Impacturi climatice trecute si prezente
Past and present climate impacts

Roxana Bojariu
Punct Focal al României la Grupul Interguvernamental pentru Studiul Schimbării Climatice (IPCC)
Romanian Focal Point to Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
holomer@gmail.com

Cuprinsul prezentării/Summary

- Ce înseamnă schimbarea climei?/What is climate change?
- Trecutul geologic/Geological Past
- Trecutul istoric – civilizații dispărute/ The historical past: environmental problems - extinct civilizations
- Schimbarea climatică observată la nivel global, în Europa și România/Climate change observed at global level, in Europe and Romania
- Hazarduri, impacturi și riscuri climatice/ Climatic hazards, impacts and risks in the Earth's system
- Modelare climatică/Climate modeling
- Pot modelele să reproducă clima României?/ Can the models simulate the climate in Romania?
- Scenarii ale schimbarii climatice în Europa și România/Climate change in Romania under climate scenarios
- Hazarduri climatice în condițiile schimbării climatice/Climate-related hazards under climate change
- Impacturi climatice/Climate impacts
- Riscuri climatice/Climate risks
- Decuplarea creșterii economice de emisiile gazelor cu efect de seră/Decoupling GHG emissions from economic growth
- Măsuri climatic inteligente/ „Smart climate" measures
- Co-beneficii ale reducerii emisiilor gazelor cu efect de seră asupra sănătății publice/Co-benefits of reducing greenhouse gas emissions on public health
- Deciziile informate științific – rolul științei și tehnologiei în tranziția verde/Scientifically informed decisions - the role of science and technology in the green transition
- Concluzii/Conclusions
- Referințe bibliografice/References

Ce înseamnă schimbarea climei?
What is climate change?

Schimbarea climei e o modificare a conditiilor medii de vreme si a parametrilor statistici asociati fluctuatiilor, faţa de o perioada de referinta considerata.
Climate change is a change in average weather conditions and in statistical parameters associated with fluctuations, compared to a reference period.

Factori naturali/ Natural factors

-Ciclul de viata al Soarelui si variabilitatea solara/Solar life cycle and solar variability
- Modificari in parametrii ce definesc caracteristicile orbitale ale Terrei/Changes in orbital charcteristics of Earth
-Schimbari geologice (e.g. deriva continentelor)/Geological changes (continental drift)
- Eruptii vulcanice pe perioade mari de timp/ Volcanic activity
-Variabilitate interna a geosistemului complex/Internal variability of the complex Earth's system format din atmosfera, oceane, litosfera, criosfera si biosfera.

Factori antropogeni/Human-made factors

- Gazele cu efect de sera/Greenhouse gases
- Aerosoli/Aerosols
-Schimbari in folosirea solului/Changes in landuse

Trecutul istoric/The Historical Past
Probleme de mediu – civilizații dispărute/Environmental problems - extinct civilizations
Cultura/Culture Cucuteni/Trypilian-Trypolie

Între 4400-3500 BC. Oamenii obișnuiau să ardă pădurile pentru a face loc agriculturii. Această civilizație dispare concomitent cu o tranziție climatică regională spre un regim mai arid.

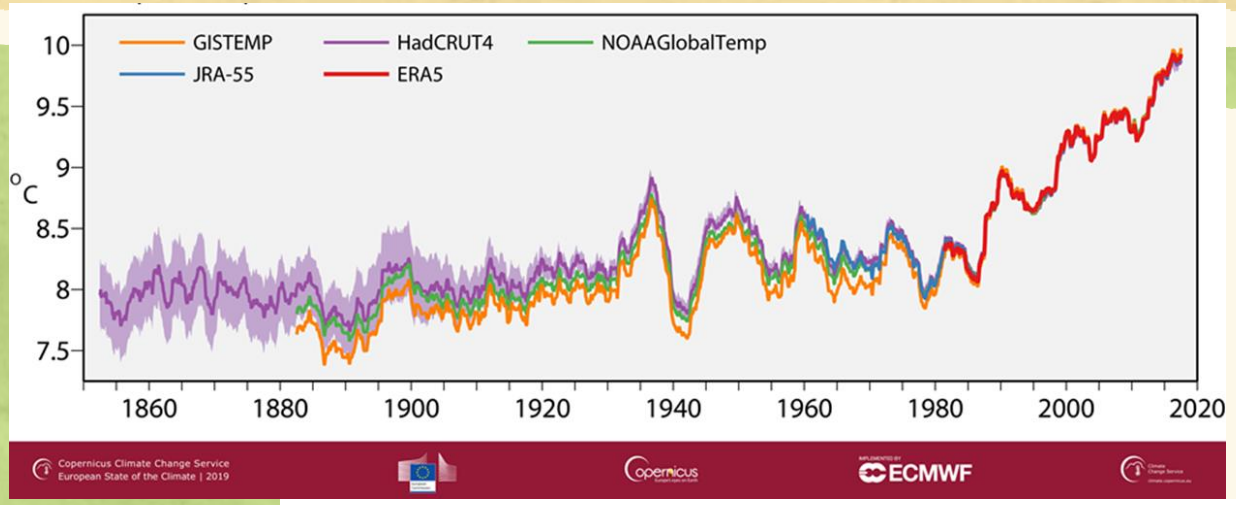
Between 4400-3500 BC. People used to burn the forests for agriculture. This civilization disappeared simoultaneously with a regional climate transition to a colder and drier regime.

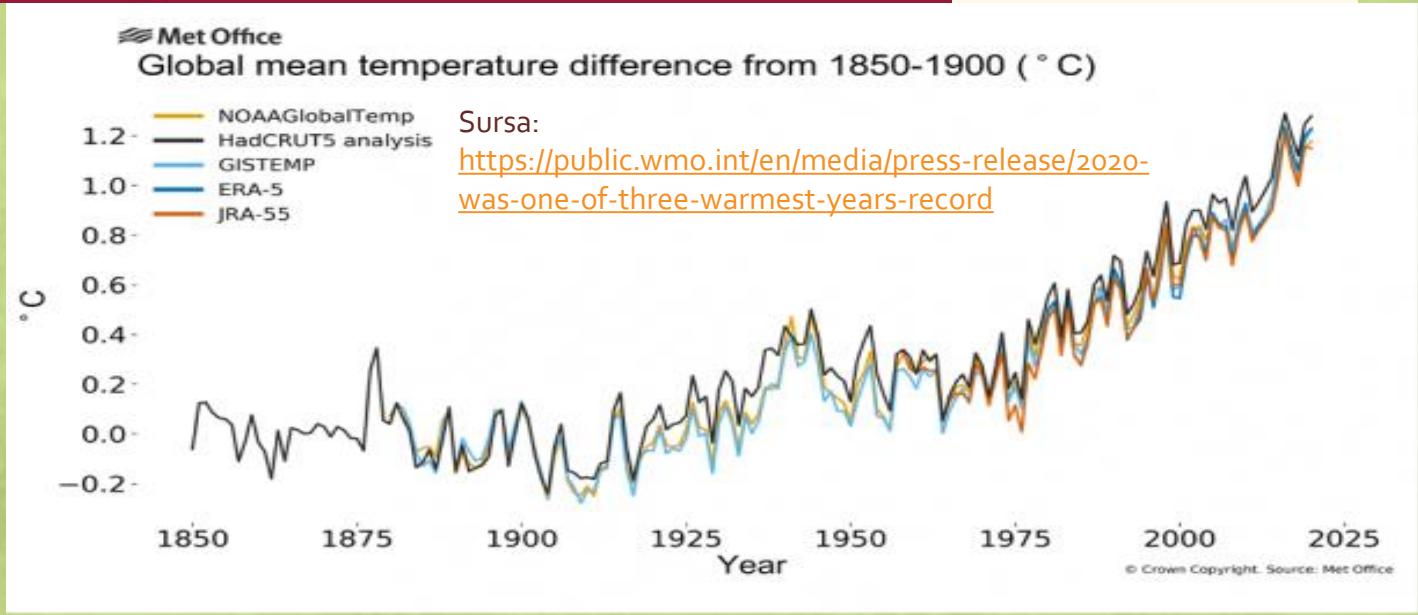
Schimbarea climatică observată în Europa și la nivel global

Climate change observed in Europe and at global level

Evoluția mediilor mobile pe 60 de luni ale temperaturii aerului la doi metri pentru zona continental a Europei (pe axa din stânga) în conformitate cu diferite seturi de date: ERA5 (Copernicus Climate Change Service - C3S, ECMWF) GISTEMP (NASA); HadCRUT4 (Met Office Hadley Center), NOAAGlobalTemp (NOAA); și JRA-55 (JMA). După Copernicus Climate Change Service (C3S) / ECMWF. După CS3 (2019) (https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019/surface-temperature)

Evolution of 60-month moving averages of air temperature at two meters for continental Europe (on left axis) according to different data sets: ERA5 (Copernicus Climate Change Service - C3S, ECMWF) GISTEMP (NASA); HadCRUT4 (Met Office Hadley Center), NOAAGlobalTemp (NOAA); and JRA-55 (JMA). After Copernicus Climate Change Service (C3S) / ECMWF. After CS3 (2019) (https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019/surface-temperature)



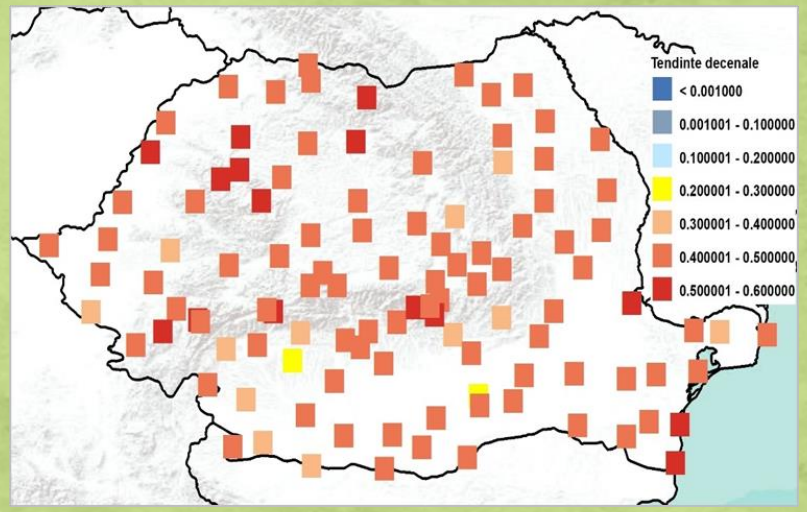


Sursa: https://public.wmo.int/en/media/press-release/2020-was-one-of-three-warmest-years-record

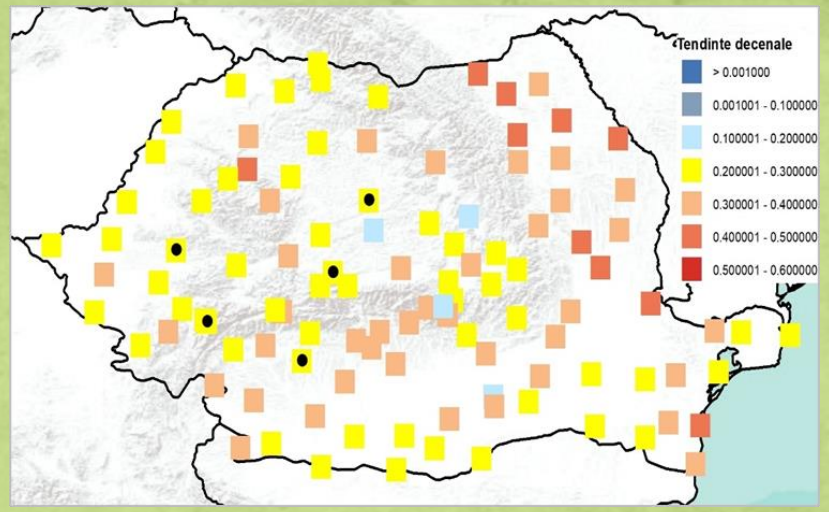
Schimbarea climatică observată în România (temperatura aerului, 1961-2020)

Climate change observed in Romania (air temperature, 1961-2020)

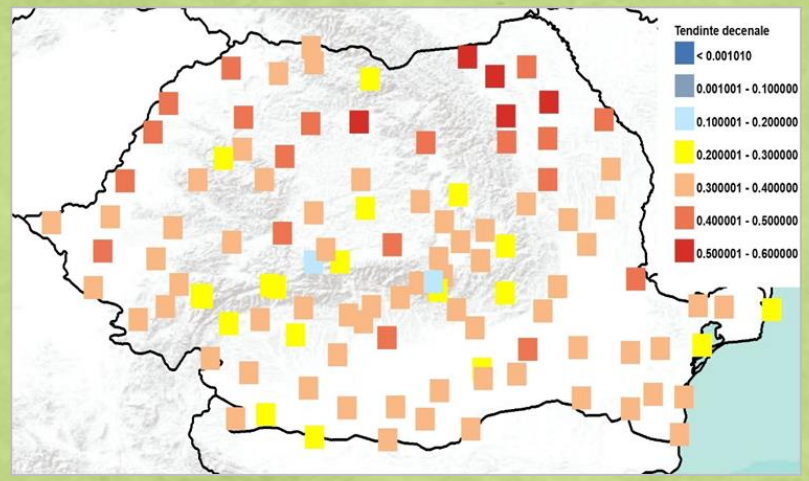
Vara/Summer



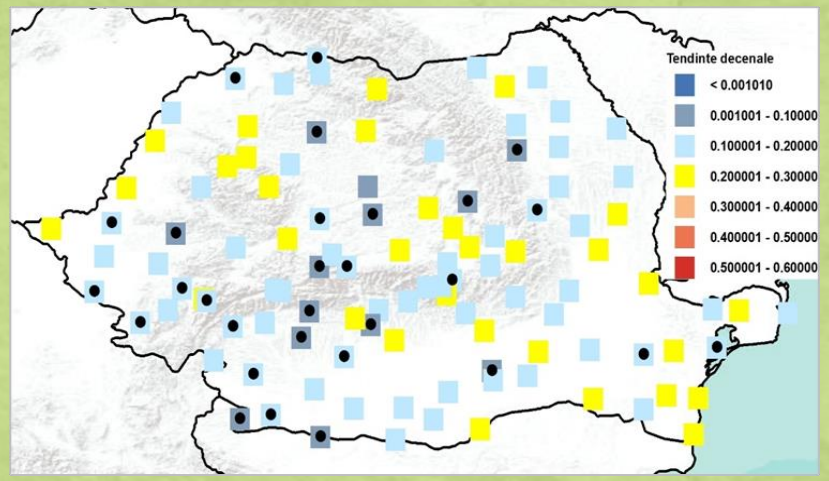
Primavara/ Spring



Iarna/Winter



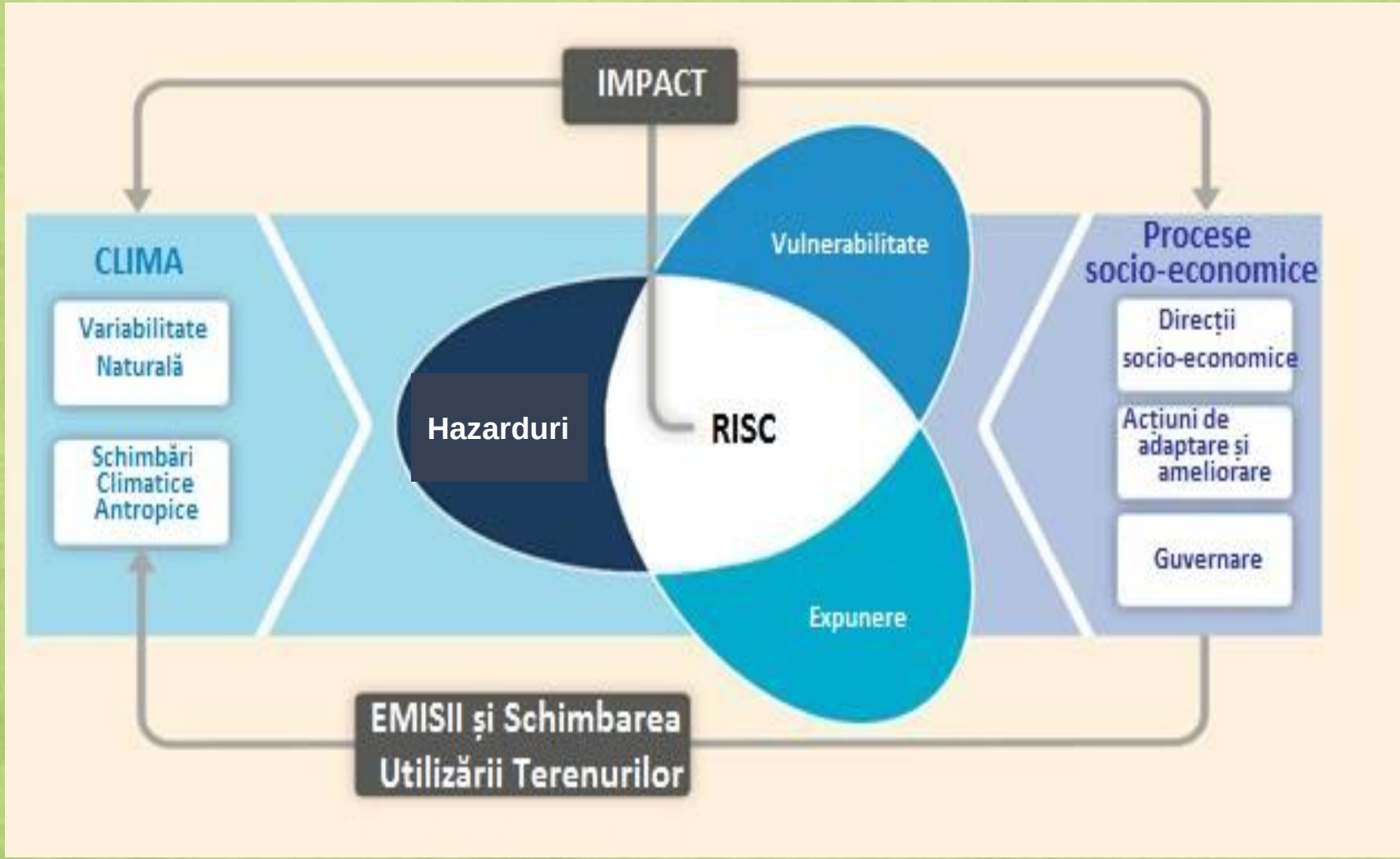
Toamna/Autumn



Bojariu si colab. 2021.

Hazarduri, impacturi și riscuri climatice în geosistem

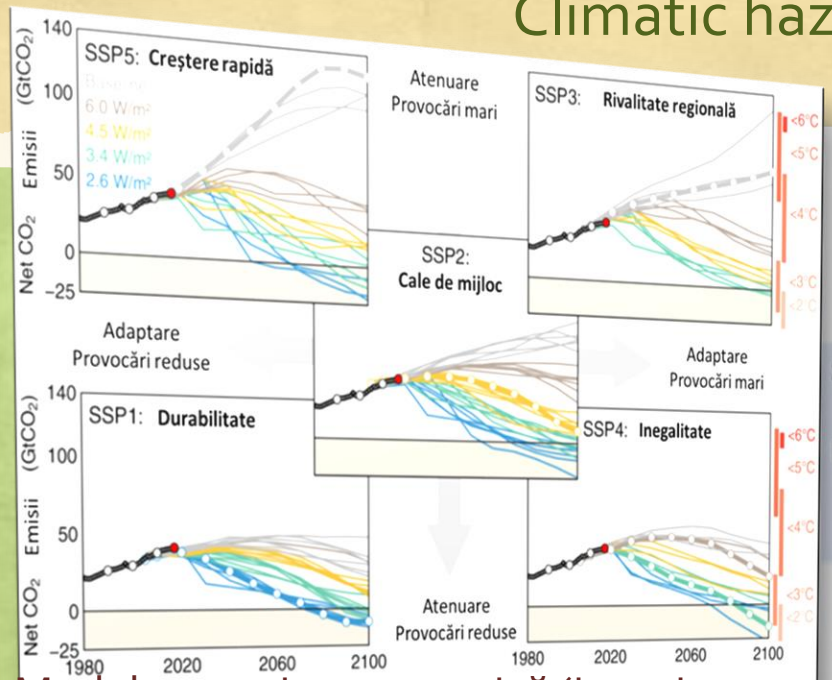
Climatic hazards, impacts and risks in the Earth's system



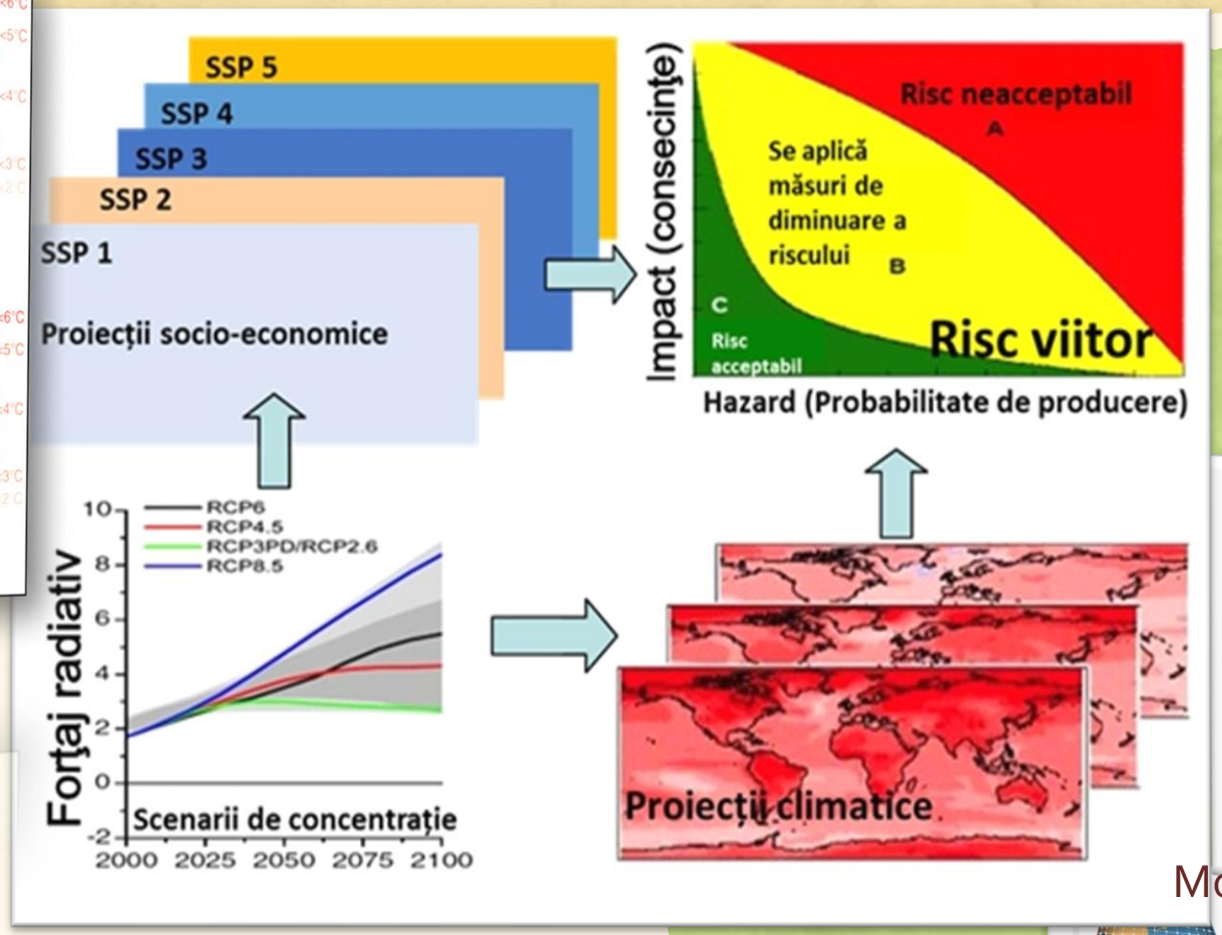
Sursa: IPCC WGII Summary for Policymakers, 2014.

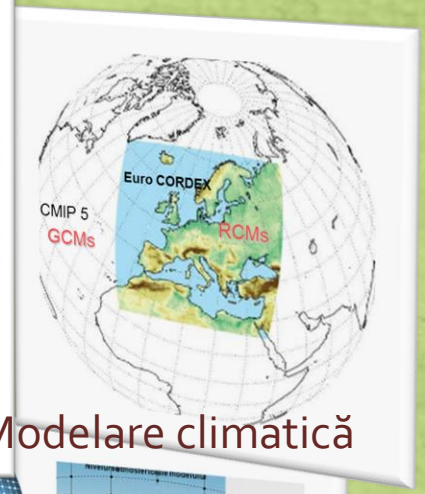
Hazarduri, impacturi și riscuri climatice în geosistem

Climatic hazards, impacts and risks in the Earth's system

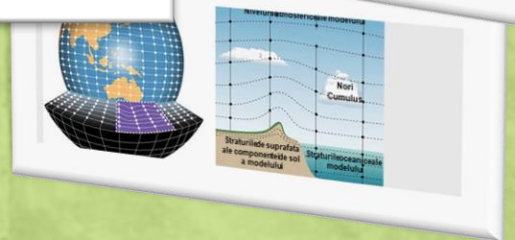


Modelare socio-economică (incusiv a proceselor legate de sănatatea publică)





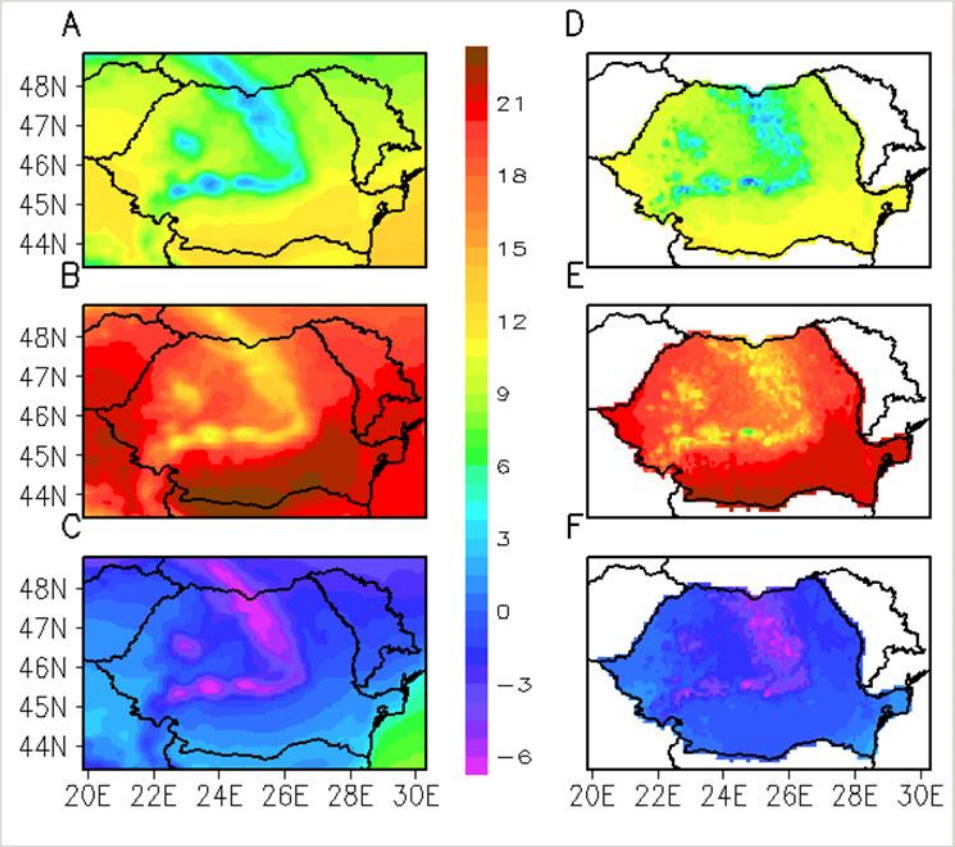
Modelare climatică



Reprezentarea schematică a procesului de estimare a riscurilor viitoare pe baza scenariilor climatice și și a proiecțiilor socio-economice și climatice. După Bojariu și colab. (2015)

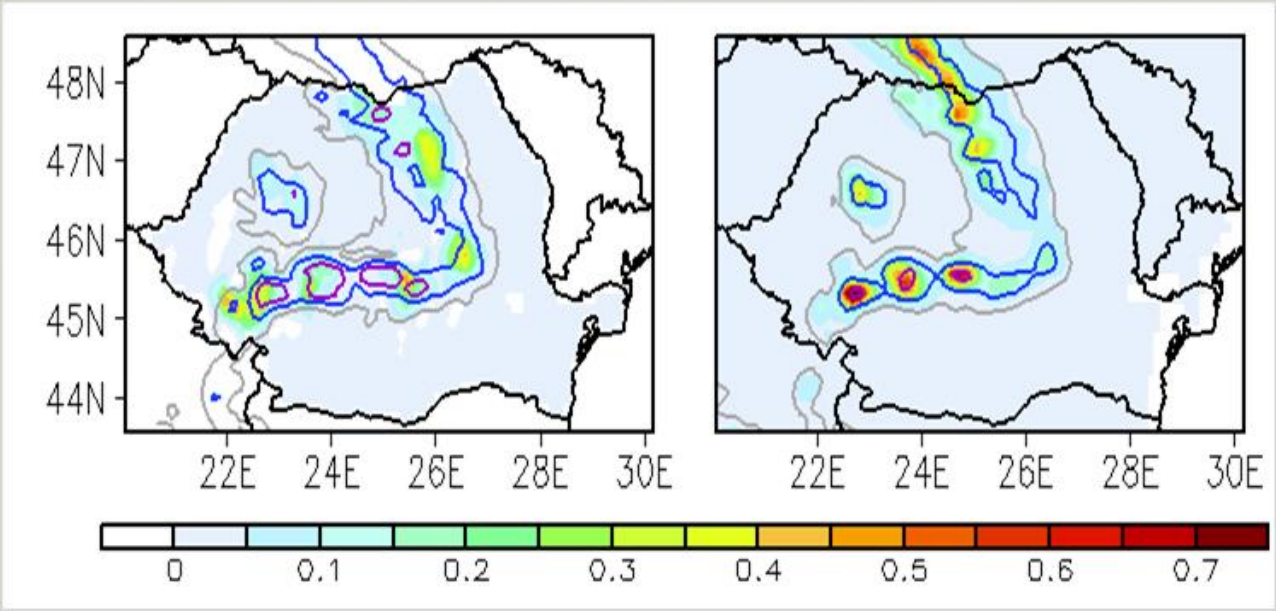
Pot modelele să reproducă clima României?

Can the models simulate the climate in Romania?



Temperatura medie anuală, de vară și iarnă (coloana din stânga) simulată cu ansamblul de modele climatice regionale din programul EURO - CORDEX (prezentate în tabelul 4) și temperatura medie anuală de vară și iarnă obținută din setul ROCADA, derivat din observațiile de la stațiile meteorologice din rețeua națională (coloana din dreapta) pentru perioada 1971-2000. Temperaturile sunt în °C. Bojariu si colab. 2021.

The average annual summer and winter temperatures (left column) simulated with the set of regional climate models from the EURO - CORDEX program (shown in Table 4) and the average annual summer and winter temperature obtained from the ROCADA set, derived from observations from stations meteorological conditions in the national network (right column) for the period 1971-2000. Temperatures are in ° C. Bojariu et al. 2021



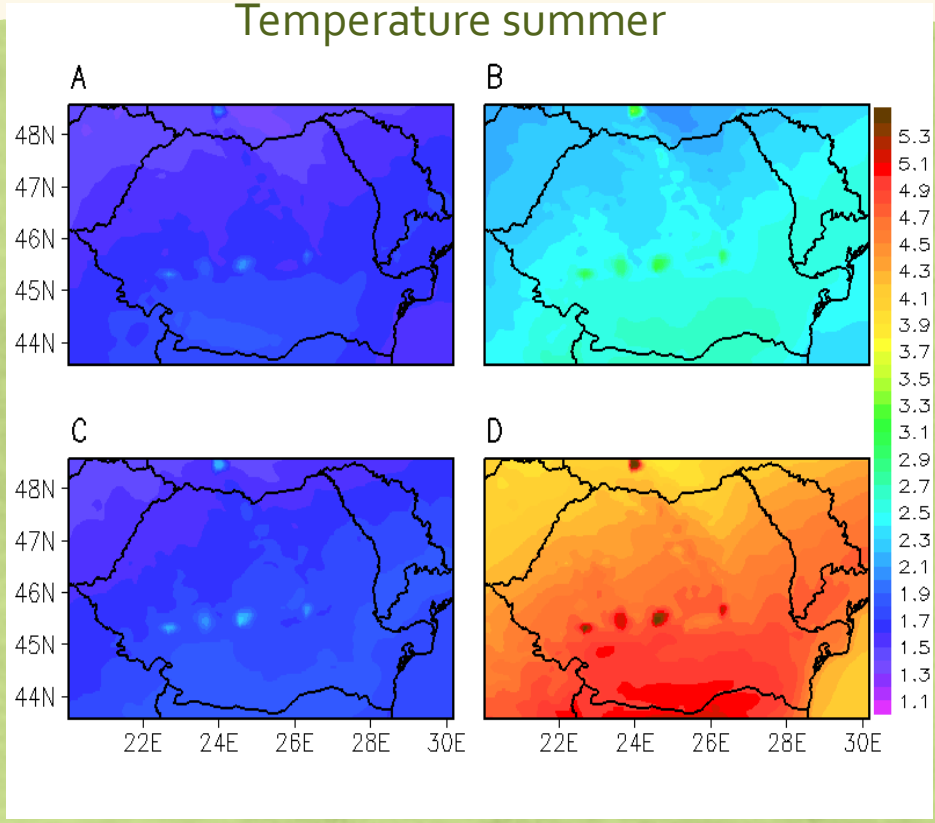
Grosimea medie a stratului de zăpadă calculată din observații (stânga) și simulataă cu ansamblul de modele climatice regionale (dreapta) pentru perioada 1971-2000. Grosimea medie a stratului de zăpadă este în m. Conturul gri reprezintă altitudini până la 500 m, conturul albastru -până la 1000 și cel violet – de peste 1500 m. Bojariu si colab. 2021.

The average snow depths calculated from observations (left) and simulated with the set of regional climate models (right) for the period 1971-2000. The average thickness of the snow layer is in m. The gray contour represents altitudes up to 500 m, the blue contour - up to 1000 and the purple one - over 1500 m. Bojariu et al. 2021.

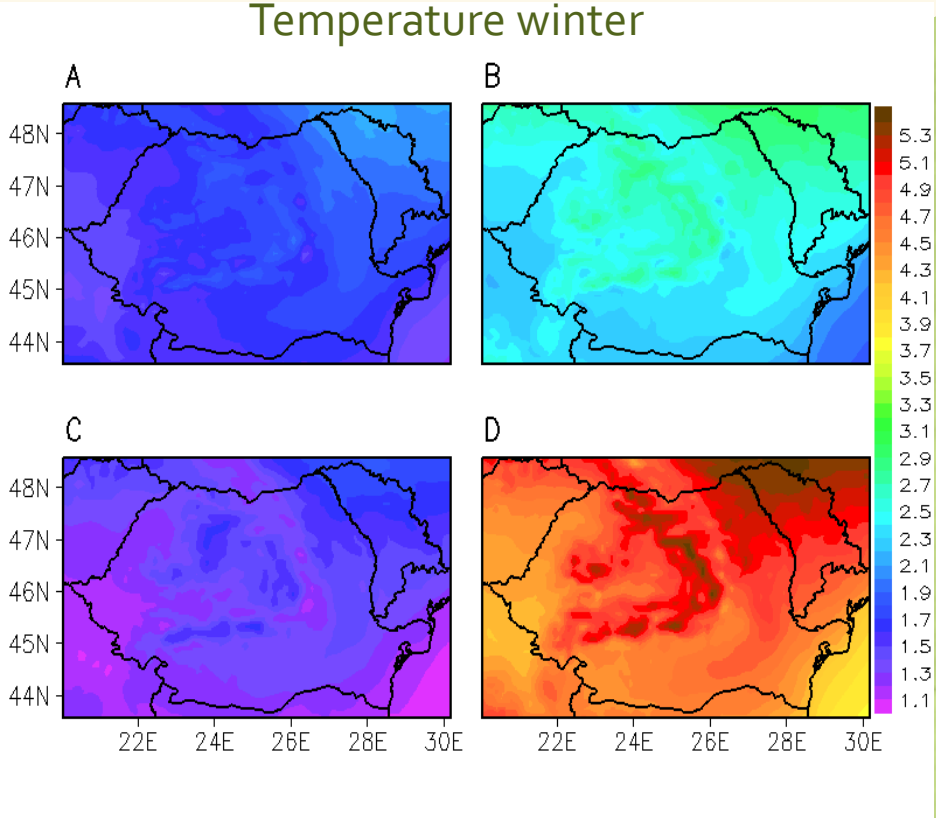
Mulțumiri lui Sorin Ionuț-Dascălu și Mădălinei Gothard pentru extragerea și prelucrarea datelor experimentelor numerice.
Thanks to Sorin Ionuț-Dascălu and Mădălina Gothard for extracting and processing the data of the numerical experiments.

Scenarii pentru schimbarea climatică în România

Climate change in Romania under climate scenarios



Schimbarea în valorile medii de vară ale temperaturii aerului (în grd. C) în condițiile scenariilor de emisie și concentrație pentru 2021- 2050 vs. 1971-2000 (stânga) și 2071- 2100 vs. 1971-2000 (dreapta), în condițiile scenariilor RCP 4.5(sus) și RCP 8.5 (jos) (Bojariu și colab., 2021).

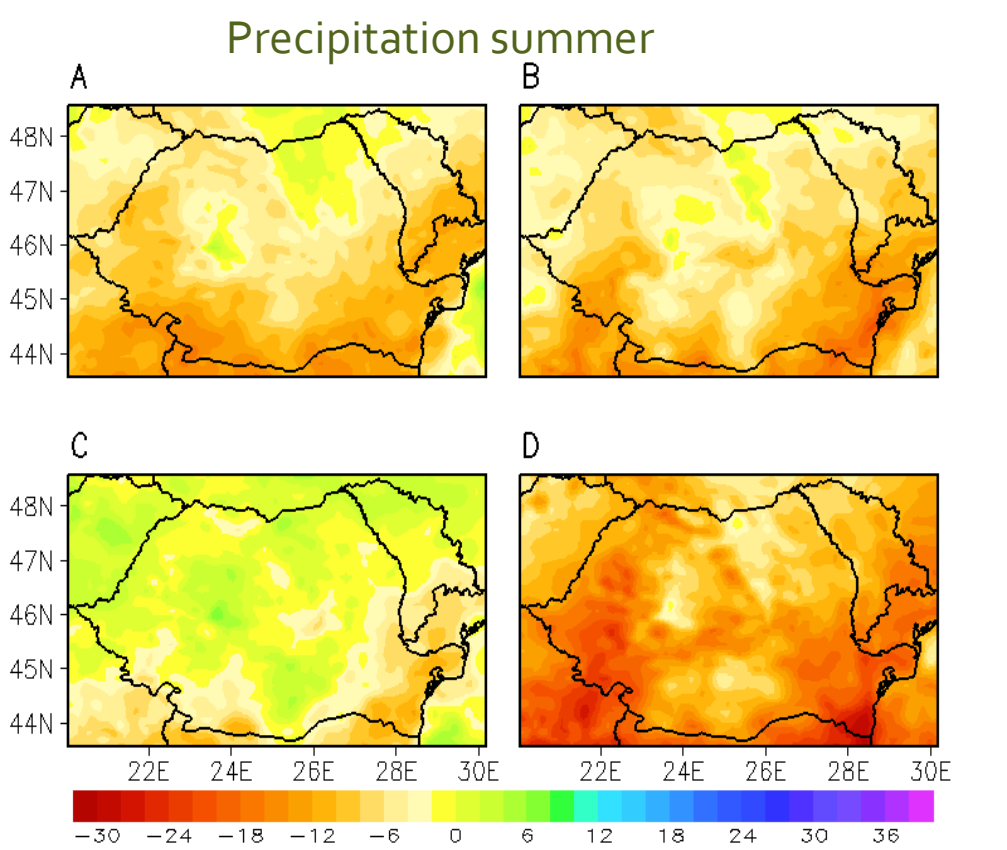


Schimbarea în valorile medii de iarnă ale temperaturii aerului (în grd. C) în condițiile scenariilor de emisie și concentrație pentru 2021- 2050 vs. 1971-2000 (stânga) și 2071- 2100 vs. 1971-2000 (dreapta), în condițiile scenariilor RCP 4.5 (sus) și RCP 8.5 (jos) (Bojariu și colab., 2021).

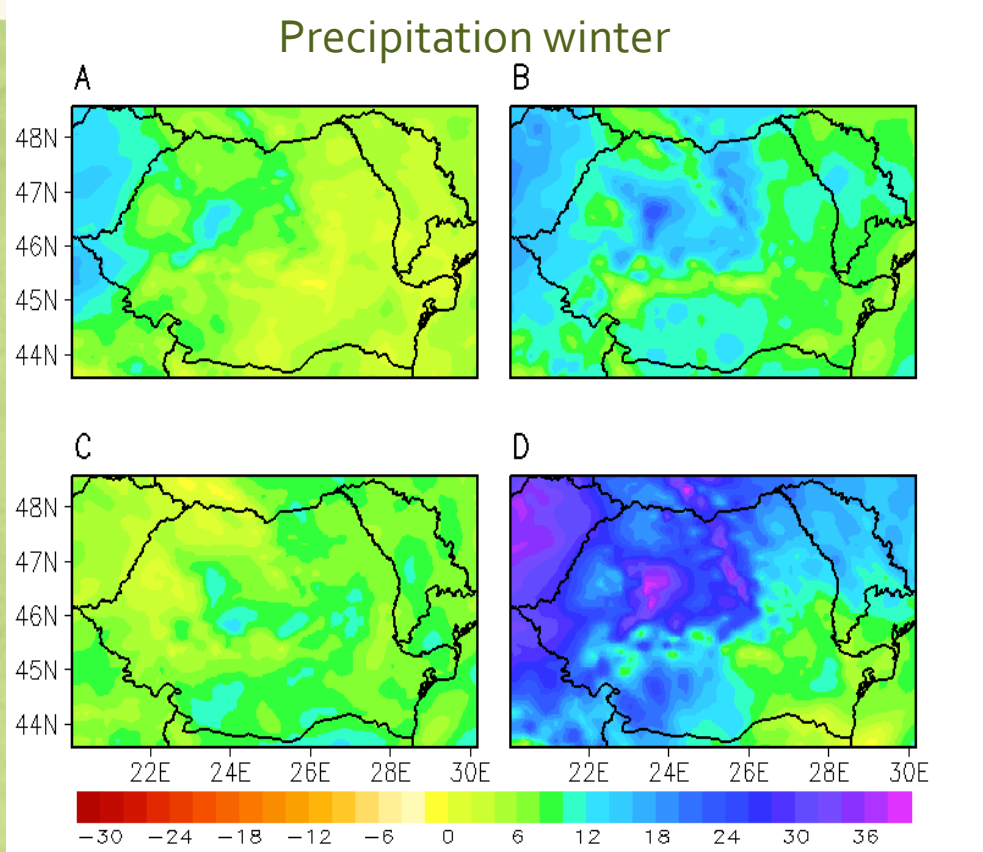
Mulțumiri lui Sorin Ionuț-Dascălu și Mădălinei Gothard pentru extragerea și prelucrarea datelor experimentelor numerice.

Scenarii pentru schimbarea climatică în România

Climate change in Romania under climate scenarios



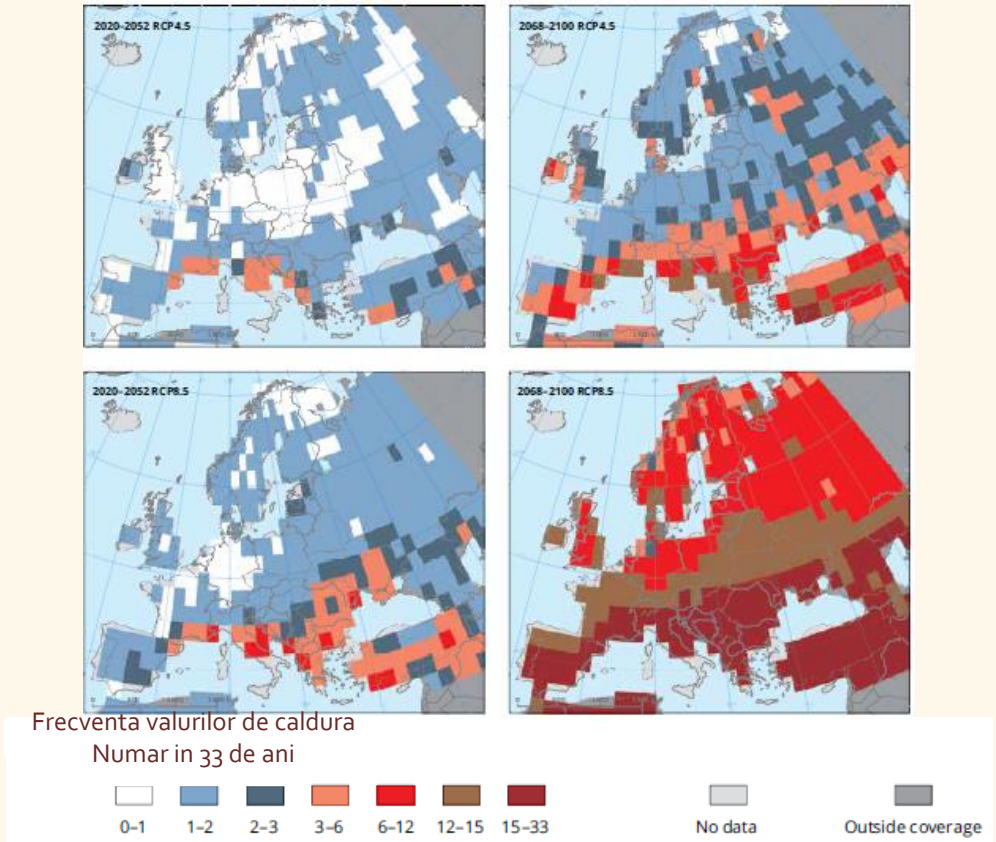
Schimbarea în valorile medii de vară ale cantității de precipitații (în %) în condițiile scenariilor de concentrație pentru 2021- 2050 vs. 1971-2000 (stânga) și 2071- 2100 vs. 1971-2000 (dreapta), RCP 4.5 (rândul de sus) și RCP 8.5 (rândul de jos) (Bojariu și colab., 2021).



Schimbarea în valorile medii de iarnă ale cantității de precipitații (în %) în condițiile scenariilor de emisie și concentrație pentru 2021- 2050 vs. 1971-2000 (rândul din stânga) și 2071- 2100 vs. 1971-2000 (rândul din dreapta), RCP 4.5 (sus) și RCP 8.5 (jos) (Bojariu și colab., 2021).

Mulțumiri lui Sorin Ionuț-Dascălu și Mădălinei Gothard pentru extragerea și prelucrarea datelor experimentelor numerice.

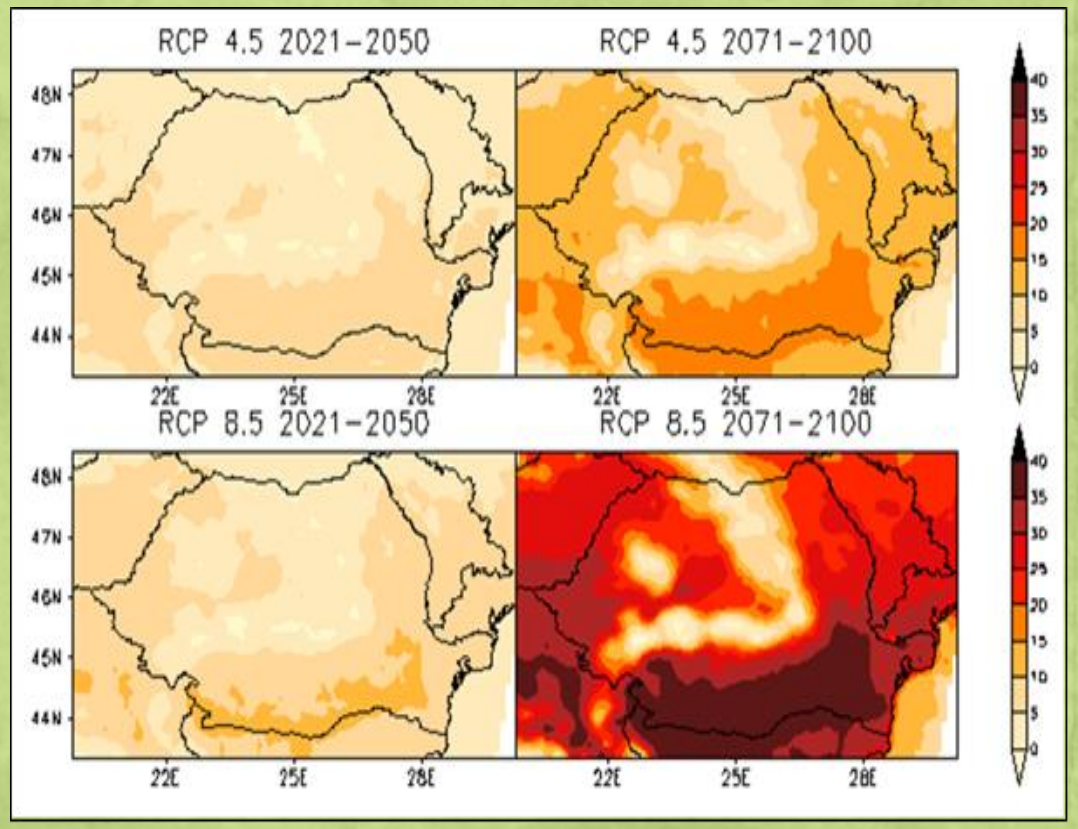
Hazarduri climatice în condițiile schimbării climatice – valurile de căldură
Climate-related hazards under climate change – heat waves



Valurile de căldură foarte extreme sunt definite ca având un HWMI peste 8. Pentru comparație, valul de căldură din Europa de Vest din 2003 a avut o medie HWMI de aproximativ 3, iar valul de căldură din Europa de Est din 2010 a avut un HWMI mediu de aproximativ 5. Hărțile superioare arată media numărul de valuri de căldură foarte extreme într-un ansamblu multi-model de GCM-uri din viitorul apropiat (2020–2052) și din a doua jumătate a secolului (2068–2100) în scenariul RCP4.5. Hărțile inferioare sunt pentru aceleași perioade de timp, dar sub RCP8.5. După EEA (2017) și Russo și colab. (2015).

Very extreme heat waves are defined as having an HWMI above 8. For comparison, the heat wave in Western Europe in 2003 had an HWMI average of about 3, and the heat wave in Eastern Europe in 2010 had an average HWMI of about 5. The upper maps show the average number of very extreme heat waves in a multi-model set of GCMs in the near future (2020–2052) and the second half of the century (2068–2100) in the RCP4.5 scenario. The lower maps are for the same time periods, but below RCP8.5. After EEA (2017) and Russo et al. (2015).

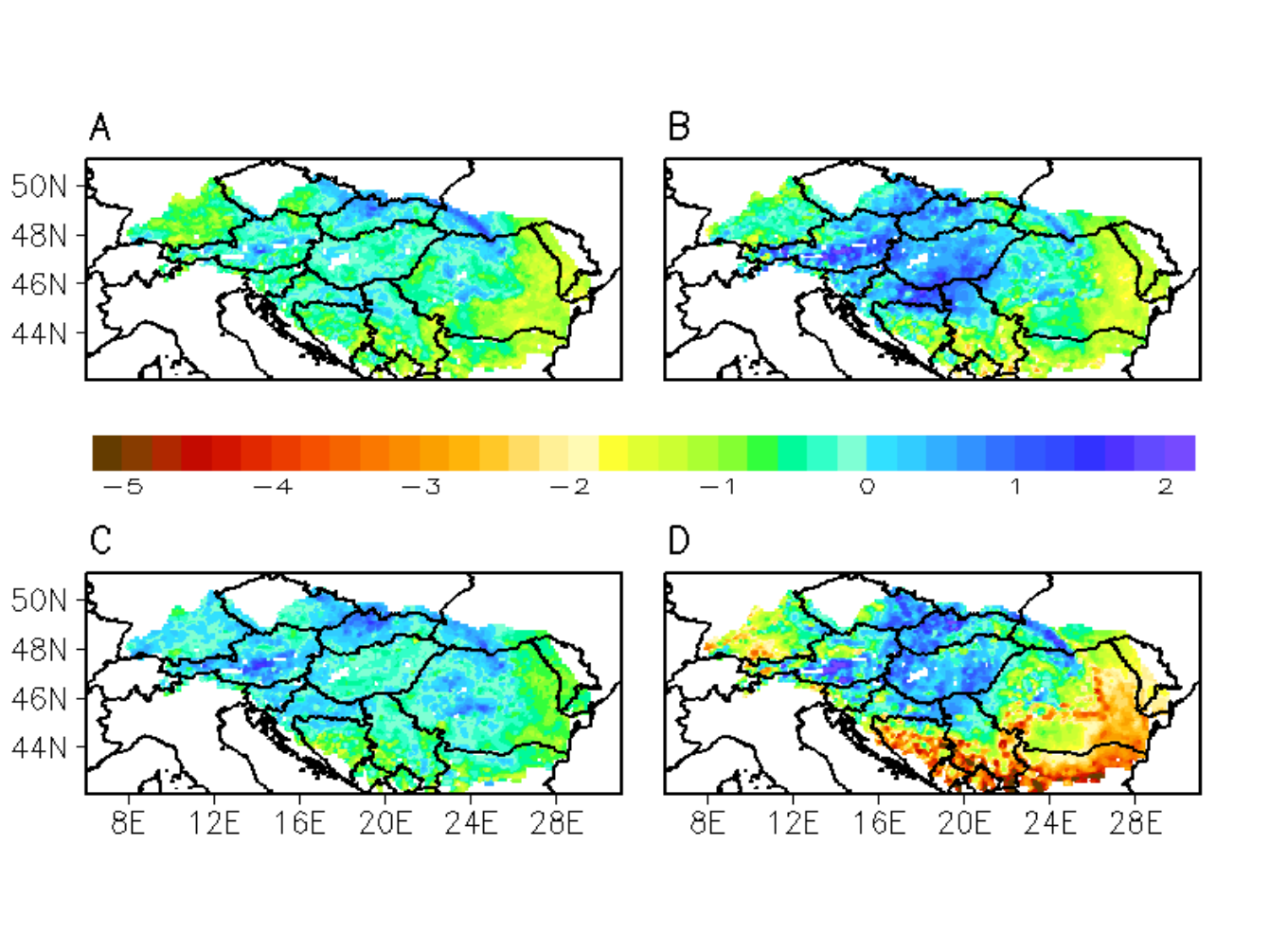
Hazarduri climatice în condițiile schimbării climei – valurile de căldură
Climate-related hazards under climate change – heat waves



Modificările sezoniere relative ale numărului de zile cu indicele de confort THI ≥80 pentru mai-septembrie în perioada 2021-2050 (coloana din stânga) și 2071-2100 (coloana din dreapta), în scenariile RCP45 (rândul superior) și RCP85 (rândul inferior) comparativ cu anul 1971-2000, pe baza simulărilor EURO-CORDEX a patru modele climatice regionale (media celor patru modele) (Velea și Bojariu, 2018).

Relative seasonal changes in the number of days with the THI comfort index ≥80 for May-September between 2021-2050 (left column) and 2071-2100 (right column), in scenarios RCP45 (top row) and RCP85 (bottom row)) compared to 1971-2000, based on EURO-CORDEX simulations of four regional climate models (average of the four models) (Velea and Bojariu, 2018).

Hazarduri climatice în condițiile schimbării climei – secetele
Climate-related hazards under climate change – droughts



Schimbarea în valorile medii ale indicelui Palmer de severitate a secetei în orizonturile de timp 2021-2050 vs. 1971-2000 (dreapta) și 20171-2100 vs. 1971-2000 (stânga) în condițiile scenariilor RCP 4.5 (sus) și RCP 8.5 (jos), pentru bazinul Dunării, calculate folosind rezultatele anasmablului de experimente numerice cu 5 modele regionale din arhiva EURO-CORDEX.

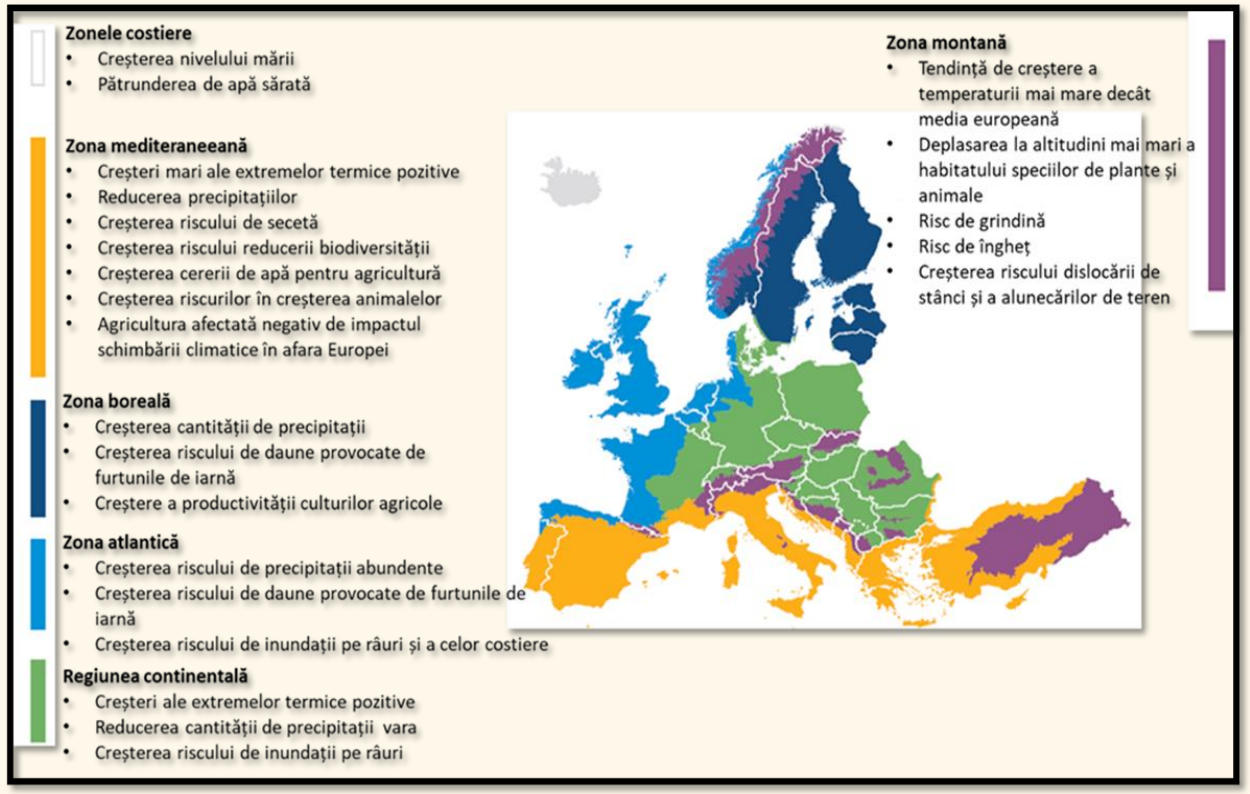
The change in the average values of the Palmer Drought Severity Index in the time horizons 2021-2050 vs. 1971-2000 (right) and 20171-2100 vs. 1971-2000 (left) under the conditions of the RCP 4.5 (top) and RCP 8.5 (bottom) scenarios, for the Danube basin, calculated using the results of the numerical experiment set with 5 regional models from the EURO-CORDEX archive.

Impacturi climatice

Climatic impacts

Principalele impacturi ale schimbării climatice asupra sectorului agricol în principalele regiuni biogeografice ale Europei. După EEA (2019)

The main impacts of climate change on the agricultural sector in the main biogeographical regions of Europe. Source: the EEA (2019).

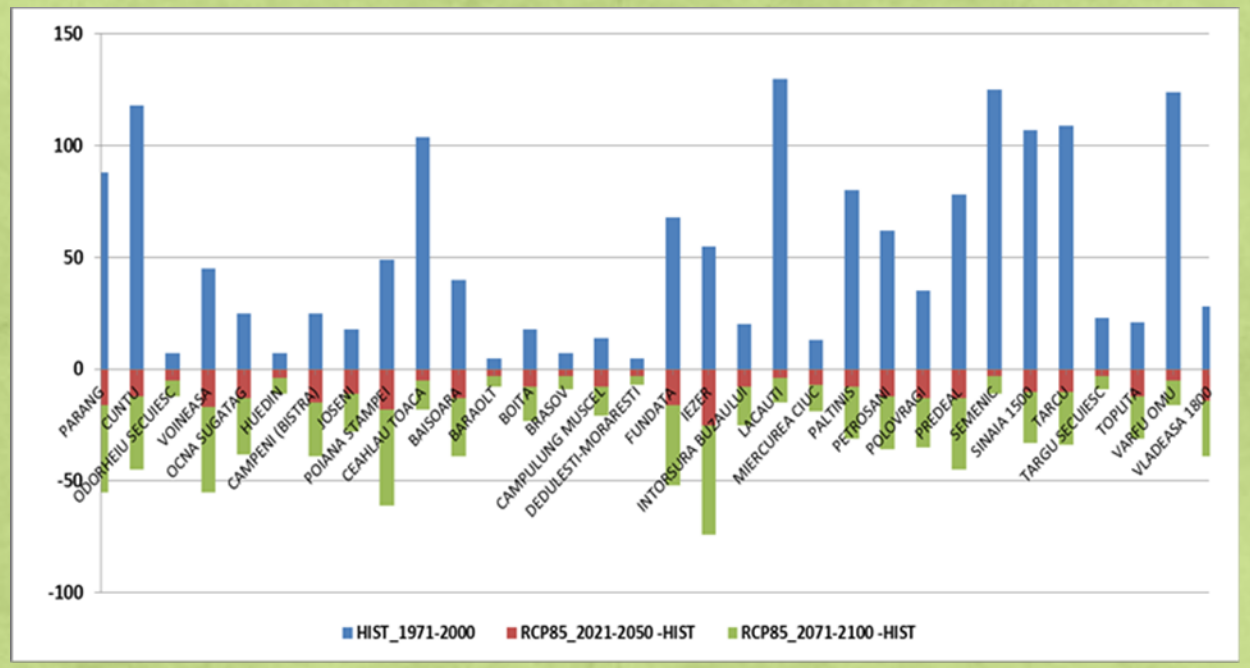


Impacturi climatice

Climatic impacts

Schimbari in numarul mediu de zile cu conditii de schi în condițiile schimbării climatice.

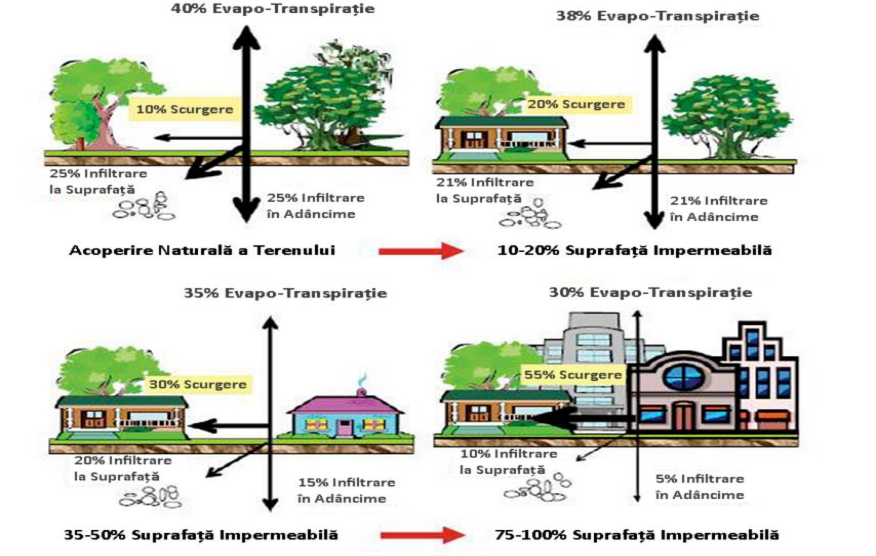
Changes in the average number of days with ski conditions under climate change.



Sursa: Bojariu si colaboratorii, 2015

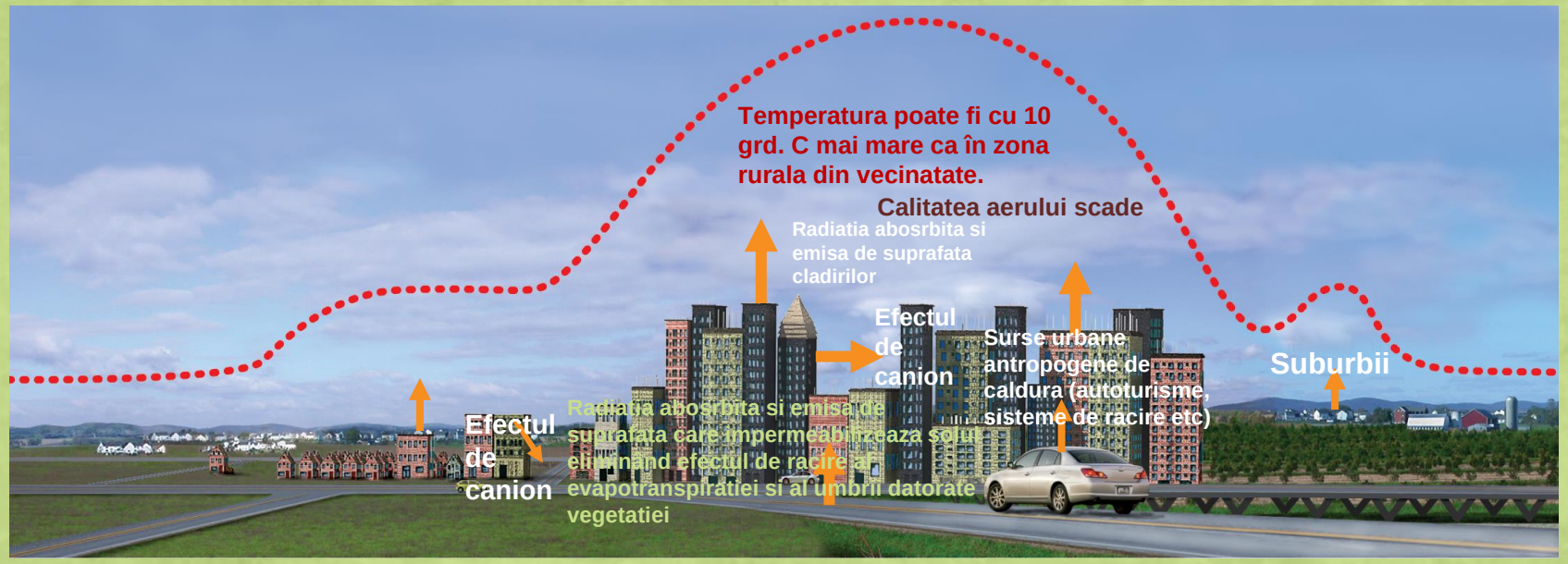
Impacturi climatice determinate de hazarduri naturale influentate de schimbarea climatica în mediul urban

Climatic impacts caused by climate-related hazards in the urban environment

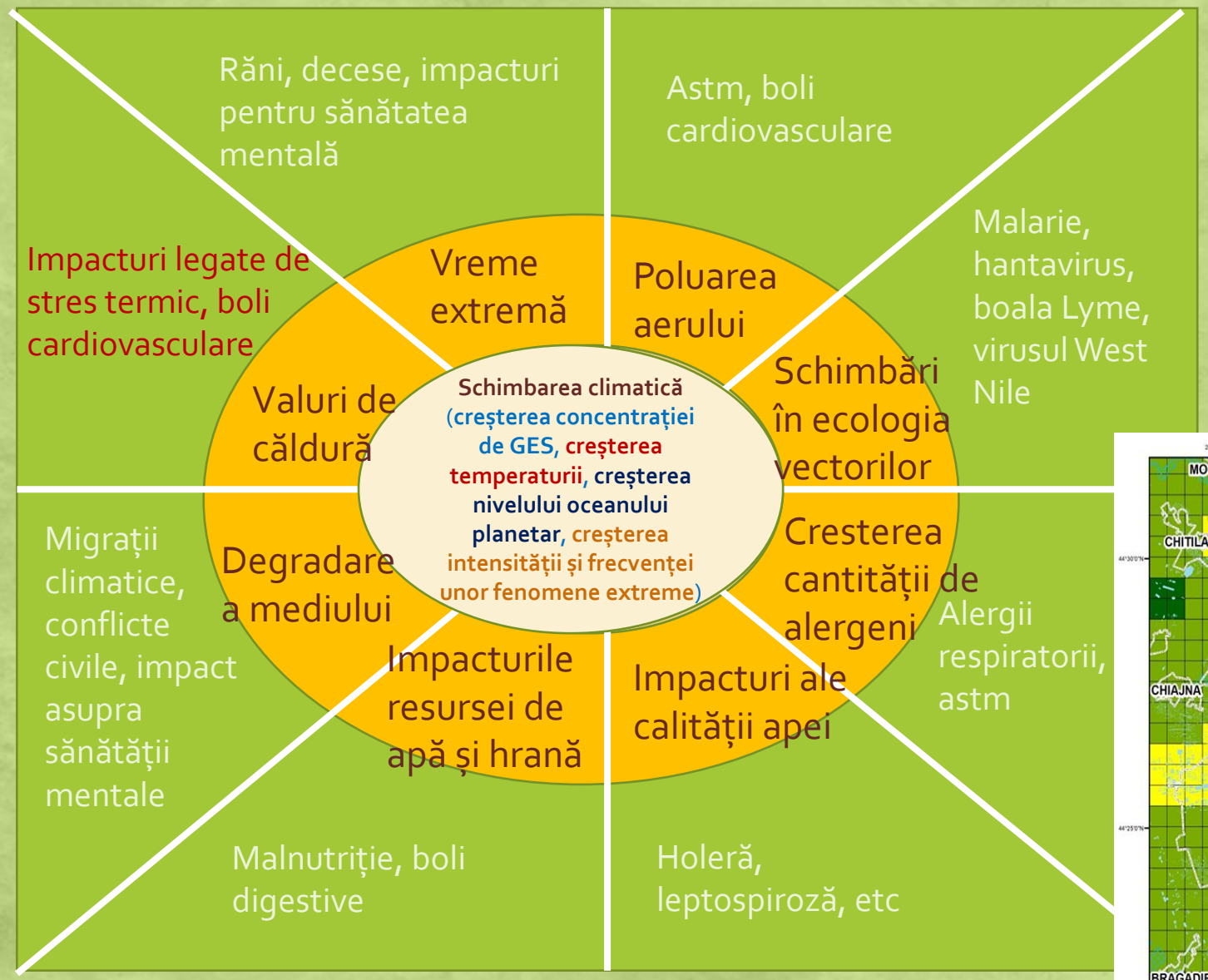


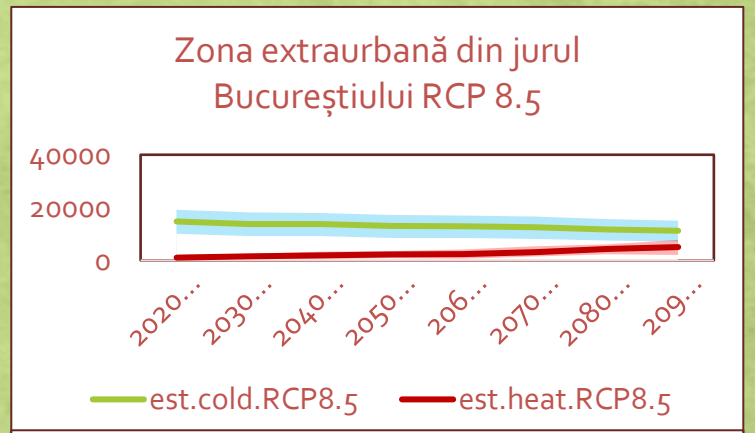
Cresterea riscurilor asociate inundatilor urbane -impactul impermeabilizarii solului asupra inundatiilor urbane amplificate de cresterea intensitatii precipitatiilor in conditiile schimbarii climatice (sursa - Comisia Europeana, 2012)

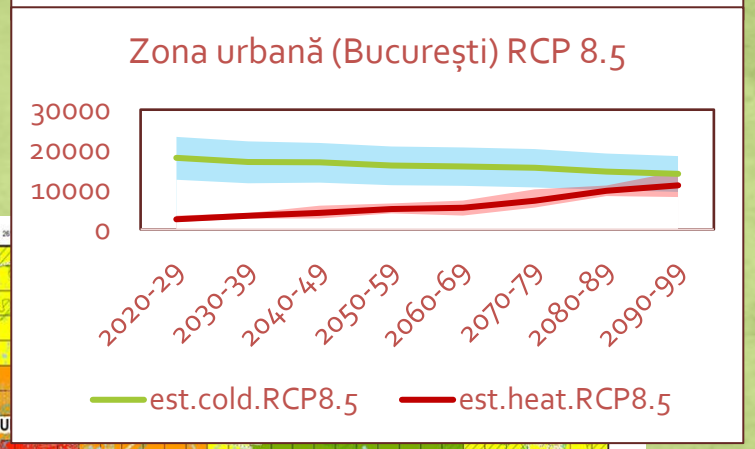
Cresterea riscurilor asociate valurilor de caldura- impactul stresului termic al insulei de caldura a orasului in conditiile cresterii temperaturii datorata schimbarii climatice

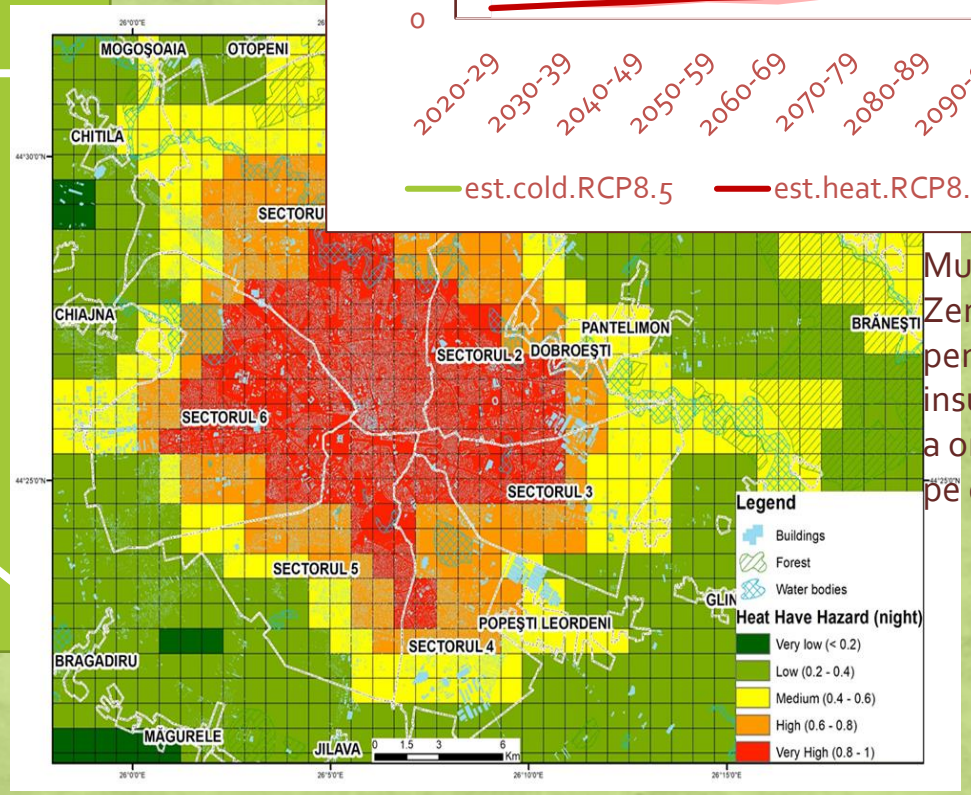


Schimbările climatice și sănătatea









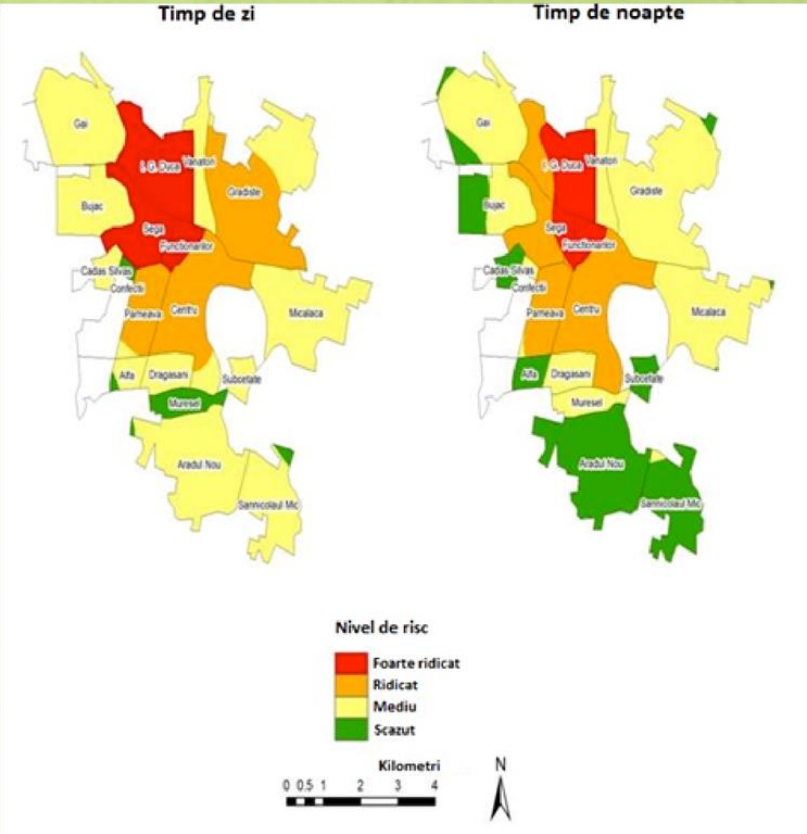
Mulțumiri dnei dr. Zenaida Chițu pentru imaginea insulei de căldură a orașului bazată pe date satelitare.

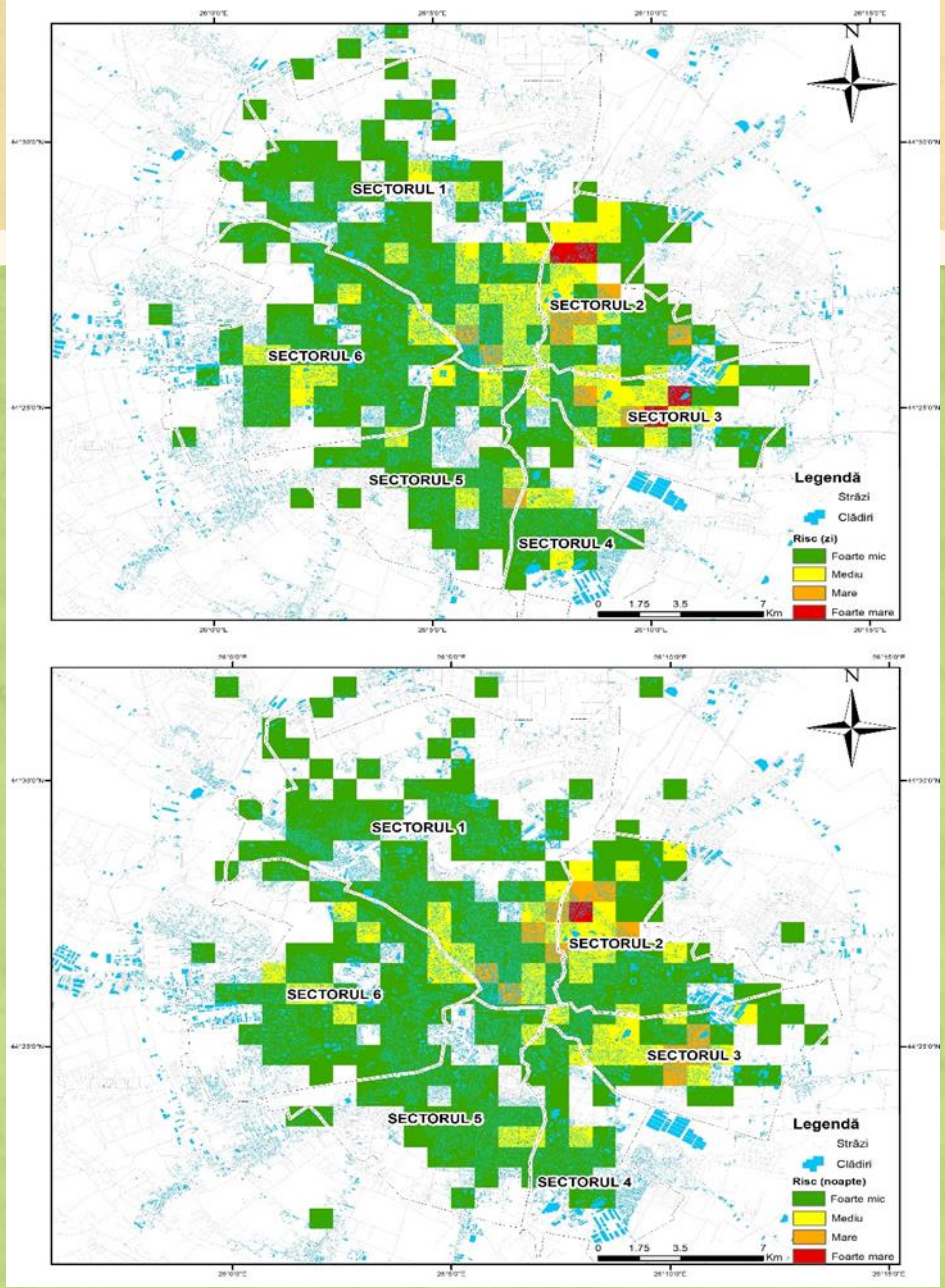
Riscuri climatice determinate de hazarduri naturale influentate de schimbarea climatica în mediul urban
- riscul la stresul termic

Climatic risks caused by climate-related hazards in the urban environment - the risk of thermal stress

Harta nivelului de risc la valurile de căldură în zona municipiului Arad. Nivelul de risc a fost definit pe baza matricei de risc cu cele două componente (hazard și impact). Cu roșu sunt ilustrate zonele cu cel mai mare risc, iar cu verde cele cu risc cel mai scăzut. După Bojariu și colab. (2015).

Risk maps for heat waves in Arad. The risk level was defined based on the risk matrix with the two components (hazard and impact). The areas with the highest risk are illustrated in red, and the ones with the lowest risk in green. After Bojariu et al. (2015).



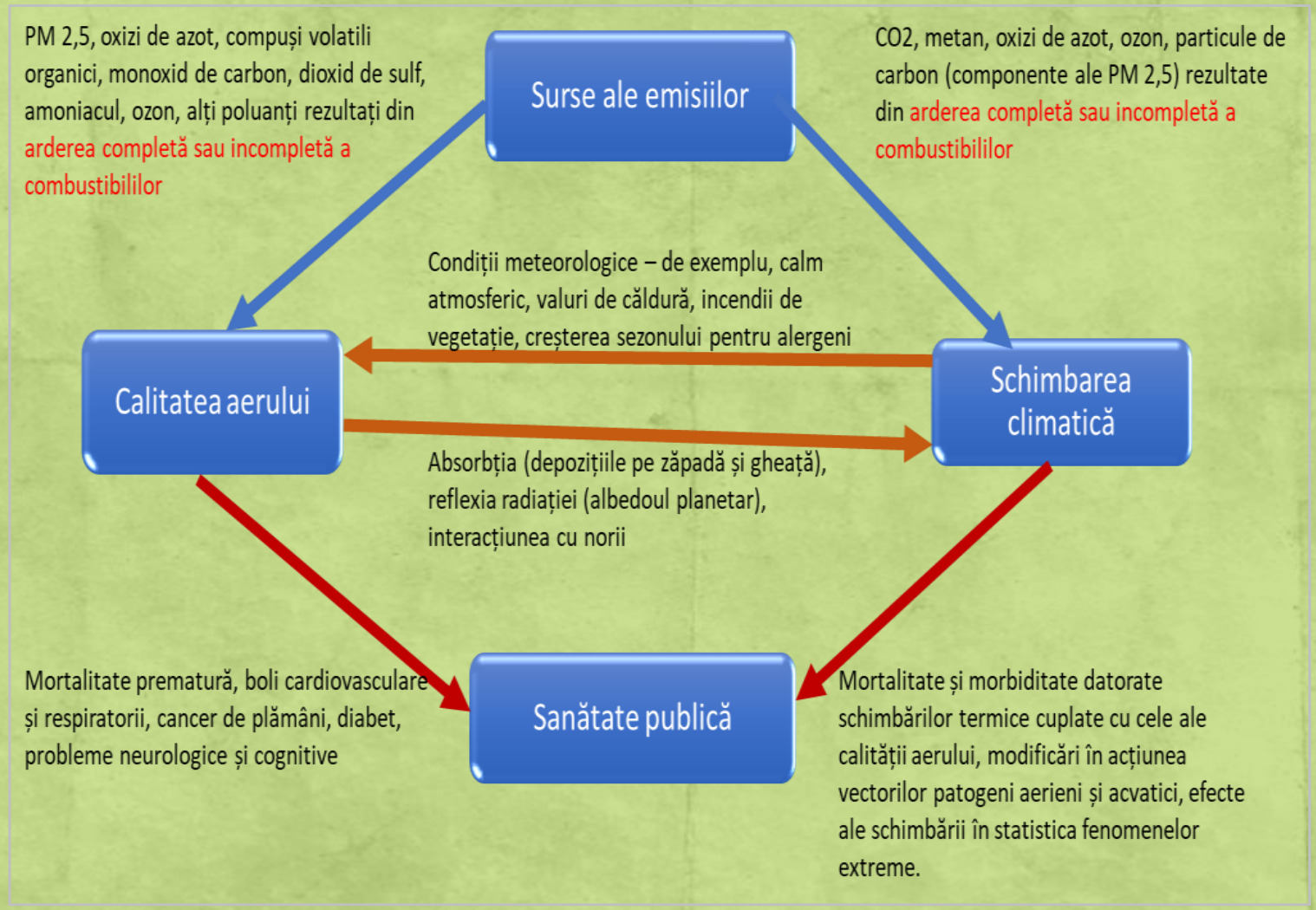


Harta nivelurilor de risc în cazul riscului de stres termic, în zona municipiului București. Nivelul de risc a fost definit pe baza matricii de risc, pentru zi (sus) și noapte (jos). Cu roșu - risc foarte mare, portocaliu - risc mare, galben - risc mediu, verde – risc foarte mic. După Bojariu și colab. (2021).

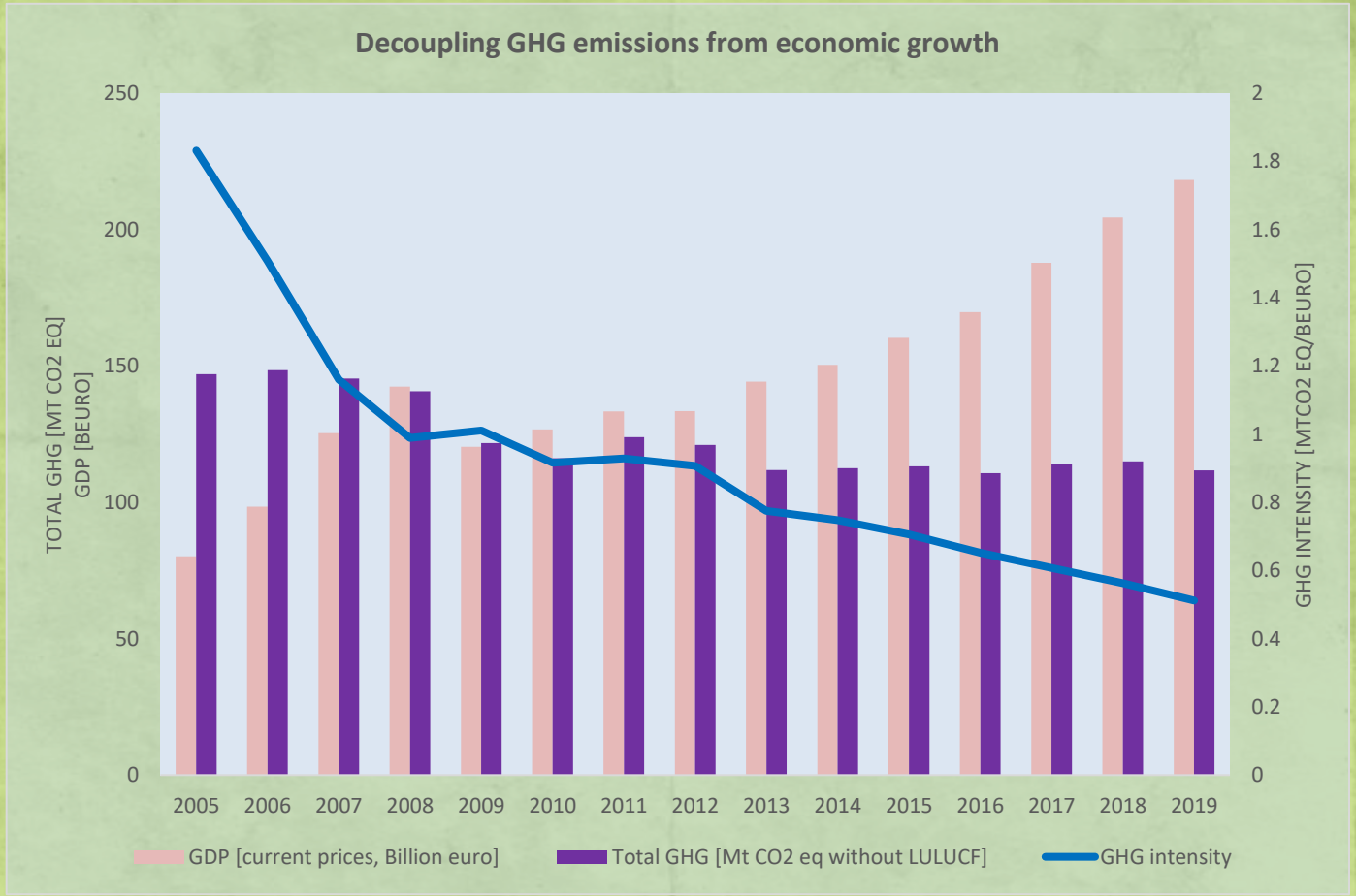
Risk maps for heat waves in Bucharest. The risk level was defined based on the risk matrix with the two components (hazard and impact). The areas with the highest risk are illustrated in red, and the ones with the lowest risk in green. After Bojariu et al. (2021).

Co-beneficii ale reducerii emisiilor gazelor cu efect de seră asupra sănătății publice

Co-benefits of reducing greenhouse gas emissions on public health



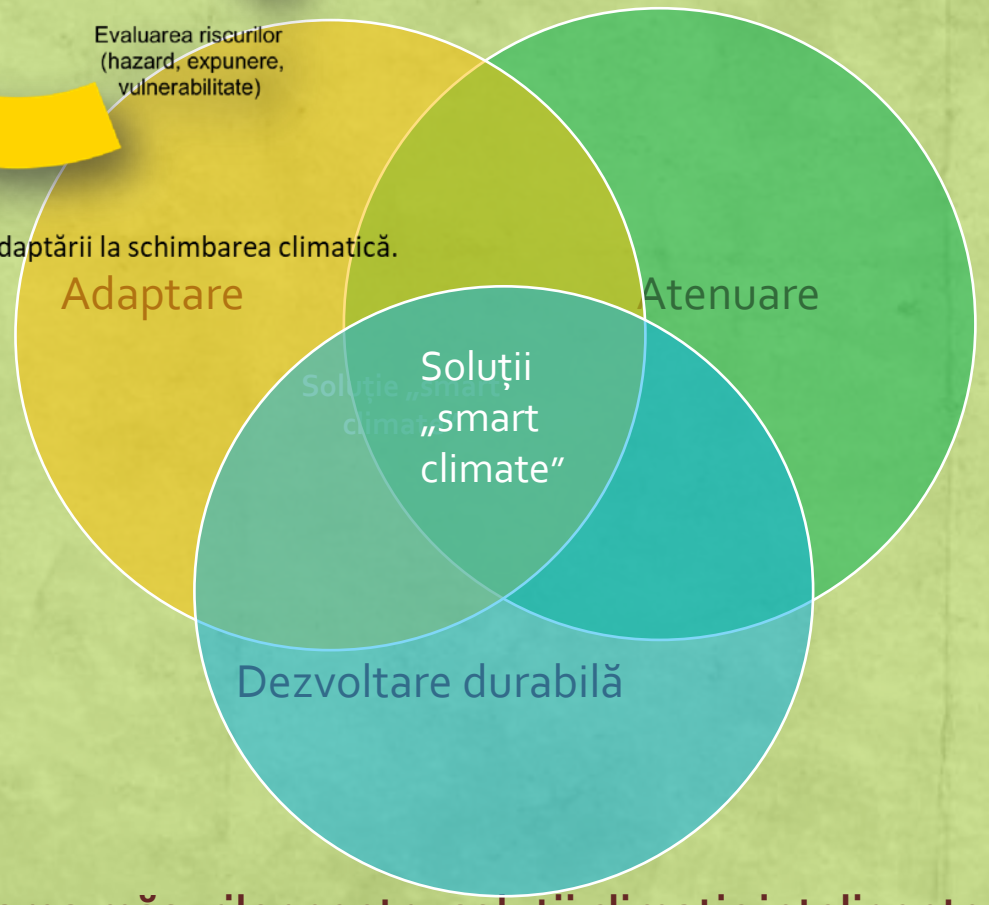
Decuplarea creșterii economice de emisiile gazelor cu efect de seră/Decoupling GHG emissions from economic grouth



Source: Romanian Ministry of Environment, Water and Forests/Multilateral Assessment at the UNFCCC (COP26)

Acțiuni climatic inteligente („smart climate”)

Reprezentarea ciclului adaptării la schimbarea climatică.



Integrarea măsurilor pentru soluții climatic inteligente

Proiectele inteligente climatic sunt cele ce aduc simultan beneficii pentru adaptare, atenuare, mediu și economie.

Climate smart projects are the ones that simultaneously bring benefits for adaptation, mitigation, environment and economy.

Deciziile informate științific - rolul științei și tehnologiei în tranziția verde

Scientifically informed decisions - the role of science and technology in the green transition

Incertitudini

Mai multă încredere în știință

1988 Înființarea IPCC

1990 Primul raport IPCC

1992 → RIO

1995 Al doilea Raport IPCC

1997 → Kyoto

2001 Al treilea Raport IPCC

2005 → Kyoto în acțiune

2007 Al patrulea Raport IPCC

2013 Al cincilea Raport IPCC

2015 Tratatul de la Paris → PARIS COP21

2016 → Tratatul de la Paris în acțiune

2018 Raportul Special al IPCC privind încălzirea cu 1.5 grd.C

Katowice operaționalizarea tratatului de la Paris → COP 24

2019 Rapoartele Speciale ale IPCC privind oceanele și criosfera și solul → COP 25

Madrid – Conferința albastră

2021 Glasgow – Creșterea ambiției → COP 26

Concluzii
Conclusions

- Evolutia speciei Homo Sapiens a fost este si va fi influentata de schimbari climatice.
- Trebuie să trăim și să luăm decizii cu privire la viitor pe fondul unui anumit nivel de incertitudine.
- Noi și societatea umană trebuie salvate, nu Terra.
- Comunicarea și colaborarea sunt factori esențiali pentru ca oamenii să facă față tutoror provocărilor, inclusiv celei legate de criza climatică.
- Din punctul de vedere al Terrei, "Humans happen".
- The evolution of Homo Sapiens has been and will be influenced by climate change.
- We have to live and make decisions about the future under a certain level of uncertainty.
- Human society must be saved, not the Earth.
- Communication and collaboration are essensial adaptive assets of humans to face all challenges including climate crisis.

Referințe bibliografice

1. Bojariu R, Chitu Z., Dascălu SI, Gothard M, Velea L, Burcea R, Dumitrescu A, Burcea S, Apostol L., Amihaesei V., Marin L, Crăciunescu VS, Irimescu A, Mătreata M, Niţă A., Bîrsan MV (2021): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare, editie revăzută si adăugită, Editura Printech, București, 222 p, ISBN: 978-606-23-1275-6. https://www.researchgate.net/publication/354404803_Schimbarile_climatice_-de_la_bazele_fizice_la_riscuri_si_adaptare_Editie_revazuta_si_adaugita

2. Bojariu R, Bîrsan MV, Cică R, Velea L, Burcea S, Dumitrescu A, Dascălu SI, Gothard M, Dobrinescu A, Cărbunaru F, Marin L, 2015: Schimbările climatice – de la bazele ficice la impact și adaptare Editura Printech, București, 200 p, ISBN: 978606-23-0363-1, DOI: 10.13140/RG.2.1.1341.0729 https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1341.0729

3. EEA, 2019, Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, EEA Report No 04/2019, European Environment Agency https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture

4. EEA, 2017b, Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 - An indicator-based report, EEA Report No 1/2017, European Environment Agency https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016

5. IPCC, 2013, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.

6. Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M.,Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut,L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C.,Keuler, K., Kovats, S. et al., 2014, EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research, Regional Environmental Change 14(2), 563–578 (https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2).

7. Massey, E., et al., 2014, Climate policy innovation: The adoption and diffusion of adaptation policies across Europe, Global Environmental Change 29, pp. 434-443.

8. Russo, S., Sillmann, J. and Fischer, E. M., 2015, Top ten European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades, Environmental Research Letters 10(12), 124003 (https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124003).

9. Stenek, Vladimir; Amado, Jean Christophe; Connell, Richenda. 2011. Climate Risk and Financial Institutions : Challenges and Opportunities. International Finance Corporation, Washington, D.C.. © International Finance Corporation. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27888