

ICEBERG s.r.l.

300238, Berini, nr.178, comuna Saco ul Turcesc, jud.Timi , punct de lucru: 300700, Timi oara, str. Petuniei, nr. 7
telefon 0356 108680, fax 0356 780139, mobil 0724772341 sau 0723278812, e-mail iceberg5_srl@yahoo.com
Reg. com. J35/181/2002, C.I.F. RO14448064, cod IBAN RO24OTPV191000280255RO01, OTP Bank-Timi oara

pr. nr. **UAG 203/20**

IMPACTUL SCHIMB RILOR CLIMATICE asupra TERITORIULUI ADMINISTRATIV al MUNICIPIULUI ARAD Jud. Arad

Studiu de fundamentare pentru
P.U.G. Municipiul Arad



PROIECT

Prezentul proiect este proprietatea intelectuală a SC ICEBERG SRL, este interzisă publicarea sub orice formă, a informațiilor din acest proiect, și din anexele sale, fără acordul prealabil scris al autorului/autorilor pe specialități.

ICEBERG s.r.l.

300238, Berini, nr.178, comuna Saco ul Turcesc, jud.Timi , punct de lucru: 300700, Timi oara, str. Petuniei, nr. 7
telefon 0356 108680, fax 0356 780139, mobil 0724772341 sau 0723278812, e-mail iceberg5_srl@yahoo.com
Reg. com. J35/181/2002, C.I.F. RO14448064, cod IBAN RO24OTPV191000280255RO01, OTP Bank-Timi oara

pr. nr. **UAG 203/20**

FOAIE DE GARD

Denumirea proiectului	ACTUALIZARE PLAN URBANISTIC GENERAL AL MUNICIPIULUI ARAD
Beneficiar	PRIMARIA MUNICIPIULUI ARAD 310130, Arad B-dul Revolutiei, nr.75 Jud. Arad
Faza de proiectare	STUDII DE FUNDAMENTARE P.U.G. IMPACTUL SCHIMB RILOR CLIMATICE ASUPRA TERITORIULUI ADMINISTRATIV AL MUNICIPIULUI ARAD
Proiectant general	s.c. ICEBERG s.r.l. str. Petuniei, nr. 7 300700, Timi oara jud. Timi
Contract nr.	81137/2020
Data	februarie 2022, Rev1

ICEBERG s.r.l.

300238, Berini, nr.178, comuna Saco ul Turcesc, jud.Timi , punct de lucru: 300700, Timi oara, str. Petuniei, nr. 7
telefon 0356 108680, fax 0356 780139, mobil 0724772341 sau 0723278812, e-mail iceberg5_srl@yahoo.com
Reg. com. J35/181/2002, C.I.F. RO14448064, cod IBAN RO24OTPV191000280255RO01, OTP Bank-Timi oara

pr. nr. **UAG 203/20**

LISTA I SEMN TURILE PROIECTAN ILOR

ef proiect arh. C t lin J. Hanche

Proiectant general

s.c. ICEBERG s.r.l.
300700, Timi oara, str. Petuniei, nr. 7
jud. Timi

) Urbanism

arh. C t lin J. Hanche

Proiectant de specialitate

s.c. M R ZAN I ASOCIAȚII CONSULTING s.r.l.
300700, Timi oara, str. Simion B rnuțiu, nr. 60E
jud. Timi

) Climatologie

met. Vlad M r zan

Întocmit,
met. Vlad M r zan

***Impactul Schimb rilor Climatice
asupra teritoriului administrativ
al municipiului Arad, jud. Arad***
*- Studiu de fundamentare pentru
Planul Urbanistic General al Municipiului Arad -*

Întocmit: met. Vlad M r zan

Prezentul proiect este proprietatea intelectual a met. Vlad M r zan, este interzis publicarea sub orice form , a informa iilor din acest proiect, i din anexele sale, f r acordul prealabil scris al autorului.

CUPRINS

<i>Introducere.....</i>	<i>pag.5</i>
<i>Analiza critic a situației existente.....</i>	<i>pag.5</i>
<i>Vulnerabilitatile climatice.....</i>	<i>pag.23</i>
<i>Elemente de evolu ie ai unor parametri climatici.....</i>	<i>pag. 27</i>
<i>Propuneri privind amenajarea zonei municipiului Arad.....</i>	<i>pag.41</i>
<i>Sinteza.....</i>	<i>pag.48</i>
<i>Bibliografie selectiv</i>	<i>pag.50</i>

LIST FIGURI

Fig. 1 Valorile temperaturii medii anuale ($^{\circ}\text{C}$) în zona localităților Arad.....	7
Fig. 2 Evoluția temperaturii medii în ultimele 5 decenii la Arad.....	7
Fig. 3 Valorile temperaturii medii ($^{\circ}\text{C}$) în luna ianuarie (a) și iulie (b).....	8
Fig. 4 Valorile temperaturii minime ($^{\circ}\text{C}$) în luna ianuarie în zona localităților Arad.....	8
Fig. 5 Evoluția mediei minimelor și tendința acesteia în ultimele 5 decenii la Arad.....	9
Fig. 6 Valorile temperaturii maxime ($^{\circ}\text{C}$) în luna iulie în zona localităților Arad.....	9
Fig. 7 Evoluția mediei maximelor și tendința acesteia în ultimele 5 decenii.....	9
Fig. 8 Precipitațiile multianuale în zona localităților Arad (mm).....	10
Fig. 9 Precipitațiile multianuale în zona localităților Arad (mm) în luna ianuarie.....	11
Fig. 10 Precipitațiile multianuale în zona localităților Arad (mm) în luna iulie.....	11
Fig. 11 Repartiția precipitațiilor () pe anotimpuri în zona localităților Arad.....	12
Fig. 12 Roza vânturilor pentru zona localităților Arad.....	13
Fig. 13 Repartiția zilelor cu vânt și cu calm atmosferic.....	14
Fig. 14 Harta vulnerabilității teritoriului față de fenomenul caderilor de grindin în zona judeului Arad.....	15
Fig. 15 Harta vulnerabilității teritoriului față de fenomenul producerii de vijelii în zona judeului Arad.....	16
Fig. 16 Tornade în Europa conform ESSL.....	17
Fig. 17 Tornade raportate în România.....	18
Fig. 18 Tipuri de circulație vestice și nord-vestice.....	19
Fig. 19 Numărul de zile cu polei în vestul României.....	19
Fig. 20 Numărul de zile de iarnă, cu temperatura maximă 0°C	21
Fig. 21 Numărul de zile cu îngheț, cu temperatura minimă 0°C	21
Fig. 22 Numărul de zile cu nopți geroase, cu temperaturi minime 10°C	22
Fig. 23 Numărul de zile cu ninsoare.....	22
Fig. 24 Numărul de zile cu strat de zăpadă.....	23
Fig. 25 Tendința stratului mediu de zăpadă în intervalul 1961-2010.....	24
Fig. 26 Tendința numărului de zile cu strat de zăpadă în intervalul 1961-2010.....	24
Fig. 27 Tendința temperaturii medii în intervalul 1961-2010.....	25
Fig. 28 Evoluția numărului de zile cu temperaturi de vară.....	25
Fig. 29 Tendințele în numărul de zile cu valori de căldură (intervale de minim două zile consecutive cu temperatura maximă 37°C) la 113 stații din România pentru perioada 1961-2013. Stațiile cu tendințe crescătoare semnificative sunt simbolizate cu triunghiuri roșii, iar cu cercuri cele care nu prezintă tendință.....	26
Fig. 30 Tendința precipitațiilor în intervalul 1961-2010.....	26
Fig. 31 Schimbările în temperatura medie lunară a aerului din România, pentru perioada 2001 - 2030,.....	28
Fig. 32 Modificări privind precipitațiile medii multianuale (mm) în România.....	29
Fig. 33 Schimbările în cantitatea de precipitații medii anotimpuale (abatere normată) pentru intervalul 2020-2030 față de 1965-1975, obținute din simulările modelului climatic regional RegCM3 la scara fină (10 km), în condițiile scenariului de emisie IPCC A1B.....	30
Fig. 34 Intensitatea arșiței pentru anotimpul de vară (lunile iunie – august) – medie pe perioada 1961-2010.....	30
Fig. 35 Intensitatea arșiței pentru anotimpul de vară (lunile iunie – august) – medie pe perioada 1981-2010.....	31
Fig. 36 Intensitatea arșiței în iunie-iulie-august 2015.....	32
Fig. 37 Intensitatea arșiței în iunie-iulie-august 2017.....	33
Fig. 38 Reprezentarea Indicelui de Ariditate pentru România.....	33

<i>Fig. 39 Evoluția temperaturii medii dup IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION</i>	<i>34</i>
<i>Fig. 40 Evoluția temperaturii minime dup IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION</i>	<i>35</i>
<i>Fig. 41 Evoluția temperaturii maxime dup IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION</i>	<i>35</i>
<i>Fig. 42 Evoluția numărului de zile cu temperatura >35⁰C (zile caniculare)-</i>	<i>36</i>
<i>Fig. 43 Evoluția numărului de zile cu temperatura minim <0⁰C (zile cu îngheț)-</i>	<i>36</i>
<i>Fig. 44 Evoluția numărului de zile cu ninsoare</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 45 Evoluția numărului maxim de zile consecutive cu precipitații < 1mm (zile cu uscăciune).....</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 46 Estimare a principalelor efecte ale schimbărilor climatice în Europa conform European Environment Agency (www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/key-past-and-projected-impacts-and-effects-on-sectors-for-the-main-biogeographic-regions-of-europe-5)</i>	<i>38</i>
<i>Fig. 47 Evoluția Petelor Solare pe o perioadă de 400 de ani</i>	<i>40</i>
<i>Fig. 48 Evoluția TSI total solar irradiance</i>	<i>40</i>

INTRODUCERE

Situat în partea vestică a judeului Arad, suprafața a municipiului Arad se înscrie în aria de topoclimat a câmpiilor joase (câmpia Ndlacului, Aradului) și se caracterizează prin ierni blânde și veri călduroase cu precipitații mai reduse cantitativ și cu caracter neregulat. Temperaturile medii anuale sunt în jur de 10.7...10.8°C, iar precipitațiile atmosferice 590...600 mm. În luna ianuarie temperaturile medii sunt în jur de 0°C iar în iulie media este de 21.5°C. Numărul mediu de zile cu soare acoperit cu nori poate ajunge la 25-30 zile.

Acest studiu are ca scop evidențierea principalilor parametri meteorologici, identificarea elementelor climatice de risc, enunțarea unor ipoteze legate de evoluția în timp a elementelor meteorologice și prognozarea acestora pe termen mediu. În funcție de rezultate, propunem anumite măsuri ce se pot lua pentru minimizarea efectelor riscurilor climatice și dezvoltarea zonei orașului Arad.

ANALIZA CRITICĂ A SITUAȚIEI EXISTENTE

Factorii genetici ai climei

Radiația solară

Faptul că România, este străbătută de paralela de 45° determină un regim radiativ moderat, cu anumite diferențieri regionale. Radiația solară directă este influențată de mai mulți factori și anume: unghiul de înălțime al soarelui, nebulozitate, opacitate etc. Potențialul radiativ este influențat în afară de latitudine și de suprafața activă, mai exact de relief și expunerea acestuia. Relieful influențează și o serie de factori dinamici care afectează nebulozitatea. Reducerea transparenței aerului prin îmbogățirea acestuia cu diferite tipuri de aerosoli dinspre munte spre zonele joase prezintă, de asemenea, importanță pentru gradul de transparență. În zona de câmpie cele mai ridicate valori ale radiației solare directe se înregistrează în lunile de vară (iunie-iulie), la orele amiezii cu valori de până la 1.03 cal/cm²/min. Insolația reprezintă fluxul radiației solare directe care cade perpendicular pe o suprafață orizontală. Insolația are contribuția sa în procesele convective. Variația diurnă a intensității radiației solare directe este diferită în funcție de anotimp. Are valori de peste 680 Wm⁻² în luna iunie și de 430 Wm⁻² în decembrie.

Radiația solară difuză este influențată în mare de aceiași parametri ca și radiația directă. Cele mai mici valori se înregistrează în sezonul rece, când radiația difuză nu depășește 115 Wm⁻² dar are valori medii de 285 Wm⁻² la ora 12 în cursul verii. Odată cu altitudinea crește radiația difuză și scade cea directă. Radiația solară globală, compusă din

radia ia solar direct i cea difuz , variaza în mod evident func ie de factorii care determin cele dou componente amintite. În cursul lunilor de iarn 65 % din aceasta este constituit din contribu ia radia iei difuze iar vara a celei directe. Mersul diurn prezinta de asemenea diferen ieri, astfel c , pe vreme senin , până la r s ritul soarelui, radia ia global este alc tuit doar din radia ia difuz . Cu cre terea unghiului de în l ime al soarelui ponderea radia iei directe cre te treptat, ajungând sa aib valoarea cea mai mare la o în l ime a unghiului de 50 grade iar contribu ia radia iei difuze s fie de doar 20%. Cele mai ridicate valori diurne ale radia iei globale se realizeaz în jurul orei 12.

Valoarea anual a radia iei globale este de 735 Wm^{-2} în luna iunie. În luna decembrie valorile radia iei globale ajunge la 167 Wm^{-2} .

Durata de str lucire a soarelui are valori anuale de 2000 ore. Valoarea maxim lunar este în iulie (295 ore) iar cea minim în decembrie (nu dep e te 60 ore).

Factorii dinamici ai climei

Un rol deosebit în evolu ia climei îl are circula ia general a atmosferei. Centrii barici importan i la nivelul Europei î i las amprenta asupra elementelor meteorologice în func ie de anotimpuri, relief etc. Fiecare dintre centrii barici importan i sunt activi tot timpul anului îns , activitatea acestora poate fi pregnant asupra parametrilor meteorologici în anumite situa ii. De exemplu, situa iile cu precipita ii abundente, poten ial produc toare de inunda ii, se întâlnesc când ciclonii mediteraneeni sunt mai activi (inunda iile din anul 2005). Sisteme frontale aduc toare de ploi însemnate cantitativ se întâlnesc i la fronturile legate de Depresiunea Islandez . Zilele cu temperaturi extreme se întâlnesc de obicei asociate de evolu ia anticiclonilor siberieni sau nord-africani.

O lucrare bine documentat asupra centrilor barici care influen eaz mersul vremii în ara noastr descrie în detaliu Depresiunea Islandez , Anticiclonul Azoric, Anticiclonul Est-european, Ciclonii Mediteraneeni, Anticiclonul Scandinav (Topor N., Stoica C, 1965).

Temperatura aerului

Regimul termic în vestul României este influen at de circula ia zonal , vestic , a maselor de aer - care este i tipul dominant de circula ie al maselor de aer- , la care se adaug influen e ale celorlalte tipuri circulatorii.

P trunderile reci sunt determinate de advec iile de aer realizate pe o circula ie polar care, în func ie de orientarea unei izohipse de la nivelul de 500 hPa, pe de-o parte i evolu ia indivizilor barici de la sol pe de alta, determin individualizarea a trei subtipuri: polar-direct , ultrapolar i polar îtoars .

P trunderile calde sunt date de circula ia tropical care, func ie de aceea i factori enumera i mai sus, se împarte în maritim-tropical sau continental-tropical . De obicei p trunderile reci sunt determinate de advec ii ale anticiclonilor scandinavi i siberieni dar i ale depresiunii islandeze, iar p trunderile de mase de aer cald asociate ciclonilor mediteraneeni. Factorii de relief atenuiaz sau amplific modul de manifestare a acestor indivizi barici.

Temperaturile medii anuale scad cu altitudinea cu aproximativ $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Temperaturile medii anuale scad cu altitudinea cu aproximativ $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Dispunerea relativ uniform a altitudinii face ca temperaturile medii anuale s fie între 10.7 i 10.9°C

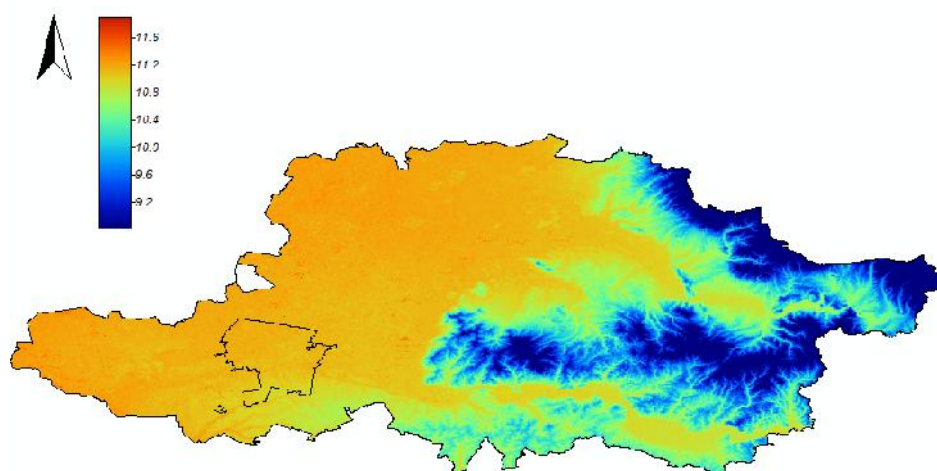


Fig. 1 Valorile temperaturii medii anuale ($^{\circ}\text{C}$) în zona localit ii Arad

Temperatura medie în luna ianuarie este negativ pe toata suprafa a localit ii, cu valori de -0.1 -0.6°C . Luna cea mai cald a anului atinge valori medii de 21.6 22.3°C .

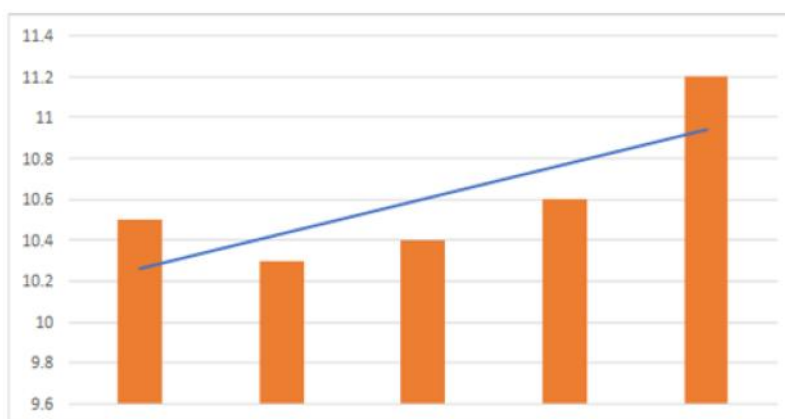
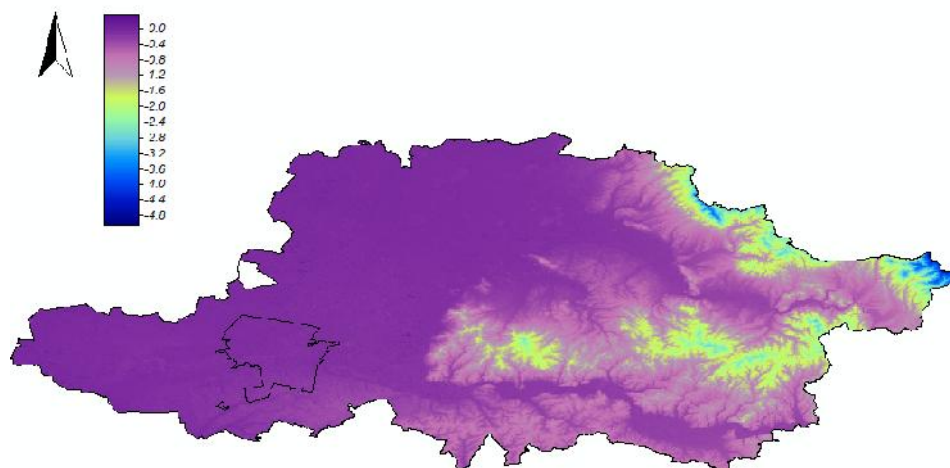
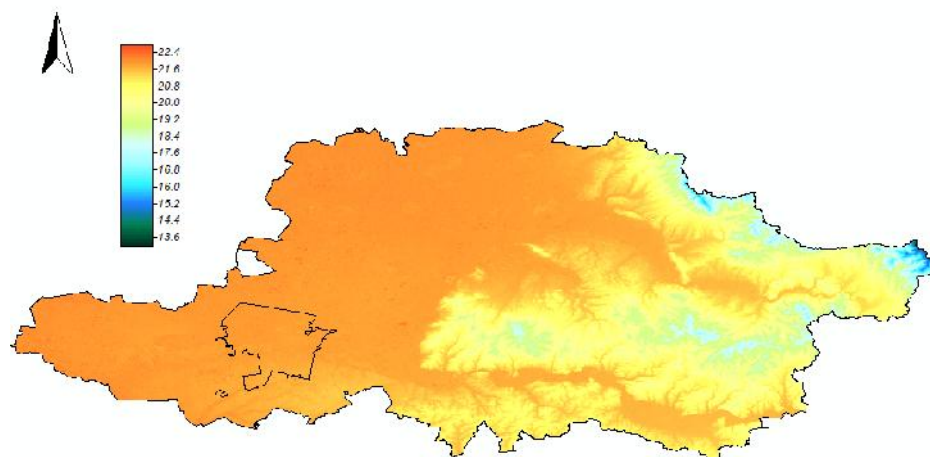


Fig. 2 Evolu ia temperaturii medii în ultimele 5 decenii la Arad



a.



b.

Fig. 3 Valorile temperaturii medii ($^{\circ}\text{C}$) în luna ianuarie (a) i iulie (b)

Temperaturile minime în luna ianuarie pot avea valori de $-13.1.....-13.5^{\circ}\text{C}$.

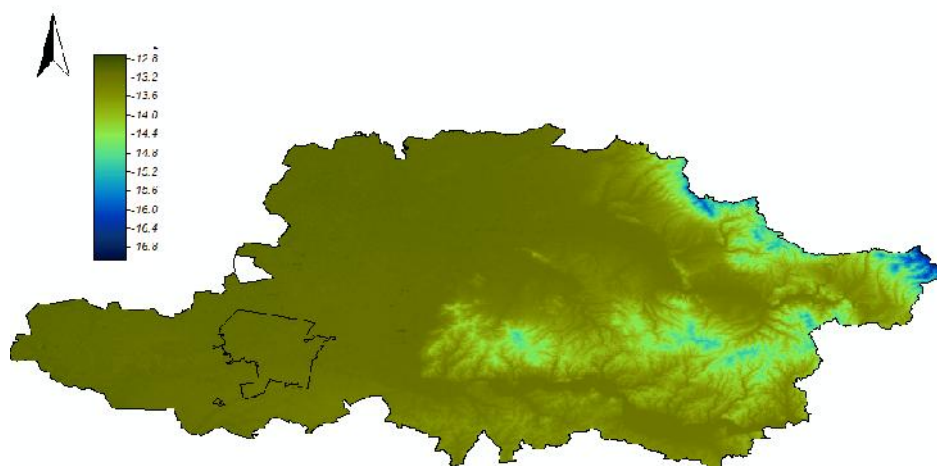


Fig. 4 Valorile temperaturii minime ($^{\circ}\text{C}$) în luna ianuarie în zona localit ii Arad

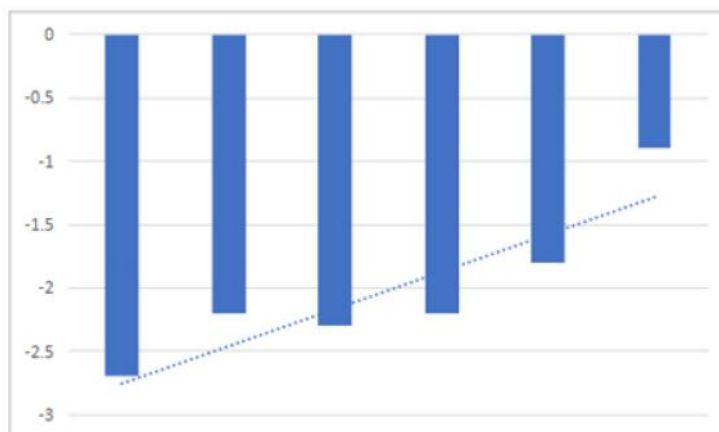


Fig. 5 Evoluția mediei minimelor și tendința acesteia în ultimele 5 decenii la Arad

Așa cum reiese din imaginea de mai sus, evoluția temperaturilor minime prezintă în ultimii 50 de ani un trend ascendent, de la $-2,7^{\circ}\text{C}$ la $-0,8^{\circ}\text{C}$.

În luna iulie temperaturile maxime depășesc 32°C în cea mai mare parte a ariei luate în considerare cu valorile absolute de $35\text{.....}36^{\circ}\text{C}$.

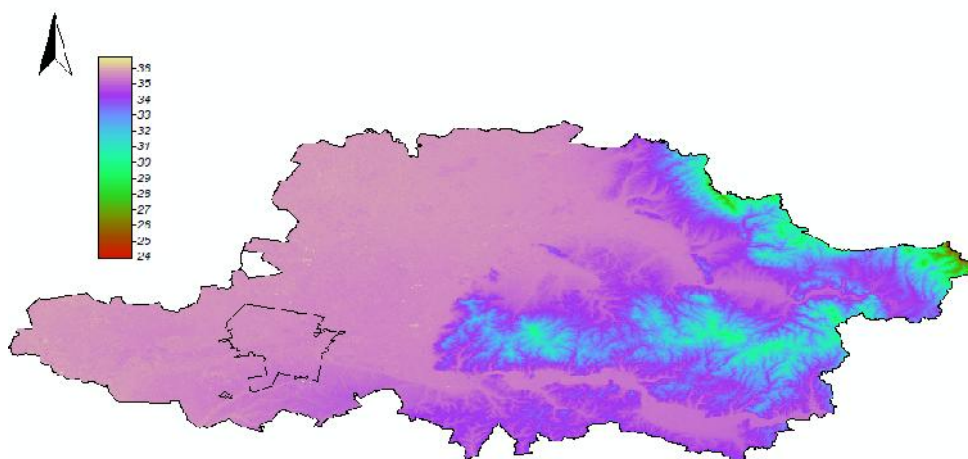


Fig. 6 Valorile temperaturii maxime ($^{\circ}\text{C}$) în luna iulie în zona localității Arad

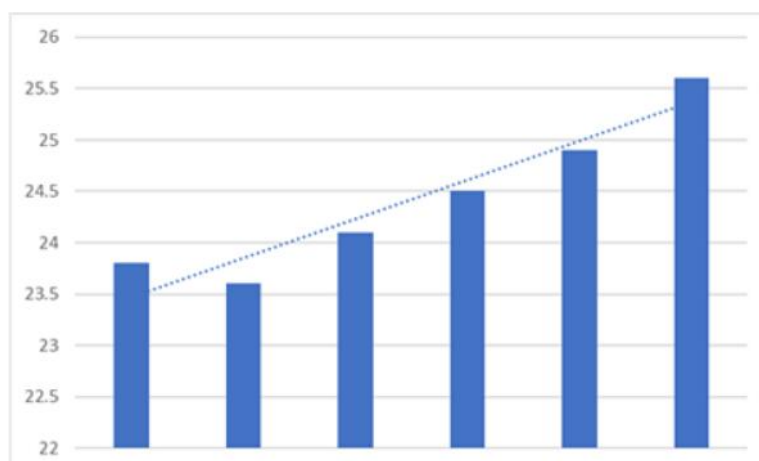


Fig. 7 Evoluția mediei maximelor și tendința acesteia în ultimele 5 decenii

Ca și în cazul temperaturilor minime, în ultimii 50 de ani temperatura maximă prezintă un trend ascendent, de la 23,6°C la 25,6°C.

Precipitațiile atmosferice desemnează toate produsele rezultate în urma proceselor de condensare și cristalizare a vaporilor de apă din atmosferă, care cad din nori și ajung la suprafața solului sub diferite forme de agregare.

Geneza precipitațiilor este de o serie de procese fizice, începând cu cel de evaporare, ascensiunea și condensarea vaporilor pe nuclee de condensare, creșterea picăturilor și creșterea acestora prin intermediul mai multor mecanisme. Starea fizică a precipitațiilor este de fizică atmosferică și legile acesteia. Cantitățile de precipitații anuale cresc dinspre vest spre est. Ascensiunile orografice precum și convecțiile din zonele montane determină cantități de precipitații mari în aceste arii geografice. Dat fiind relieful geografic, vestul țării este situat în calea maselor de aer vestice, de origine oceanică, dar este și sub influența ciclonilor mediteraneeni. Formele de relief, prin altitudine, determină o creștere a cantității de precipitații dinspre câmpie spre munte.

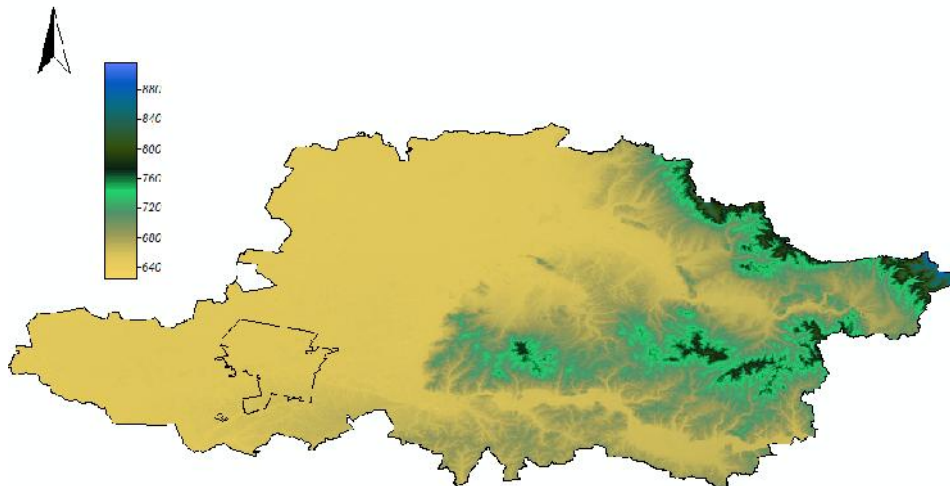


Fig. 8 Precipitațiile multianuale în zona localității Arad (mm)

Cea mai mare parte a localității are un regim de precipitații specific zonelor de câmpie cu valori între 620 și 640 mm, cu valori mai ridicate în zonele mai înalte de glaciș.

În anotimpul rece precipitațiile sunt în general reduse cu valori între 39 și 41 mm.

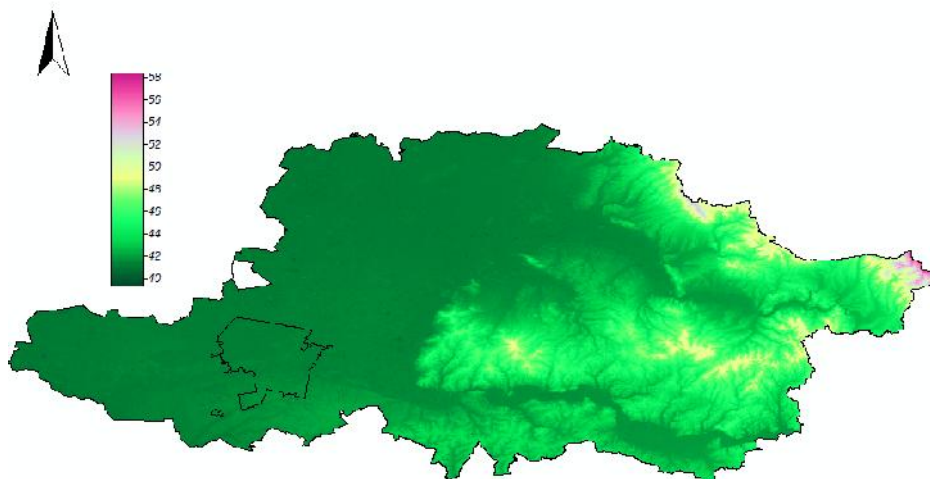


Fig. 9 Precipita iile multianuale în zona localit ii Arad (mm) în luna ianuarie

Luna iulie aduce precipita ii mai bogate care cad din nori convectivi, cu mare dezvoltare vertical . Pot avea i caracter toren ial i sunt adesea înso ite de desc rc ri electrice, intensificari ale vântului i, izolat, chiar i grindin . Cantit ile de ap c zute în iulie variaza între 69 i 71 mm.

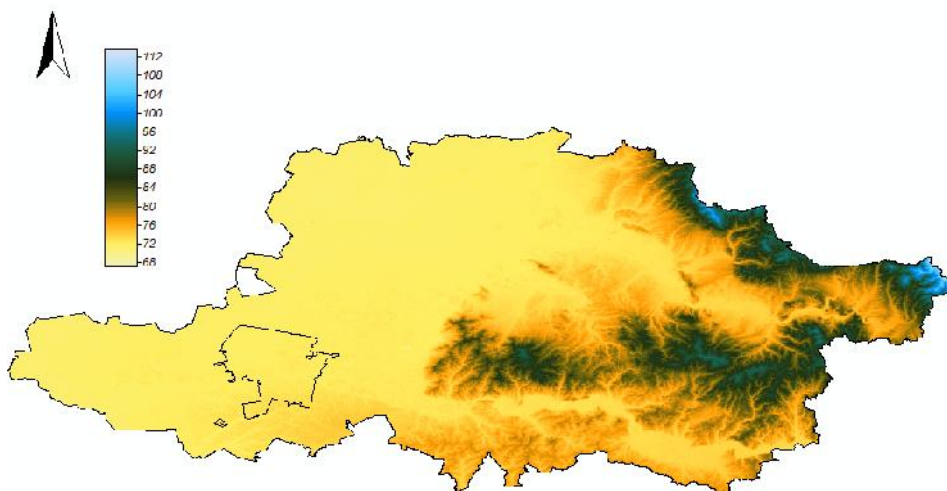


Fig. 10 Precipita iile multianuale în zona localit ii Arad (mm) în luna iulie

Reparti ia precipita iilor pe anotimpuri are o relevan deosebit mai ales pentru agricultur . Cel mai mult precipita iile cad în anotimpul cald cu 33,8 apoi prim vara cu 24,89 . Iarna precipita iile sunt mai reduse cu doar 19,66 din total.

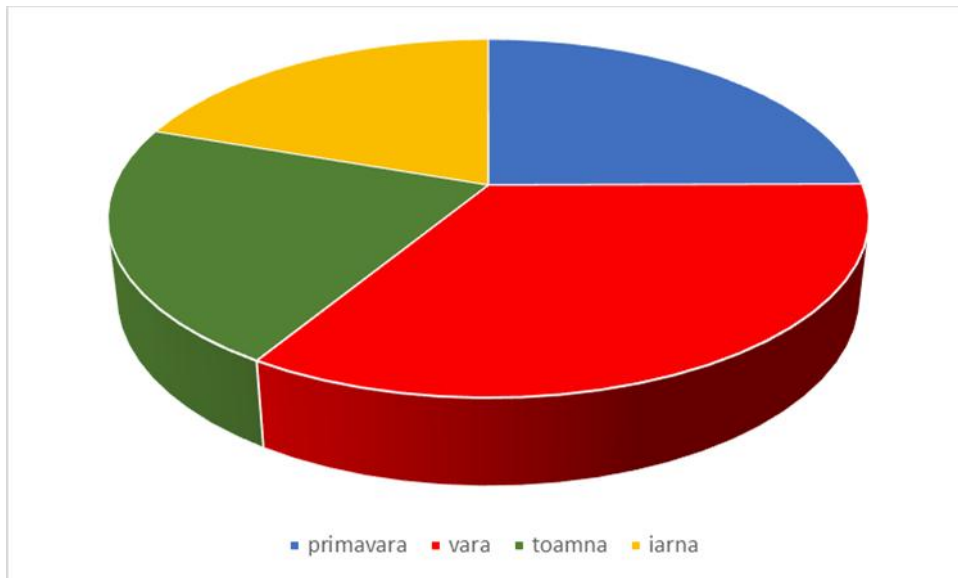


Fig. 11 Repartitia precipitațiilor () pe anotimpuri în zona localității Arad

Presiunea atmosferică

Reprezintă greutatea cu care atmosfera apasă pe unitatea de suprafață, fiind măsurată în hectopascali sau milibari. La suprafața terestră presiunea este influențată de variațiile temperaturii aerului. Un alt factor de influență îl constituie altitudinea care determină o scădere accentuată a presiunii odată cu diminuarea densității aerului. La altitudini mici, specific zonelor de câmpie, valorile anuale ale presiunii sunt de 1003,2 mb (în luna ianuarie 1007 mb iar în luna aprilie 999,3 mb).

Umezeala aerului

Reprezintă gradul de saturație al aerului cu vapori de apă iar mediile lunare ale umezelii relative sunt în general în raport invers cu cele ale temperaturii aerului, deci cele mai ridicate valori sunt regăsite în anotimpul rece și cele mai scăzute vara (în zona de câmpie 88% în ianuarie și 68% în luna iulie). Anual, valoarea umezelii este de cca 76 procente.

Nebulozitatea atmosferică

Acest parametru meteorologic depinde de circulația generală a atmosferei, particularitățile suprefei ei active, convecției.

Valoarea medie multianuală este în jur de 5,6 zecimi, iar maximumul nebulozității se înregistrează la toate stațiile în decembrie-ianuarie (7 zecimi). Cea mai redusă nebulozitate se înregistrează în luna august și este de cca 3,9 zecimi.

Variația diurnă a nebulozității este influențată de anotimpuri. Iarna, mai ales la începutul zilei predomină norii de tip stratiform. Vara datorită convecției sunt obișnuiți norii

Cumulonimbus și diferite forme de Cumulus. În 24 de ore se constată două maxime ale nebulozității, una la primele ore ale dimineții iar alta după-amiaza.

Regimul eolian

Factorii care determină frecvența, viteza și viteza vântului sunt legați de circulația generală a atmosferei, la care se adaugă influențele circulației locale.

Maximul gradientelor barici și termici legați de forma iunilor câmpului de presiune, convecția, toate influențe viteza vântului. Pentru zona de câmpie joasă este de remarcat că din totalul cazurilor direcția predominantă a fost sud-estică și nordică. Viteza medie este de peste 2.2 m/s. Componentele estice sunt mai reduse datorită conformației reliefului.

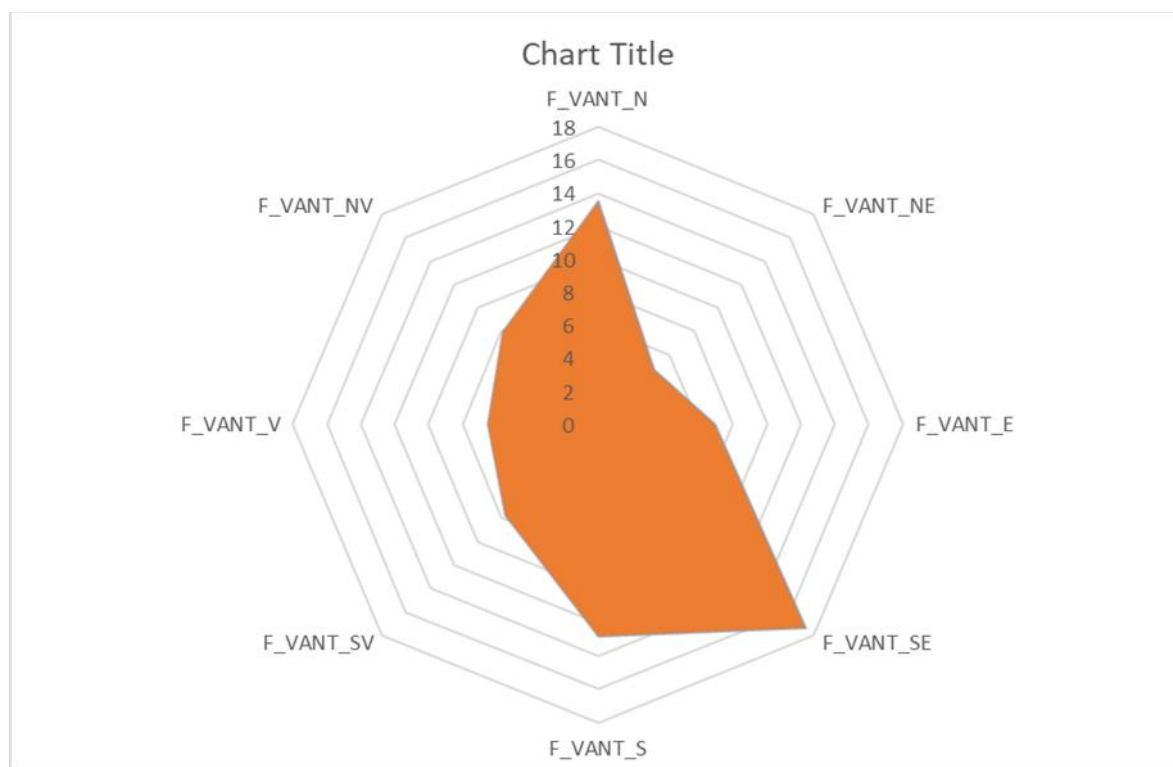


Fig. 12 Roza vânturilor pentru zona localității Arad

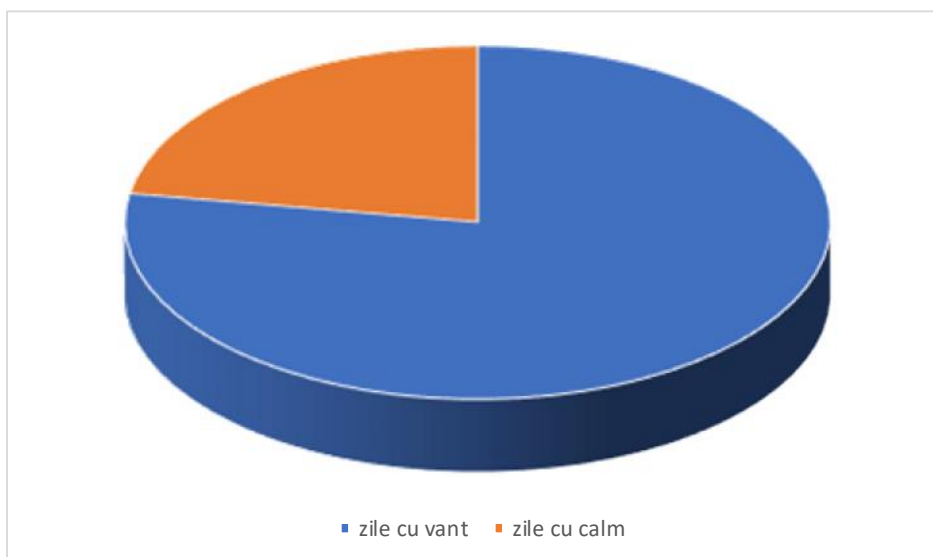


Fig. 13 Repartiția zilelor cu vânt și cu calm atmosferic

Fenomene meteorologice periculoase. Aspecte legate de riscuri meteorologice

Fenomenele meteorologice periculoase analizate sunt împărțite atât pe sezonul cald al anului cât și pe cel rece.

Grindina este un fenomen caracteristic perioadei calde a anului, fiind asociat proceselor de convecție termică și dinamică, și fronturilor atmosferice reci. Se produce, deci, asociat cu celelalte fenomene specifice instabilității atmosferice: ploi torențiale, descărcări electrice și intensificări ale vântului cu aspect de vijele. *Grindina* este un hidrometeor solid specific norilor de tip Cumulonimbus sub forma unor particule (geloane) de gheață cu diametrul variind în general între 5 și 50 mm.

Numărul mediu anual de zile cu grindină este scăzut în zonele de depresionare și de câmpie, variind între 0,6 și 1 zile pe an, ajungând la peste 5 zile pe an la munte, ca urmare a proceselor convective intense și a acțiunii maselor de aer mediteraneene sau tropicale cu instabilitate ridicată. *Numărul maxim anual de zile cu grindină* este de 2-4 zile la câmpie, de 4-6 zile la deal și în depresiuni și de peste 15 zile în zonele montane. Perioada cu probabilitatea cea mai ridicată de producere a grindinei este cuprinsă în intervalul martie-septembrie la câmpie, martie-octombrie în depresiuni, martie-noiembrie la deal și aprilie-noiembrie la munte. Cele mai multe zile cu grindină într-o lună în zonele de câmpie și deal, se întâlnesc în luna aprilie, la schimbarea maselor de aer (Nichita, 2011) iar la munte în iunie. Numărul maxim lunar de zile cu grindină are valori de până la 2 zile la câmpie, 3-4 zile la deal și peste 6, până la 8 zile la munte. Orografia face ca, în cazul circulațiilor sudice zona să nu fie foarte expus fenomenului de grindină comparativ cu circulația vestică de exemplu.

Referitor la durata cazurilor de grindin , aceasta este redus în zonele joase, fiind de 3-6 minute la câmpie, peste 7 la deal și mult mai ridicat la munte.

Efectele c derilor de grindin se pot concretiza în pagube extrem de mari. Cel mai afectat domeniu este agricultura, unde culturile agricole, în special leguminoasele, vița de vie putând fi compromise dar și în pomicultur , pomii fructiferi fiind afectați. Alte pagube se pot produce pe suprafețele expuse.

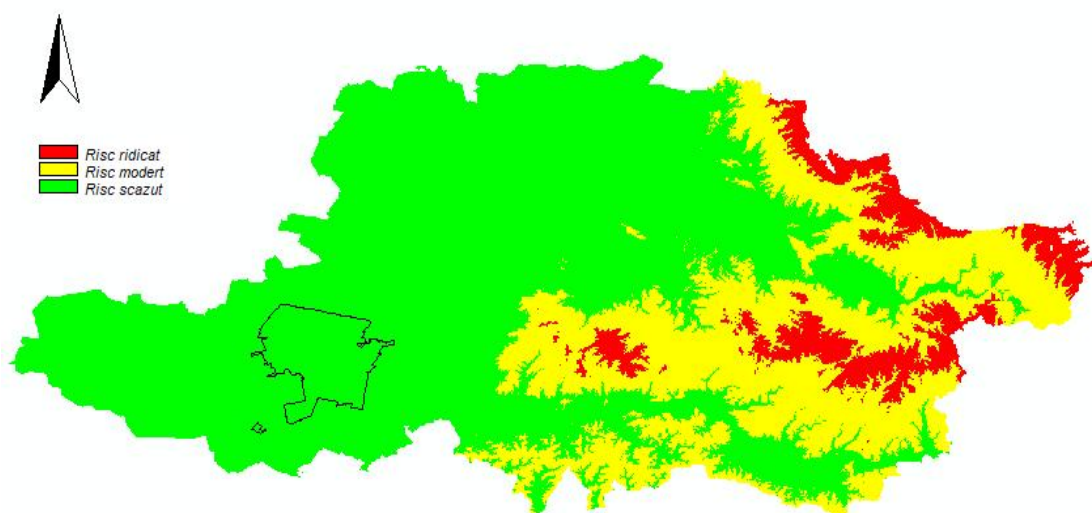


Fig. 14 Harta vulnerabilității teritoriului față de fenomenul c derilor de grindin în zona judeului Arad

Așa cum se observă în figura de mai sus cele mai expuse zone la c derile de grindin (considerând numărul de cazuri luate în considerare) sunt cele mai înalte culmi unităților montane din regiune, acolo unde procesele convective sunt foarte frecvente. Vulnerabilitate ridicată prezintă zonele montane mai joase, dealurile expuse direct circulației vestice și depresiunile intramontane, iar restul zonelor de deal și câmpiile mai înalte au vulnerabilitate moderată. Zona de câmpie prezintă vulnerabilitate scăzută iar zona deluroasă vulnerabilitate moderată.

În cursul anului cele mai vulnerabile luni față de apariția fenomenului de grindin sunt mai ales iunie iar, în ansamblu, fenomenul este întâlnit între martie și august.

Vijeliile

O manifestare specifică a instabilității atmosferice o reprezintă vijeliile, care sunt definite ca variații bruște ale vitezei și direcției vântului, însoțite de creșteri ale presiunii atmosferice și ale umezelii relative, de scăderi accentuate ale temperaturii aerului, de manifestări orajoase și precipitații torențiale. Maximul lunar se înregistrează în iulie urmat de luna mai. Numărul maxim anual de cazuri cu vijelii a ajuns în 30 de ani la 13 și 14 cazuri la

campie, la deal s-au înregistrat 3-6 cazuri, în timp ce la munte a existat un caz. *Efectele* produse de vijelii depind de intensitatea acestora, cele mai frecvente sunt doborârile de arbori și pagubele produse de acțiunea sau pagubele provocate construcțiilor (doborârea acoperișurilor), sau doborârea panourilor publicitare. În mod în general indirect, prin intermediul pagubelor de ordin material pe care le produc, vijeliile pot provoca rănirea sau decesul oamenilor.

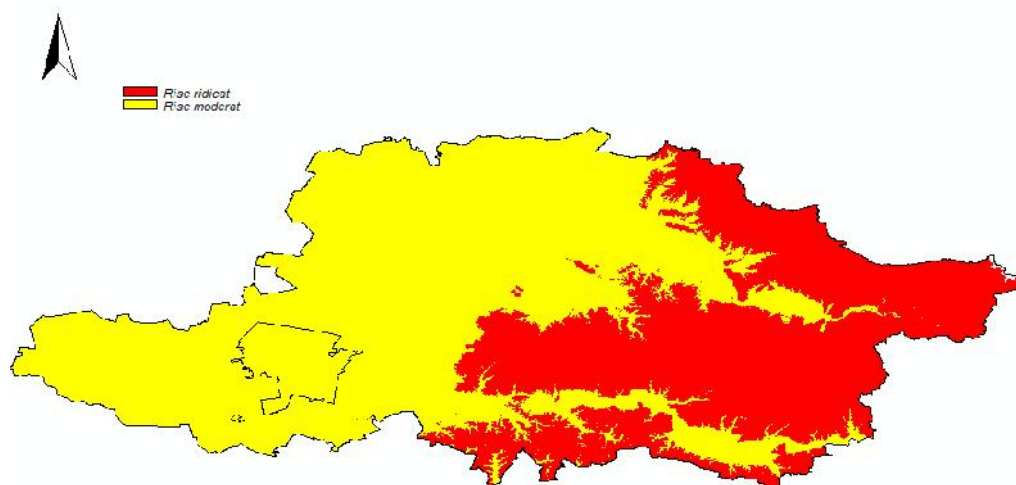


Fig. 15 Harta vulnerabilității teritoriului față de fenomenul producerii de vijelii în zona judeului Arad

Harta vulnerabilității teritoriului la producerea de vijelii pune în evidență faptul că cele mai expuse zone față de acest fenomen sunt cele din vestul și sudul regiunii. Cauza o reprezintă fronturile atmosferice reci care traversează zona de la vest la est în sezonul cald, producând vijelii până la contactul cu unitățile montane, ceea ce reprezintă un specific pentru vestul României. Vulnerabilitate moderată se înregistrează în zonele din spatele barajului orografic, în timp ce la munte vulnerabilitatea este scăzută, fenomenul aproape lipsind. Prezența fenomenului meteorologic este asociată cu tipurile de circulație atmosferică în zona de vest la care se adaugă și rolul reliefului.

Având în considerare efectele caderilor de grindină mai ales asupra agriculturii, analiza riscului relevă un impact major în zonele de câmpie.

Tornadele

Din ce în ce mai des, asociate de schimbările climatice, apar rapoarte șitiri media despre tornade sau vânt cu aspect tornadic.

O tornadă (din spaniolă *tornar* = a se întoarce; *tornear* = a răsuci), este un vânt foarte puternic ce acționează pe un areal redus sub formă de vârtej de aer, fiind frecvent pe teritoriul Americii de Nord unde mai este numită *twister*.

Vântul se rotește în atmosferă pe o axă verticală, fiind în corelație cu mișcările de convecție a aerului; este însoțit de nori negri de furtună (*cumulus* și *cumulonimbus*). Tromba vârtejului de aer se înalță de la suprafața pământului până la nivelul norilor, această definiție a lui Alfred Wegener (1917) fiind valabilă încă și azi. Tornadele produse în zona temperată au intensitate mai slabă și sunt mai puțin frecvente, anual în România având loc circa 10 tornade/an, datorită scăderii forței centrifuge și creșterii forței Coriolis (<https://jurnaldevreme.ro/stiri-video/tornada-cel-mai-spectaculos-fenomen-explicatia-specialistilor/>).

O climatologie a fenomenelor tornadice pune România alături de Europa pe harta unde aceste fenomene erau asociate mai ales Statelor Unite ale Americii.

Conform ESSL (European Severe Storms Laboratory) (https://twitter.com/essl_ecss/status/1408197994923577344?lang=fr) și în partea de vest a României au fost semnalate astfel de fenomene, de intensitate redusă (F1-F2).

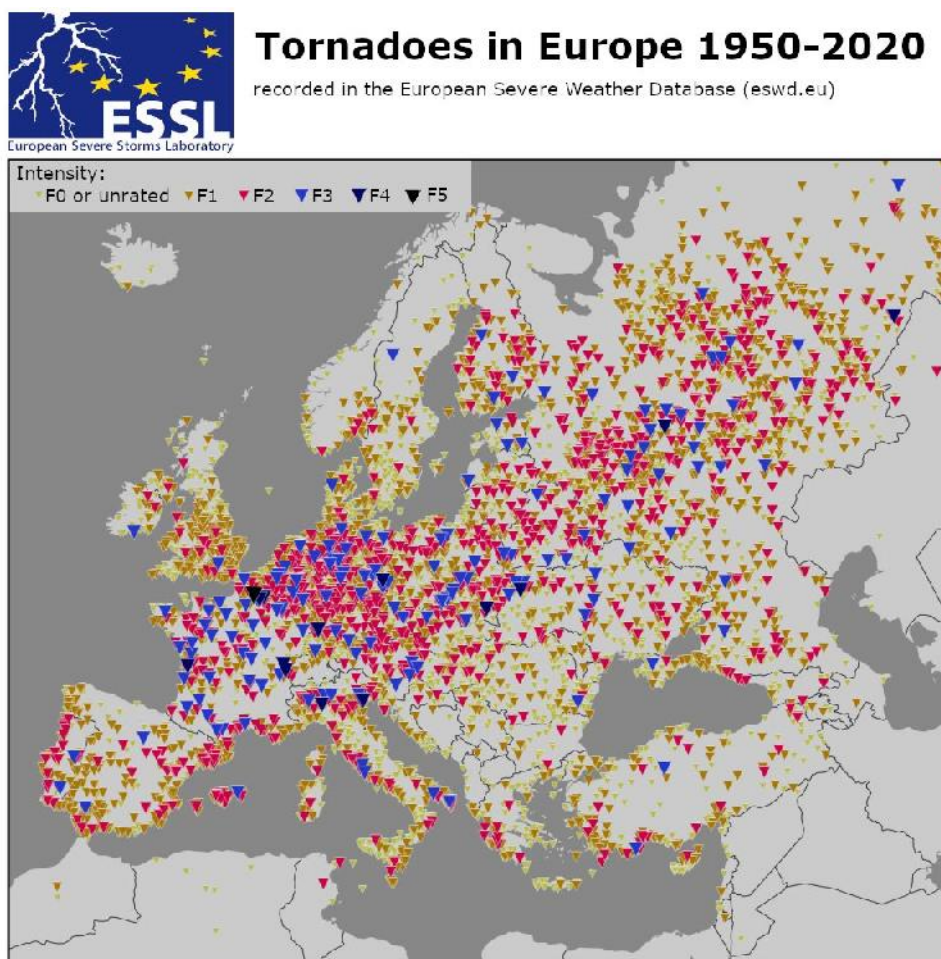


Fig. 16 Tornade în Europa conform ESSL

Bogdan Antonescu pe blogul său vine cu precizări mai detaliate legate de climatologia tornadelor. El precizează intensitatea lor, Antonescu B. localizează și în partea de vest a României, chiar și în județul Arad, prezența tornadelor. Intervalul studiului este 1822-2013 (<https://bogdanantonescu.squarespace.com/blog/2014/9/30/tornadoes-in-romania-from-dragons-to-radars>).

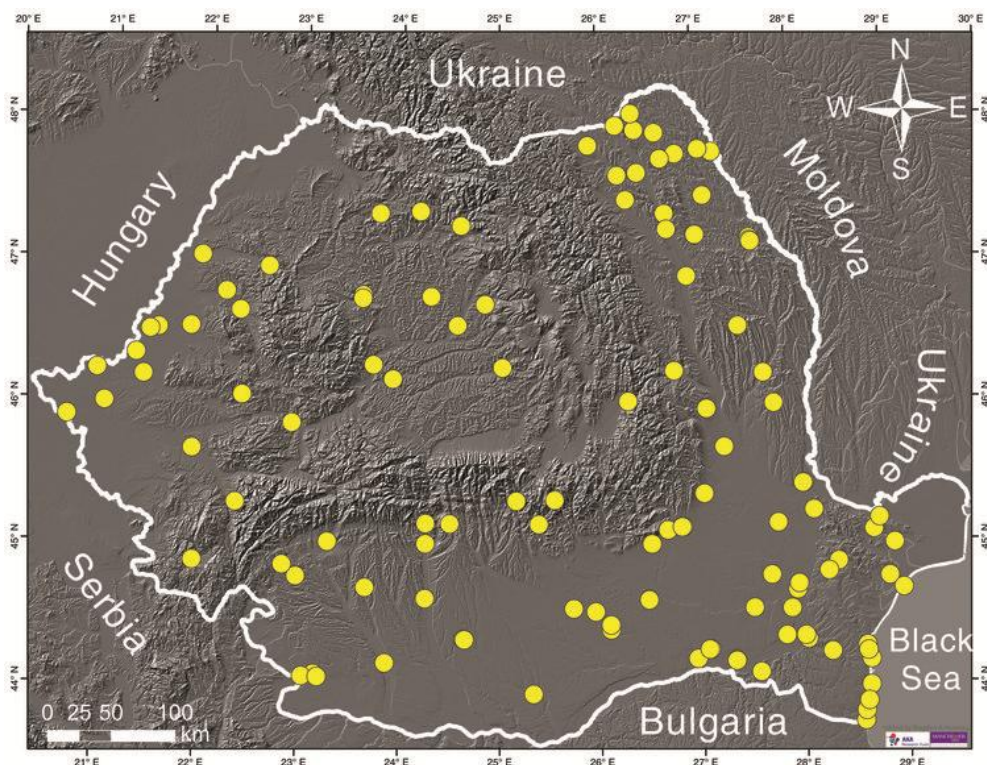


Fig. 17 Tornade raportate în România

(<https://bogdanantonescu.squarespace.com/blog/2014/9/30/tornadoes-in-romania-from-dragons-to-radars>)

Ploile torențiale, cu intensități mari în perioade scurte de timp, reprezintă fenomene cu caracter de risc, asociate cu ele în principal perioadelor de instabilitate atmosferică, fiind însoțite de manifestările specifice acestora (vijelii, descărcări electrice, grindină). Intensitatea ploilor torențiale este reprezentată de cantitatea de apă (mm) căzută într-un minut pe o suprafață de un m².

Am identificat principalele direcții de evoluție a sistemelor frontale care afectează județul Arad și implicit aria municipiului Arad. Prima este circulația atmosferică vestică care corespunde circulației generale la nivelul României. Astfel de circulație afectează de obicei tot județul, de la vest la est.

A doua componentă importantă reprezintă circulația atmosferică nord-vestică care are influență asupra vremii atât vara (fronturi atmosferice) cât și iarna (în acest sezon au loc invazii de aer rece).

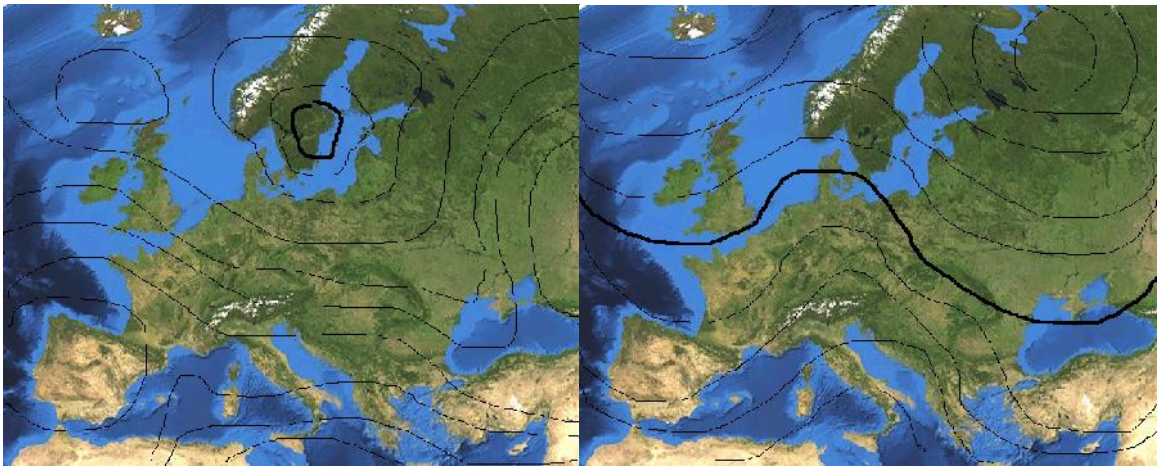


Fig. 18 Tipuri de circulație vestică și nord-vestică

Din categoria depunerilor de gheață, **poleiul** este fenomenul cu cel mai mare impact asupra activității umane. Acesta are un aspect transparent și constă în depunerea unui strat subțire de gheață pe suprafața terestră și pe obiecte care au o temperatură de $-3 - 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, ca rezultat al înghețării picăturilor de ploaie sau burnițe suprarăcite. Cel mai adesea întâlnite în luni ca decembrie sau ianuarie, cazuri de polei s-au semnalat și în martie sau octombrie. La munte polei s-a produs chiar și în lunile de vară (august).

Numărul mediu anual de zile cu polei este relativ scăzut în vestul României, având valori de 2-3 zile în zona de câmpie și deal, 4 zile la munte. Numărul maxim anual de zile cu polei este de 2-5 zile la câmpie, de 5-7 zile la deal și de peste 10 de zile în zonele montane. Efectele depunerilor de polei se resimt în special în domeniul transporturilor rutiere, traficul putând fi serios afectat de acest fenomen, la fel ca și traficul pietonal. De asemenea, diferitele tipuri de conductori aerieni pot avea de suferit și pot ceda în cazul în care depunerile au o greutate ridicată.

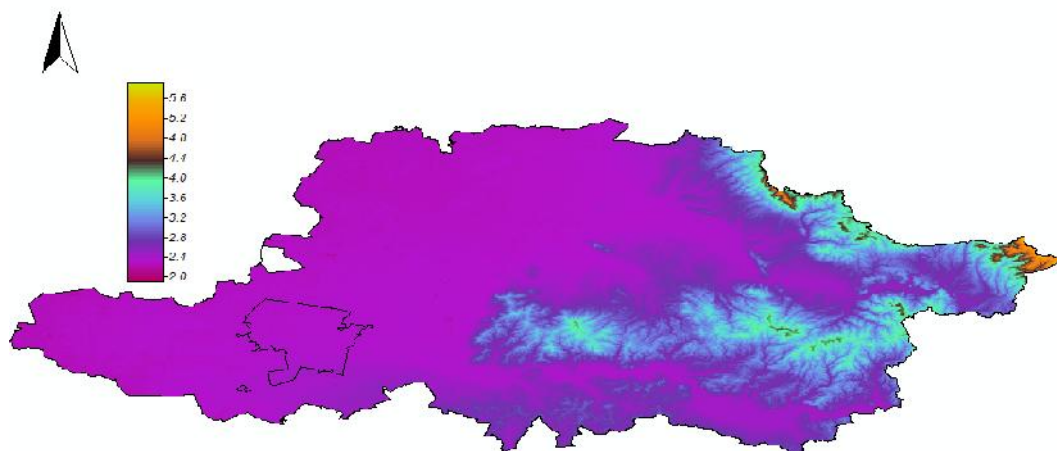


Fig. 19 Numărul de zile cu polei în vestul României

Fenomen specific temperaturilor scăzute, *bruma* este asociat înghețului, fenomen cu care, de cele mai multe ori, este analizat împreună. Ea reprezintă o depunere fină de cristale de gheață (cu dimensiuni de 1-5 mm) în formă de solzi, ace, pene sau evantai, observat pe suprafața terestră sau pe obiectele a căror temperatură se află sub pragul de îngheț. Perioadele caracteristice de producere a brumei și înghețului ca fenomene de risc sunt primăvara și toamna.

Numărul mediu anual de zile cu brumă este de peste 50 în zona de câmpie, este sub această valoare în zona de deal, iar la munte este de 50-70 de zile pe an, însă la stațiile meteorologice montane acest fenomen este mai greu de cuantificat din cauza prezenței îndelungate a stratului de zăpadă.

Efectele brumelor și înghețurilor timpurii sau târzii se resimt cel mai puternic în agricultură, acolo unde afectează culturile, în funcție de stadiul vegetativ acestea putând fi compromise. Toamna sunt afectate culturile încă prezente pe câmp, precum leguminoasele, zarzavaturile, porumbul, floarea-soarelui, în timp ce primăvara pot fi periclitați pomii fructiferi și diferitele culturi de câmp aflate la începutul perioadei de vegetație (Moldovan, 2003).

Analiza detaliată a factorilor climatici s-a sprijinit și pe următorii parametri: numărul de zile cu strat de zăpadă, numărul de zile cu ninsoare, numărul de zile cu diferite praguri de temperaturi: numărul de zile de iarnă, cu temperatura maximă 0°C , numărul de zile cu nopți geroase, cu temperaturi minime -10°C , numărul de zile cu îngheț, cu temperatura minimă 0°C .

Numărul de zile de iarnă, cu temperatura maximă 0°C este un parametru climatologic important deoarece se referă la zilele când temperatura exterioară nu este peste pragul de îngheț, deci eventualul strat de zăpadă existent nu se topește. În medie în zona municipiului Arad zilele cu temperatură maximă 0°C nu sunt mai multe de 10-12.

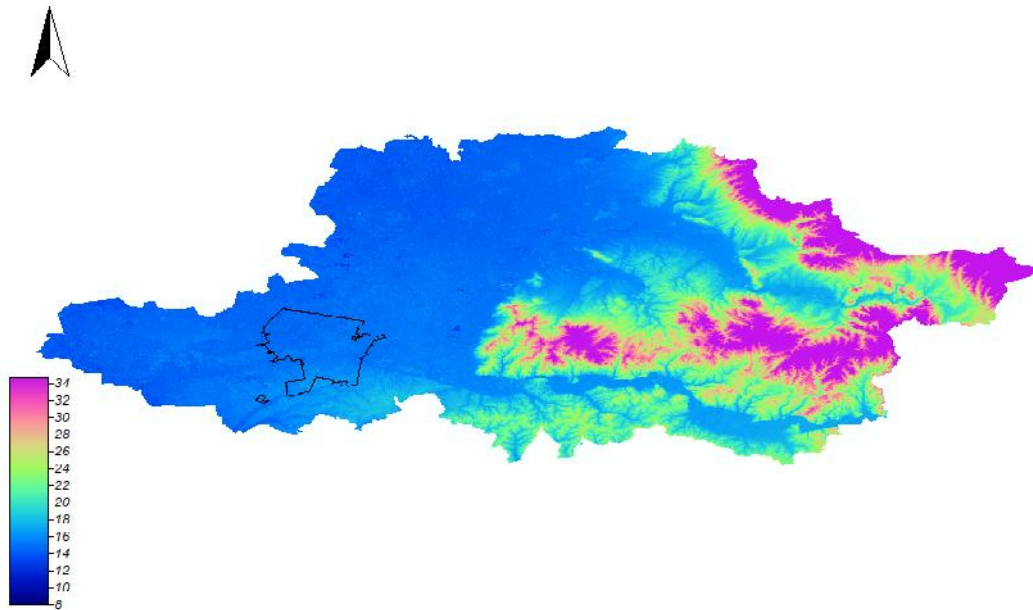


Fig. 20 Num rul de zile de iarn , cu temperatura maxim 0°C

Num rul de zile cu înghe , cu temperatura minim 0°C , este, pentru zona localit ii Arad, în general sub 80.



Fig. 21 Num rul de zile cu înghe , cu temperatura minim 0°C .

Num rul de zile cu nop i geroase, cu temperaturi minime 10°C depe e te în medie 5 dar nu trece de 8, valoare specifica zonei de câmpie din vestul României.

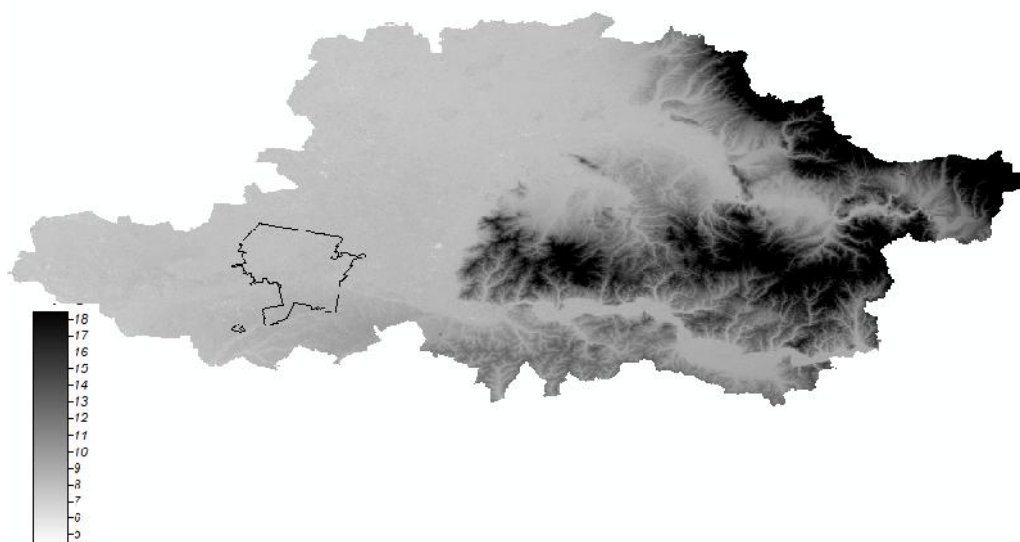


Fig. 22 Numarul de zile cu nopți geroase, cu temperaturi minime $< 10^{\circ}\text{C}$

Numarul de zile cu ninsoare este în general redus față de alte regiuni ale țării datorită climatului mai blând din această parte a României. Astfel, fenomenul de ninsoare este prezent în medie 18-20 de zile pe an.

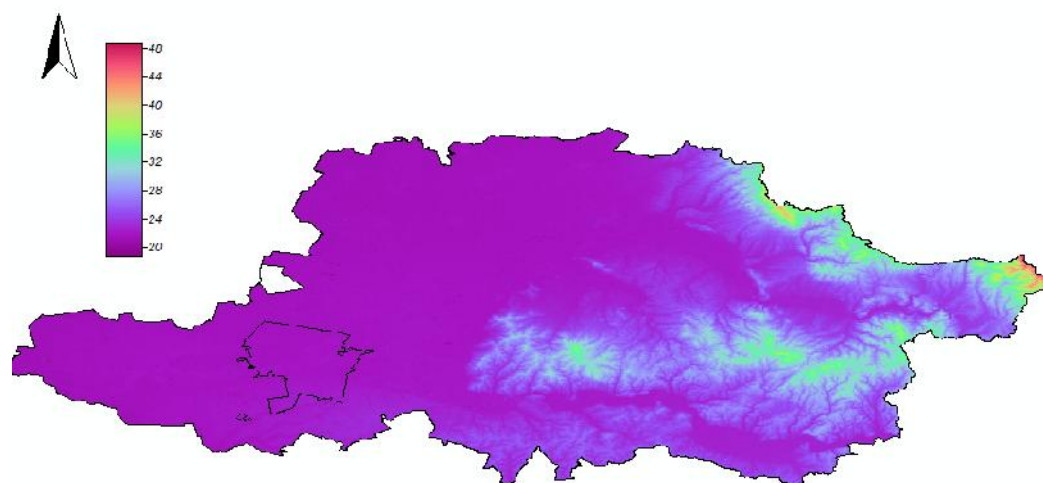


Fig. 23 Numarul de zile cu ninsoare

Consecința directă a fenomenului de ninsoare este influențată de temperatura aerului, un alt parametru analizat este numărul de zile cu strat de zăpadă. În medie, în zona localității Arad numărul de zile cu strat de zăpadă ajunge la 18-20.

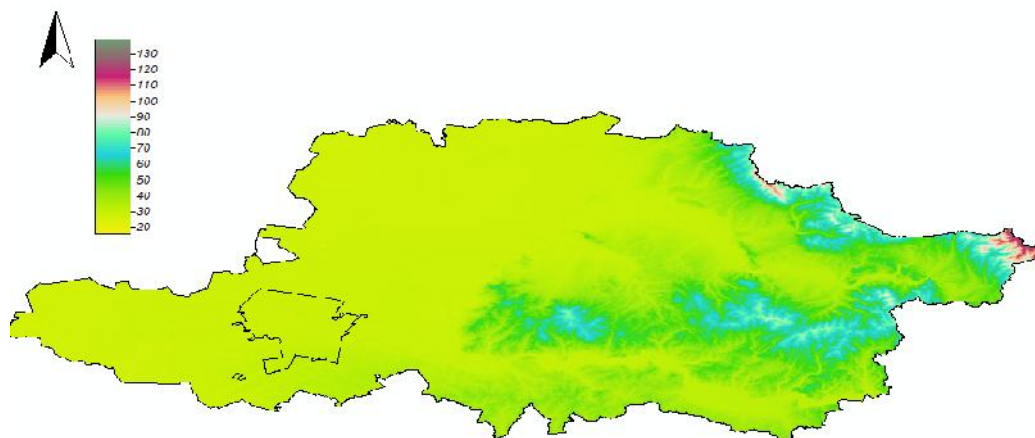


Fig. 24 Numarul de zile cu strat de z pad

Vulnerabilit ile climatice

To i parametri analiza i anterior trebuie privi i în corela ie unii cu al ii nu individual.

Pentru perspectiva dezvoltarii zonei localit ii Arad, consider m cîteva aprecieri asupra unor parametri climatici. Ca referin am luat în discu ie lucrarea *Variabilitatea stratului de z pad din România în ultimii 50 de ani (1961-2010)* prezentat de Marius-Victor Bîrsan i Alexandru Dumitrescu în anul 2011 la Sesiunea Anual de Comunic ri tiin ifice din cadrul Administra iei Na ionale de Meteorologie i lucrarea *Schimb ri Climatice în România i Efectele asupra Agriculturii* (Sandu I. et al, 2011). Dintre concluziile care au reie it dou au fost mai importante pentru studiul de fa i f ceau referire la evolu ia pe termen lung a stratului de z pad la nivelul României i leg turilor cu schimb rile în regimul precipita iilor i al temperaturilor.

Studiul s-a bazat pe urmatoarele date

Valori zilnice, cu ir complet de la 105 sta ii meteo:

- stratul mediu de z pad ;
- num rul de zile cu strat de z pad ;
- precipita iile acumulate;
- temperatura medie;
- num rul de zile cu $T_{min} > 0^{\circ}C$;
- media ecartului zilnic al temperaturii ($T_{max} - T_{min}$)
- num rul de zile cu ninsoare.

Perioada luat in considerare: 1961–2010 (49 ierni)

Astfel, dac tendin a stratului de z pad în zonele joase este de sc dere (29 de procente din totalul de sta ii meteorologice analizate), în zona de munte aceasta este sta ionar , sau, la 2 sta ii meteorologice din ar , este de cre tere. De interes pentru aria noastr o reprezinta tendin a de sc dere.

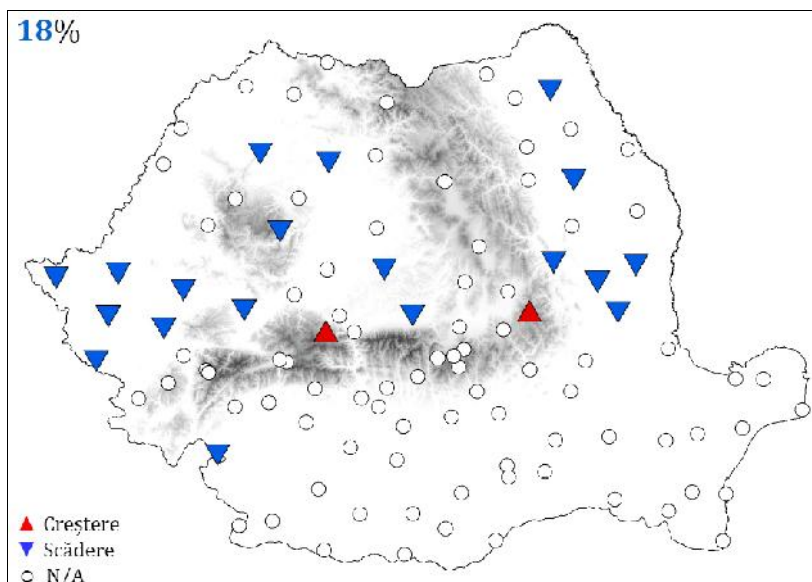


Fig. 25 Tendin a stratului mediu de z pad în intervalul 1961-2010

Referitor la num rul de zile cu strat de z pad tendin a este în general de sc dere la sta iile meteorologice de câmpie din vest, centru (o parte) i est (par ial), i sta ionar în sud i la munte. Tendin a de sc dere se regase te la 29 procente din num rul de sta ii analizate. Pentru aria localit ii Arad consider m c tendin a num rului de zile cu strat de zapad este de scadere.

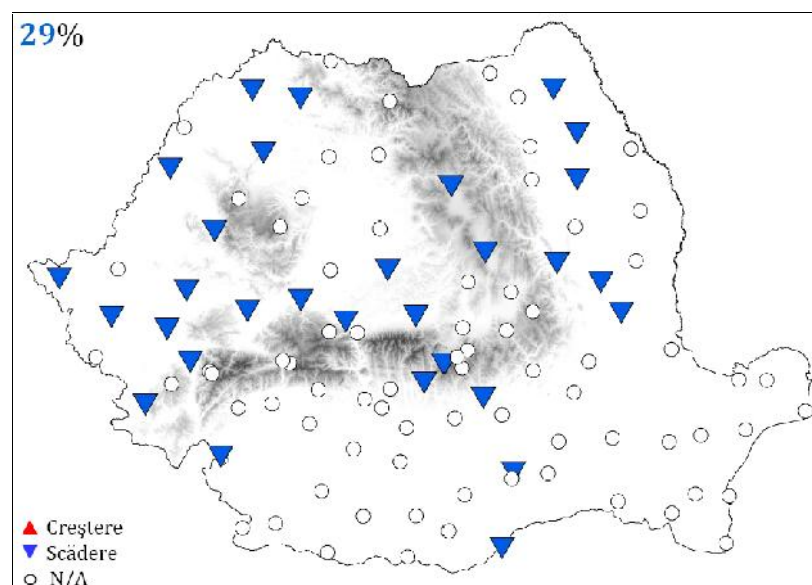


Fig. 26 Tendin a num rului de zile cu strat de zapad în intervalul 1961-2010

Temperatura medie 1961-2010 a avut o tendință de creștere la 47 procente din stațiile analizate cu precizie în sud și în estul României. Stațiile din zona de munte, din centrul și nord-vestul țării nu au prezentat schimbări semnificative în acest sens. Pentru partea de câmpie temperatura medie are o tendință staționară.

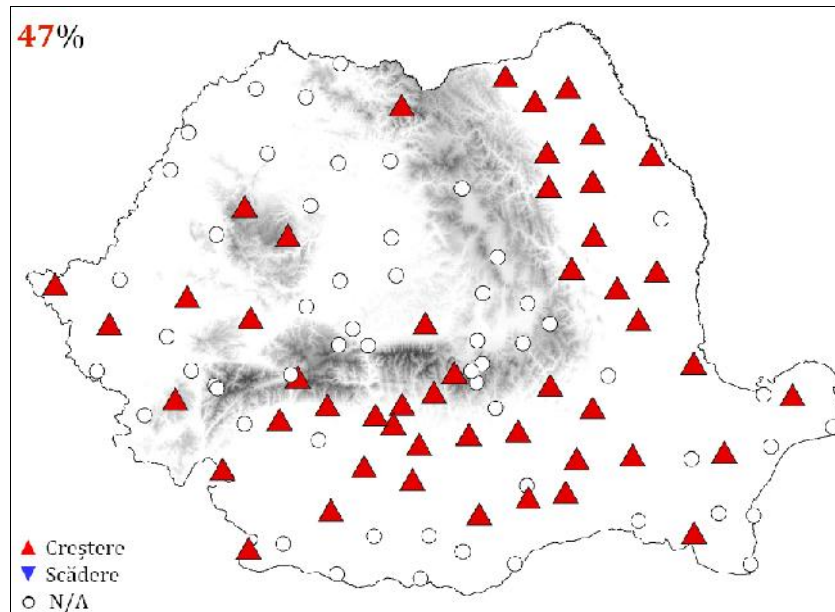


Fig. 27 Tendința temperaturii medii în intervalul 1961-2010

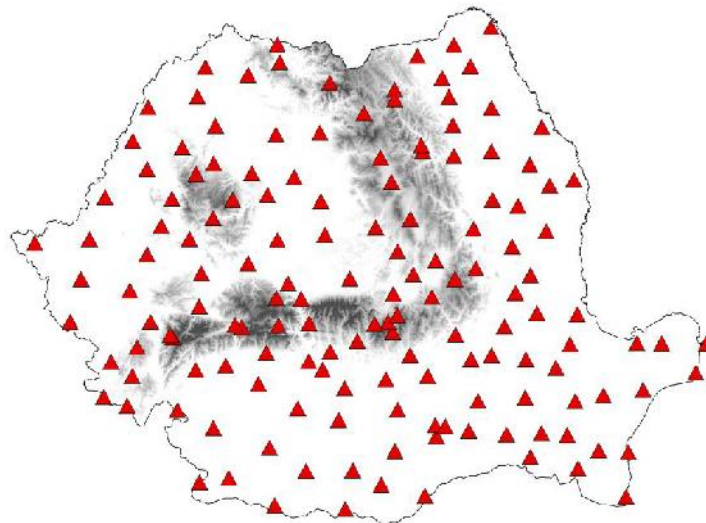


Fig. 28 Evoluția numărului de zile cu temperaturi de vară în intervalul 1961-2010 (temperatura maximă $\geq 25^{\circ}\text{C}$)

Un alt parametru care trebuie luat în considerare pentru evoluția climii în România este valul de căldură (definit în reglementări care impun măsuri de combatere a efectelor lor asupra populației, ca un interval de minim 2 zile cu temperaturi maxime cel puțin egale sau mai mari decât 37°C). În țara noastră, valuri intense și persistente de căldură au devenit din ce în ce mai frecvente în ultimele decenii, comparativ cu cele precedente (de exemplu,

episoadele din 2007 și 2012). Tendințele producerii valurilor de căldură (definite ca în reglementările din România), exprimate în număr de zile, sunt prezentate în figura de mai jos. Regiunile cu o tendință semnificativ de creștere a numărului de zile cu valuri de căldură sunt cele situate în sud, est și vest, în exteriorul arcului carpatic. Este de remarcat că și partea de vest și sud a județului Arad este afectată de o creștere a numărului de zile cu valuri de căldură.

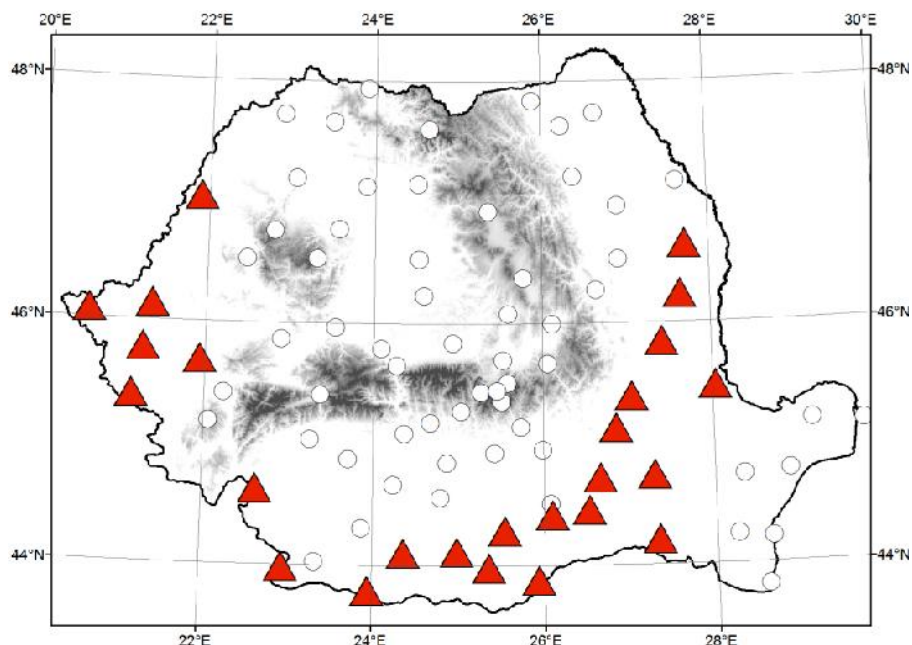


Fig. 29 Tendințele în numărul de zile cu valuri de căldură (intervale de minim două zile consecutive cu temperatura maximă $\geq 37^{\circ}\text{C}$) la 113 stații din România pentru perioada 1961-2013. Stațiile cu tendințe crescătoare semnificative sunt simbolizate cu triunghiuri roșii, iar cu cercuri cele care nu prezintă tendință).

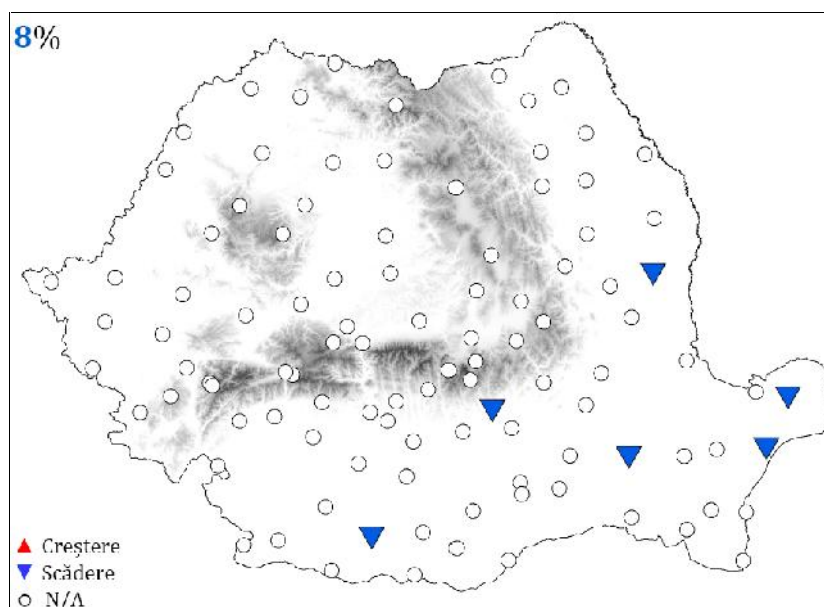


Fig. 30 Tendința precipitațiilor în intervalul 1961-2010

În ceea ce privește cantitățile de precipitații, așa cum rezultă din imaginea de mai sus, în toată zona de vest a României nu sunt relevate nici scăderi nici creșteri ale acestora (tendință staționară).

Așa cum reiese din studiul climatic, arealul localității Arad este supus unor elemente climatice ale căror mod de manifestare pot constitui un factor de vulnerabilitate pentru diferite domenii de activitate.

Temperaturile, care se supun unui gradient termic natural de $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ nu prezintă o variație deosebită pe suprafața luată în considerare. Perturberile calde sau reci sunt influențate doar de mișcările advecive sau convective și dinamica atmosferei. Astfel, eventualele activități agricole și, mai ales pomicole trebuie să țină cont de acest aspect. *Precipitațiile* pot constitui un factor de vulnerabilitate nu direct prin cantitatea multianuală ci prin aspectul de curențialitate trebuie luată calcul în anotimpul de vară (poate duce la acumularea unor volume mari de apă în timp scurt) având în vedere panta redusă și posibilitatea de stagnare a apelor pluviale.

Fenomenele climatice de risc sunt și ele parte integrantă a elementelor meteorologice întâlnite. *Brumele și înghețurile* pot afecta plantațiile de pomi fructiferi, leguminoasele și cerealierele. O altă depunere periculoasă o constituie *poleiul*. Acesta are repercusiuni negative pentru transportul rutier (aici intervine și ghețurile), pe cablu precum și pentru telecomunicații. *Vijeliile* sunt moderate ca apariție, dar ele au efecte negative asupra activităților umane (transporturi, pomicultură, silvicultură). Vulnerabilitate mai scăzută o reprezintă apariția fenomenului de *grindină*. Aceasta poate provoca pagube mari clădirilor, culturilor agricole și pomicole, autoturismelor.

Elemente de evoluție ai unor parametri climatici

Analizele pe termen mediu și lung asupra unor parametri meteorologici (Sandu I, Mateescu Elena, Văntanu V. *Schimbările Climatice în România și Efectele Asupra Agriculturii*; Aristia Busuioc et. al., *Scenarii de Schimbare a Regimului Climatic în România pe perioada 2001-2030*), *Variabilitatea Climatică și Schimbarea Climei în România* (Aristia Busuioc et. al) au scos în evidență următoarele:

-pentru perioada 2001-2030, față de 1961-1990, se proiectează o creștere a temperaturii medii lunare a aerului mai mare în lunile noiembrie-decembrie și în perioada caldă a anului (mai - septembrie), de aproximativ 1°C , valori ceva mai ridicate (pană la 1.4°C - 1.5°C) fiind la munte, în sudul și vestul țării. În perioada rece a anului încălzirea nu depășește 1°C .

Același studiu spune și că intensitatea schimbărilor în regimul termic din România pentru perioada 2001-2030 față de perioada actuală 1961-1990 prezintă o credibilitate mai mare pentru lunile de vară. Același lucru se poate spune și despre media anuală.

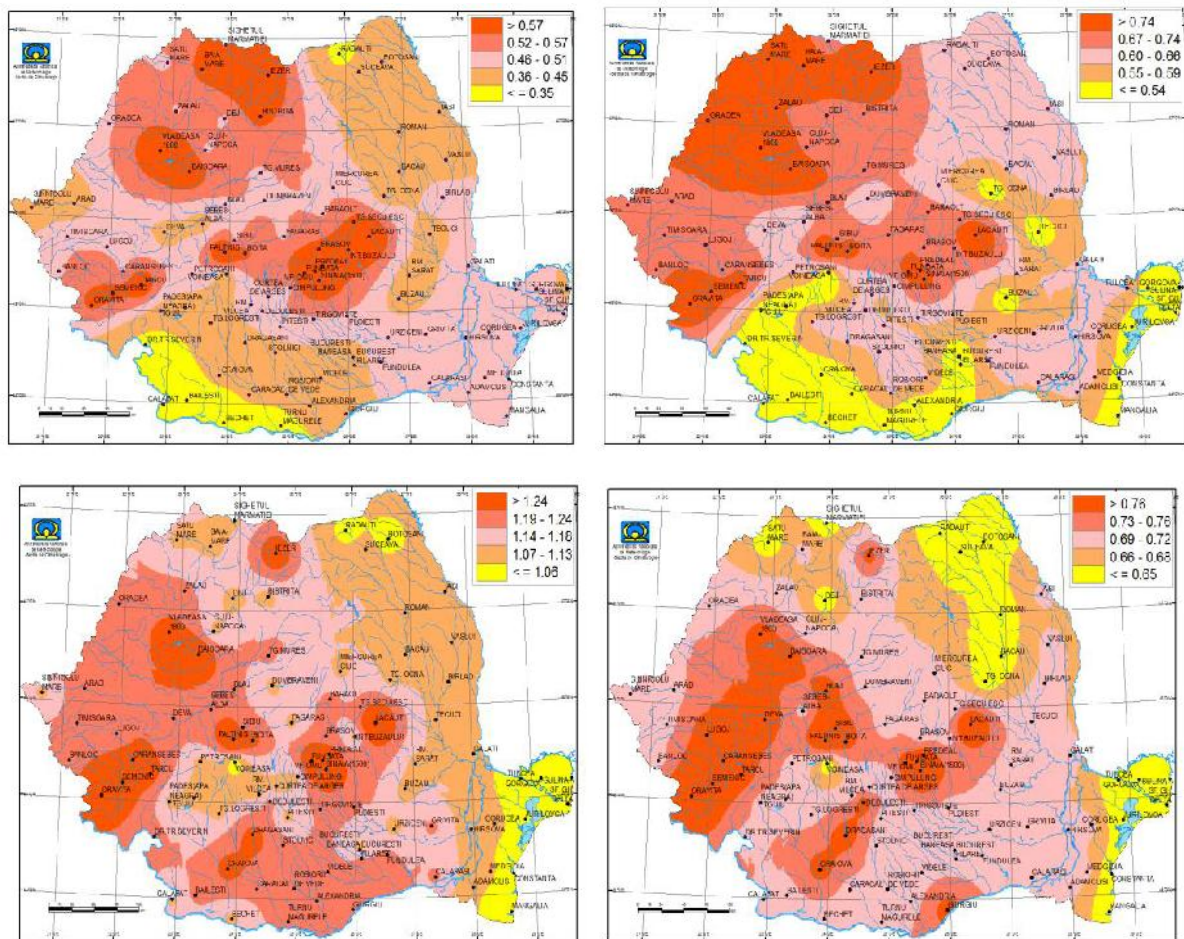


Fig. 31 Schimb rile în temperatura medie lunar a aerului din Romania, pentru perioada 2001 - 2030, fa de 1961 - 1990. Harta pentru ianuarie, aprilie, iulie, octombrie

În timpul prim verii este proiectat o încălzire semnificativ în toată țara, mai pronunțată în est (până la 1.8°C) iar toamna de i din nou în aproape toată țara se indică o încălzire această este mai semnificativ ($\sim 0.5^{\circ}\text{C}$) în Subcarpații Meridionali și sud-estul extrem.

Încălzirea medie globală în intervalul 2090-2099 față de perioada 1980-1990 este, în funcție de modelul analizat, între 1.8 și 4°C , funcție de scenariul de emisii al gazelor de ser considerat (Sandu et al. 2010). Specialiștii afirmă că, și în condițiile unei reduceri a emisiilor de gaze cu efect de seră la nivelul anului 2000, temperatura ar crește cu 0.6°C .

Pentru zona noastră de interes conform celor de mai sus putem, trage următoarele concluzii: o încălzire de până la 0.45°C în cursul lunii ianuarie și una, mult mai semnificativă, în cursul verii ($\sim 1.2^{\circ}\text{C}$).

Sub aspectul precipitațiilor, semnalul schimbării climatice evidențiat de datele CMIP3 mediate pe suprafața teritoriului României indică, în cazul scenariilor A2 și A1B, o reducere de 24% și respectiv, 20% a cantităților de precipitații din sezonul de vară, în intervalul 2061-2090, comparativ cu intervalul de referință 1961-1990 (Raport intern al Administrației

Nationale de Meteorologie, 2012). Reducerea cantit ilor de precipita ii se va extinde în majoritatea regiunilor rii, îndeosebi în sezonul cald. Diminuarea precipita iilor pare s fie mai pronun at în regiunile din sudul i sud-estul României.

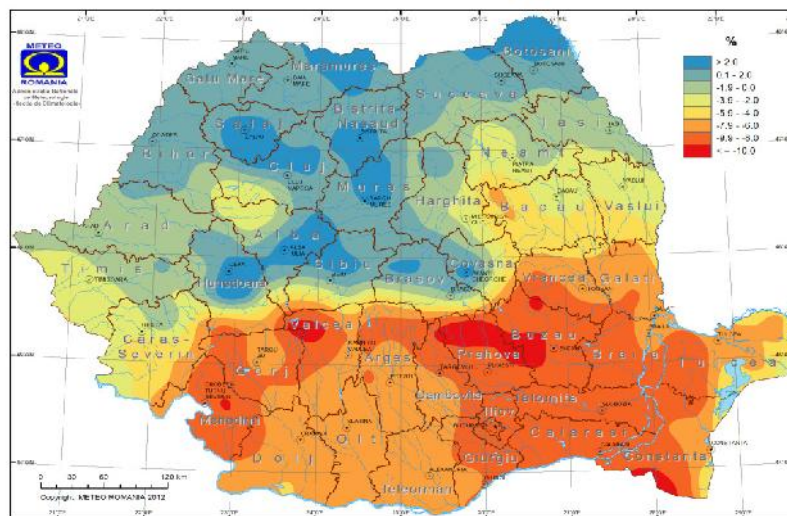


Fig. 32 Modific ri privind precipita iile medii multianuale (mm) în România (2011-2040 vs. 1961-1990)

Anotimpual din punct de vedere al evolu ei cantit ilor de precipita ii situa ia poate fi schematizat astfel:

- se proiecteaz un u or excedent vara în aproape toat ara, ce poate atinge 40% în nord-estul i vestul extrem, excep ie fiind sudul rii, cu un u or deficit pân la 40% pe arii restrânse în sud-est.
- toamna indic un excedent în est, sud i centru (pe arii restrânse în sud-est atingându-se un procent de pân la 60%) i un deficit pân la 30% în vest.
- variabilitatea maxim fa de climatologia de "control:(1965-1975)" la nivelul rii este proiectat pentru sezonul de prim vara, cu tendin e de: deficit de precipita ii pe arii extinse extra-Carpatice i de excedent în centrul rii.
- iarna se semnalez , în general, deficit (îndeosebi în est i jum tatea sudic (cu pân la 40% în est i nord-est), excep ie facând vestul, nord-vestul i sud-estul care indic un u or deficit (cu pân la 20%, pe arii restrânse cu pân la 40%).

Analizând figura de mai jos putem observa un deficit de pân la 2%. Anotimpual, se poate remarc o singur cre tere u oar în cursul verii.

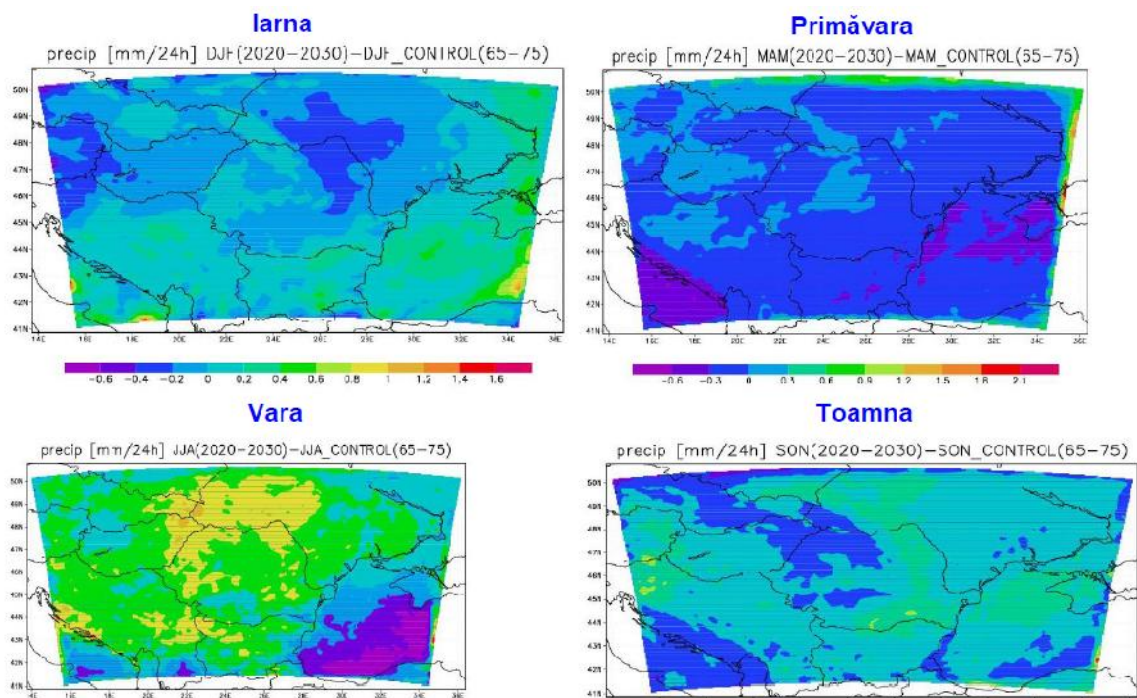


Fig. 33 Schimb rile în cantitatea de precipita ii medie anotimpual (abateri normate) pentru intervalul 2020-2030 fa de 1965-1975, ob inute din simul rile modelului climatic regional RegCM3 la scara fin (10 km), în condi iile scenariului de emisie IPCC A1B.

De interes pentru evaluarea efectului schimb rilor climatice asupra agriculturii este evaluarea riscurilor de apari ie a fenomenelor extreme, precum seceta i de ertificare.

În aprecierea acestora, este de interes fenomenul de arșit , evaluat pentru anotimpul de var (iunie – august). Mai jos sunt prezentate tendin eele acestui fenomen la nivel na ional comparativ pentru perioadele 1961 – 1990 i, respectiv, 1981 – 2010.

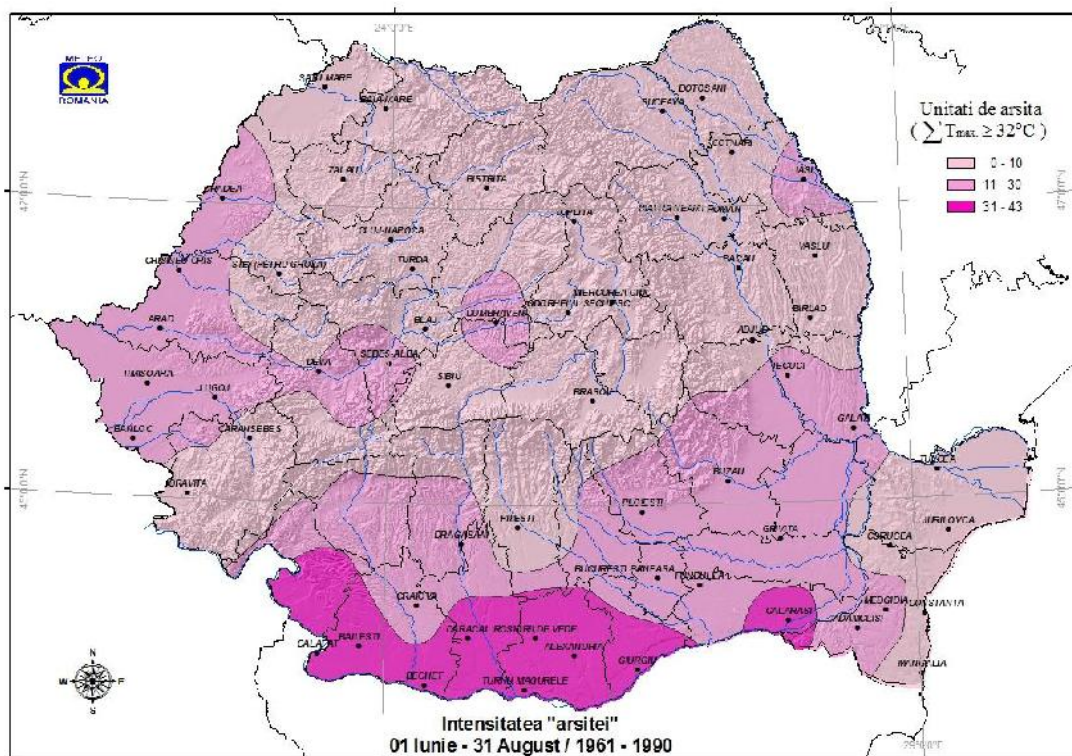


Fig. 34 Intensitatea arșitei pentru anotimpul de var (lunile iunie – august) – medie pe perioada 1961-2010

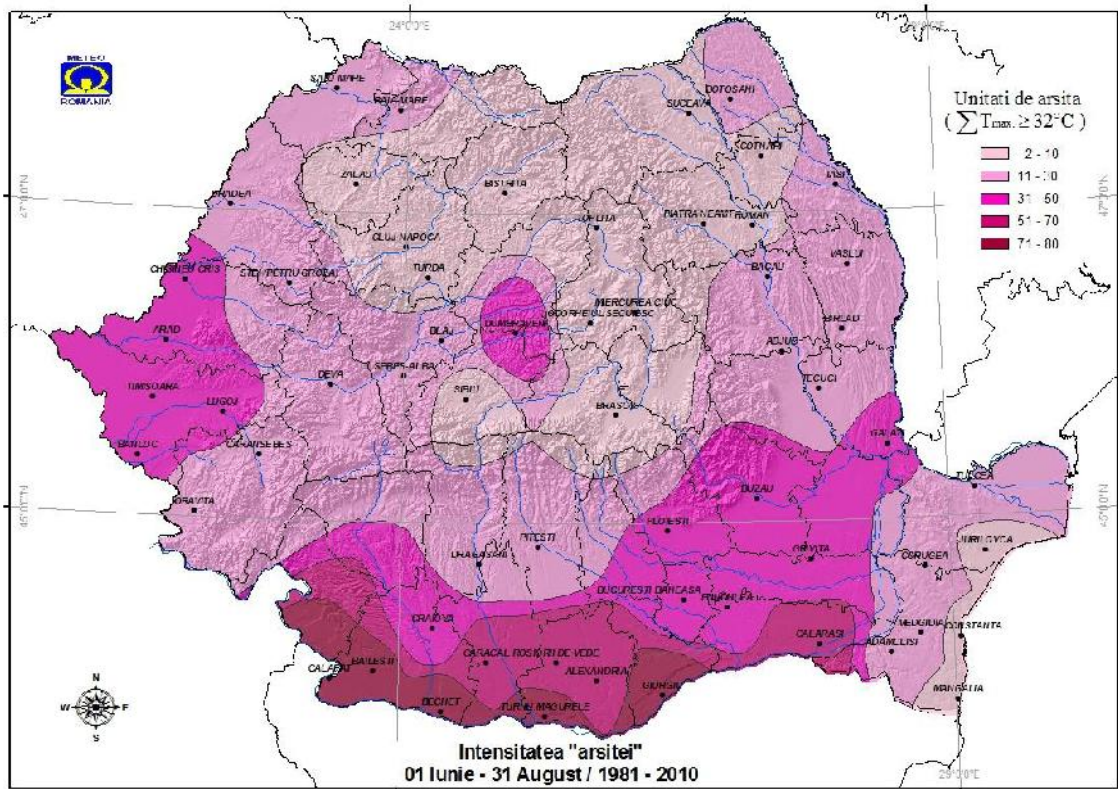


Fig. 35 Intensitatea arșiței pentru anotimpul de vară (lunile iunie – august) – medie pe perioada 1981-2010

Așa cum se observă, în perioada 1961 – 1990, fenomenul de „arșiță” se manifestă cu o intensitate redusă (11-30 unități de „arșiță”), și chiar foarte redusă (<10 unități de „arșiță”), în cea mai mare parte a țării, ceea ce semnifică faptul că, în general plantele agricole nu sunt afectate frecvent de stresul termic generat de temperaturile din aer situate peste pragul biologic critic de rezistență (32°C). Local, în sudul țării, fenomenul de „arșiță” prezintă o intensitate ridicată (31-50 unități de „arșiță”). În perioada 1981 – 2010, suprafața afectată de arșiță s-a mărit, apărând câte un „pol” în centrul și în vestul țării (inclusiv zona localității Arad).

Fenomenul de „arșiță” determină condiții de stres termic accentuat îndeosebi în perioada de creștere intensă a plantelor agricole și formarea elementelor de producție, respectiv în perioadele de înflorire-fructificare (mai-iunie, pentru cerealiere – orz, grâu de toamnă, etc. și iulie-august, pentru prăjitoare – porumb, floarea soarelui, sfeclă de zahăr, etc). Intensitatea stresului termic în lunile iunie-august se evidențiază prin suma temperaturilor maxime zilnice ale aerului 32°C . Limita de 32°C reprezintă pragul biologic critic privind temperatura maximă a aerului de la care optimul fiziologic de creștere și dezvoltare al speciilor agricole este afectat, forțarea proceselor biologice fiind în corelație directă cu intensitatea fenomenului de „arșiță” și insuficiența apei în sol (secetă pedologică). Altfel spus, temperaturile maxime din aer situate peste pragul biologic critic de 32°C , asociate cu deficite de umiditate în aer (secetă atmosferică) și sol (secetă pedologică), amplifică stresul termic și hidric cu efecte severe asupra plantelor și animalelor:

la grăul de toamnă, îndeosebi pe parcursul lunilor mai și iunie, sunt afectate procesele de fecundare-polenizare, cu o defectuoasă acumulare a substanțelor uscate în bob; accentuarea fenomenului de „pălire” și „tăvire” a boabelor; în zona proceselor de maturizare și coacere, în final, o diminuare severă a recoltelor agricole;

la porumb, în special în lunile iulie și august, aceste condiții reprezintă un factor de stres hidric deosebit de nefavorabil când se produce în mai multe zile consecutive (5 zile). În aceste condiții, polenul se scutură înaintea apariției mătăsii, ceea ce înseamnă grăbirea formării inflorescenței masculine și apariția acestora cu mai multe zile înaintea stigmatelor (10-12 zile), multe plante devenind astfel sterile sau auțiule și cu multe boabe lipsă.

Evoluția intensității fenomenului de „arsă” în România din perioada 1961-2013 indică o creștere, o accentuare a stresului termic în perioada critică pentru culturile agricole (iunie-august), respectiv o creștere de la 12,7 unități de „arsă”.

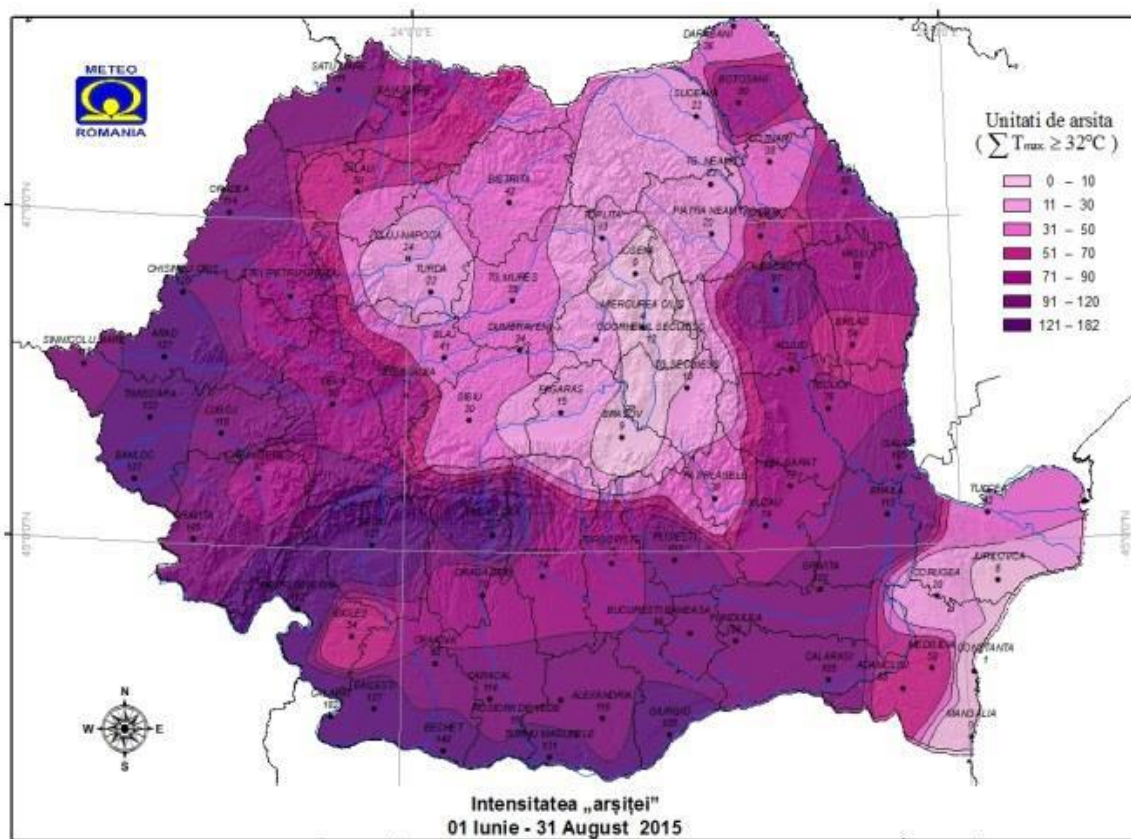


Fig. 36 Intensitatea arșitei în iunie-iulie-august 2015

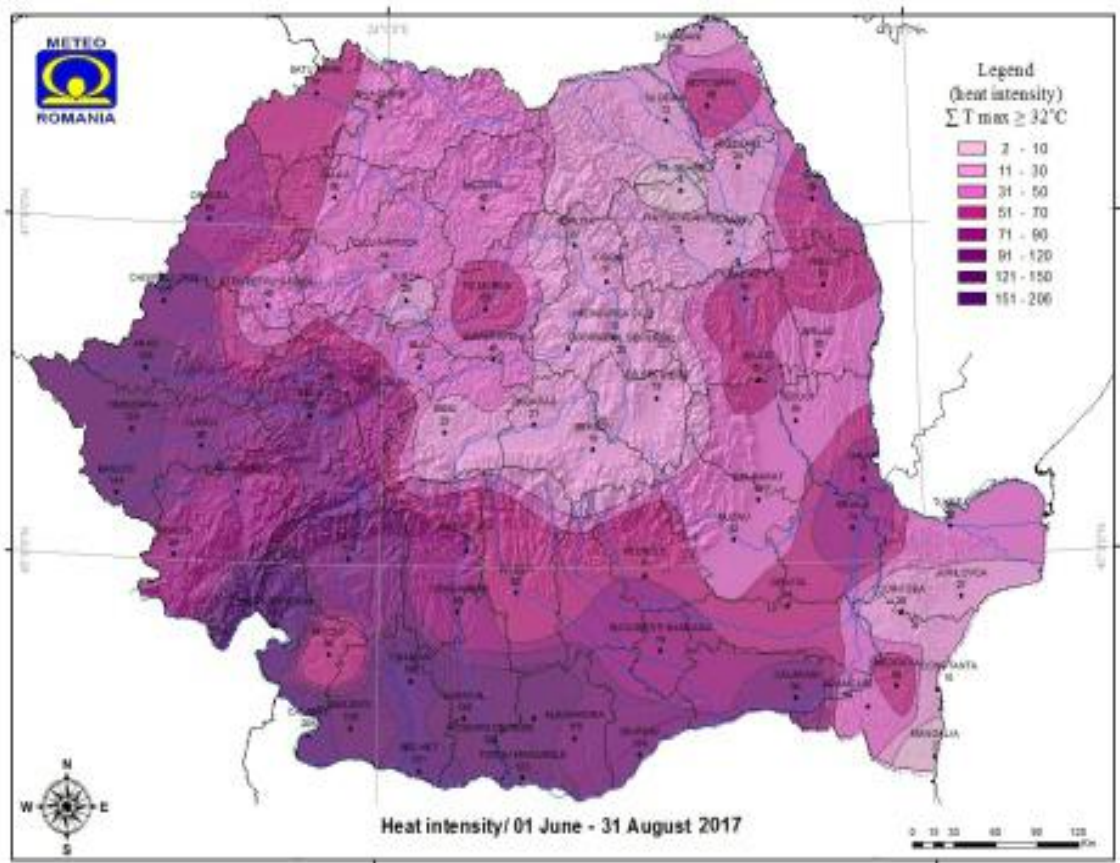


Fig. 37 Intensitatea arșiței în iunie-iulie-august 2017

Din imaginile de mai sus ies în evidență anii 2015 și 2017 când intensitatea arșiței a depășit cu mult media depășind 120 unități de arșiță în zona Municipiului Arad față de o medie de 60-70.

Legat de stresul provocat de precipitațiile reduse și temperaturile ridicate se poate vorbi și de zone cu grad diferit de ariditate (ariditatea arată gradul de uscăciune a climatului pentru o anumită locație).

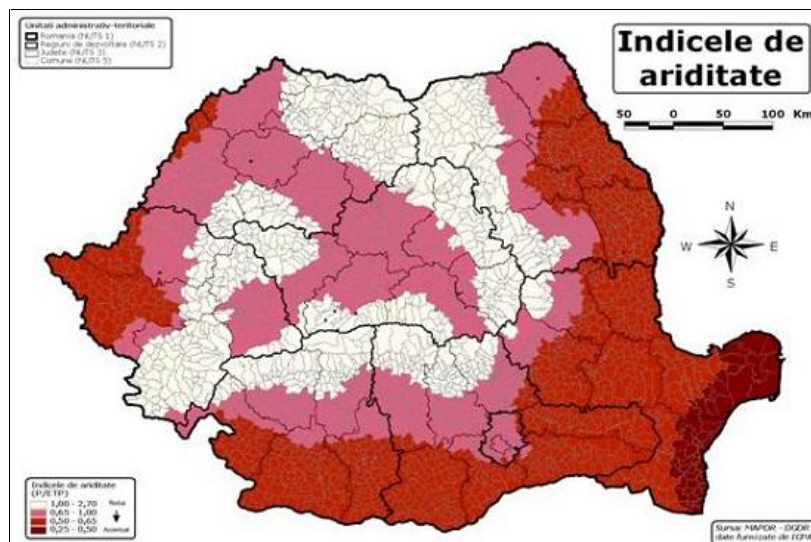


Fig. 38 Reprezentarea Indicelui de Ariditate pentru România

Se poate remarca pe harta de mai sus ca cea mai mare parte a de vest a jude ului Arad, i implicit aria localit ii Arad se încadreaz la valori ale indicelui de ariditate 0.5-0.65, adic , conform clasific rii UNESCO în categoria uscat semiumed.

Clasificarea UNESCO/UNEP a terenurilor în funcție de gradul de ariditate

Categoria	Indicele de ariditate
Hiperarid	< 0,05
Arid	0,05 - 0,20
Semiarid	0,20 - 0,50
Uscat semiumed	0,50 - 0,65

Grupul de lucru interguvernamental pentru schimb ri climatice (Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC) a publicat în cadrul celui de-al aselea raport (Sixth 4 Assessment Report AR6 - august 2021) date îngrijor toare cu privire la evolu ia cre terii concentrației dioxidului de carbon din atmosfer i a cre terii temperaturii la nivel global. Cu ajutorul atlasului interactiv (*IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION*) am înf ișat evolu ia mai multor parametri meteorologici pân în anul 2100 pentru zona Europei Centrale i de Est.

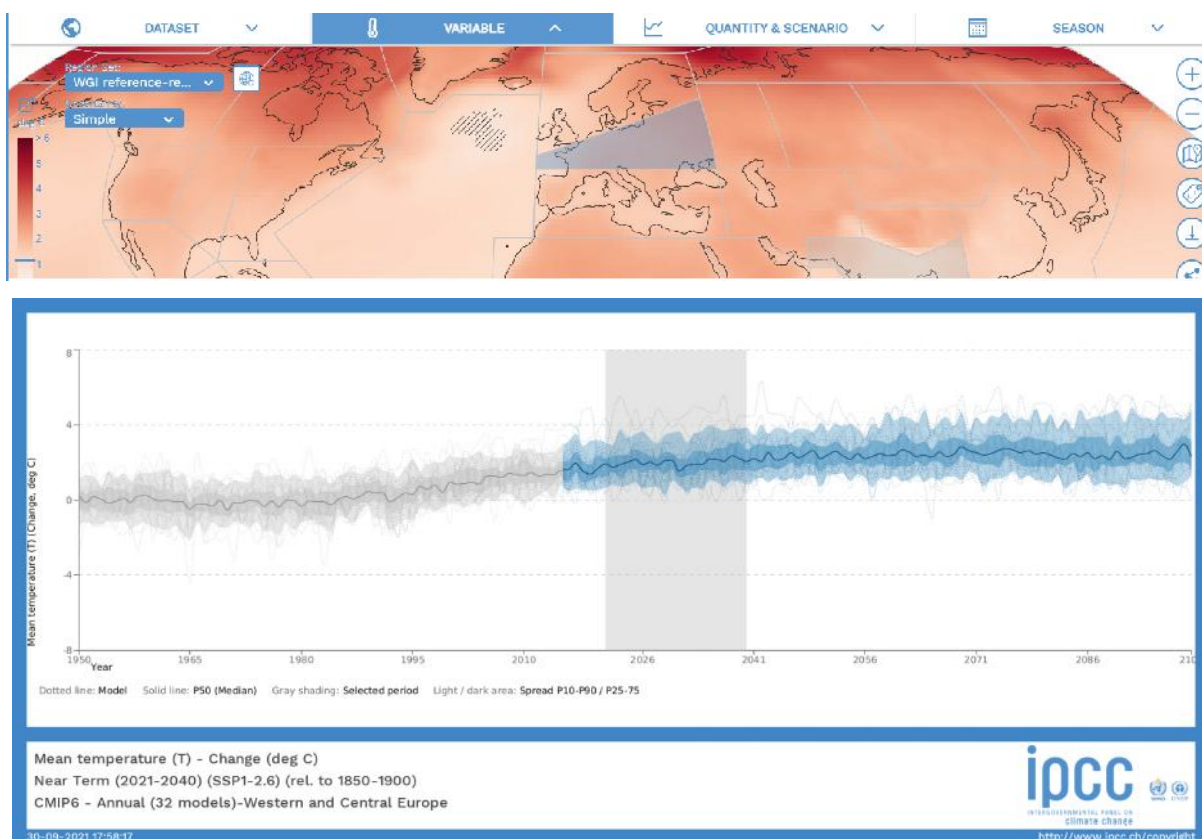


Fig. 39 Evoluția temperaturii medii dup IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION

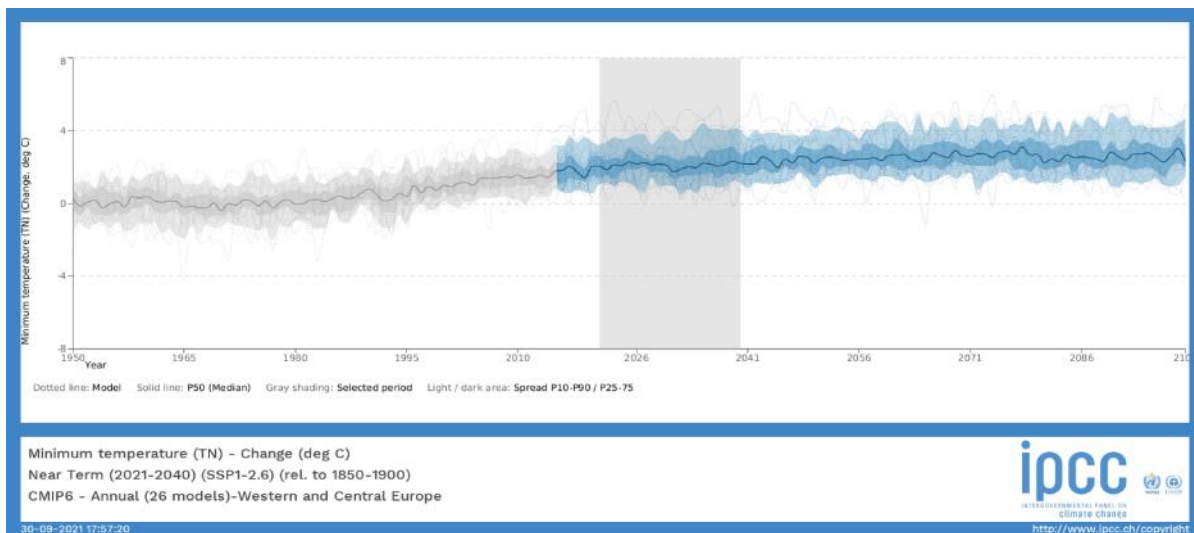


Fig. 40 Evoluția temperaturii minime după IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION

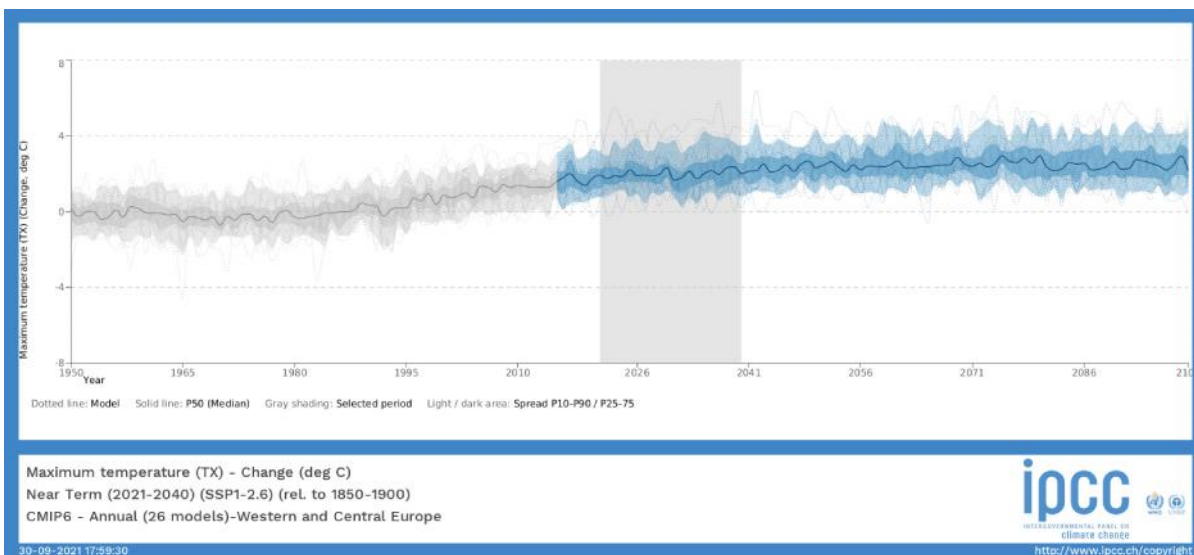


Fig. 41 Evoluția temperaturii maxime după IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS: INTERACTIVE INFORMATION

Astfel, în privința temperaturii medii, maxime și minime trendul ascendent este unul accentuat, ajungând la o creștere de 2-2.5°C.

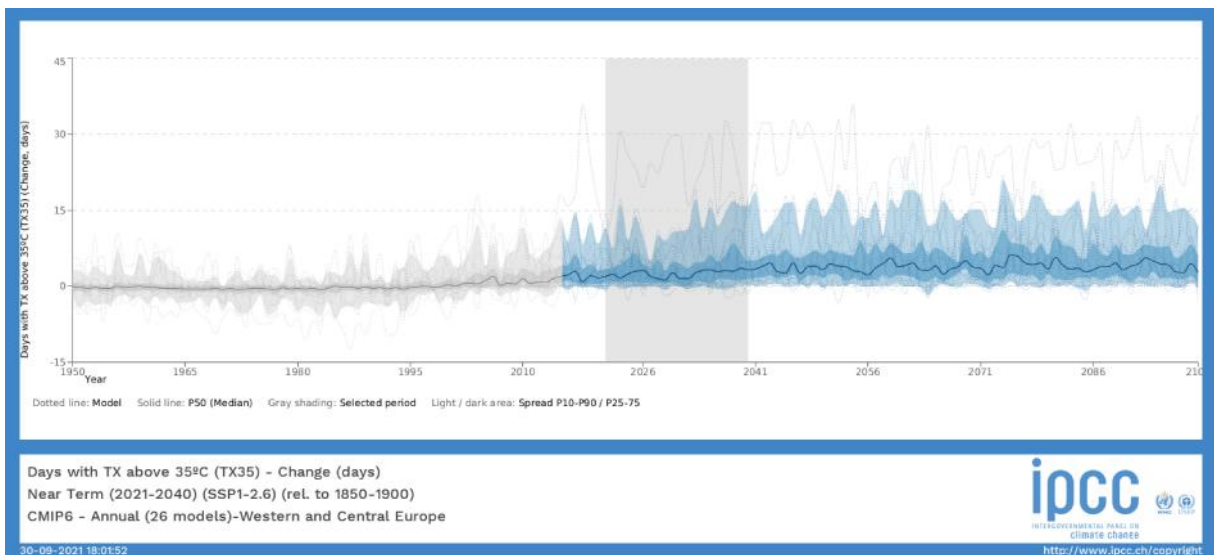


Fig. 42 Evoluția numărului de zile cu temperatura >35°C (zile caniculare)-după IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS:INTERACTIVE INFORMATION

Numărul de zile caniculare, cu temperatura mai mare de 35°C, este de asemenea în creștere, dar ceva mai moderat.

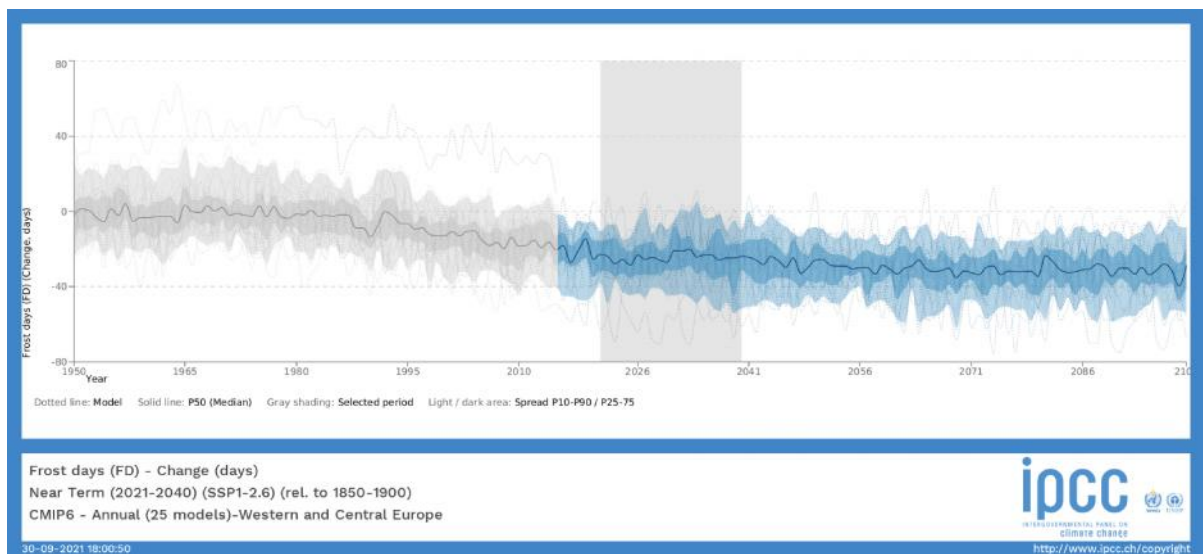
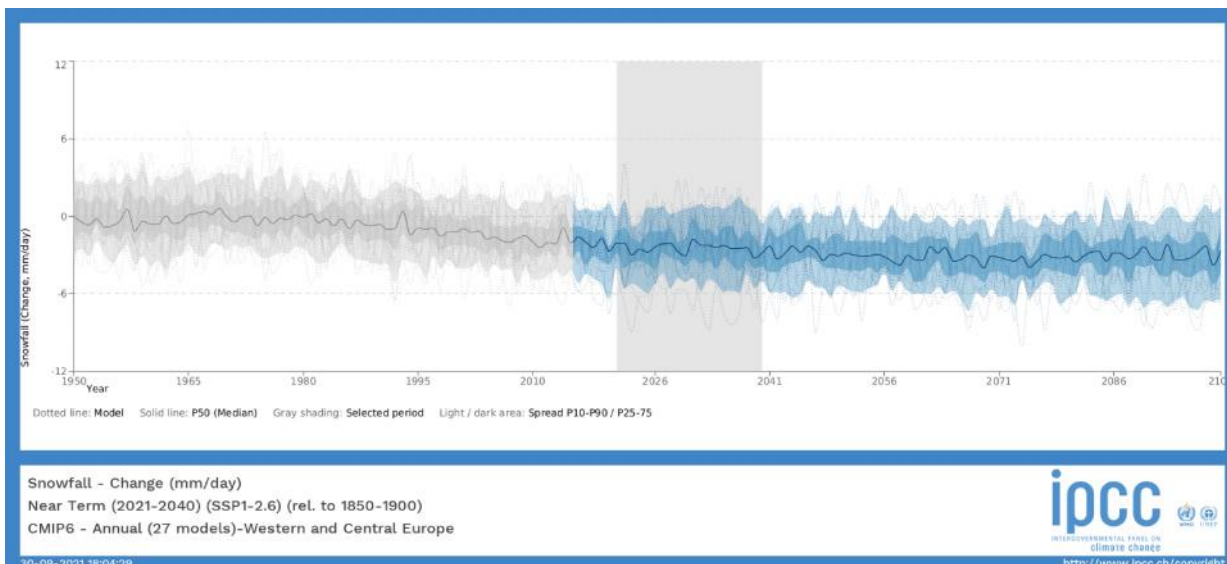
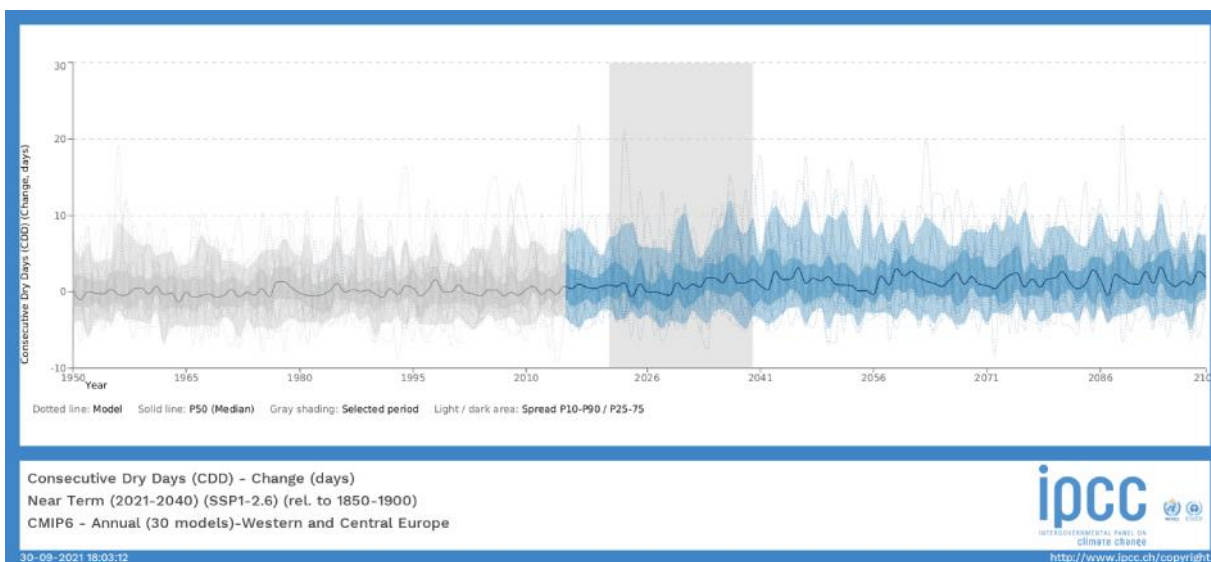


Fig. 43 Evoluția numărului de zile cu temperatura minimă <0°C (zile cu îngheț)-după IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS:INTERACTIVE INFORMATION



*Fig. 44 Evoluția numărului de zile cu ninsoare
după IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS:INTERACTIVE INFORMATION*

Legat de fenomenele specifice anotimpului rece, de iarnă, acestea, conform diagramelor de mai sus, sunt în scădere. Numărul de zile cu temperatură minimă sub 0°C urmează să se reducă cu 10-15 iar cel cu ninsoare cu 3-4 zile.



*Fig. 45 Evoluția numărului maxim de zile consecutive cu precipitații < 1mm (zile cu uscăciune)
după IPCC WGI INTERACTIVE ATLAS:INTERACTIVE INFORMATION*

Conform scenariilor IPCC numărul de zile consecutive fără precipitații sau precipitații nesemnificative (sub 1mm) pentru regiunea noastră de interes din cadrul Europei este în creștere.

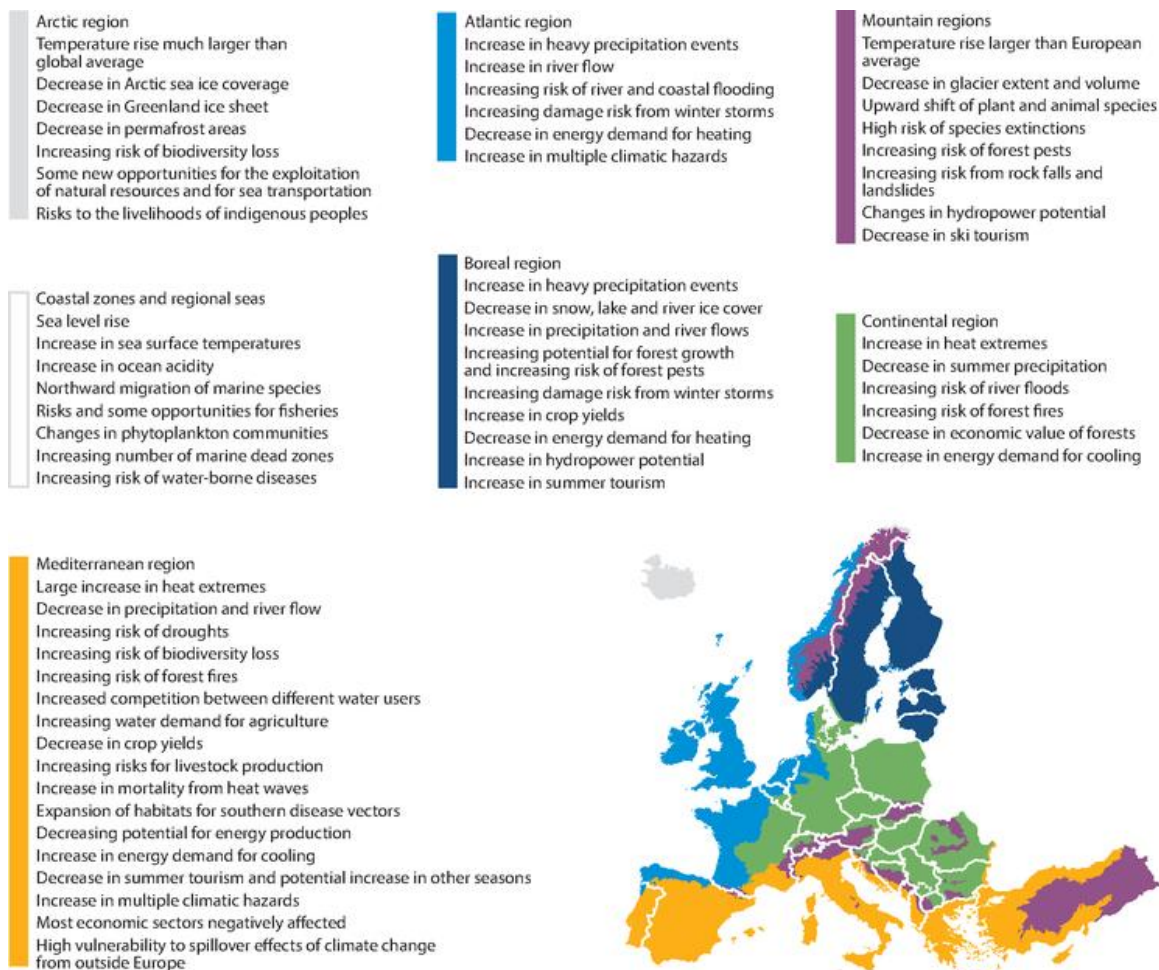


Fig. 46 Estimare a principalelor efecte ale schimb rilor climatice în Europa conform European Environment Agency (www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/key-past-and-projected-impacts-and-effects-on-sectors-for-the-main-biogeographic-regions-of-europe-5)

Agenția European de Mediu (**European Environment Agency**) a publicat pe site-ul s u o hart cu principalele efecte ale schimb rilor climatice pe diferite medii geografice.

Pentru zona de câmpie a României sunt preconizate:

- cre terea episoadelor de c ldur extrem ;
- descre terea cantit ților de precipitații în anotimpul de var ;
- cre terea riscului de inundații rapide;
- cre terea riscului apariției de incendii de p dure;
- cre terea cererii energetice pentru sistemele de r cire;
- sc derea valorii economice ale p durilor.

Impactul schimb rilor climatice asupra cl dirilor i infrastructurii

Într-un studiu publicat în octombrie 2020 sub egida CMCC Foundation (*Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici*) este făcută referire la impactul schimb rilor climatice asupra cl dirilor i elementelor de infrastructur . Astfel, după ce au studiat despre impactul c derilor de z pad , cercet torii (Guido Rianna, Paola Mercogliano et. al) au continuat cu simul rile asupra elementelor de temperatur , umezeal relativ respectiv vânt în contextul celor mai „catastrofice” scenarii climatice (RCP8.5 - scenariul cu cele mai mari cre teri de gaze cu efect de ser pân în 2070).

Astfel, luând în considerare un interval mediu de 50 de ani ca durat de via pentru o cl dire, cre terea temperaturii maxime ar putea duce la necesitatea unei revizuirii a standardelor cl dirilor pentru a asigura siguranța construcțiilor: structurile liniare, cum ar fi podurile i viaductele, de exemplu, sunt supuse expansiunii termice.

Mai mult, cuantificând adițional i cre terea umezelii relative ca urmare a cre terii evaporației, au concluzionat c se poate accelera procesul de coroziune a structurilor de oțel sau a barelor încorporate în beton armat, subminând rezistența acestora și, prin urmare, amenințând siguranța cl dirilor.

Scopul studiilor este de a sprijini factorii de decizie i constructorii cu servicii i informații solide pentru actualizarea standardelor actuale de proiectare structural , luând în considerare diferitele fenomene atmosferice i diferitele tipuri de construcții, pentru a permite implementarea unor politici eficiente i acțiuni de adaptare.

La polul opus celor care anticipeaz o încălzire global sunt cei care spun ca există o ciclicitate a climei i drept consecin , după o perioad de încălzire ar urma în mod firesc una de răcire. Acești cercet tori (Ian Rutherford Plimer, Don Easterbrook), afirm ca modelele climatice se axează prea mult pe efectele cumulative ale bioxidului de carbon i mai pu in pe factori cum ar fi activitatea solar i variabilitatea acesteia. Victor Manuel Velasco cercet tor la Institutul de Geofizic ce apar tine de National Autonomous University din Mexic, a afirmat c datele stiin ifice arat începutul "unei mici ere glaciare" în 10 ani, care va acoperi tot secolul 21.

La aceea i concluzie a ajuns i profesorul Valentian Zharkova de la Universitatea Northumbria, care, luând în calcul observa iile asupra petelor solare pentru o perioada de 400 de ani i sc derea numarului acestora în ultimii ani, a prezis o nou „mic „era glaciare după anul 2030.

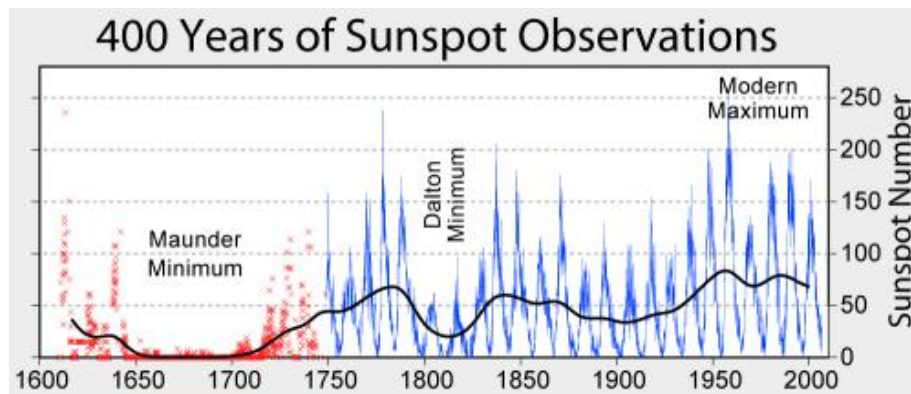


Fig. 47 Evolu ia Petelor Solare pe o perioad e de 400 de ani

În anul 2013 profesorul Habibullo Abdussamatov f când corela ii între ciclurile solare de 24 de ani i parametri de radia ie solar total (TSI total solar irradiance) a prognozat o diminuare a acesteia din urm i, în corela ie cu aceasta, o reducere a temperaturii globale.

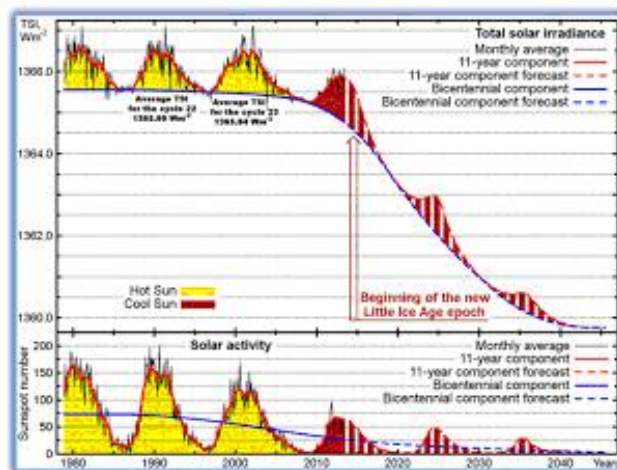


Fig. 48 Evolu ia TSI total solar irradiance

Înc lizarea global cauzat de om a dus la „o pierdere aproape complet a stabilit ii- sistemului care determin circula ia curen ilor în Oceanul Atlantic, conturând perspectiva îngrijor toare c acesta s-ar apropia de un punct critic, potrivit unui nou studiu citat de Washington Post.

În ultimii ani, cercet torii au avertizat asupra sl birii Sistemului Circula iei Meridionale a Atlanticului (AMOC) un sistem care transport apa cald i s rat de la tropice c tre nordul Europei i apoi trimite apele mai reci înapoi în sud pe fundul oceanului. Totodat , cercet torii care studiaz schimb rile climatice antice au descoperit c AMOC se poate opri brusc, provocând oscila ii bru te ale temperaturii i alte modific ri dramatice ale sistemelor meteorologice globale. De i oamenii de tiin nu au observat în mod direct o încetinire a AMOC, studiul publicat joi în revista „Nature Climate Change”, bazat pe date

despre temperatura și salinitate pe o perioadă de peste un secol, a arătat schimbări semnificative în opt indici indirecte ai intensității curenților. Acestea arată că AMOC își pierde din intensitate sporind susceptibilitatea lui la dezechilibru, spune autorul studiului, Niklas Boers, cercetător la Potsdam Institute for Climate Impact Research din Germania. Dacă acest sistem se blochează, ar putea antrena un frig extrem în Europa și porțiunile ale Americii de Nord, crește nivelurile mării de-a lungul coastelor estice ale SUA și destabiliza sezonul de musoni care aduc precipitații pentru o mare parte a globului. AMOC este produsul unui sistem de echilibru gigant care începe la tropice, unde temperaturile înalte cresc salinitatea apelor, și circulă apoi către nord-est, de pe coastele SUA către Europa, dând naștere curentului Golfului. Acest sistem de curenți joacă un rol critic în redistribuirea căldurii și reglarea tiparelor de climă la nivel global. Schimbările climatice au întrerupt însă acest echilibru - temperaturile mai ridicate încălzesc apele oceanice și le diminuează densitatea, iar pe măsură topirii ghețurilor volume mari de apă proaspătă ajung în Atlanticul de Nord, destabilizând tiparele de schimb între ape calde și reci. Curenții sunt deja la cel scăzut nivel în cel puțin 1.600 de ani, iar noul studiu arată că ar putea atinge un punct critic, scrie The Guardian. Un astfel de eveniment ar avea consecințe catastrofale în întreaga lume, perturbând grav ploile de care depind miliarde de oameni pentru hrană în India, America de Sud și Africa de Vest; amplificarea furtunilor și scăderea temperaturilor în Europa; și creșterea nivelului mării în estul Americii de Nord, spune Niklas Boers, coautor al studiului, citat de Agerpres preluat de Digi 24.

Propuneri privind amenajarea orașului Arad

Oportunitățile de dezvoltare sunt legate de poziția geografică a zonei în corelație cu factorii climatici și microclimatici modificatori. Direcțiile de dezvoltare ar fi potențialul agricol, cel viticol și cel de agrement (balnear și piscicol).

Asociat cu parametrii climatici apar și fenomenele de degradare a terenurilor. Astfel, în zona de câmpie, asociat pe de-o parte cu regimul pânzei freatice iar pe de altă parte cu panta mai redusă și cu precipitațiile, întâlnim fenomenul de înmulțire. În zona câmpiei înalte a apărut fenomenul de îndepărtare a stratului superior alcătuit din materiale mai fine. Fragmentarea reliefului a accelerat procesele de splădere a materialelor de suprafață rezultând versanți de vâșcă cu soluri erodate, regosoluri și chiar roca mamă, procesele de eroziune fiind active. Zona deluroasă este în mare parte despadurită, acest covor protector străduindu-se doar în zona mai înaltă. Terenurile despadurite pot fi folosite pentru cultivarea cerealelor, pomicultură și pășunat.

Analiza parametrilor meteorologici nu trebuie facut individual, ci în corela ie i interdependen unii cu altii. Chiar dac marea majoritate a opiniilor speciali tilor au ajuns la concluzia unei înc lziri globale trebuie luat în considerare i p rerea celor care sunt pesimi ti fa de aceasta idee.

Pe termen mediu, din cele prezentate mai sus, consider m c zona ora ului Arad, poate fi amenajat agricol înând cont i si de urm toarele:

gestionarea eficient a resurselor de ap în agricultur , respectiv o mai bun utilizare a rezervelor de umiditate din sol pe tot parcursul sezonului de vegeta ie, inclusiv alegerea perioadelor de sem nat în func ie de gradul de aprovizionare cu ap a solurilor, precum i un consum redus de energie prin aplicarea iriga iilor;

protejarea solurilor împotriva eroziunii, scurgerii la suprafa i formarea crustei;

sc derea gradului de eroziune i men inerea produc iilor agricole la valori constante;

gestiunea terenurilor agricole prin utilizarea unui sistem de rota ie, p strarea unui echilibru privind ponderea culturilor permanente în raport cu cele anuale;

prevenirea polu rii apelor prin iroire i percolarea apei în afara zonelor str b tute de sistemul radicular al plantelor, în cazul culturilor irigate

administrarea culturilor i utilizarea ra ional a terenului sunt m suri obligatorii pentru p strarea poten ialului produc iei, men înându-se în acela i timp un impact redus al practicilor agricole asupra mediului i climei;

cultivarea unui num r mai mare de variet i/genotipuri, respectiv soiuri/hibrizi, în fiecare an agricol, cu perioada de vegeta ie diferit , pentru o mai bun valorificare a condi iilor climatice, îndeosebi regimul de umiditate i e alonarea lucr rilor agricole;

alegerea de genotipuri rezistente la condi iile limitative de vegeta ie, cu o toleran ridicat la "ar i ", secet i excese de umiditate

policultura, în scopul utiliz rii eficiente a spa iului agricol i cre terii biodiversit ii;

organizarea de asolamente cu îngr minte verzi, în scopul amelior rii propriet ilor fizice, chimice i biologice ale solurilor degradate. În structura culturilor, alegerea soiurilor/hibrizilor se bazeaz pe adaptabilitatea acestora fa de condi iile pedoclimatice specifice zonei, în corela ie i cu cerin ele de pia ;

folosirea culturilor mixte, culturi intercalate, culturi permanente, culturi duble pe acelea i parcele sau în cadrul fermei pentru cre terea biodiversit ii.

Agricultura prin iriga ii se bazeaz pe distribuirea artificial a apei în terenul agricol pentru înfiin area culturilor i asigurarea cre terii plantelor agricole.

Alegerea sistemului de irigație conform cu necesitățile și condițiile locale privind suprafața, tipul de cultură și însușirile solului reprezintă cerințele de bază într-un sistem de management agricol durabil

sistemul propriu de irigație trebuie adaptat la suprafața cultivată și resursele financiare, condiționat de existența în imediata apropiere a unui lac sau râu cu apă permanentă, mai ales, de existența la adâncimea de 5-10 m a unui strat permanent de apă freatică ce poate fi adus la suprafață printr-un puț și o mică stație de pompare;

cunoașterea proprietăților solului, precum capacitatea solului de a reține apă și adâncimea până la care ajung rădăcinile plantelor;

Biodiversitate- diversitatea biologică, noțiunea prin care este definită întreaga diversitate de expresie a vieții pe Pământ, se confruntă în prezent cu unul dintre cele mai complexe fenomene: încălzirea globală. Evoluția ecosistemelor de mii de ani, consecință directă a echilibrului cvasistabil dintre diferitele specii componente și între acestea și factorii abiotici, poate fi puternic afectat de impactul direct al schimbărilor climatice asupra acestora. Indirect, aceasta poate fi afectat prin relația dintre speciile care urmează să definească noii termeni de referință ai ecosistemului în formare, în particular legat de corespondența directă dintre specii și factorii abiotici (temperatură, umiditate, regim hidric, pH, concentrația O₂), concentrația altor gaze solvite, structura solului etc.).

modificări de comportament ale speciilor, ca urmare a stresului indus asupra capacității acestora de adaptare (reducerea perioadei de hibernare a animalelor, afectarea fiziologiei comportamentale a animalelor ca urmare a stresului hidric, termic sau determinat de radiațiile solare manifestat chiar ca migrații eractice, imposibilitatea asigurării regimului de transpirație la nivele fiziologice normale, influențe negative ireversibile asupra speciilor migratoare, dezechilibre ale evapotranspirației plantelor, modificări esențiale ale rizosferei plantelor, care pot conduce la dispariția acestora);

modificarea distribuției și compoziției habitatelor ca urmare a modificării componenței speciilor;

Oportunități:

În condițiile apariției efectelor schimbărilor climatice, toate speciile vor fi drastic testate în ceea ce privește abilitățile acestora de adaptare, iar găsirea resurselor genetice la nivel populațional constituie baza pentru generarea de noi specii. Astfel, se poate preconiza apariția de specii noi la scară globală, dar și națională, care vor avea capacitatea adaptativă deosebit de puternică pentru a rezista la variații termice deosebite sau la condiții de ariditate crescute și precipitații limitate. Recomandări importante de adaptare:

evaluarea sistemului de monitorizare în vederea determinării eficienței acestuia în concordanță cu evoluția efectelor schimbărilor climatice și identificarea oportunităților de modificare a acestuia;

extinderea utilizării datelor obținute din procesul de monitorizare, prin adaptarea rezultatelor obținute utilizându-se modelarea matematică;

reducerea activităților agricole în zonele direct afectate și implementarea de măsuri corespunzătoare de protecție a habitatelor naturale și seminaturale existente în apropierea suprafețelor agricole, incluzând identificarea de măsuri compensatorii necesare supraviețuirii populației afectate;

reducerea impactului generat de activitățile industriale asupra pânzei de apă freatică și a calității aerului, prin izolare cu perdele forestiere;

creșterea suprafețelor împădurite prin refacerea celor degradate și prin crearea altora în zone favorabile;

Legat de impactul schimbărilor climatice asupra agriculturii și a principalelor măsuri care pot fi întreprinse considerăm important de menționat următoarele:

„Aproape 70% din suprafața țării a intrat într-un proces de aridizare din cauza schimbărilor climatice, iar irigațiile nu mai sunt suficiente pentru a proteja culturile de temperaturile extrem de ridicate, susține președintele Academiei de Științe Agricole și Silvicultură „Gheorghe Ionescu-Sisăniță”, Valeriu Tabăraș, fost ministru al Agriculturii. Într-un interviu acordat AGERPRES în 08 Septembrie 2019), Valeriu Tabăraș vorbește despre efectele schimbărilor climatice asupra agriculturii din România, despre soluțiile pentru agricultori și ce ar trebui să facă autoritățile pentru a reduce impactul încălzirii climatice.

În opinia lui Valeriu Tabăraș, există mai multe soluții care ar putea fi aplicate:

- J) Irigațiile reprezintă o soluție, dar din păcate nu este suficientă. Doar irigațiile nu rezolvă problema. Ele rezolvă doar problema umidității solului, la nivel de rădăcină, dar nu și pe cea a umidității și a secetei atmosferice. Aici avem o singură soluție, cu două componente. În primul rând trebuie să îmi creez soiuri și hibrizi de cultivare, care să fie tolerante la perioadele de secetă și să îmi rezolve și să repare tehnologia. Adică **nu mai pot semina porumbul în aprilie, ca să îl prind seceta din iulie, trebuie să mă duc cu semănătură în martie, poate februarie.** Este o problemă importantă, colosală spune.
- J) Aici este un test pe care ar trebui să îl cerem tuturor companiilor producătoare de hibrizi, și se spune "cold-test" și este testarea rezistenței la temperaturi scăzute a

seminței germinale sau a tinerelor plantute la oscilații de temperatură. Asta ar trebui să ajungă companiile și chiar și inclusiv Inspectoratele pentru controlul calității semințelor, introducerea ca probă obligatorie, dacă este vorba de samânta de floarea soarelui sau de porumb. Momentan se face doar la cerere, dar **eu cred că ar trebui să devin obligate pentru producătorii de samantă, iar pe buletinul de analiză să apară și valorile indicelui cold-test, ca fermierul să poate alege acei hibrizi care au toleranță, să îi semene mai timpuriu,** ca să nu prindă seceta din vară și atunci cred că nu mai sunt probleme. Același lucru ar trebui să se întâmple și la floarea soarelui.

- J) Factorul determinat la schimbările climatice, palpabil și foarte precis, este temperatura crescută, mult peste media multianuală. Anul acesta de pildă, majoritatea lunilor sunt cele mai calde din istoria determinărilor climatice în România. (...) Partea de precipitații îmbracă o altă formă, ea nu a scăzut, nu s-a redus cantitatea de precipitații, dar s-a modificat modul de distribuire a acestor precipitații. Sunt cantități mari în intervale scurte de timp, după care urmează intervale mari fără precipitații, după care iar vin 50 sau 80 de litri și dacă însumăm ele pot depăși media multianuală.
- J) Și aici intervine un alt lucru de pregătit în continuare și nu ne potrivim cu viziunea cu irigațiile, pentru că nu pot să ridicăm apa din Dunăre decât pentru o perioadă. **Putem susține cheltuielile pentru a ridica apa din Dunăre pe terasa a treia a Dunării?** Nu știu dacă putem. Economii și analiștii spun că nu.
- J) De aceea, apa aceasta care ne vine torențială și care îmi cade pe teren proșter - pentru că din cauza acestor perioade lungi de secetă, de arșiță directă, terenul strică din structura lui, se face praf și deasupra se bătătoare - deci dacă vine o ploaie rapidă de volum mare face un blocaj, creând probleme formidabile de inundații. Apa nu intră în sol. Aici intervine un alt lucru la care noi am renunțat și din cauza unor chestiuni de mediu prost abordate. Noi nu mai facem acumulezările pe care le făceam din apele de primăvară. **Noi nu ar trebui să le lășăm să plece în Dunăre. Ar trebui să captăm aceste ape și acesta ar fi rolul Canalului Siret-Brgan, dacă ar fi făcut, el s-ar putea duce până la Prut, să preia tot excedentul de apă din Prut și Siret pe care îl depozitez în mijlocul Brganului, în lacul din Brgan, și de acolo îmi iau când vreau.**
- J) O altă soluție ar fi să fie colectată apa pluviometrică, nu în canalul în care intră apa uzată, ci într-un canal separat și care să fie depozitat afară într-o amenajare. Să fie acest lucru o obligație. Se pot da proiecte, inclusiv cu fonduri europene, pentru că este vorba despre gestionarea unei resurse naturale. (...) Atunci

când sap canalul pentru apele uzate, lângă el vine o conductă care preia apa de pe acoperiș și așază apoi apă pluvială. Acum apa se duce în stațiile de epurare și nu face altceva decât să mărească volumul de curățire, cu costuri în plus. În SUA, inclusiv în campusurile universitare, am văzut aceste locuri de acumulare a apei. Dacă nu te uiți cu atenție și nu știi despre ce este vorba, nu le vezi când nu e apă, pentru că toate sunt înverzite. Când este prea plin, li se dă drumul parțial. Restul, toată apa aceea, revine fie ca o zonă de agrement, fie este utilizat inclusiv pentru menținerea spațiilor verzi.

De asemenea, Valeriu Tabără a afirmat că România ar putea cultiva "cu succes" multe alte plante care provin din zonele calde, cum ar fi mărul, dar ar putea produce și smochine, kiwi, susan, ricin sau bumbac, dacă s-ar face într-un sistem coordonat. "Mai este un lucru pe care trebuie să îl facem: zonarea plantelor noi, aduse din regiunile calde, secetoase. Se poate începe un astfel de program, care ar trebui obligatoriu susținut prin fonduri, naționale și europene, pentru că el vine tot pentru contracarea schimbărilor climatice. Încalzirea vremii la noi înseamnă posibilități de a produce multe alte produse pe care acum le importăm. Cred că multe plante din zonele calde pot să își facă loc, la un moment dat, de pământul nostru. Putem produce smochine, kiwi, susan, ricin sau bumbac, dar toate acestea într-un sistem coordonat. Unele dintre aceste plante pot fi cultivate chiar cu succes, dar altele pot fi introduse treptat, pe soiuri care să se potrivească pentru țara noastră. El spune că nu este vorba de schimbarea structurii agricole: "România trebuie să rămână o țară cerealiară, indiscutabil. Avem amenajări și am putea fi exportatori de orez. Pe lângă cereale mai apar și plantele producătoare de proteine, soia, fasolea, mazărea. Aceste plante trebuie să rămână, pentru că noi milităm mult pe aducerea proteinelor vegetale și pentru alimentația umană, cât și pentru cea animală".

În contextul actual al schimbărilor climatice, al creșterii prețurilor certificatelor verzi pentru energie și a diminuării stocurilor de hidrocarburi pe plan European, la nivel național și regional trebuie valorificate oportunitățile locale: energiile regenerabile – fotovoltaice și, mai ales în cazul Aradului, cele geotermale.

Astfel pot fi propuse:

-utilizarea energiei geotermale în combinație cu pompe de căldură, pentru situația în care temperatura la ieșirea din puțul geotermal este mai mare de 70°C, pentru a asigura încălzirea locuințelor pe timpul iernii; (această energie poate fi folosită doar pentru prepararea apei calde menajere și pentru încălzire); pentru adoptarea acestei soluții este bine să se țină cont de asigurarea securității aprovizionării cu energie;

-instalarea de parcuri colectoare fotovoltaice pe terenurile dezafectate în urma schimbării combustibilului solid, cum ar fi depozitul de zgură și cenușă, investiție ce poate rentabiliza un teren de câteva zeci de hectare ce nu pot fi redat circuitului agricol;

-folosirea gunoierului pentru producerea de energie utilă ;

-reducerea consumului de combustibil convențional și, implicit, protecția mediului prin diminuarea consistentă a emisiei de gaze cu efect de seră ;

-extinderea utilizării energiei solare de către instituțiile publice, dar și încurajarea utilizării la clădirile de locuit pentru producerea energiei electrice și termice (obținerea apei calde menajere);

-studierea posibilității de utilizare a panourilor fotovoltaice în cadrul proiectelor de modernizare a sistemului de iluminat public.

Măsurile de reducere a efectului de seră și adaptare la schimbările climatice în ceea ce privește mediul urban al municipiului Arad, sunt următoarele;

A) Măsurile pentru reducerea efectului de seră :

- a. Trecerea mobilității, industriei și energiei în zona nepoluantă ;
- b. Folosirea cu preponderență a mijloacelor ecologice existente (tren, tramvai, autobuze electrice, biciclete);
- c. Ridicarea standardului de izolație termică a clădirilor, la nivelul pasiv.

B) Măsurile pentru adaptarea la schimbările climatice:

- a. Prevederea de perdele verzi de protecție de-a lungul celor mai mari artere de circulație din teritoriu
- b. Prevederea de perdele verzi pentru protecția câmpurilor împotriva arșiței și deertificării
- c. Prevederea unor zone împdurite la N și S de Arad, pe direcția vânturilor predominante, care alături de cele din E și V să constituie o barieră de praf și o mărirea suprafeței de absorbție a căldurii la nivel local

SINTEZ

<i>Riscuri climatice și schimbări climatice (existente și preconizate)</i>	<i>Măsururi pentru reducerea efectului de seră</i>	<i>Adaptare la schimbările climatice</i>
Creșterea concentrației de dioxid de carbon în atmosferă	Trecerea mobilității, industriei și energiei în zona nepoluantă Folosirea cu preponderență a mijloacelor ecologice existente (tren, tramvai, autobuze electrice, biciclete);	Prevederea de perdele verzi de protecție de-a lungul coridoarelor majore de circulație din teritoriu
Creșterea episoadelor de căldură extremă		Prevederea de perdele verzi pentru protecția câmpurilor împotriva arșiței și deertificării Prevederea unor zone împănate la N și S de Arad, pe direcția vânturilor predominante, care alături de cele din E și V și constituie o barieră de praf și o mărirea suprafeței de absorbție a căldurii la nivel local Folosirea de specii de plante agricole mai rezistente la arșiță
Descreșterea cantităților de precipitații în anotimpul de vară		Folosirea irigațiilor în anotimpul verii
Creșterea riscului de inundații rapide		Verificarea sistemelor de protecție împotriva inundațiilor râului Mureș Neurbanizarea zonelor

		<p>inundabile</p> <p>Revitalizarea sistemelor locale de desec ri i</p> <p>prevederea unor culuare verzi-albastre de-a lungul acestora</p> <p>Îmbun t țirea sistemelor urbane de canalizare pluvial , gândit în sistem separatist</p>
Creșterea riscului apariției de incendii de p dure sau vegetație		<p>P strarea unei distanțe de siguranț în urbanizare față de p duri, eliminarea zonelor de depozitare ilegal a de eurilor care pot determina i incendii de vegetație</p>
Cre țerea riscului de apariție de incendii la deponoul Arad	Implementarea standardelor de sortare/reciclare a de eurilor, luarea m surilor de prevenție a fenomenelor de autoaprindere	Prevederea de perdele verzi de protecție
Cre țerea cererii energetice pentru sisteme de r cire	Ridicarea standardului de izolație termic a cl dirilor, la nivelul pasiv	Reconfigurarea arhitectural a cl dirilor în vederea unor soluții volumetrice care preîntâmpin supraînc lzirea

BIBLIOGRAFIE SELECTIVA

- Athanasopoulou, A., Sousa, et al. *Thermal design of structures and the changing climate*, EUR 30302 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-20776-4, DOI: 10.2760/128894, JRC121351.
- Bîrsan, M. V., Dumitrescu, A., (2011), *Variabilitatea stratului de z pad din România în ultimii 50 de ani (1961-2010)*, Sesiunea Anual de Comunic ri tiin ifice din cadrul Administra iei Na ionale de Meteorologie, prezentare oral .
- Bogdan, O. (1978), *Fenomene climatice de iarn i de var*, Edit. t. i Enc. Bucure ti, 120 p.
- Bogdan, O. (1994), *Asupra no iunilor de hazarde, riscuri i catastrofe meteorologice/ climatice*, *Seria de Cercet ri Geogr.*, **XXXIX**, 99-105.
- Bogdan, Octavia (1983), *Regiunile climatice i topoclimatele*, *Geografia României*, I, Geografia Fizic , Editura Academiei, Bucure ti, 277-279.
- Bogdan, Octavia, Niculescu, Elena, (1999), *Riscurile climatice din România*, *Academia Român*, Institut. de Geografie, Bucure ti, 280 p.
- Busuioc, Aristia, Caian, Mihaela, Bojariu, Roxana, Boronean , Constan a, Cheval, S., Baicu, Madalina, Dumitrescu, A., *Scenarii de Schimbare a Regimului Climatic în România pe perioada 2001-2030*, Administra ia Na ional de Meteorologie
- Iano , Gh., Pu c , I., Goian, M., (1997), *Solurile Banatului*, Ed. Mirton Timi oara, 394 p.
- Iapas, Mihaela, (2018), *Studiu de fundamentare privind protec ia mediului, Actualizare Plan Urbanistic General Municipiul Arad*
- Posea, Gh, (1997), *Câmpia de Vest a României*, Editura Funda iei România de mâine, Bucure ti, 430 pag.
- Sandu, I., Mateescu Elena & V tamanu V.V. (2010) - *Schimb ri Climatice în România i efectele asupra agriculturii*. Edituta Sitech Craiova, ISBN 978-606-11-0758-2.

M.L. Sousa, et al. *Expected implications of climate change on the corrosion of structures*, EUR 30303 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-20782-5, [DOI: 10.2760/05229](https://doi.org/10.2760/05229), JRC121312.

^{xxx}, (2008), *Clima României*, Administra ia Na ional de Meteorologie, Ed. Academiei Române.

^{xxx}, (1966), *Atlas climatologic*, CSA, IM, Bucure ti.

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> AR6 Climate Change 2021:
The Physical Science Basis

<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>