu de caz: tornada de la Făceni din 12 august 2002

Tornada de la Făceni din 12 august 2002 a fost cea mai puternică din câte se cunosc până acum în România, având **gradul F3** pe scara Fujita, viteza vântului la rafală fiind între 252 și 330 km/oră (Lemon și colab., 2003; Bălteanu și colab., 2004).

Cauza tornadei de la Făceni o constituie contrastul termic ridicat dintre două mase de aer diferite: o masă de aer rece polar și una fierbinte tropicală. Tornada a determinat multiple consecințe negative: a afectat grav 33 de locuințe, a avariat alte peste 400 de gospodării, a rănit 10 persoane și a cauzat moartea a trei persoane și a afectat puternic pârâul de ploi de pe malul stâng al Dunării, într-o măsură mai redusă, pe cea de pe malul drept. Referitor la pârâul de ploi de pe malul stâng al Dunării s-a raportat faptul că aceasta a fost puternic afectată (120 ha) prin frângerea arborilor de la înălțimi de 1-2 m, iar orientarea doborâturilor a fost de la sud spre nord, fiind distruse complet circa 60 ha (Lemon și colab., 2003; Bălteanu și colab., 2004).

Analiza satelitară a efectelor tornadei

Efectele tornadei pot fi analizate satelitar, dar pentru a surprinde de la distanță și cât mai eficient pagubele produse sunt esențiale imagini satelitare, respectiv aerofotograme cu o rezoluție spațială foarte ridicată. Afectarea, dar mai ales distrugerea totală a pârâului de ploi de

pe malul stâng al Dunării, din dreptul intravilanului satului Făcăeni au fost surprinse și din analiza imaginilor Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM (rezoluția spațială 30 m).

Pentru evidențierea situației înainte și după fenomen s-au ales imaginile satelitare Landsat-5 ETM din 7 august 2002 și Landsat-7 ETM din 23 august 2002 și 31 mai 2003 (Figura 6.14).



Figura 6.14. Identificarea arealelor forestiere afectate din Făcăeni: a) înainte de apariția tornadei și b), c) după producerea acesteia

Astfel, prin utilizarea combinației în culori naturale și realizarea indicelui NDVI a seriilor multitemporale alese s-a cartat arealul de pădure afectat (circa 50 ha), cu precizie pe malul stâng al Dunării (brațul Borcea). De asemenea, scena satelitară Landsat-7 ETM din 31 mai 2003 evidențiază foarte bine consecințele provocate de tornadă pentru suprafața forestieră analizată, în locul acesteia fiind doar pădure. Indicele satelitar NDVI reprezintă un indice des utilizat în detectarea și analiza pagubelor rezultate în urma tornadei. În cazul imaginilor satelitare Landsat 5 și 7, indicele NDVI s-a calculat conform următoarei formule: $NDVI = (banda\ 4 - banda\ 3) / (banda\ 4 + banda\ 3)$, unde banda 4 reprezintă infraroșul apropiat, iar banda 3 canalul roșu din domeniul vizibil.

Astfel, la nivelul localității Făcăeni, efectele sunt semnificativ vizibile pentru pădurea de pe malul stâng, respectiv drept al Dunării. Dacă în data de 8 iulie pădurea avea un NDVI omogen, în jurul valorii de **0,45**, după 12 zile de la apariția tornadei NDVI-ul scade la o valoare medie de **0,28**. Totodată, potrivit valorilor NDVI scurte din 23 august 2002 se poate confirma

faptul că **sudul intravilanului** Făcăeniului a fost afectat de tornadă, deoarece valorile NDVI între **0** și **0,10** reprezintă terenul gol, lipsit de vegetație (Figura 6.15).



Figura 6.15. Indicele NDVI înainte și după producerea tonadei de la Făcăeni din 12 august 2002

CONCLUZII

În contextul schimbărilor climatice, fenomenele meteorologice periculoase devin hazarde naturale cu diverse consecințe negative pentru societatea umană și mediul înconjurător, astfel încât calitatea vieții are de suferit.

Analiza efectelor fenomenelor meteorologice periculoase poate fi realizată atât pe baza datelor in-situ, cât și pe baza celor satelitare.

Cele mai importante rezultate ale prezentei teze științifice aduse de noi, sunt incluse în capitolele 4-6 și le prezentăm în continuare.

Fenomenele meteorologice periculoase analizate satelitar care au afectat Câmpia Bărăganului, precum și regiunile învecinate acestora au fost generate fie de acțiunea regimului termic (valuri de căldură, valuri de frig), de cel al precipitațiilor (seceta, ploaia îngheață, grindina, ceața), fie de acțiunea vântului (viscolul, tornada, furtuna de praf), toate aceste fenomene provocând efecte atât local (exemple: inundațiile din 2006 din lungul Dunării sau tornada de la Făcăeni din 12 august 2002), cât și la nivelul întregii regiuni de studiu, cum a fost în cazul valurilor de căldură, valurilor de frig, secetei sau ceții.

Referitor la valurile de căldură și cele de frig se observă faptul că aceste fenomene au o intensitate mai ridicată în cazul Câmpiei Române (inclusiv Câmpia Bărăganului) și mai puțin în Câmpia Banato-Crișană, unde se înregistrează un regim termic mai moderat datorită influențelor climatice temperat-oceanice.

În cazul zilei de 24 iulie 2007 din intervalul **valului de căldură** din iulie 2007, în Câmpia Bărăganului, aflat sub avertizarea meteorologică cod portocaliu de temperaturi ridicate (de peste 35°C), temperatura medie maximă a aerului a fost de 40,5°C, în timp ce media pe țară a

atins valoarea de 37,2°C. De asemenea, în Câmpia B r ganului valoarea medie LST a fost de 47°C, cu 6,5°C mai mare față de temperatura aerului.

Analizând maximele termice ale indicelui LST, obținute din produsele LST zilnice MOD11A1 (anii 2000 și 2001), respectiv MYD11A1 (2002-2019), s-a observat faptul că temperaturile maxime cele mai ridicate din sezonul de vară din Câmpia B r ganului s-au înregistrat în anul **2007** (media maximelor fiind de 52,7°C), urmat de **2012** (49,9°C), **2000** (46,8°C), **2003** (46,4°C) și **2015** (46,2°C). Comparând rezultatele LST cu cele ale temperaturii maxime ale aerului se constată că valorile LST sunt mai ridicate, în medie cu 6,7°C față de măsurătorile temperaturii aerului la 2 m de la stațiile meteorologice, dar trendul evoluției temperaturilor maxime este același (direct proporțional) pentru ambele seturi de date.

În legătură cu precipitațiile excedentare care au afectat inclusiv Câmpia B r ganului se remarcă **inundațiile** din anul **2006** de-a lungul Dunării. Aceste inundații au fost monitorizate cu ajutorul datelor satelitare optice și radar (perioada 18.04-14.05.2006) și au afectat o suprafață de circa 4.380 ha teren agricol din sudul Câmpiei B r ganului. Localitățile cele mai afectate de inundații au fost Unirea, Satnoeni, Stolnici, Gâldu și Borcea.

În cazul **secetei**, conform rezultatelor indicilor **VHI**, **DSI** și **NDDI**, anii cei mai secetoși din Câmpia B r ganului au fost **2000**, **2003**, **2007** și **2012**, iar anii favorabili culturilor agricole s-au înregistrat în 2005, 2010 și 2014. În plus, s-a observat că sud-estul și estul câmpiei au fost cel mai mult afectate de-a lungul celor 20 de ani analizați, dar și faptul că zona de studiu este una dintre cele mai secetoase regiuni agricole din țară, fiind a doua cea mai afectată, după Podiul Dobrogei.

Potrivit indicelui **VHI**, seceta a fost prezentă în Câmpia B r ganului la începutul sezonului vegetativ în anul 2003, în timp ce în anul 2007 se constată o perioadă îndelungată cu secetă la mijlocul sezonului, iar pentru anul 2012 seceta apare îndeosebi la sfârșitul sezonului de vegetație. Totodată, se observă instalarea secetei în ultimele două luni din sezonul de vegetație începând cu anul 2008.

Din analiza diferiților indici de secetă calculați fie din date satelitare din domeniul optic sau radar (Starea de Sănătate a Vegetației-VHI, Indicele de Secetă Diferențial Normalizat -NDDI, Indicele de Severitate al Secetei- DSI, Anomalia Umidității Solului-SMA), fie din date meteorologice (exemplu Indicele standardizat de evaporare a precipitațiilor-SPEI) a rezultat faptul că ponderea secetei de-a lungul celor 20 de ani a fost mult mai ridicată potrivit pragurilor de secetă specifice indicilor VHI, NDDI și DSI-v1 cu valori corespunzătoare clasificării propuse de Mușoiu et al. (2013), spre deosebire de rezultatele DSI-v2, SMA și SPEI care au valori de secetă conform clasificării propuse de European Drought Observatory-EDO. De asemenea, trebuie justificată diferența de 18% dintre cele două variante de NDDI, cauzele fiind legate de faptul că asupra secetei nu s-a stabilit încă un prag concret, existând metodologii diferite abordate de autori din numeroase țări.

În principiu, excluzând ideea supraestimării secetei, dacă ponderile multianuale ale secetei derivate din datele satelitare și datele meteorologice sunt mediate, putem spune că în medie **29,15%** din suprafața agricolă a Câmpiei B r ganului a fost supusă fenomenului de secetă în ultimii 20 de ani.

Raportat la fenomenul de **cea** care a afectat Câmpia B r ganului în intervalul 14-17 ianuarie 2020, de un real folos au fost imaginile fals-color **Terra MODIS** și produsul de ceață MSG Night Microphysics RGB, aceste seturi de date reprezentând un instrument important și necesar activității meteorologilor previzionari, dar și altor categorii de specialiști interesați de cercetarea fenomenului.

Având în vedere fenomenele meteorologice analizate prin intermediul tehnicilor de **teledetecie** și **SIG**, se constată că la nivelul anului 2012 s-a înregistrat cel mai mare număr de fenomene periculoase analizate, și anume valul de frig din 28 ianuarie-3 februarie, valul de căldură din luna august și seceta agricolă (o pondere a secetei cumulate în valoare de 56,19% pentru intervalul 30 martie-29 septembrie). De asemenea, în anul 2007, în Câmpia Bărganului valul de căldură și seceta agricolă au avut o intensitate mai accentuată, comparativ cu restul teritoriului.

Contribuțiile originale aduse în cadrul tezei pot fi sintetizate astfel:

❖ Prin compararea datelor LST MODIS și LST Copernicus (sezonul de vară) s-a evidențiat faptul că temperaturile maxime, rezultate din datele zilnice orare LST Copernicus, sunt mai ridicate, în medie cu 3,3°C, spre deosebire de informațiile obținute de senzorul Aqua MODIS.

❖ În ansamblu, am constatat faptul că regiunea de câmpie studiată, cu precădere sud-estul acesteia, este una dintre regiunile în care se înregistrează cele mai ridicate valori maxime LST din timpul sezonului de vară, prezentând temperaturi cuprinse între 55 și 60°C și având o medie de 52,97°C. De altfel, spre deosebire de LST, valoarea medie a maximelor temperaturii aerului este cu 11,03°C mai scăzută.

❖ În ceea ce privește fenomenul de **val de frig** din intervalul 28 ianuarie-03 februarie 2012, comparând valorile de temperatură înregistrate de sateliți la nivelul suprafeței terenului cu cele ale aerului de la stațiile meteorologice, am observat că între aceste seturi de date există o evoluție direct proporțională, valorile LST fiind mai scăzute față de temperatura aerului. Astfel, spre deosebire de LST, temperatura medie a aerului a fost cu circa 2°C mai ridicată, temperatura maximă cu aproximativ 0,6°C, iar minimă cu 2,7°C.

❖ Conform rezultatelor **VHI**, dintre cei 20 de ani analizați (de-a lungul sezonului de vegetație 30 martie-29 septembrie 2000-2019) din punct de vedere al ponderii secetei cumulate (seceta rezultată prin cumularea tipurilor de secetă: slabă, moderată, puternică, extremă) la nivelul terenurilor agricole, în 14 ani seceta din Câmpia Bărganului a avut o pondere mult mai ridicată comparativ cu valorile înregistrate la nivelul suprafețelor agricole din România. Totodată, dintre cei 14 ani s-a remarcat anul 2007, când procentul mediu al secetei din Câmpia Bărganului a fost de 69,58%, cu 25,80% mai mult față de situația din România (43,77%).

❖ Privitor la ponderea medie a **secetei** cumulate (de-a lungul sezonului de vegetație 30 martie-29 septembrie 2000-2019), circa **36%** din suprafața agricolă din Câmpia Bărganului a fost afectată de secetă, cu 7,12% mai mult față de terenurile agricole din România (28,72%). Ponderea secetei slabe a dominat în ambele cazuri (cu 10,40%-România și 12,37%-Câmpia Bărganului), urmată de seceta moderată, puternică și extremă.

❖ Datorită rezoluției spațiale ridicate (10 m), datele satelitare Sentinel-2 au permis identificarea și evaluarea pagubelor **grindinei** din 20 iulie 2020 de la nivelul terenurilor agricole din comuna Traian, din nordul Bărganului. Astfel, potrivit analizelor indicelui NDVI s-a constatat faptul că aproximativ 4.000 ha au fost afectate de grindină, terenurile arabile înregistrând cele mai multe pagube, mai ales în proximitatea satelor Urleasca și Căldruș. Pagubele înregistrate la nivelul terenurilor agricole au fost suficient de semnificative încât au determinat creșterea temperaturii la suprafața terenului (LST la 30 m, obținută din datele termice Landsat-8) înregistrată ulterior fenomenului. În zonele cele mai afectate de grindină, diferențele dintre valorile LST, din zilele de 15 și 31 iulie 2020, au fost mai ridicate decât în zonele înconjurătoare. S-au remarcat creșteri de temperatură, în general, cuprinse între 8-12°C, urmate de cele din intervalul 4-8°C, respectiv 12-16°C.

❖ Referitor la fenomenul de **ploaie înghețată**, din analiza complexă bazată pe diferențele temporale ale umidității solului la 2 cm, pe evoluția zilnică a indicelui SWI la diverse adâncimi, a temperaturii aerului la 2 m și a celei de la nivelul suprafeței terestre (LST), a cantităților de precipitații, a vitezei vântului și a grosimii și extinderii stratului de zăpadă, putem afirma că depunerile de gheață din perioada 24-26 ianuarie au afectat majoritatea Bărganului, cu excepția părții de sud-est a câmpiei (în principal județul Cluj).

❖ Pentru analiza **viscolului** din ianuarie 2017 s-au utilizat imaginile Sentinel-2 care nu au fost afectate de acoperirea noroasă, astfel s-au identificat arealele vulnerabile din localitățile Zvoia și Însurței, respectiv Sveni și Platonești.

❖ În cazul **furtunii de praf** din 22-23 martie 2018 care a traversat sud-estul României, imaginile satelitare **MODIS** (500 m rezoluție spațială) au surprins efectul zăpezii de culoarea portocaliu, asociat cu praful saharian.

❖ Efectele tornadei din 12 august 2002 de la Făceni au fost surprinse și din analiza imaginilor **Landsat-5 TM**, respectiv **Landsat-7 ETM**, ambele la rezoluția spațială de 30 m. Astfel, prin utilizarea combinației în culori naturale și realizarea indicelui **NDVI** a seriilor multitemporale alese s-a cartat arealul de pământ dur afectat (circa 50 ha), cu precizie pământul dur de pe malul stâng al Dunării (brațul Borcea). Totodată, potrivit valorilor NDVI scăzute (între 0 și 0,10, reprezentând terenul gol, lipsit de vegetație) din 23 august 2002 se poate confirma faptul că sudul intravilanului Făceniului a fost afectat de tornadă.

❖ Tot în categoria contribuțiilor originale pot fi incluse și următoarele elemente: dinamica modificării utilizării terenurilor, fragmentarea terenurilor agricole, evidențierea și monitorizarea deflăției eoliene, a solurilor nisipoase vulnerabile la acțiunea vântului.

Potrivit rezultatelor de fragmentare obținute din imaginile satelitare Landsat-5 TM, Landsat-8 OLI, Sentinel-2, comparativ cu anul 1988 (înainte de căderea regimului comunist), fragmentarea terenurilor a înregistrat cele mai mari proporții în anul 2010, urmând ca în anul 2018 să înceapă să se reducă.

Solurile nisipoase, frecvent supuse acțiunii deflăției vântului sunt situate în principal la nivelul localităților Zvoia și Însurți. Din datele satelitare deflăția eoliană este evidentă încă din 1987, în ultimii doi ani (2019-2020), acest proces fiind mult mai accentuat de-a lungul primăverii, imaginile Sentinel-2 (10 m rezoluție spațială) surprinzând foarte bine acest fapt.

Ca urmare a metodelor și datelor utilizate (imagini și produse satelitare), lucrarea de față contribuie la o mai bună înțelegere a fenomenelor meteorologice periculoase din Câmpia Bărganului. Imaginile satelitare utilizate (**MSG, MODIS, Landsat, Sentinel**) completează informațiile obținute din datele in-situ climatologice privind intensitatea și frecvența fenomenelor analizate, în același timp evidențiază impactul pe care acestea l-au avut asupra vegetației și terenului, în general, acest fapt fiind mai greu de identificat și analizat prin metode de cercetare clasice.

Aadar, imaginile satelitare reprezintă un element-cheie în analiza fenomenelor meteorologice periculoase, iar rezultatele pot fi corelate cu datele in-situ, astfel încât rezultatele să fie cât mai concludente cu cele înregistrate.

De altfel, subliniem faptul că în contextul în care gama de instrumente și facilități oferite de tehnicile **SIG** și de **teledetecție** este foarte diversificată și în permanentă dezvoltare, aplicațiile din prezenta lucrare ilustrează doar câteva dintre posibilitățile de valorificare ale celor două tehnici geospațiale în studiul fenomenelor meteorologice. Rezultatele și exemplele prezentate de fenomene meteorologice analizate prin intermediul datelor satelitare ar putea fi utile atât în scop științific, cât și practic, metodologic.

BIBLIOGRAFIE SELECTIV

1. Ahrens, C.D. (1991), *Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and the Environment*, West Publ. Company, St.Paul, 578 p.
2. Alecu, C.E (2008), *Contribuții la estimarea temperaturii solului prin metode de teledetecție*, tez de doctorat, Universitatea din București, Facultatea de Geologie și Geofizică.
3. Alexandru, D., Mateescu, E., Tudor, R., Leonard, I. (2019), *Analysis of agroclimatic resources in Romania in the current and foreseeable climate change—concept and methodology of approaching*, *Agron. Ser. Sci. Res.*, 61, pp. 221–229.
4. Amarnath, G., Alahacoon, N., Smakhtin, V., Aggarwal, P. (2017), *Mapping multiple climate-related hazards in South Asia*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), IWMI Research Report 170, 41p., DOI: 10.5337/2017.207.
5. Andrei, S., Antonescu, B., Boldeanu, M., Mirmureanu, L., Marin, C. A., Vasilescu, J., Ene, D. (2019), *An Exceptional Case of Freezing Rain in Bucharest (Romania)*, *Atmosphere*, 10(11):673, DOI: 10.3390/atmos10110673.
6. **Angearu, C.** (2018), *Analiza secetei asupra terenurilor arabile din România pe baza imaginilor satelitare*, *Revista Științifică a Administrației Naționale de Meteorologie*, pp. 61-76, ISSN: 2069-878X.
7. **Angearu, C.-V.**, Irimescu, A., Mihailescu, D., Virsta, A. (2018), *Evaluation of Droughts and Fires in the Dobrogea Region, Using Modis Satellite Data*, *Agric. Life Life Agric. Conf. Proc.* 1, pp. 336–345, DOI:10.2478/alife-2018-0050.
8. **Angearu, C.-V.**, Ontel, I., Boldeanu, G., Mihailescu, D., Nertan, A., Craciunescu, V., Catana, S., Irimescu, A. (2020), *Multi-Temporal Analysis and Trends of the Drought Based on MODIS Data in Agricultural Areas, Romania*, *Remote Sens.*, 12(23), 3940, 24 p, DOI: /10.3390/rs12233940.
9. Bacinschi, D. (1979), *Meteorologie generală*, Editura Didactică și Enciclopedică, București, 164 p.
10. Badea, L. (2005), *Unitățile geografice, în România. Spațiu, Societate, Mediu*, Editura Academiei Române, pp. 165-182.
11. Banu, A.C. (1964), *Braganul*, Editura Științifică, București, 77 p.
12. Barriopedro, D., Fischer, E.M., Luterbacher, J., Trigo R.M., García-Herrera, R. (2011), *The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe*, [J]. *Science*, 332(6026), pp. 220–224, DOI: 10.1126/science.1201224.
13. Bauer-Marschallinger, B., Paulik, C., Hochstöger, S., Mistelbauer, T., Modanesi, S., Ciabatta, L., Massari, C., Brocca, L., Wagner, W. (2018), *Soil moisture from fusion of scatterometer and SAR: Closing the scale gap with temporal filtering*, *Remote Sensing*, 10(7), 1030, 26 p, DOI:10.3390/rs10071030.
14. Bălteanu, D. (1984), *Relieful, azi, mâine*, Editura Albatros, 203 p.
15. Bălteanu, D., Alexe, R. (2000), *Hazarde naturale și antropogene: Curriculum opțional pentru învățământul preuniversitar*, Editura Corint, 112 p.
16. Bălteanu, D., Alexe, R. (2001), *Hazarde naturale și antropogene*, Editura Corint, București, 107 p., ISBN: 973-653-079-5.
17. Bălteanu, D., Stan-Sion, Aurora., Cheval, S., Trandafir, P., Bebe, Dobre, Viile Râmniceneanu, Dragne, Dana, Micu, Mihai, Damian, Nicoleta, Costache, Andra (2004), *Tornada de la Foceni, 12.08.2002. Cauze, consecințe, percepție, management*, Editura Telegrafica, București, 55 p.
18. Bălteanu, D., Șerban, M. (2005), *Modificări globale ale mediului, O evaluare interdisciplinară a incertitudinilor*, Editura Coresi, București, 225 p., ISBN: 973-570-297-5.
19. Bălteanu, D., Dumitrescu, M., Sima, M., Mitrica, B., Dogaru, D., Nichersu, I., Jurchescu, M., Popovici, A. (2017), *Romanian Danube Valley in a Global Environmental Change Context, in Lower Danube Basin. Approaches to Macroeconomic Sustainability*, Editura Academiei Române, București, pp. 41-53.
20. Bălteanu, D. (2020), *Extinderea accelerată a presiunii societății asupra Sistemului Terestru. Considerații geografice*, Workshop-ul tinerilor cercetători, ediția a XX-a: "Cercetarea integrată a mediului și dezvoltarea durabilă în Antropocen", 4 decembrie 2020, Institutul de Geografie al Academiei Române, București, on-line
21. Bălteanu, D., Dogaru, D., Sima, M. (2020), *Efectele schimbărilor climatice asupra mediului și societății. Considerații preliminare*. *ACADEMICA*, Anul XXX, 354-355 (4—5), 48-64.
22. Bălteanu, D., Sima, M., Dogaru, D. (2021), *Geografia și educația pentru schimbări climatice*, *Terra*, Nr.1, Anul LI (LXXI), CD PRESS, pp. 5-14.

23. Beguería, S., Vicente-Serrano, S.M., Angulo-Martínez, M. (2010), *A multi-scalar global drought dataset: The SPEI base: A new gridded product for the analysis of drought variability and impacts*, Bull. Amer. Meteor. Soc., 91, pp. 1351–1354, DOI:10.1175/2010BAMS2988.1.
24. Bhuiyan, C., Kogan, F.N. (2010), *Monsoon variation and vegetative drought patterns in the Luni Basin in the rain-shadow zone*, Int. J. Remote Sens., 31(12), pp. 3223-3242, DOI: 10.1080/01431160903159332.
25. Bogdan, O. (1980), *Potențialul climatic al B r ganului*, Editura Academiei Române, Bucure ti, 173p.
26. Bogdan, O., Niculescu, E. (1999), *Riscurile climatice din România*, Editura Academiei Române, Institutul de Geografie, Tipar Saga Interna ional, Bucure ti, 280 p., ISBN 973-0-00800-0.
27. Bojariu, R., Bîrsan M. V., Cic R., Velea, L., Burcea, S., Dumitrescu, A., Dasc lu, S.I., Gothard, M., Dobrinescu, A., C rbunaru, F., Marin, L. (2015), *Schimb rile climatice - de la bazele fizice la riscuri i adaptare*, Editura Printech, Bucure ti, 200 p., ISBN: 978-606-23-0363-1.
28. Bordei-Ion, Ecaterina (2009), *Rolul Lan ului Alpino-Carpatic în Evolu ia Ciclonilor Mediteraneeni, a II-a edi ie*, Editura Printech, Bucure ti, 138 p.
29. Brakenridge, R.G., St ncalie, Gh., Ungureanu, V., Diamandi, A., Streng, O., Barbos, A., Lucaiu, M., Kerenyi J., Szekeres, J. (2003), *Monitoring of extreme flood events in Romania and Hungary using EO data (progress report)*, Hanover, NH, USA.
30. Burcea, S., Cic , R., Bojariu, R. (2016), *Hail Climatology and Trends in Romania: 1961–2014*, Mon. Wea. Rev., 144, pp. 4289–4299, DOI:10.1175/MWR-D-16-0126.1.
31. Buscail, C., Upegui, E., Viel, J. F. (2012), *Mapping heatwave health risk at the community level for public health action*, International Journal of Health Geographics 11(1):38, 9 p, DOI:10.1186/1476-072X-11-38.
32. Busuioc, A., Caian, M., Cheval, S., Bojariu, R., Boronean , C., Baci, M., Dumitrescu, A. (2010), *Variabilitatea i schimbarea climei în Romania*, Editura Pro Universitaria, Bucure ti, 226 p., ISBN:978-973-129-549-7.
33. Caian, M., Mic, R-P., Corbu , C., **Angearu, C-V.**, M trea , M. (2021), *Extreme flood modeling and mechanism over Crisul Alb basin in Romania*, Catena, 196, 104923, 15 p, DOI:10.1016/j.catena.2020.104923.
34. C rbunaru, D.V., Sasu, M., Burcea, S., Bell, A.D. (2014), *Detection of hail through the three-body scattering signatures and its effects on radar algorithms observed in Romania*, Atmosfera 27(1), pp. 21-34, DOI: 10.1016/S0187-6236(14)71098-7.
35. Chende , V. (2013), *Hazarde hidrologice în sectorul românesc*, în Evaluarea i prevenirea hazardelor din Lunca Dun rii (Sectorul Calafat-Vidin –Turnu M gurele-Nikopol), B lteanu, D. i Sima, M. (editori), Editura Universitaria, Craiova, pp. 47-69, DOI: 10.13140/2.1.3660.8806.
36. Cr ciunescu, V., Fluieraru, C., St nc lie, Gh. (2010), *The usage of the historical cartographic datasets and the remote sensing data for the better understanding and mapping of the 2006 Danube floods in Romania*, Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, 45, pp. 112–119, DOI:10.1556/AGeod.45.2010.1.16.
37. Croitoru, A.E. (2014), *Heat waves. Concept, definition and methods used to detect*, Riscuri i Catastrofe, Casa C r ii de tiin , Cluj-Napoca,15(2), pp. 25-32.
38. Croitoru, A.E., Piticar, A., Sfic , L., Harpa, G.B., Ro ca, C.F., Tudose, T., Horvath, C., Minea, I., Ciupertea, F.A., Scripc , A.S. (2018), *Extreme temperature and precipitation events in Romania*, Editura Academiei Române, 359 p.
39. Dai, A. (2011), *Drought under global warming: A review*, WIREs Climate Change, 2 (1), pp. 45-65.
40. Di Gregorio, A., Jansen, L.J.M. (1997), *A new concept for a land cover classification system*. Proceedings of the Earth Observation and Environment Information 1997 Conference. Alexandria, Egypt.
41. Dima, V., Georgescu, F., Irimescu, A., Mih ilescu, D., (2016), *Valuri de c ldur în România*, Editura Printech, 89 p., ISBN 978-606-23-0666-3.
42. Dogaru, D., B lteanu, D., Sima, M., **Angearu, C.**, Lupu, L., (2019), *Recent changes in agricultural land use patterns in the Romanian Plain and their implications for farming decisions*, IGU LUCC Thematic Conference, Koper, SI, 24-26.09.2019.
43. Dogaru, D., B lteanu, D., Lupu, L. (2019), *Drivers and dynamics of agricultural land fragmentation in the western part of the Romanian Plain*, Rev. Roum. Géogr./Rom. Journ. Geogr., 63, (2), pp. 145–165, 2019, Bucure ti.

44. Dousset, B. , Gourmelon, F. , Laaidi, K. , Zeghnoun, A. , Giraudet, E. , Bretin, P. , Mauri, E. Vandentorren, S. (2011), *Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area*, Int. J. Climatol., 31, pp. 313-323, DOI:10.1002/joc.2222.
45. Dorigo, W., Wagner, W., Albergel, C., Albrecht, F., Balsamo, G., Brocca, L., Chung, D., Ertl, M., Forkel, M., Gruber, A., Haas, E., Hamer, P.D., Hirschi, M., Ikonen, J., de Jeu, R., Lahoz, W., Liu, Y., Miralles, D., Mistelbauer, T., Nicolai-Shaw, N., Parinussa, R., Pratola, C., Reimer, C., van der Schalie, R., Seneviratne, S., Smolander, T., Lecomte, P. (2017), *ESA CCI Soil Moisture for improved Earth system under standing: State-of-the art and future directions*, Remote Sens. Environ., doi:10.1016/j.rse.2017.07.001.
46. Dumitra cu, M., Dumitrascu, C., Douguedroit A. (2001), *Seceta i impactul acesteia asupra mediului în Câmpia Olteniei*– Revista Geografic , VII, Bucure ti, pp. 166-173, ISSN: 1224-256X.
47. Dumitra cu, M., B lteanu, D., Sima, M., Grigorescu, I., Mitric , B. (2017), *Socioeconomic and environmental indicators proposed for the assessment of ecosystem services - support for the decision-making process in Romania*, in *Lower Danube Basin. Approaches to Macroregional Sustainability*, editor Dan B lteanu, Editura Academiei Române, Bucure ti, p. 97-108.
48. Dumitra cu, M., Mocanu, I. Mitric , B., Dragot , C., Grigorescu, I., Dumitric , C. (2018), *The assessment of socio-economic vulnerability to drought in Southern Romania (Oltenia Plain)*, International Journal of Disaster Risk Reduction, 27, pp. 142-154, DOI: 10.1016/j.ijdrr.2017.09.049.
49. Freitas, S. C., Trigo, I., Macedo, J., Barroso, C., Silva, R., Perdigao, R. (2013), *Land Surface Temperature from multiple geostationary satellites*, International Journal of Remote Sensing, 34, pp. 3051-3068, DOI:10.1080/01431161.2012.716925.
50. Gao, B. (1996), *NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space*, Remote Sens. Environ., 58, pp. 257–266.
51. Gross, D. (2005), *Monitoring Agricultural Biomass Using NDVI Time Series*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Italia.
52. Gu, Y., Brown, J.F., Verdin, J., Wardlow, B. (2007), *A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States*, Geophys. Res. Lett., 34 (6): L06407, 6 p., DOI: 10.1029/2006GL029127, 2007.
53. Gusso, A., Ducati, J.R., Veronez, M.R., Sommer, V., Gonzaga, L.S.J. (2014), *Monitoring Heat Waves and Their Impacts on Summer Crop Development in Southern Brazil*, Agricultural Sciences, 5, pp. 353-364, DOI:10.4236/as.2014.54037.
54. Hall, D.K., Riggs, G.A., Salomonson, V.V., DiGirolamo, N., Bayr, K.J. (2002), *MODIS snow-cover products*, Remote Sens. Environ., 83(1–2), pp. 181–194, DOI:10.1016/S0034-4257(02)00095-0.
55. Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E., Gao X., and Ferreira L., (2002), *Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices*, Remote Sens. Environ. 25 83, pp. 195–213, DOI:10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
56. Irimescu, A., Cr ciunescu, V., St nc lie, G., Ner an, A. (2010), *Remote sensing and GIS techniques for flood monitoring and damage assessment. Study case in Romania*, 4th International Scientific Conference BALWOIS, Ohrid, 2010, 10 p.
57. Keller, E.I (2010), *GIS-Sisteme Informatice Geografice*, Casa C rții de Științ , 192 p.
58. Khampeera, A., Yongchalermchai, C., Techato, K. (2017), *Drought Monitoring using Drought Indices and GIS Techniques in Kuan Kreng Peat Swamp, Southern Thailand*, Walailak J. Sci. Technol. 2017, 15, pp. 357–370, DOI: 10.48048/wjst.2018.2723.
59. Kogan, F.N. (1995), *Application Of Vegetation Index and Brightness Temperature for Drought Detection*, *Adv. Space Res.* 15(11), pp. 91-100.
60. Kogan, F.N. (2001), *Operational space technology for global vegetation assessment. B. Am. Meteorol. Soc.*, 82, pp. 1949-1964, DOI: 10.1175/1520-0477(2001)082<1949:OSTFGV>2.3.CO;2.
61. Krawczyk, K., Jasi ski, J. (2015), *Multispectral MODIS data for visual interpretation of fog and low layer clouds*, *Geodesy and Cartography* 64(1), pp. 15-27, DOI: 10.1515/geocart-2015-0001.
62. Lemon, L.R., Stan-Sion, A., Soci, C., Cordoneanu, E. (2003), *A Strong, Long-Track, Romanian Tornado*. *Atmospheric Research*, 67-68:391-416, DOI: 10.1016/S0169-8095(03)00063-2.
63. Manea, A., Rali , I., Dumitrescu, A., Sommerfeld, A., Wichura, B. (2009), *Analysis of spatial and temporal distribution of freezing rain events in Romania and Germany*, In *Proceedings of the 13th International Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS 2009)*, Andermatt, Switzerland, 8–11 Septembrie 2009.

64. Mateescu, E., Tanislav, N., V t manu, V.V. (2004), *Impactul condi iilor de secet asupra culturilor de grâu i porumb din Câmpia Caracalului*, Editura Sitech, Craiova, 163 p., ISBN 973-657-535-7.
65. Mateescu, E., Sandu, I. (2015), *Seceta în România – provoc ri i oportunit i de prevenire i combatere a efectelor în agricultur*, în volumul *Schimb ri climatice globale. Grija pentru resurse naturale*, capitolul 3 (De ertificarea i aridizarea – agricultura i securitatea alimentar), editor: Hera, C., Editura Academiei Române, Bucure ti, pp. 257-278, ISBN 978-973-27-2526-9,
66. M r oi, D. (2015), *Fenomene climatice extreme: valuri de c ldur i de frig în regiunile extracarpatice române ti*. Tez de doctorat, Institutul de Geografie al Academiei Române, Bucure ti.
67. M rmureanu, L., Marin, C.A., Andrei, S., Antonescu, B., Ene, D., Boldeanu, M., Vasilescu, J., Vi elaru, C., Cadar, O., Levei, E. (2019), *Orange Snow—A Saharan Dust Intrusion over Romania During Winter Conditions*, *Remote Sens.*, 11, 2466, DOI: 10.3390/rs11212466.
68. McTainsh, G.H., Pitblado, J.R. (1987), *Dust storms and related phenomena measured from meteorological records in Australia*, *Earth Surf. Process. Landf.*, 12, pp. 415–424.
69. Mihai, B. (2008), *Teledetec ie. No iuni generale.*, Editura Credis, Bucure ti, 90 p.
70. Monacelli, G., Galluccio, M., Abbafati, M. (2005), *Drought within the context of the Region VI*, WMO, Working group of Hydrology, 88 p.
71. OMM (2018), *Guidelines on the definition and monitoring of extreme weather and climate events*, 43p., (disponibil online http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/documents/guidelinesonthedefinitionandmonitoringofextremeweatherandclimateevents_09032018.pdf)
72. On el, I. (2018), *Monitorizarea i evaluarea fenomenelor de usc ciune i secet în Câmpia Olteniei*, Tez de doctorat, Universitatea din Bucure ti, Facultatea de Geografie.
73. Popovici, E.A. (2010), *Piemontul Cotmeana. Dinamica utiliz rii terenurilor i calitatea mediului*, Editura Academiei Române, 208 p.
74. Posea, Gr., Badea, L. (1984), *Unit ile de relief (regionarea geomorfologic)*, hart color sc.1:750 000, Editura tiin ific i Enciclopedic , Bucure ti.
75. Posea, Gr. (1989), *Câmpia B r ganului*, *Terra*, 1, pp. 5-12.
76. Renza, D., Martinez, E., Arquero, A., Sanchez, J. (2010), *Drought Estimation Maps by Means of Multidate Landsat Fused Images*, In: "30th EARSeL Symposium Remote Sensing for Science, Education and Natural and Cultural Heritage", 31 May-03 Jun 2010, París, Francia., pp. 775-782, ISBN 978-3-00-033435-1.
77. Rouse, J. W., Haas, H. R., Schell, A. J., Deering, W. D. (1973), *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. Third ERTS Symposium, NASA SP-351 1, 309–317.
78. Sandu, I., Mateescu, E., V t manu, V. (2010), *Schimb ri climatice în România i efectele asupra agriculturii*, Editura SITECH, Craiova, 406 p.
79. Sandu, I., Mateescu, E., Sîrbu, C., St nc lie, Gh. (2015), *Impactul fenomenelor meteorologice extreme asupra mediului, în contextul schimb rilor climatice*, în *Schimb ri climatice globale. Grija pentru resurse naturale*, editor: Hera, C., Editura Academiei Române, Bucure ti, pp. 27-47, ISBN: 978-973-27-2526-9.
80. S vulescu, C. (1996), *GIS-O privire general . CAD report*, 3, pp.21-24.
81. Sima, M., Popovici, E. A., B lteanu, D., Micu, D. M., Kucsicsa, Gh., Dragot , Grigorescu, I. (2015), *A farmer-based analysis of climate change adaptation options of agriculture in the Baragan Plain Romania*, în *Earth. Perspectives*, 2(1), pp. 1–21, DOI/10.1186/s40322-015-0031-6.
82. Sima, M., Damian, N., Popovici, A., Lupu, L. (2021), *Cercetarea geografic româneasc în sprijinul Obiectivelor de Dezvoltare Durabil i a Pactului Verde European*, Institutul de Geografie al Academiei Române, Bucure ti, 25 iunie 2021.
83. Sivakumar, M.V.K., Whilhite, D.A., Svoboda, M.D., Hayes, M., Motha, R. (2010), *Drought risk and meteorological droughts, Global assessment report on disaster risk reduction*, Geneva, Elve ia, 26 p.
84. Thornthwaite, C.W. (1948), *An approach toward a rational classification of climate*, *Geogr. Rev.*, 38(1), pp. 55–94.
85. Tsiros, E, Domenikiotis, C., Dalezios, N.R. (2009), *Sustainable production zoning for agroclimatic classification using GIS and remote sensing*, *Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 113(1–2), pp. 55–68.

86. Tucker, C (1979), *Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation*, Remote Sens. Environ., 8, pp. 127-150.
87. Vrînceanu, A. (2011), *Cercet ri privind vulnerabilitatea solurilor la procesele de degradare – de ertificare în Câmpia B r ganului*, Tez de doctorat, Universitatea de tiin e Agronomice, Bucure ti.
88. Wan, Z., Hook, S., Hulley, G. (2015), *MOD11A2 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V006*, DOI: 10.5067/MODIS/MOD11A2.006.
89. WCDMP (2013), *Assessment of the observed extreme conditions during late boreal winter 2011/2012*, 80,16 p. (<http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/documents/Coldspell2012.pdf>).
90. Wilhite, D., Glantz, M.H. (1985), *Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions*, Water Int., 10(3), pp. 111–120.
91. Zaitchik, B.J., Macalady, A.K., Bonneau, L.R., Smith, R.B. (2006), *Europe’s 2003 Heat Wave: A Satellite View Of Impacts And Land–Atmosphere Feedbacks*, Int. J. Climatol. 26, pp. 743–769, DOI: 10.1002/joc.1280.
92. Zegheru, N., Albot , M. (1979), *Introducere în teledetecție*, Editura tiințific i Enciclopedic Bucure ti, 366 p.
93. Zoran, M., Savastru, D., Miclos, S., Tautan, M.N., Baschir, L. (2011), *Multisensor satellite remote sensing data for heat waves assessment in metropolitan region*, Journal Of Optoelectronics And Advanced Materials, 13(9), pp. 1159 – 1166.
94. ***(1994), *Harta solurilor a R.S.R, scara 1:200 000, Legenda general* (coord. Florea N.), Academia de tiin e Agricole i Silvice, Institutul de Cercet ri pentru Pedologie i Agrochimie (ICPA), Bucure ti.
95. ***(1983), *Geografia României, I, Geografia fizic* , Editura Academiei RSR, Bucure ti, 662 p.
96. ***(2005), *Geografia României, V, Câmpia Român , Dun rea, Podi ul Dobrogei, Litoralul românesc al M rii Negre i Platforma Continental* , Editura Academiei Române, Bucure ti, 384 p.
97. ***(2008), *Clima României*, Editura Academiei Române, Bucure ti, 363 p.
98. ***(2010), *Recens mântul General Agricol*, Institutul Na ional de Statistic (INS), Bucure ti.
99. ***(2014), *IGAR, Report on climate change effects for Baragan Plain, Romania*.
100. ***(2020), *Sistemul de identificare a parcelelor (LPIS)*, Agenția de Pl ti și Intervenție pentru Agricultur (APIA)
101. ***(1980-2020) National Meteorological Administration (NMA) archive
102. <https://agrointel.ro/81749/imagini-ale-dezastrului-ploile-torentiale-si-grindina-au-distrus-munca-oamenilor/>
103. <https://www.amosnews.ro/cod-galben-de-ceata-chiciura-si-polei-2020-01-17>
104. <https://a1.ro/news/vremea/vremea-15-ianuarie-2020-anm-cod-galben-de-ceata-si-chiciura-in-bucuresti-si-25-de-judete-id949570.html>
105. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>
106. <http://eumetrain.org>
107. <https://www.esa-soilmoisture-cci.org/node/50>
108. <https://meteologix.com/ro>
109. <http://meteoromania.net/node/80>
110. http://modis-sr.ltdri.org/guide/MOD09_UserGuide_v1.4.pdf
111. https://en.wikipedia.org/wiki/Cold_wave