



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ**

BG05M2OP001-1.001-0003
„ЦЕНТЪР ЗА ВЪРХОВИ ПОСТИЖЕНИЯ ПО ИНФОРМАТИКА
И
ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ“

2018 - 2023

ПАРТНЬОР: НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО ГЕОФИЗИКА, ГЕОДЕЗИЯ
И ГЕОГРАФИЯ - БАН
чл.-кор. Костадин Ганев



ЦЕНТЪР ЗА ВЪРХОВИ ПОСТИЖЕНИЯ ПО
ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННИ И
КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ



Верификация на NEX-GDDP мултимоделен ансамбъл – екстремни температури и валеж в настоящия климат на Югоизточна Европа

Христо Червенков

¹Национален институт по метеорология и хидрология, “Цариградско шосе” 66,
1784 София, България

²Национален институт по геофизика, геодезия и география - БАН, “акад. Г.
Бончев”, бл. 3, 1113 София, България





1. Увод (1 от 2)

Днес съществува световен научен консенсус около становището, че числените модели за миналото, настоящето и бъдещето на общата атмосферна циркулация (ОАЦ), както и двупосочното взаимодействие на атмосферата с другите геофизични среди (хидро- и литосфера, ледената обвивка – криосферата) са най-съдържателният от физикоматематическа гледна точка и затова методологически най-издържан подход на описание.

В климатологията числените модели се разделят най-общо на глобални (General Circulation Models – GCM, ГЦМ) и на регионални (Regional Climate Models – RCM, РКМ), според областта върху която се решават (интегрират) уравненията на термо-хидродинамиката.

Климатичният сценарий представлява правдоподобно (макар и опростено) представяне на бъдещия климат, изготвено чрез отчитане на всевъзможните аспекти на антропогенното въздействие и естествената климатична изменчивост поради други фактори (светимост на Слънцето, респективно слънчева константа, орбитални характеристики и пр.). Климатичният сценарий (КС) не бива да се разглежда като климатична прогноза или някакъв аналог на метеорологичната прогноза най-малко по две причини:

- Оценката на антропогенното въздействие се основава на проекция в бъдещето на глобални социо-икономически характеристики като ръст на населението, макроикономика и енергетика, земеползване и пр. които имат по-скоро схематичен характер.
- КС не отчита трудно прогнозируеми, но с потенциал за огромно въздействие фактори (класическият пример е изригване на вулкан и последваща глобална зима).





1. Увод (2 от 2)

В климатологията понастоящем съществува съгласие относно становището, че многомоделните ансамбли са методологически оправдан инструмент за анализ на очакваните климатични изменения и най-вече на оценка на несигурността на този анализ. В много теоретични разработки се разглеждат различни начини за конструиране на ансамбли, но преобладаващото мнение е, че ансамбловата оценка е по-надеждна от тази направена на основата на единичен модел. Средната многомоделна стойност и особено многомоделната медиана са най-често употребяваните количествени индикативни характеристики. Ето защо ние конструирахме ансамбъл от наличните в NEX-GDDP **21 (двадесет и един)** ГЦМ и следващите оценки се основават на многомоделната медиана.





2. Тестови и референтен набор данни (1 от 2)

Основната цел на представеното изследване е верификация на NEX-GDDP мултимоделен ансамбъл за екстремните (минимална и максимална) температури и (24-ч.) валеж в настоящия климат на Югоизточна Европа.

Тестовият масив е Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP, <https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp>) на аерокосмическата агенция на САЩ (NASA). Той се състои от статистически телескопизирани климатични сценарии, получени от моделните пресмятания с двадесет и един ГЦМ от CMIP5 при **RCP4.5** и **RCP8.5**. Пространствената резолюция на глобалната мрежа е $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ (приблизително 25 km $\times$ 25 km в умерените ширини). Информационният масив покрива периода 1950–2005 (исторически или ретроспективно интегриране) и 2006–2100 (по сценариите). Масивът включва данни за минималната и максималната температура и количеството валеж на денонощна база. Тези параметри са подбрани целенасочено – в съвременната климатология те се считат за съществени климатични променливи (ECV - Essential climate variables). Приложената в алгоритъма на изчисление на масива процедура по статистическа телескопизация е специално разработена за обработка на данни от ГЦМ.

В качеството на референтен набор данни е използвана сравнително новата (v21.0) версия на масива-обективен анализ на ключови за климатологията променливи (англ.: ECV, Essential Climate Variables) E-OBS на European Climate Assessment & Dataset project (<https://www.ecad.eu>). Масивът е свободностъпен, в стандартизиран метеорологичен файлов формат, дава широки възможности за количествен анализ и, респективно, и се ползва с висок престиж в експертната общност за множество приложения (основното е верификация на EURO-CORDEX РЦМ).





ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

Национален институт по геофизика, геодезия и география (НИГГГ)-БАН



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

2. Тестови и референтен набор данни (2 от 2)

► Списък на 21-те ГЦМ на
NEX-GDDP

Model name	Country	Latitude resolution (degree)	Longitude resolution (degree)	Description	Institution/Agency
ACCESS1.0	Australia	1.25	1.875	Australian Community Climate and Earth System Simulator, version 1.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) and Bureau of Meteorology (BoM)
BNU-ESM	China	2.8	2.8	Beijing Normal University Earth System Model	College of Global Change and Earth System Science and Beijing Normal University
CCSM4	United States	0.94	1.25	Community Climate System Model (CCSM), version 4	University Corporation for Atmospheric Research
CESM1-BGC	United States	0.94	1.25	Community Earth System Model, version 1-Biogeochemistry	National Science Foundation, Department of Energy, National Centre for Atmospheric Research
CNRM-CM5	France	1.4	1.4	Centre National de Recherches Météorologiques Coupled Global Climate Model, version 5	Centre National de Recherches Météorologiques / Centre Européen de Recherche et Formation Avancées en Calcul Scientifique
CSIRO-Mk3.6.0	Australia	1.8	1.8	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Mark 3.6.0	Queensland Climate Change Centre of Excellence and the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
CanESM2	Canada	2.8	2.8	Second generation Canadian Earth System Model	Canadian Center for Climate Modelling and Analysis
GFDL-CM3	United States	2.0	2.5	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory: Climate Model version 3	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
GFDL-ESM2G	United States	2.0	2.5	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Earth System Model with (GOLD) component	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
GFDL-ESM2M	United States	2.0	2.5	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Earth System Model with Modular Ocean Model (MOM), version 4 component	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
IPSL-CM5A-1R	France	1.8	3.75	LIstitut Pierre-Simon Laplace Coupled Model, version 5A, low resolution	LIstitut Pierre-Simon Laplace
IPSL-CM5A-MR	France	1.25	2.5	LIstitut Pierre-Simon Laplace Coupled Model, version 5A, mid resolution	LIstitut Pierre-Simon Laplace
MIROC-ESM	Japan	2.8	2.8	Model for Interdisciplinary Research on Climate, Earth System Model	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies
MIROC-ESM-CHEM	Japan	2.8	2.8	Model for Interdisciplinary Research on Climate, Earth System Model, Chemistry Coupled	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies
MIROC5	Japan	1.4	1.4	Model for Interdisciplinary Research on Climate, version 5	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies
MPI-ESM-LR	Germany	1.9	1.9	Max Planck Institute Earth System Model, low resolution	Max Planck Institute for Meteorology
MPI-ESM-MR	Germany	1.9	1.9	Max Planck Institute Earth System Model, medium resolution	Max Planck Institute for Meteorology
MRI-CGCM3	Japan	1.1	1.1	Meteorological Research Institute Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Model, version 3	Meteorological Research Institute
NorESM1-M	Norway	1.9	2.5	Norwegian Earth System Model	Norwegian Climate Centre
BCC-CSM1.1	China	2.8	2.8	Beijing Climate Center, Climate System Model, version 1.1	Beijing Climate Centre
INM-CM4	Russia	1.5	2.0	Institute of Numerical Mathematics Coupled Model, version 4	Russian Institute of Numerical Mathematics

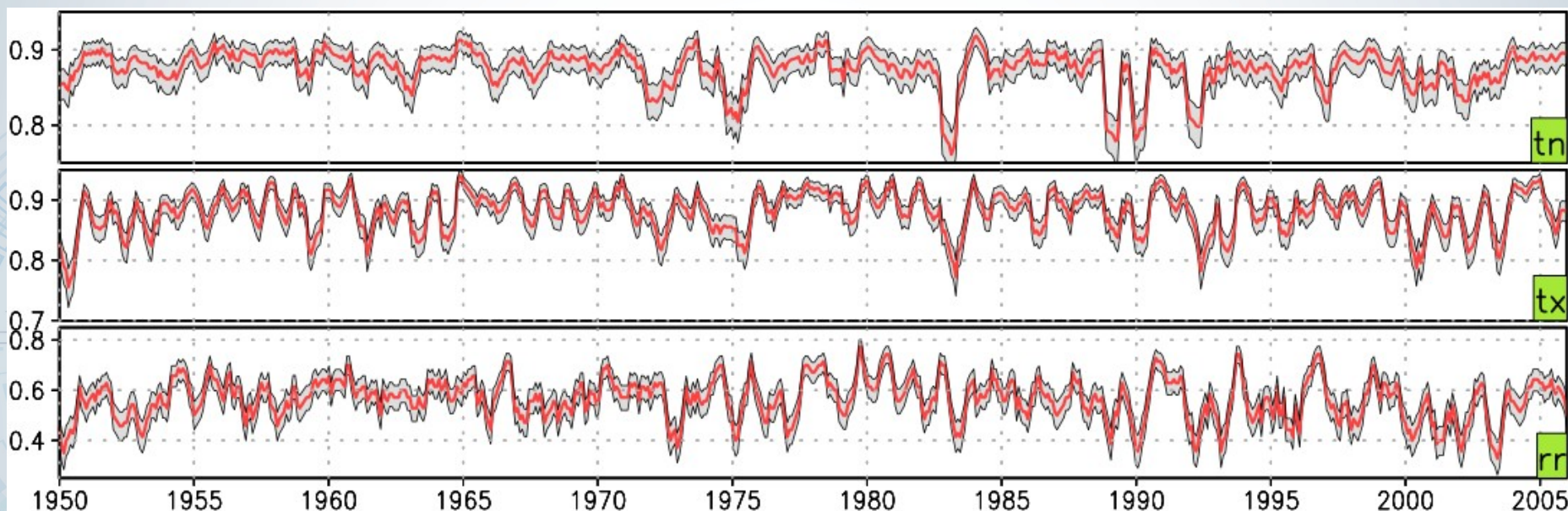
Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

26.11.21

Проект BG05M2
технологии“, финансиран



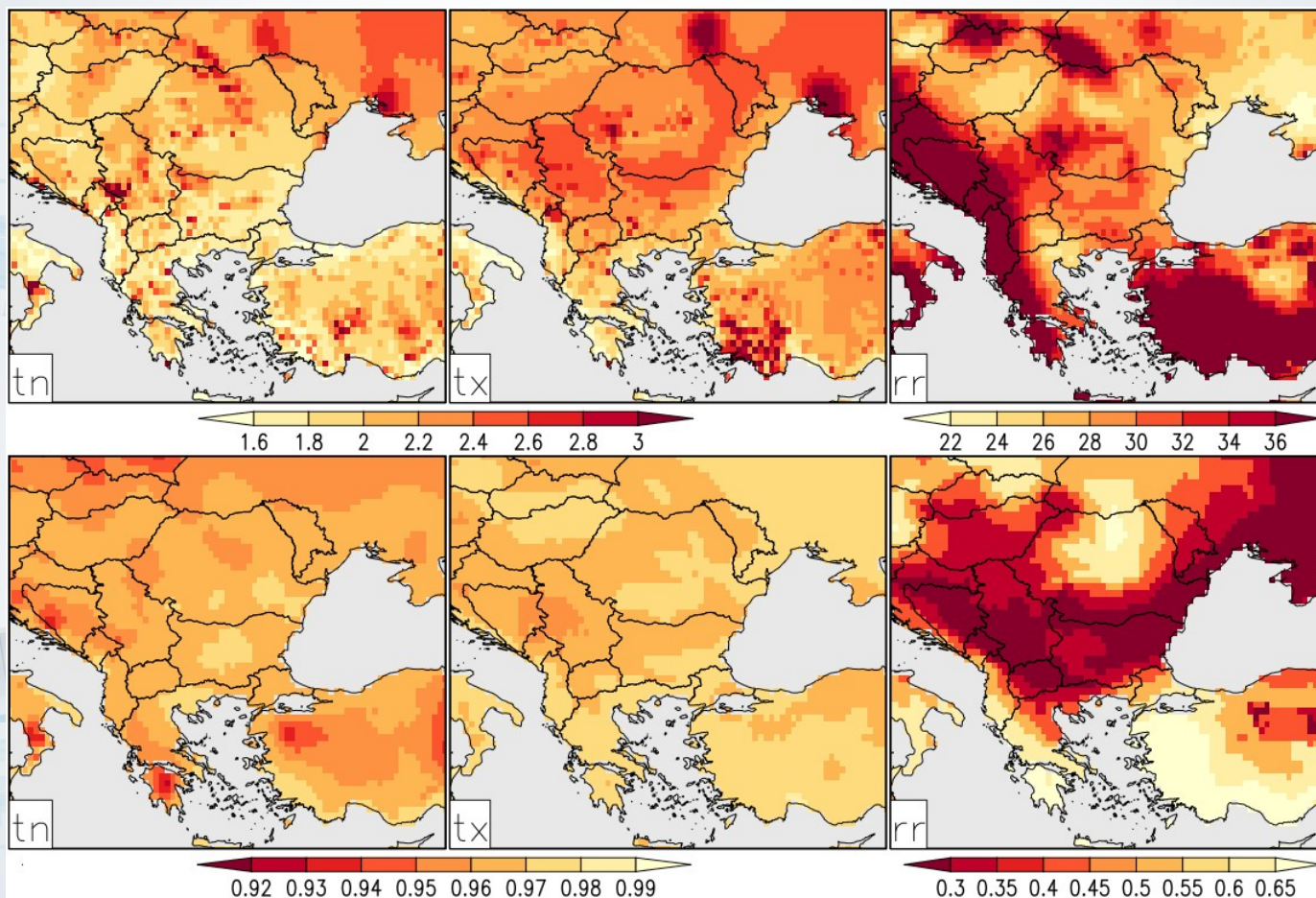
3. Пресмятания и резултати (1 от 6)



Корелация между средномесечните стойности на минималната и максималната температура, както и на 24-ч. сума на валежа, означени съответно *tn*, *tx* и *rr* от E-OBS и NEX-GDDP. Червената линия показва центрираното пълзящо 7-месечно средно, а сивата зона – 95% доверителен интервал на корелацията.



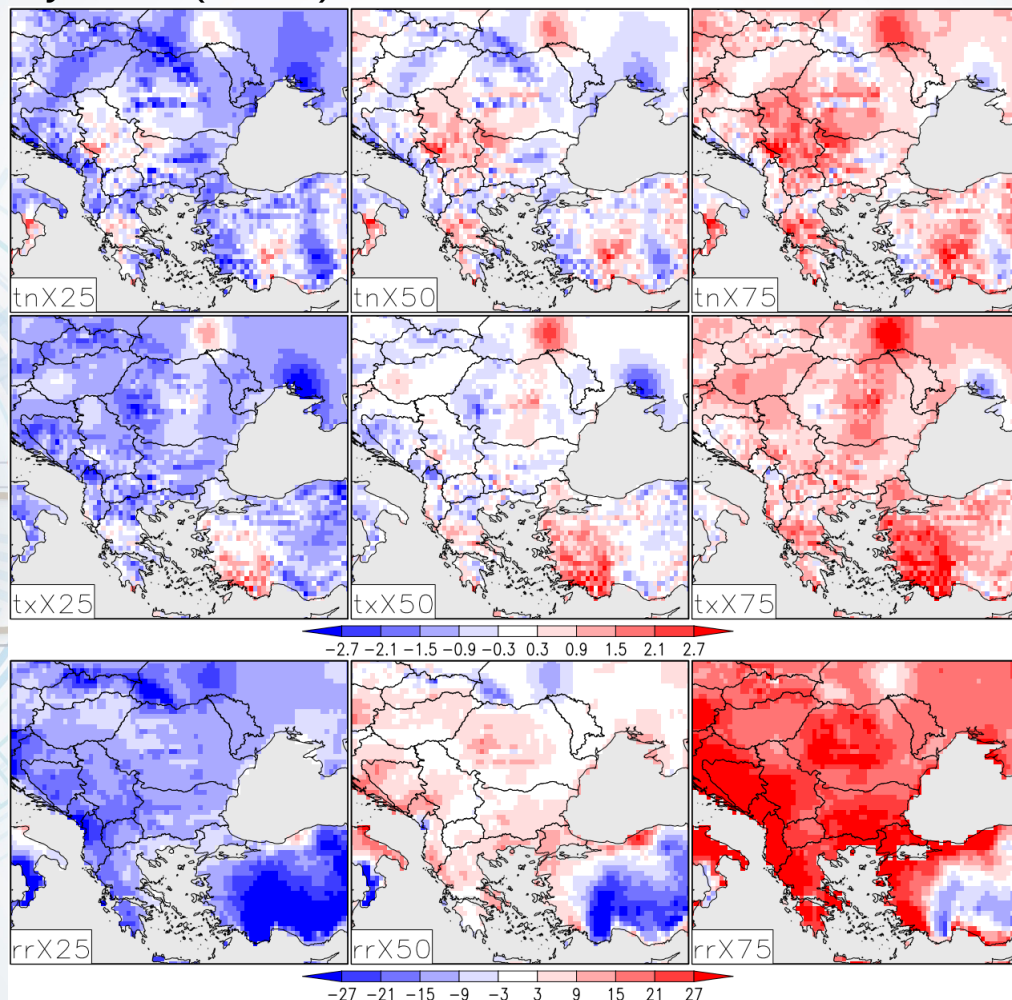
3. Пресмятания и резултати (2 от 6)



Пространствено разпределение на средноквадратичната грешка и корелацията на първия и втория ред съответно. Единиците на средноквадратичната грешка за екстремните температури са °C, а за количеството валеж – мм.



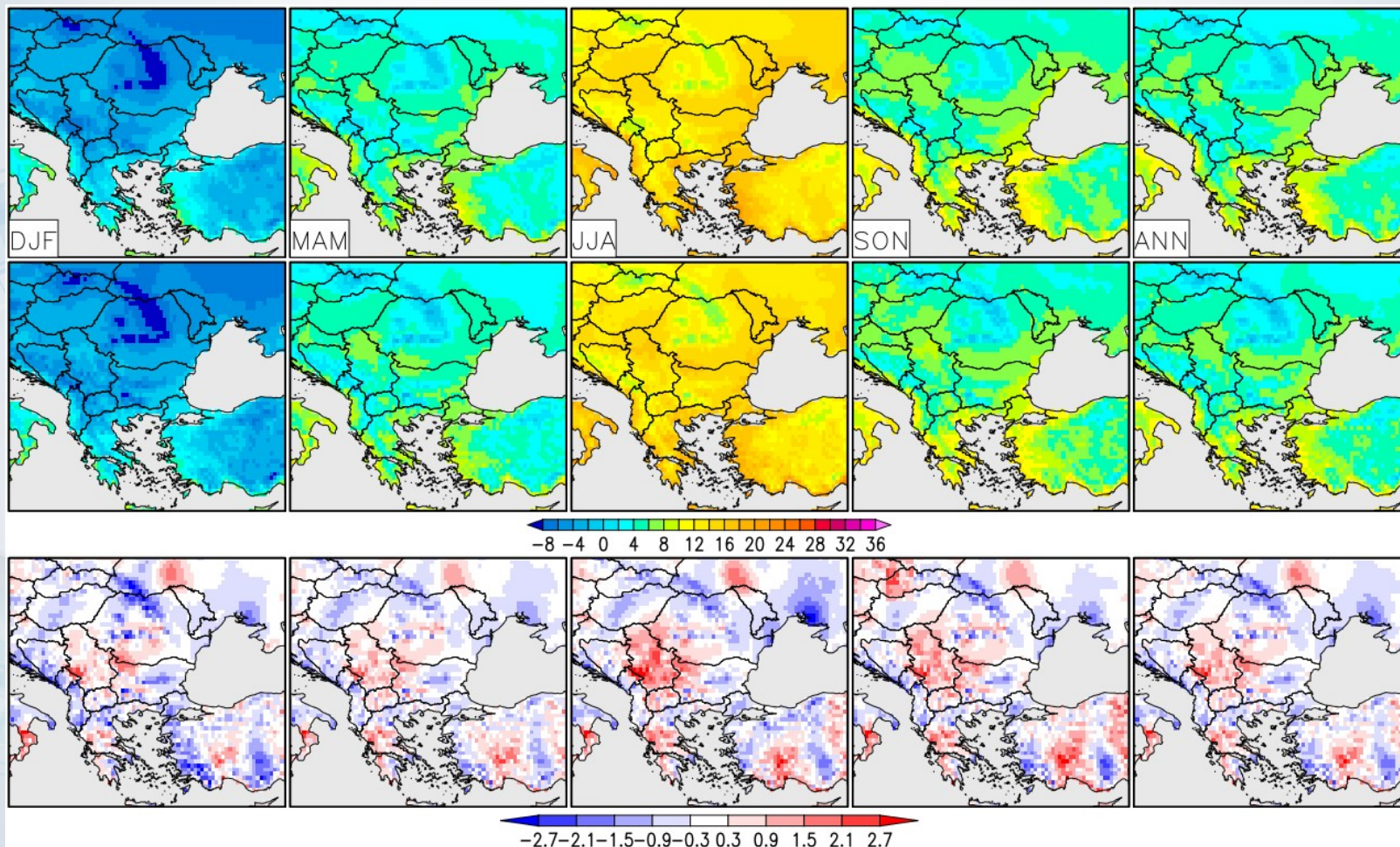
3. Пресмятания и резултати (3 от 6)



Абсолютно отклонение на многомоделния долен квантил (X25), медиана (X50) и горен квантил (X75) от референтните данни.
Единиците за екстремните температури са $^{\circ}\text{C}$, а за количеството валеж – мм.



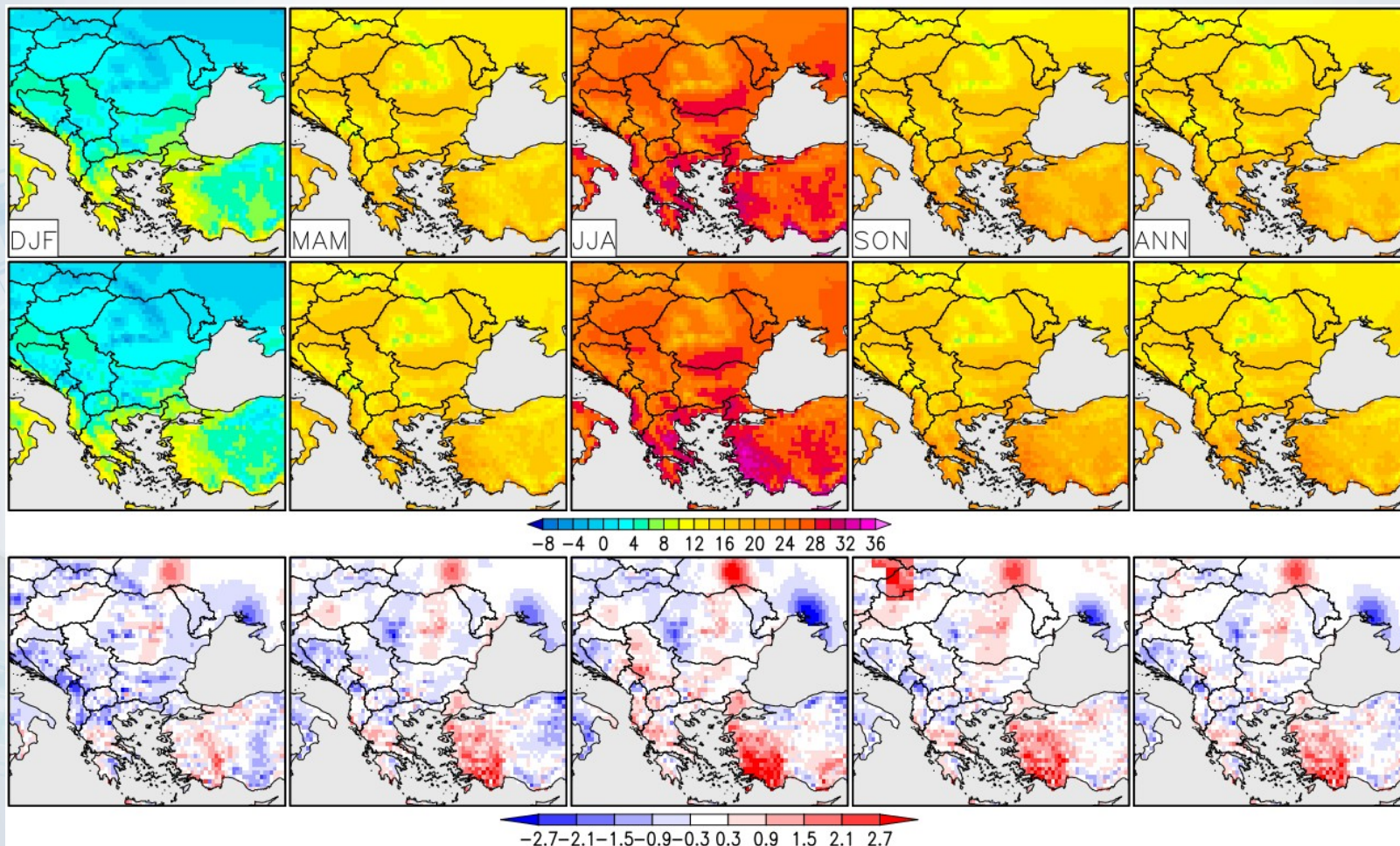
3. Пресмятания и резултати (4 от 6)



Многогодишни средносезонни и средногодишни стойности на минималната температура от E-OBS (първи ред), ансамбловата медiana на NEX-GDDP (втори ред) и абсолютната разлика (моделни-референтни стойности). Единиците са °C.



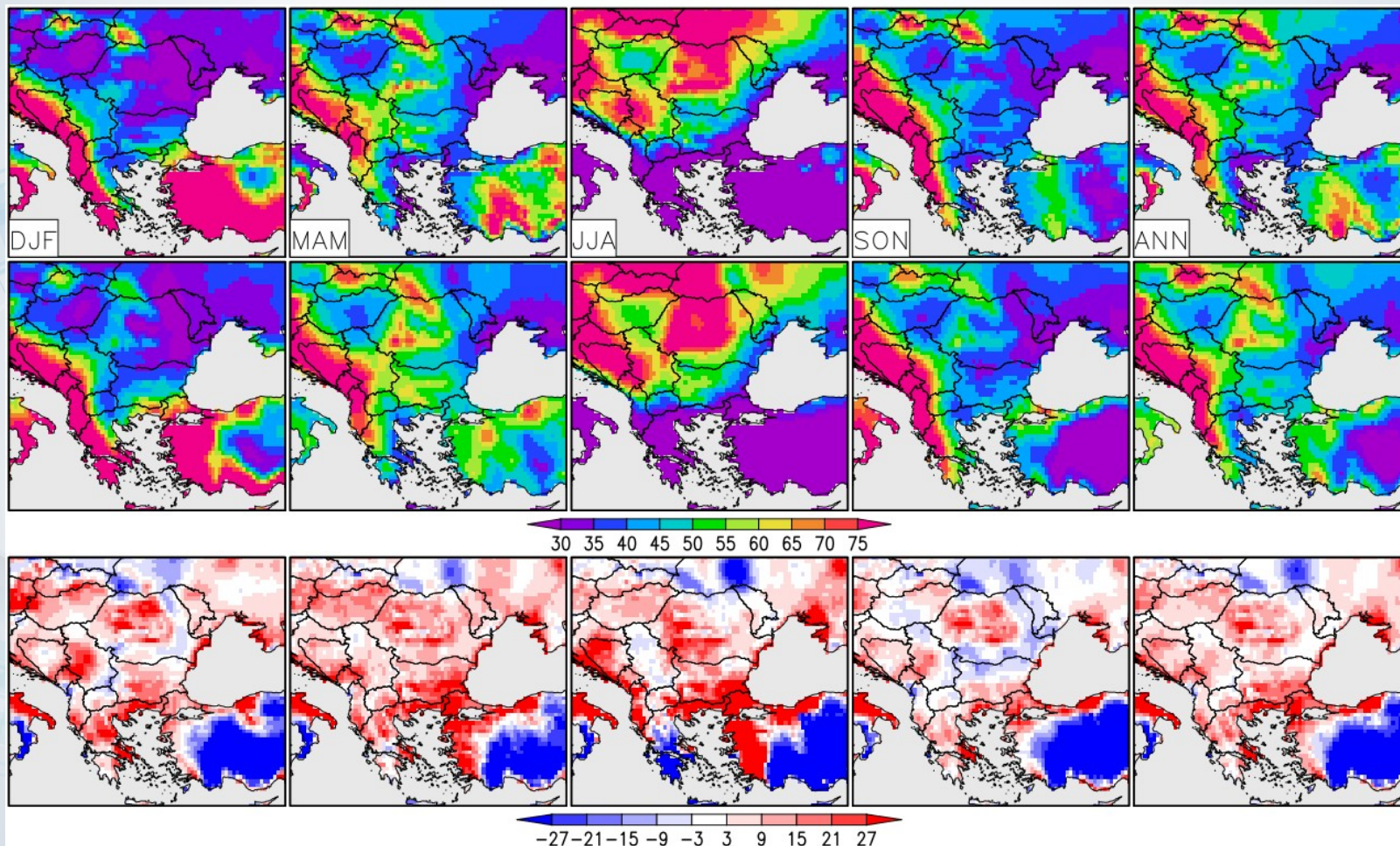
3. Пресмятания и резултати (5 от 6)



Като предходната фигура, но за максималната температура.



3. Пресмятания и резултати (6 от 6)



Многогодишни средносезонни и средногодишна месечна сума на валежа от E-OBS (първи ред), ансамбловата медиана на NEX-GDDP (втори ред) и абсолютната разлика (моделни-референтни стойности). Единиците са mm.



4. Изводи и заключение

- Многогодишната средносезонна и средногодишна стойност на разгледаните основни климатични променливи е близка (в термините на използваните статистически индикатори) до референтните показатели както по отношение на големината, така и по отношение на пространствено-времевите разпределения.
- Отклонението на ансамбловите моделни стойности от референтните няма систематичен характер както във времето, така и в пространството.
- Оценката на моделния ансамбъл на дневна база, особено в термини на климатични екстремуми и климатични индекси, показва сериозни недостатъци на NEX-GDDP. Ансамбълът сериозно подценява екстремния валеж, респективно индикаторите максимален 24-ч. валеж, брой дни с интензивен валеж и X95 на валежа.

Въпреки констатираните недостатъци, многомоделният ансамбъл от CMIP5 NEX-GDDP ГЦМ има потенциал за множество приложения в регионалната климатология. Логическата следваща стъпка е изготвяне на негови аналози за проектния бъдещ климат до 2100 г. съгласно сценариите RCP4.5 и RCP8.5.





Благодарности

- Изследването се основава изцяло на свободно достъпни данни и програмни средства и затова благодарим на всички организации и институции, които ги предоставят.
- Специални благодарности към програмата „Център за върхови постижения по Информатика и ИКТ“ за предоставените ресурси и форум на изява





ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

Национален институт по геофизика,
геодезия и география (НИГГГ)-БАН



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Благодаря за вниманието!

