

Denumirea proiectului: Sistem pentru identificarea ideotipurilor de porumb, date de semănat optime și fertilizare cu azot în contextul schimbărilor climatice.

(Acronim: PREPCLIM)

Raport Faza 2

Director de proiect: dr. Cătălin Lazăr

INCDA-Fundulea

ANM-București

Decembrie 2021

Cuprins

Etapa 2 - Implementarea sistemului integrat de modelare (predicție și scenarii agro-climatice/fenologice) și utilizarea sistemului în validarea metodologiei de ideotipare fenologică	2
Act 2.1 - Dezvoltări avansate în domeniul modelării cuplate climat-fenologic (CP) la rezoluție foarte fină	2
2.1.1. - Parametrizări fizice; metode avansate de regionalizare inițializare asimilare/ AI-ML pentru modelare cuplată: model/climatic-model fenologic de rezoluție foarte fină; validare.	2
Act 2.2 - Generarea de scenarii climatice de rezoluție foarte fină (H-Res) & bias-corectate prin downscaling dinamic și statistic	4
Act 2.3 - Extreme agro-climatice și probabilități asociate în proiecții climatice pentru diferite orizonturi temporale	7
Act 2.4 - Editor pentru intrări în modelul principal de cultură (toolbox operativ XedVBA)	10
2.4.1 Dezvoltare, testare și validare interfața operativă pentru intrări în modelul principal de cultura (Sprint 2 toolbox operativ XedVBA)	10
Act 2.5 - Selector de indicatori cheie din ieșirile modelului principal de cultură; - software pentru detecție automată	11
Act 2.6 - Open-source software pentru un nou serviciu ERRIS agro-climatic /schimbări climatice iminente pentru Romania	11
Act 2.7 - Validare sistem H-CPA+ERRIS Operativ	14
Act 2.8 - Identificare ideotip Fenologic (IF) – design metodologic	16
Bibliografie	Error! Bookmark not defined.

Etapa 2 - Implementarea sistemului integrat de modelare (predicție și scenarii agro-climatice fenologice) și utilizarea sistemului în validarea metodologiei de ideotipare fenologică

Pentru activitățile prevăzute pentru a doua etapă a proiectului PEPCLIM au fost obținute următoarele rezultate:

Act 2.1 - Dezvoltări avansate în domeniul modelării cuplate climat-fenologic (CP) la rezoluție foarte fină

2.1.1. - Parametrizări fizice; metode avansate de regionalizare inițializare asimilare/ AI-ML pentru modelare cuplată: model/climatic-model fenologic de rezoluție foarte fină; validare.

**) Parametrizările fizice și set-upul inițial optim pentru downscaling dinamic*

Acestea au fost identificate folosind metode de AI/Machine-Learning (Algoritmi Genetici, Figura 1). Un ansamblu optim de parametrizări fizice interactive (RegCM-RO) pentru regiunea României de studiu a fost identificat pentru 7 parametrizări: convecție, formarea precipitațiilor de scară mare (stratiforme), formarea norilor, micro-fizica din nori (formarea precipitațiilor convective și transformări de fază), procesele asociate turbulenței din stratul limită Planetar (PBL); schimbul de suprafață de căldură (sensibilă și latentă), masa (evaporare/precipitații), moment (unde de gravitate), procesele radiative (inclusiv interacțiunea radiației cu norii).

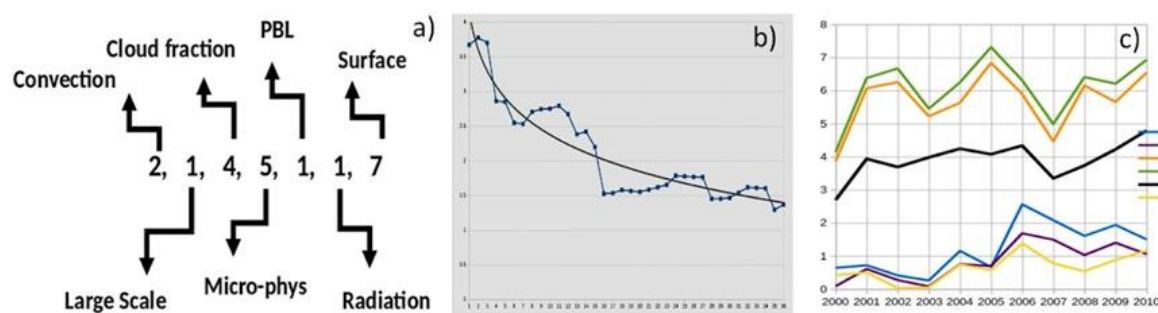


Figura 1: a) schema algoritmului genetic iterativ de optimizare a configurării celor 7 parametrizări fizice (numerele reprezintă configurația optimă găsită pentru fiecare schemă, în contextul interacțiunii celor 7, din totalul schemelor posibile pentru fiecare parametrizare în parte, e.g. pentru convecție "2" indică schema Tiedtke ca fiind optimă în contextul interacțiunii cu celelalte 6 parametrizări pentru zona României, b) convergența algoritmului genetic aplicat pentru Temperatura la 2 m în funcție de numărul iterației; c) rezultatele simulării a 10 ani (vară) cu configurații grupate în "best", "worst" și comparația acestora cu referința (Control), ref[1].

Notăm: simulările de optimizare a parametrizărilor fizice prin metoda ML-Algoritmi Genetici indică performanța foarte bună a algoritmului aplicat: reducerea semnificativă a erorilor de prognoză în configurația optimă identificată ("best") prin Algoritmul Genetic (Fig. 1c).

**) Simulări numerice de regionalizare dinamică a scenariilor climatice (downscaling dinamic) la rezoluții foarte fine (în configurația optimă identificată RegCM-RO) ca input pentru modelarea cuplată: climat-fenologie (CP)*

Aceste simulări de regionalizare a scenariilor CMIP5 au fost efectuate pe o platformă de tip Cloud-AZURE (Caian et al, in prep ref[1]), deoarece necesită o putere mare de calcul și spațiu de stocare a datelor. Au fost regionalizate la scară fină proiecții climatice (utilizând RegCM-RO (model nehidrostatic) cuplat cu un ansamblu de 3 modele globale: Ec-Earth, MPI1 și MPI2), perioade proiectate vor fi extreme în viitorul apropiat și anume: cele mai calde veri în perioada 2021-2050 față de cele mai calde veri în perioada actuală 1985-2015 (Figura 2); același tip de simulări cu sistemul RegCM-RO a fost apoi extins pentru simulări continue de regionalizare a proiecțiilor climatice.

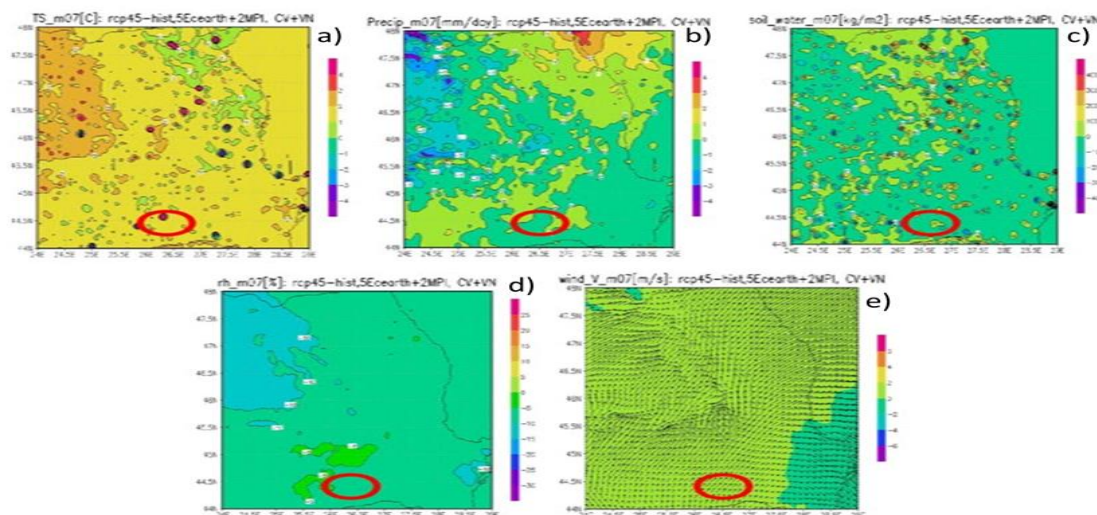


Figura 2. Downscaling dinamic la rezoluția de 5 km pentru România (cerc roșu: zona Fundulea). Schimbări în caracteristicile celor mai calde veri (extreme) din 2021-2050 față de cele mai calde veri din perioada actuală (1985-2015), estimate printr-un ansamblu de 3 modele CMIP5: EcEarth, MPI1, MPI2. Scenariul este combinat: RCP 4.5 + schimbări în acoperirea de teren (Volnate), pentru: temperatura 2m, precipitații, umezeala în sol, umezeala relativă, vânt (intensitate), ref[1].

Notăm pentru zona Fundulea: o creștere a temperaturii medii diurne de până la 2 °C (în zonele cu urbanizare extinsă chiar până la 4 °C); o ușoară creștere a precipitațiilor în Estul și Nord-Vestul arealului (coerentă cu variabilitatea în umezeala relativă și în umezeala solului) și o intensificare a vântului de Sud-Vest în regiunea Fundulea - ca și caracteristici ale celor mai calde veri în proiecții climatice, 2021-2050.

***) Validarea sistemului de modelare climatică la scară foarte fină pentru România**

Validarea regionalizării prin sistemul RegCM-RO a fost făcută comparând simulări pentru perioada istorică (climat actual, 1970-2000) față de date observate gridate Rocada (Dumitrescu și Barsan, 2015) Au fost calculate scoruri statistice ale diferențelor model-observații (bias, eroarea medie absolută, varianța, tendințe temporale, etc.). Rezultatele indică performanțe bune atât în areale climatice omogene cât și în zone de contrast de suprafață (termic, pluvio, dinamic) - Figura 3.

***) Livrabilele R07, R08** (pe baza dezvoltărilor CP în A.2.1).

a) State-of-the art CP;

b) Implementarea unui prim sistem de modelare cuplată CP (model/climatic-model fenologic) de rezoluție fină pentru România (proiectul Prepclim).

i) implementarea unui model climatic pentru regionalizare (downscaling dinamic) la scări foarte fine a proiecțiilor climatice pentru România: parametrizări fizice/ inițializare/ simulări numerice pentru regionalizarea scenariilor climatice;

ii) implementarea modelării cuplate: model climatic Regcm.v4.5 - model fenologic DSSAT v4.8 (<https://dssat.net/>);

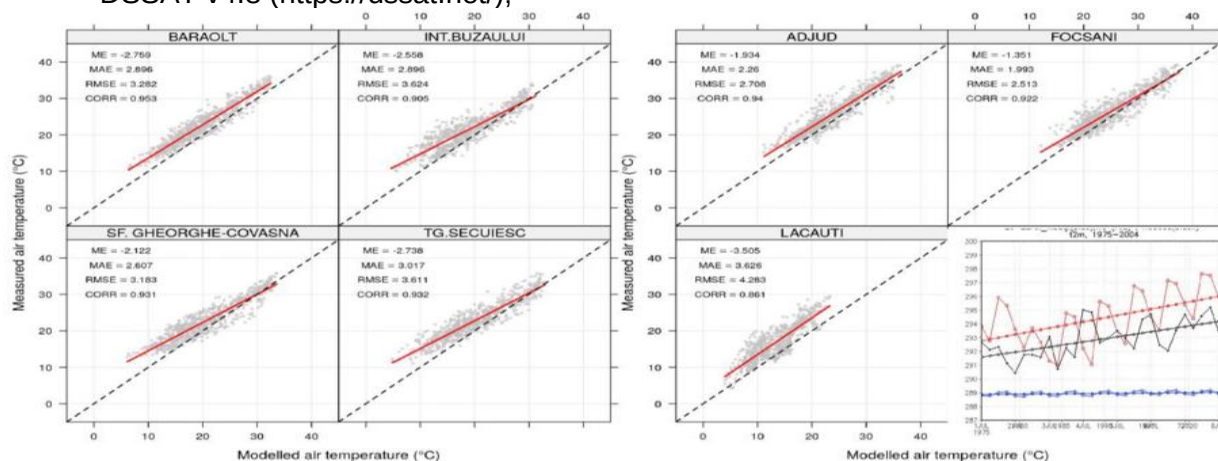


Figura 3. Validarea RegCM-RO 5 km față de date observate gridate Rocada la stații meteorologice din România pentru temperatura la 2m. Ultima figură (panel jos, dreapta) compară tendințele simulate versus observate pentru câmpul de temperatură la 2m pentru România (negru: 1970-2000; roșu: scenariul RCP 4.5, ansamblu de modele; albastru reprezintă tendința simulată la scară globală, pentru comparație cu scara României, ref[1]).

Notăm: Trendul simulat este în acord cu cel observat (panta de creștere a temperaturii la 2m) iar scorurile statistice ale diferențelor dintre câmpul simulat și cel observat indică performanțe bune (coeficienți de corelație simulat-observat > 0.9 chiar în zone de topografie complexă).

Act 2.2 - Generarea de scenarii climatice de rezoluție foarte fină (H-Res) & bias-corectate prin downscaling dinamic și statistic

2.2.1 - Generator climatic de rezoluție înaltă (H-CP) de scenarii climatice la scară

locală; a) generarea de scenarii climatice la scara locală ca intrări pentru modelarea agro-fenologică; b) Implementarea cuplajului H-CP/modele Auxiliare fenologice (sistem cuplat final H-CPA)

a) generarea de scenarii climatice la scara locală ca intrări pentru modelarea agro-fenologică.

Scenarii climatice de rezoluție fină se obțin prin două abordări succesive:

- 1) simulări numerice cu modele climatice regionale de rezoluție fină, cuplate cu modele globale pentru condițiile inițiale (în cazul predicției) și condiții la limita laterală a domeniului (în cazul predicției și al simularilor climatice). Acestea aduc informația din scenariile climatice la o rezoluție foarte fină (downscaling dinamic) și sunt absolut necesare pentru studiul impactului și pentru analiza evenimentelor extreme, ambele având loc la o scară spațială mică. Acest pas poate fi iterativ, adică rezoluția să fie rafinată prin simulări cuplate succesive (în proiectul Prepclim utilizăm atât o iterație - datele CORDEX (<https://cordex.org/>) la rezoluția de 11 km) cât și 2 iterații (datele Cordex sunt din nou rafinate la rezoluția de 5 km prin sistemul RegCM-RO);
- 2) corecția erorilor sistematice ale modelelor implicate, prin diferite metode statistice, ducând la o mai bună reprezentarea a scării locale.

Sistemul de regionalizare dinamică (RegCM-RO) a fost implementat și prezentat în A.2.1. În această secțiune prezentăm corectarea ieșirilor prin metode statistice și post-procesarea informației rezultate ca input pentru cuplajul cu modelul fenologic (cuplaj prezentat în A.2.2 -c).

Principalii parametri climatici utilizați în modelul fenologic (sol-plantă-atmosferă) sunt obținuți în urma experimentelor numerice EURO-CORDEX (11 km). Aceștia au fost ajustați statistic cu setul de date gridate ROCADA (Dumitrescu și Birsan, 2015) utilizând un algoritm multidimensional de bias correction (MBCn) care are la bază transformarea de N dimensiuni a funcției densitate de probabilitate (Canon, 2016). Această abordare are avantajul de a corecta dependența dintre variabile, față de cele mai multe metode de bias correction, (ex: metoda univariate quantile mapping) care neglijează acest aspect. Prin aplicarea metodei MBCn, sunt transferate toate caracteristicile statistice ale unei distribuții continue multivariate *Observe* unei distribuții multivariate corespunzătoare variabilelor *Simulate*, o ipoteza de calcul ce trebuie totuși *atent considerată* în cazul scenariilor.

Ajustarea statistică este aplicată în mod curent în cazul studiilor de impact climatic în diferite domenii, pentru a corecta erorile sistematice ale modelelor climatice. Prin ajustarea ieșirilor din model se scade din valoarea zilnică a datelor simulate, diferența dintre media lor lunară simulată și media lor lunară observată, (obținându-se astfel anomalii estimate sau abateri estimate, relative la spațiul observat), eliminând astfel o contribuție sistematică la eroarea variabilității simulate de model (Figurile 4-5).

Abaterile estimate (din datele ajustate statistic) au fost calculate cu o rezoluție spațială de 0.05 grade (~5 km) și ele sunt disponibile pentru arealul de lucru selectat: (sud-estul României) în cadrul proiectului Prepclim.

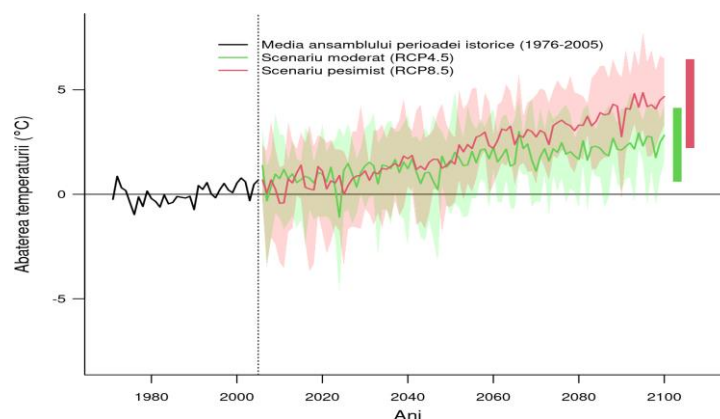


Figura 4. Abaterea temperaturii medii a aerului proiectate în scenariul moderat (verde) și pesimist (roșu), printr-un ansamblu de modele regionale EURO-CORDEX, fără ajustare statistică

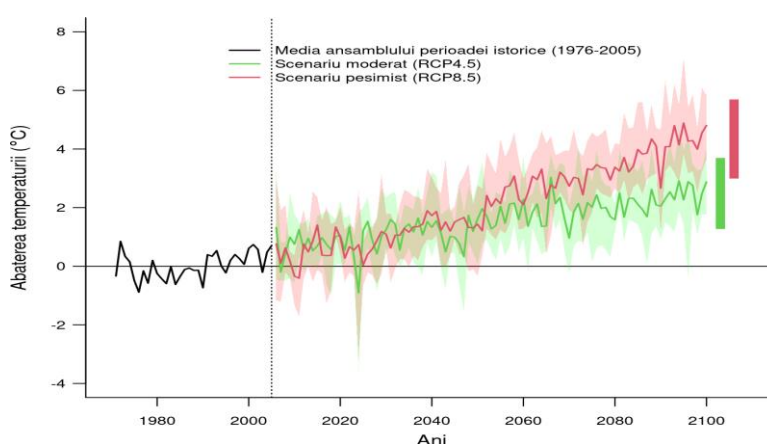


Figura 5. Abaterea temperaturii medii a aerului proiectate în scenariul moderat (verde) și pesimist (roșu), pentru același ansamblu de modele regionale EURO-CORDEX similar cu Figura 4, cu ajustare statistică

b) Generator automat de scenarii climatice de rezoluție fină GenClim.

Această activitate se realizează în toate etapele proiectului care necesită datele climatice prin software de Generare date climatice CDE elaborat în Etapa 1 și descris în raportul Etapei 1.

c) Implementarea cuplajului H-CP/modele Auxiliare fenologice (sistem cuplat final H-CPA)

A fost implementat modelul DSSAT (<https://dssat.net/>) pe platforma de lucru Linux, utilizând codul sursă free (surse Fortran90). Acest pas este important deoarece permite cuplajul efectiv al diferitelor modele utilizate în lanțul de procesare a informației de intrare în serviciul climatic ERRIS-Prepcim, pe aceeași platformă de lucru (platforma modelelor climatice). Primele rulări au fost efectuate cu succes pe platforma comună Linux, utilizând un set-up de test pentru condițiile din sol, tehnici de management al culturilor. Rulările au fost cuplate cu date din scenarii climatice extrase utilizând Generatorul GenClim.

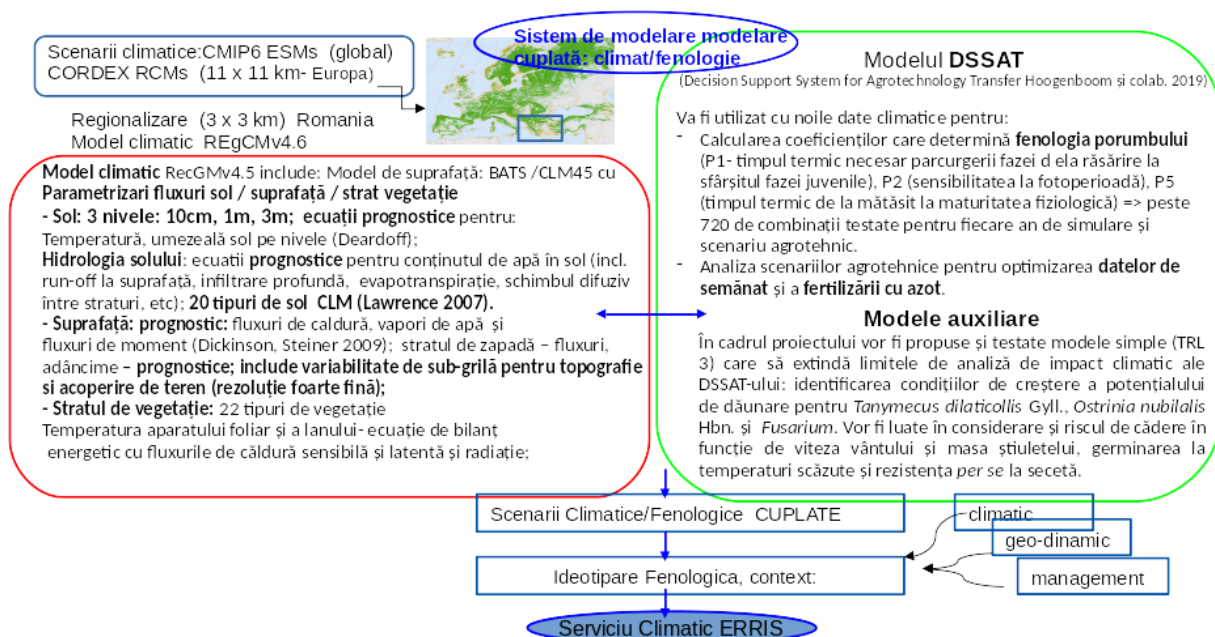


Figura 6: Schema sistemului cuplat de modelare “climat-fenologie-modele_auxiliare” la rezoluție fină, sistemul H-CP; cuplajul implică modelele: RegCM-RP, DSSAT, Modele Auxiliare
Primele teste au validat implementarea (8 simulări paralele: 4 cu management de irigare, 4 doar cu cantitatea de apă în sol din precipitații (non-management), Figura 7).

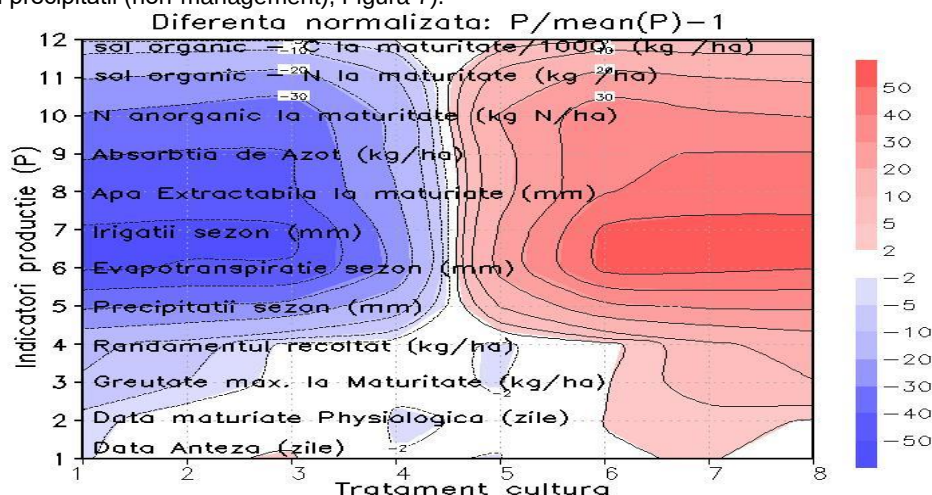


Figura 7: Primele teste de validare a implementării cuplajului: RegCM-RO+DSSAT: 8 simulări paralele cu tratament de cultură (axa Ox): 4 cu management de irigare, 4 doar cu cantitatea de apă în sol din precipitații (non-management), pentru o zonă geografică aleatoare, de test.

Notăm: pentru acest test, impactul pozitiv asupra parametrilor de producție (axa Oy) în cazul irigații atunci când aceasta depășește o anumită valoare (tratamentele 6-8); pentru irigații slabe în cazul în care și alți factori intervin (e.g. data de anteza întârziată cum este în cazul tratamentului 5), producția nu crește. Totuși de asemenea ca data de anteza cât și data de maturitate pot avea un rol (deși mic: <5% în acest test) asupra productivității (e.g. tratamente 3 și 5, respectiv 4). Anteza târzie are efect neutru-pozitiv iar maturizarea devreme - negativ. Maturizarea devreme (tratament 4) are impact și asupra absorbției de azot (crește ~ 10% în acest experiment)

Pasul următor în modelarea numerică pentru serviciul ERRIS-Prepcim (<https://uefiscdi.gov.ro/platforma-erris>) este cuplajul dublu-interactiv în care ieșirile din modelarea fenologică (modelul DSSAT) se întorc ca intrări în modelul climatic și influențează parametrii forajului de suprafață și sol (acoperirea de teren, evapotranspirația, ciclul apei, schimbul de căldură sensibilă și latentă la suprafață, etc. - fiind preconizată o îmbunătățire

substanțială a reprezentării proceselor de scară fină prin acest sistem cuplat dublu imbricat: RegCM-RO-DSSAT (HPC-RO).

Rezultatele A.2.2 constituie **Livrabilul R09**: Implementarea unui Util de lucru Open source disponibil pentru Generarea de scenarii climatice HRES în format CP – parte componentă a serviciului ERRIS-Prepcim de identificare și analiza ideotip culturi în contextul CC în A.2.6.

Act 2.3 - Extreme agro-climatice și probabilități asociate în proiecții climatice pentru diferite orizonturi temporale

2.3.1. Implementarea unui Info-generator pentru procesarea informației climatice asupra extremelor agro-climatice pentru diferite orizonturi temporale.

a) Crearea Bazei de date de Indicatori agro-climatici Extremi (BD-IAGE): definire și implementare software automat de procesare (**Livrabilul R10**):
Au fost selectați și calculați pentru climatul actual și scenarii climatice multi-model, parametrii agroclimatici extremi listați în Tabelul 1.

Indicatori Agro-climatici Extremi calculați în proiectul Prepcim (baza de date BD-IAGE)	
Indicatori Standard de extreme Agro-Climatice COPERNICUS	Nr zile boiologic effective Media ecartului diurn de temperatura Zile îngheț la sol (min temp < 0C) Zile îngheț (max temp < 0C) Precip. Intense (nr zile precip >=10mm) Precip. Extreme (nr zile precip >=20mm) Zile umede (precipitații >= 1mm) Precipitații acumulate Indice de intensitate (mm/wet day) Zile de vară (nr. zile max_temp >25C) Media temp. medii diurne Media temp minime diurne Min. temperaturii minime zilnice Max temperaturii minime zilnice Nopti Tropicale (nr. nopti cu min temp >20) Media temperaturii maxime zilnice Min. temperaturii maxime zilnice Max. temperatura maxime zilnice
Indicatori speciali de extreme Agro-Climatice (Prepcim)	Shiftul sezonier - sezon agricol (data de început / sfârșit) Frecvența apariției unei zile cu îngheț la sol după per. de rasădire Data apariției unei zile cu îngheț la sol după perioada de rasădire Persistența temperaturilor medii diurne peste un prag dat Unități de arșita Număr de zile de arșita Frecvența apariției anomaliilor mari termice în afara sez. agr. Frecvența vântului intens Condiții de grindină Condiții de îngheț la sol Evapotranspirația Potențială Evapotranspirația Actuală Indici de ariditate (SPEI, De Martonne, Pinna) Indici de Continentalism (Johansson, Marsz)

Tabelul 1: Indicatorii selectați pentru Baza de date de Indicatori Agro-Climatici Extremi (BD-IAGE) în proiectul Prepcim.

Aceștia sunt în două straturi informaționale: indicatori extremi standard, utilizați în baza de date COPERNICUS; indicatori extremi particulari, specifici variabilității în SE României în ultimele decenii.

b) Analiza BD-IAGE în perspectiva schimbărilor climatice pentru Regiunea Fundulea / Sudul României pentru diferite orizonturi temporale;
Scenarii climatice: Indicatori Extreme agro-climatice pentru România: proiecții ale schimbărilor medii pentru Scenariile RCP4.5 și RCP8.5 față de perioada istorică 1981-2010, pentru: 2011-2040 și 2041-2070

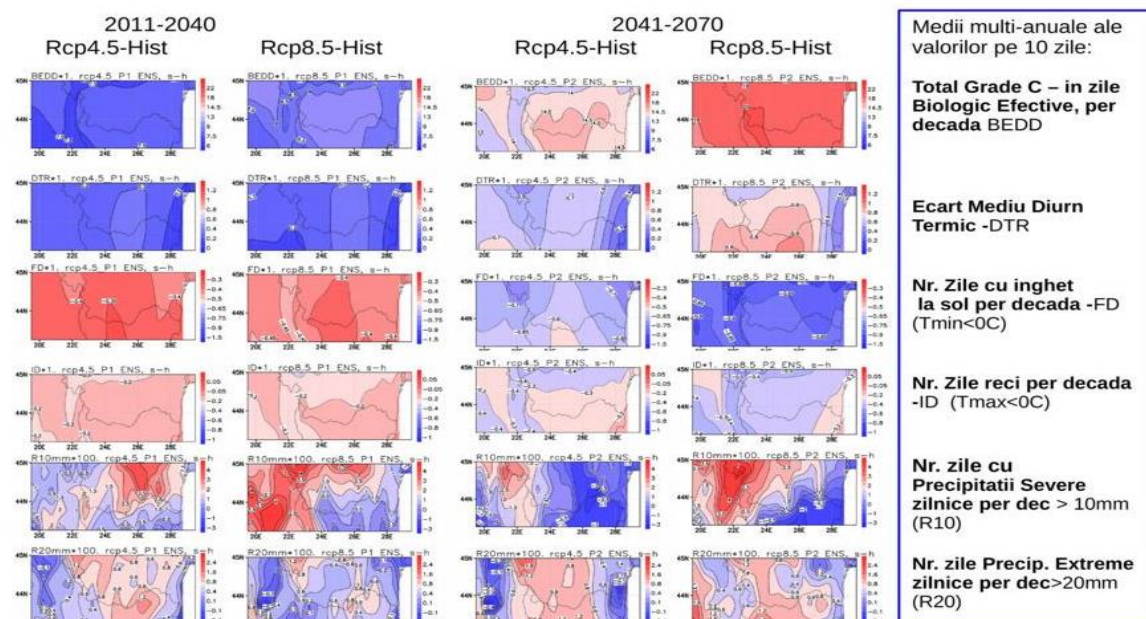


Figura 8a. Fiecare panel prezintă: diferența proiectată în Scenarii climatice pentru Indicatorii Extremi Agro-Climatici calculați pentru România (utilizând un ansamblu de 5 modele globale CMIP5: GFDL, HadGEM, IPSL, MIROC, NorCC), pentru RCP4.5 (coloanele 1 si 3) și RCP8.5 (coloanele 2 si 4) față de perioada istorică (1981-2010). Diferențele sunt medii temporale pentru 2 orizonturi temporale: 2011-2040 (col. 1,2) și 2041-2070 (col. 3,4); ref[3].

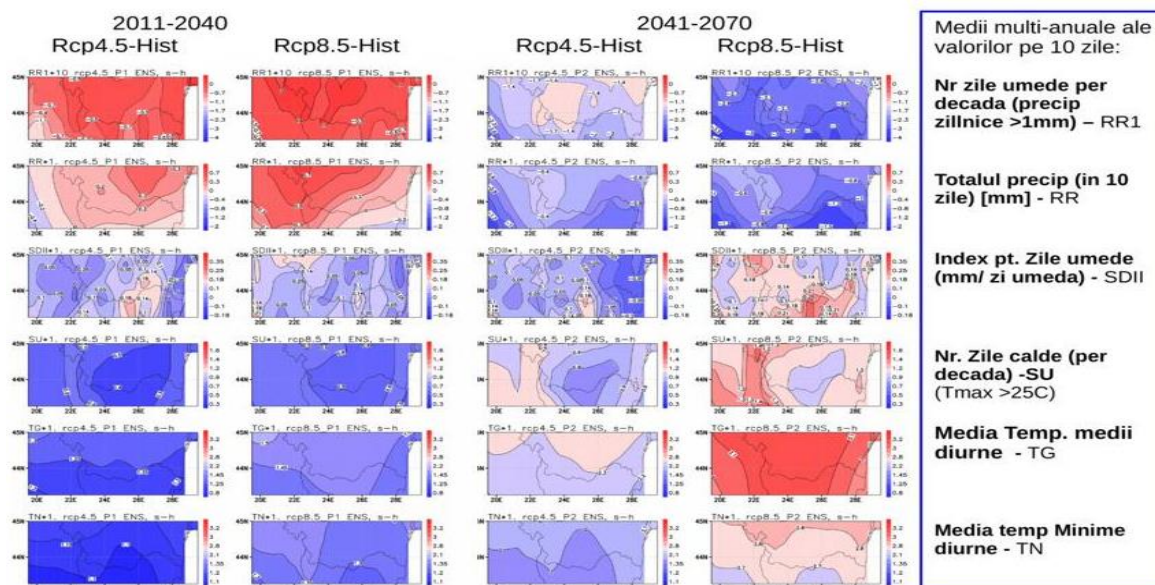


Figura 8b: continuare, la fel ca în Figura 8a, dar pentru Indicii Extremi Agro-climatici specificați în Tabelul din dreapta.

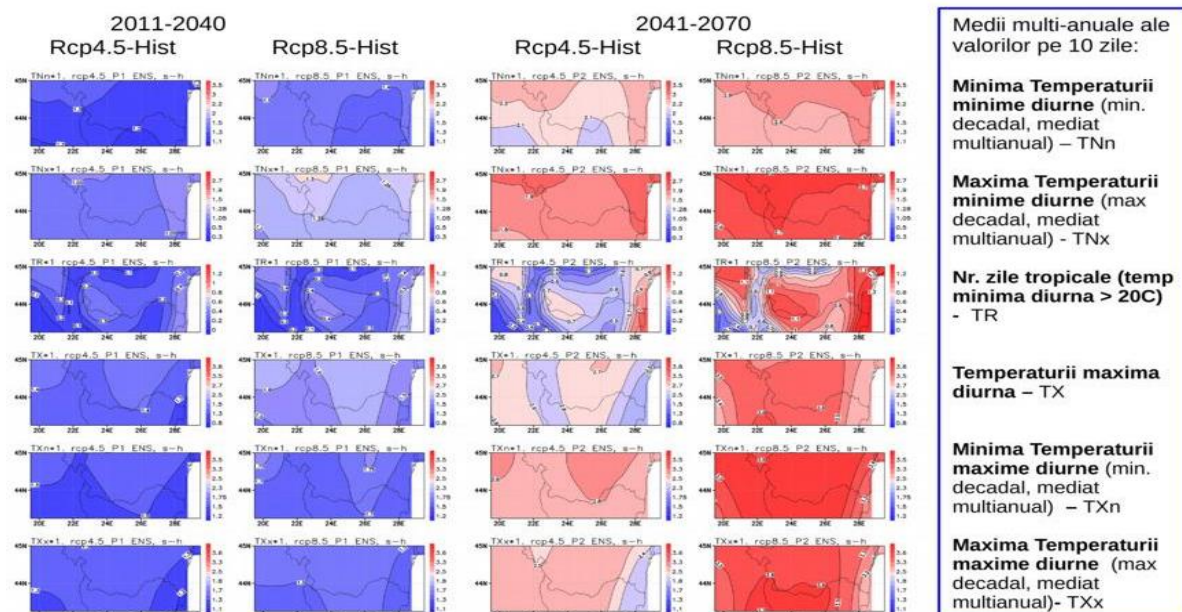


Figura.8b: continuare, la fel ca în Figura 8a, dar pentru Indicii Extremi Agro-climatice specificați în Tabelul din dreapta.

c) Concluzii asupra schimbărilor în extremele agro-climatice analizate, estimate din proiecții climatice pentru Sudul României

Climatul în Sudul României se schimbă semnificativ și accelerat. Schimbarea în prima perioadă (2011-2041) este dominată încă de variabilitatea internă proprie a atmosferei dar în interacțiune cu forțajul extern antropoc radiativ (aici analizate forajele RCP45 și RCP85), pentru ca apoi, în P2 (2041-2070) forțajul radiativ extern să devină cel semnificativ dominant.

Astfel, pentru Sudul României și zona Fundulea (Sudul-Central), proiecțiile climatice indică (Figura 8):

Regimul termic:

- **Temperatura medie diurnă crește semnificativ, progresiv cu forțajul radiativ și în timp, cu până la 3°C** în 2040-2070 RCP8.5 (și cu 1.45°C până în 2040 în RCP8.5);
- Temperatura minima diurna crește și ea semnificativ, cu până la 2.8°C în 2040-2070 în Rcp85; cu particularitatea că această creștere e minimă (ușor mai lentă) în Sudul-Central;
- Temperatura **maximă diurnă crește mai amplu și mai accelerat decât minima diurna în Sudul României**: cu până la 3.6°C în P2, RCP85, și îndeosebi aceasta creștere este mai mare în Sudul-Central decât în restul Câmpiei (spre deosebire de minima): aceste aspecte sunt urmare a unei anomalii anticiclonice în media câmpului baric proiectate pentru Sud, cu scaderea nebulozității și un plus de radiație solară reflectată iarna (minima crește mai lent decât maxima în Sud);
- Nr de zile foarte reci ($T_{max} < 0$) scade în toată zona de Sud (până la 0.3 zile în RCP85, 2070) cu o scădere maximă spre zona montană)
- **Ecartul mediu (30 ani) Termic diurn crește lent în toată regiunea cu un maxim de creștere în Sudul-Central al țării** cu până la 0.3°C în RCP45 respectiv 0.9°C în RCP85 în 2070.
- Nr. de zile cu îngheț la sol ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$) scade în toată regiunea (cu 0.4 zile în medie 30 ani în RCP45 și cu 0.9 zile în RCP85, P2)

Regimul pluviometric: Precipitații și Umezeală

- Nr zile cu precipitații severe ($P > 10\text{mm/zi}$) scade progresiv în Sudul și SE extrem și crește în rest până în 2040. Apoi, urmează un proces progresiv de scădere a frecvenței precipitațiilor severe după 2040, care se accentuează în P2 în tot Sudul, progresiv de la Est la Vest. În 2070 SV țării în RCP45 și chiar jumătatea de N a Sudului țării (în RCP85) încă rămân în excedent spre deosebire de Sudul și SE extrem; Zona Fundulea păstrează o probabilitate similară (cu perioada istorică) de vulnerabilitate la extreme severe RCP85 (cu scădere semnificativă în RCP45).
- Precipitațiile extreme ($> 20\text{mm/zi}$) cresc ca frecvență în Sudul Central al țării: zona Fundulea este în zona "gri" de neutralitate.
- **Numărul de zile umede (RR1, zile cu precipitații $> 1\text{ mm}$) scade continuu, progresiv, în ambele scenarii și Perioade. Totuși, în P1 cantitatea cumulată totală de precipitații crește în Sud** în ambele scenarii (indicând ploi mai rare dar mai abundente). **În P2, RR1 scade**

semnificativ (factor de până la 5 în Sud) și antrenează o **scădere și a precipitațiilor totale în zonă. Totuși**, deși atât nr. de zile cu precipitații (RR1) cât și Totalul cantității de precipitații scad, indicele SDII (intensitatea precipitațiilor zilnice) crește în tot Sudul îndeosebi în Sudul extrem, în ambele scenarii și perioade: ceea ce indică încă **o intensitate în creștere a evenimentelor extreme de precipitații**;

Extreme climatice:

- Extremele temperaturii minime: crește atât minima cât și în maxima Tmin; ambele creșteri sunt minime în Sudul Central data de Sudul țării; Minima minime crește mai mult în medie cu până la 2.9°C în P2, RCP85) decât maxima minime (medie de 2.7°C - radiativ, presiunea medie crescută);
- Pentru extremele Temperaturii Maxime, în P2 nu există diferențe de semnalat între proiecțiile pentru creșterea minime maxime și a maxime maxime: ambele cresc similar, producând un shift termic uniform de creștere a temperaturii maxime diurne. În schimb, în P1 (orizontul apropiat) de notat faptul că minima maxime crește semnificativ mai repede: până la 1.75°C față de 1.5°C (maxima maxime - medie multi-anuala 30 ani) **ceea ce indică shiftul spre un climat schimbat cu căldura mai persistentă de-a lungul unei zile**.
- crește numărul de zile calde (Tmax > 25°C) și nr. de nopți "tropicale" (Tmin > 20°C) în toată regiunea de Sud, lent dar continuu și progresiv în RCP85 față de RCP45, îndeosebi în SV țării.

Sumar- Schimbări climatice proiectate în scenarii RCP pentru Sudul României

*) creșteri termice deosebit de importante în Sudul României (până la ~3°C, RCP85, i.e. mult peste media globală multianuală estimată ca fiind critică pentru riscul climatic) sunt așteptate pentru media decadelor 2041-2070 în Sudul României;

*) regimul precipitațiilor (și al umezelii) se schimbă mai lent în Sudul țării: numărul de zile cu precipitații scade în tot Sudul țării (abrupt, cu un factor de până la 4-5 în P2, RCP85) în Sudul/SE extrem;

*) Totalul precipitațiilor acumulate totuși crește în P1 în Sud și începe să scadă în P2, semnificativ. Creșterea din P1 se datorează creșterii frecvenței (RR10, RR20) și intensității precipitațiilor (SDII) severe și extreme; numărul zilelor cu aceste evenimente scade apoi treptat dar semnificativ în P2 începând din SE în ambele scenarii pentru evenimente Severe-RR10 începând din S-Est; în schimb frecvența celor Extreme-RR20 rămâne încă în creștere în Sud până în 2070 (acestea fiind caracteristici importante pentru planificarea agroclimatică pe termen lung);

*) Intensitatea Precipitațiilor crește (notabil în indice SDII, mm/zi) în Sudul țării în ambele scenarii și perioade;

*) Extremele agroclimatice se intensifică (maxima și minima diurnă cresc, crește ecartul termic diurn (maxima crește mai repede).

Act 2.4 - Editor pentru intrări în modelul principal de cultură (toolbox operativ XedVBA)

2.4.1 Dezvoltare, testare și validare interfața operativă pentru intrări în modelul principal de cultură (Sprint 2 toolbox operativ XedVBA)

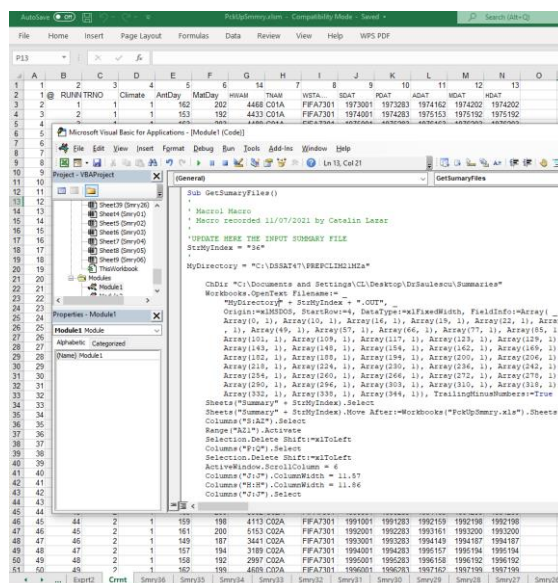
Interfața de specificare a datelor de intrare este acum parte componentă a software de cuplaj CPC. Pentru validare au fost efectuate teste de validare software CPC pentru diferite opțiuni de cultură, perioade de timp, lista de parametri de intrare (radiație solară, temperatura maximă, temperatura minimă, precipitații și opțional temperatura punctului de rouă), și pentru diferite scenarii: au fost testate 2 scenarii: RCP4.4 și RCP8.5 pentru perioadele: 2050 și 2099 și comparate rezultatele DSSAT față de simularea în perioada istorică pentru 1971, 1991 și 2002. Pentru lansarea operativă a modelului s-a implementat o interfață SHELL care permite simulări lansate automat (în tool "crontab"), cu un număr oricât de mare de bucle în care se testează multiple opțiuni de configurare (cultura, perioada, model, tratament, etc), activabilă din sistemul de operare Linux. Opțiunile pot fi schimbate / alternate automat în cursul rulării prin acest script. Aceste facilități fac astfel posibilă testarea unui număr mare de configurații (necesar pentru identificarea ideotipului de cultură) și implementările

constituie livrabilele: **Livrabilul R11** (interfață Input date) și **Livrabilul R12** (interfață simulări operative) ale Etapei 2 a proiectului Prepclim).

Act 2.5 - Selector de indicatori cheie din ieșirile modelului principal de cultură; - software pentru detecție automată

2.5.1. - Software operativ pentru detecție automată și selecție a celor mai relevanți indicatori pentru răspunsul fenologic la schimbările climatice. Validarea software a fost testată pe un batch de 36 de grupuri de outputuri fiecare conținând 7350 combinații an x genotip.

A fost implementat un prim software de post-procesare operativă a ieșirilor din modelul cuplat CPC (model climatic - model fenologic: **Livrabilul R13**). Acesta selectează pe baza unui namelist parametri de analizat din datele de ieșire, pentru: analiza, cercetare și pentru a calcula ușor parametri de evaluare a rezultatelor (un exemplu este în Fig.7 care compara 8 tratamente pentru 12 indicatori selectați rezultați în urma simulărilor pentru o Cross-Selecție data de parametri de cultură). Acest software preliminar trebuie dezvoltat în Etapa3 deoarece este un util indispensabil în identificarea ideotipului din multitudinea de Cross-Selecții potențiale.



Act 2.6 - Open-source software pentru un nou serviciu ERRIS agro-climatic /schimbări climatice iminente pentru Romania

2.6.1 - Design serviciu climatic orientat (interactiv) către agro-climat, variabilitate, extreme, soluții. Software implementat, operativ. (CO)

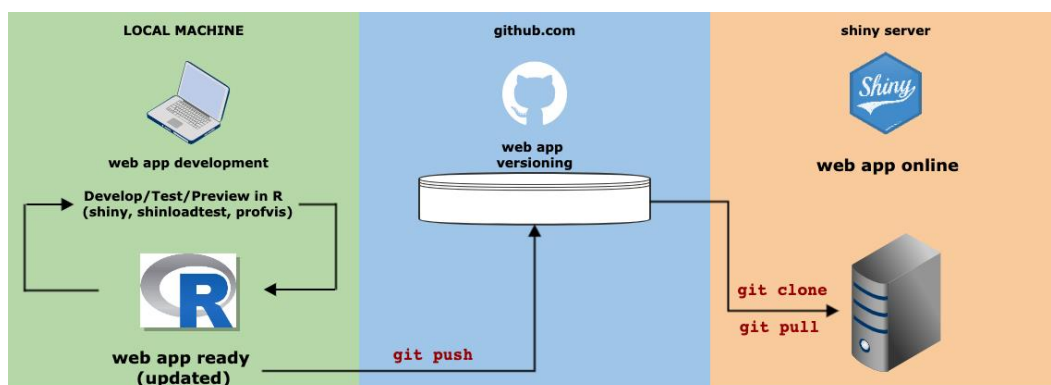


Figura 9: Schema de lucru pentru proiectarea platformei web

Seturile de date climatice grid orientate către condițiile agro-climatice vor fi disponibile aproape în timp real prin intermediul unei platforme web, care va fi găzduită de ANM. Platforma bazată pe web (Platforma Serviciului ERRIS-PrepcliM - PEP) se va baza pe aplicații open source (R Shiny), care oferă funcționalități pentru a construi aplicații web interactive pentru analiza datelor geospațiale. Widgetul predefinit implementat în R Shiny face posibilă construirea unei aplicații interactive, receptive (Fig.9).

ANM a inițiat configurarea Platformei web PrepcliM (PP) (https://climatologis.shinyapps.io/prepcliM_app) prin realizarea principalelor widgeturi care permit funcționalitățile de bază, respectiv selectarea indicatorilor climatici, a scenariilor climatice, a perioadelor de referință, a hărților de fundal. Platforma va fi definitivată în Etapa III, când vor fi încărcăți toți indicatorii agro-climatici și fluxul informațional al Serviciului agro-climatic ERRIS-PrepcliM. Platforma (PP) este parte a **Livrabilului R15 din Etapa 2**.

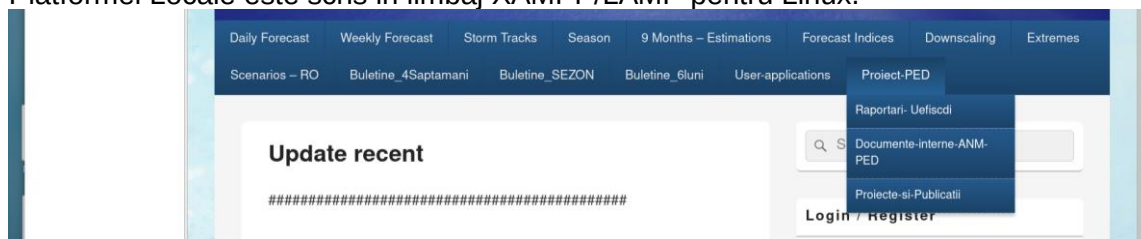
2.6.2 - Design interfață servicii agro-climatice/schimbări climatice pe baza sistemului H-CPA (P1)

a) Sistemul local PrepcliM pentru managementul Fluxului de Date în lanțul de Interogare-Modelare-Informare (IMI): o interfață către serviciul ERRIS-PrepcliM

Acesta asigură interfața automată între Interogare-Modelare pentru a trata orice cerință de date / simulare climatică/ informație output pentru analiza agro-climatică.

Sistemul local interoghează periodic (1 dată pe zi) un folder în care utilizatorul plasează cerința de informație climatică (QUERY) într-un fișier de tip "namelist". Acest fișier are structura cerinței în termeni de: variabilă (e.g. temperatura, precipitații, umezeala în sol, radiația, vântul, etc.), locație (e.g. Fundulea), evoluția temporală (perioada, e.g. 2021-2050), scenariul (e.g. RCP45, RCP8.5, SSP, etc), tipul de simulare (e.g. CORDEX, RegCM-RO, bias-corectie, etc.), măsura statistică (e.g. abaterea proiectată față de perioada istorică, varianța proiectată, frecvența/ intensitatea/persistența unor extreme, tendințe temporale, etc.).

Odată citit acest namelist se lansează automat un pachet de scripturi SHELL de procesare a QUERY-ului. Rezultatele sunt încărcate automat în Platforma de vizualizare Locală. Sistemul de generare IM a fost pe larg descris în raportul Etapei I. Interfața de furnizare a ieșirilor unui astfel de QUERY (sau Platformă de vizualizare Locală) este ilustrată în Figura 10c) iar parametrii opționali de ieșire în Figura 10a și 10b). Software-ul de generare a Platformei Locale este scris în limbaj XAMPP/LAMP pentru Linux.



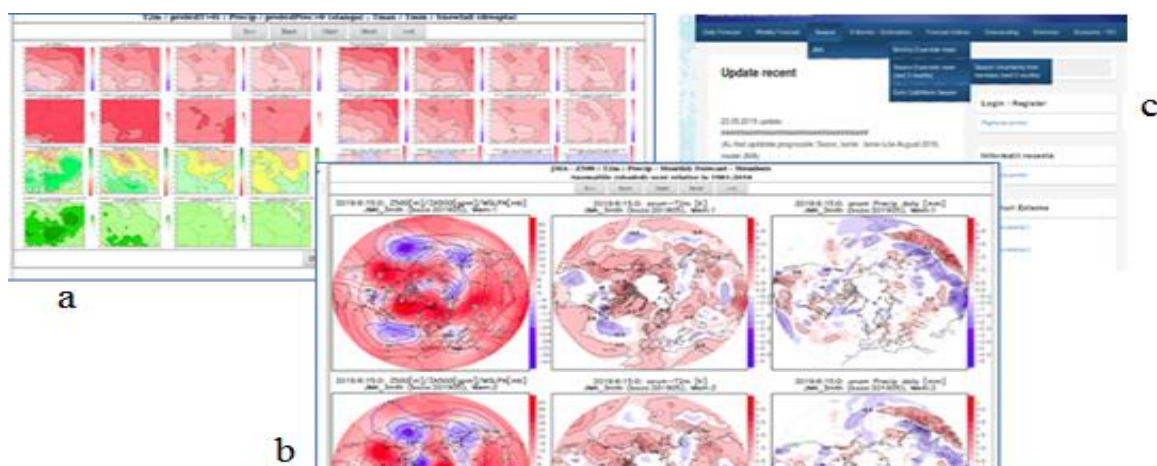


Figura 10 : Platforma de acces (sus) si Vizualizare (jos) Locală a ieșirilor unui QUERRY în cadrul sistemului de Interogare-Modelare (IM) Local pe masina locală H (def. în Raport Etapa 1).

b) Funcționalități IMI (design, straturi de informație IMI, modalități de I/O)

Straturile informaționale IMI (Interogare-Modelare-Informare) pentru serviciul climatic ERRIS-Prepcim vizează în primul rând :

- informare asupra variabilității elementelor climatice de interes major pentru culturi, pentru diferite orizonturi temporale și regiuni;
- informații cu privire la ideotipul de cultură în diferite scenarii climatice, regiuni, orizonturi temporale, culturi (în Prepcim interesul focal este cultura porumbului, dar sistemul implementat poate fi cu ușurință generalizat la alte tipuri de culturi);

Parameter ; [unit]	Difference: Scenario-Historical (s-h)			
	Class: Arable land		Class: Forests	
	Total change(s-h)	% Change contrib	Total change (s-h)	% Change contrib
1 Surface Pressure [Pa]	94.0391	0.166431	93.875	-0.373103
2 Surface wind stress [N m-2]	0.00168727	31.3156	0.00128752	333.479
3 Ground surface temperature [K]	1.87311	-1.99278	1.80887	4.97857
4 Foliage canopy temperature [K]	2.06064	4.16519	2.62332	-
5 Total precipitation flux [kg m-2 s-1]	-6.852e-06	-1.5288	-6.16306e-06	22.8251
6 Total evapotranspiration flux [kg m-2 s-1]	-3.97331e-06	-2.77934	-2.61382e-06	-360.411
7 Liquid water equiv of snow thckn. [kg m-2]	0	0	0	0
8 Sensible heat flux [W m-2]	14.506	-1.30483	12.8743	76.1734
9 Net up. longwave energy flux [W m-2]	12.4713	-1.95127	12.0042	7.86072
10 Net down. shortwave energy flux [W m-2]	15.4849	-2.37159	15.4787	-4.39727
11 Surface down. longwave flux-air [W m-2]	-0.975952	-0.445164	-0.950867	17.479
12 Surface down. shortwave flux-air [W m-2]	22.947	-1.78335	22.1659	8.23442
13 Convective precipitation flux [kg m-2 s-1]	-6.2354e-06	-1.42904	-5.40842e-06	32.6933
14 Atmospheric Boundary Layer thickness [m]	59.8036	-1.87208	62.7398	4.65769
15 Surf albedo to direct shortwave radiation [1]	0.00615434	-3.74757	0.00422193	62.2165
16 Surf albedo to diffuse shortwave radiation [1]	0.00615354	-3.75522	0.00421838	62.5432
17 Duration of sunshine [s]	65.2355	3.22515	63.8903	-3.69319
18 Snow Melt [kg m-2]	0	0	0	0
19 Surface Runoff flux [kg m-2 s-1]	-2.51888e-07	4.54545	-2.69829e-07	-
20 Total Runoff flux [kg m-2 s-1]	-2.51135e-07	4.01032	-2.63147e-07	-
21 Surface friction velocity [m s-1]	0.0198318	7.703	0.0176875	37.7359
22 Surface roughness length [m]	-0.000541177	-90.586	-0.00509446	-55.1883
23 Surface air density [kg m-3]	-0.00553083	2.44204	-0.00581574	11.6103
24 10m zonal wind component [m s-1]	-0.501967	-2.50157	-0.507705	7.40201
25 10m meridional wind component [ms-1]	0.0645261	2.54125	0.0562382	185.237
26 Near surface air temperature [K]	1.68216	1.8364	1.73126	12.5595
27 Near surface air specific humidity [1]	-0.000827285	2.28441	-0.00081779	8.1741
28 Near surface relative humidity [%]	-8.65552	1.80015	-8.64461	18.9331
29 Moisture content of the soil layers [kg m-2]	-5.77775	88.5686	-10.8745	-

Figura 11 Exemplu de Straturi și sub-straturi informaționale pentru serviciul agro-climatic ERRIS-Prepcim: Cuantificarea Impactului schimbării acoperirii de teren (măsurile de management agro-climatic) în contextul schimbărilor climatice (RCP4.5) pentru SE-ul României (Caian et al., in prep, ref[1]) pentru schimbările: cultură-> câmp (răspuns estimat în coloana din stânga) și pădure -> zona urbană (răspuns estimat în coloana din dreapta). Cei 29 de Parametri Climatici asupra cărora se estimează schimbarea sunt în coloana 1. Cele două coloane de răspuns sunt împărțite fiecare în două sub-straturi de informație: i) impactul Total asupra parametrului climatic la forajului simultan: -radiativ din scenariul respectiv (aici RCP4.5) și - la schimbarea acoperirii terenului (sub-coloanele din stânga) și ii) procentul de contribuție (la schimbarea Totală) datorat numai schimbării acoperirii de teren (sub-coloanele din dreapta). Marcajul bleu indică un feedback Negativ al schimbării acoperirii de teren, care se opune, sau contracarează impactul schimbărilor climatice.

Notăm: schimbările semnificative în temperatura suprafeței (~2C) până în 2050 în RCP4.5 (Fig.11) sunt marginal contracarate (local) prin schimbări în acoperirea de teren. În schimb, impactul asupra precipitațiilor este semnificativ (23%), îndeosebi în precipitațiile convective (local peste 30%). Atât umezeala specifică cât și cea relativă sunt influențate de acoperirea de teren iar câmpul care indică un impact major al schimbării de teren (impact I_{Ter}) față de impactul total (impact I_{Tot}) datorat impactului cumulat al schimbării de teren plus forajul radiativ, este conținutul de umezeală în sol (se poate ajunge ca 80% din I_{Tot} să fie datorat I_{Ter}, la scară locală, în funcție de măsura de management implementată).

Sistemul IMI implementat si sistemul PEP (Fig.9) - constituie parti ale **Livrabilul R15**, impreuna cu Platforma serviciului ERRIS-Prepcim (PP) implementata in acesta Etapa (2) la (https://climatologis.shinyapps.io/prepcim_app), si sunt componente ale serviciului ERRIS-Prepcim proiectat pentru exploatare/ validare în Etapa 3.

Act 2.7 - Validare sistem H-CPA+ERRIS Operativ

2.7.1 - Studii de caz de validare în vederea utilizării informației climatice pentru identificarea ideotipului fenologic în contextul schimbărilor climatice - utilizând outputul H-CPA [CO]

a) pregătirea bazei de date locale- Fundulea pentru validarea modelului climatic de rezoluție fină (date de la stația automată instalată în cadrul proiectului);

Parametrii agro-climatici (temperatura aerului, precipitații, umezeala relativă a aerului, viteza și direcția vântului, durata de strălucire a soarelui, radiația solară, umiditatea solului, conductivitatea electrică a solului, temperatura solului, umezeala la nivelul frunzei) monitorizați continuu cu ajutorul senzorilor automați, în perioada martie 2021- prezent, sunt disponibili în timp real prin intermediul platformei ENTEN. Datele sunt înregistrate la rezoluție temporală foarte fină (5 minute). Pentru validarea output-urilor din modelul cuplat, datele înregistrate sunt mai întâi verificate și apoi importate într-o bază de date SQL. Cu ajutorul programului SQL Server Management Studio, s-au realizat diferite selecții pentru interogarea datelor (Figura 12).

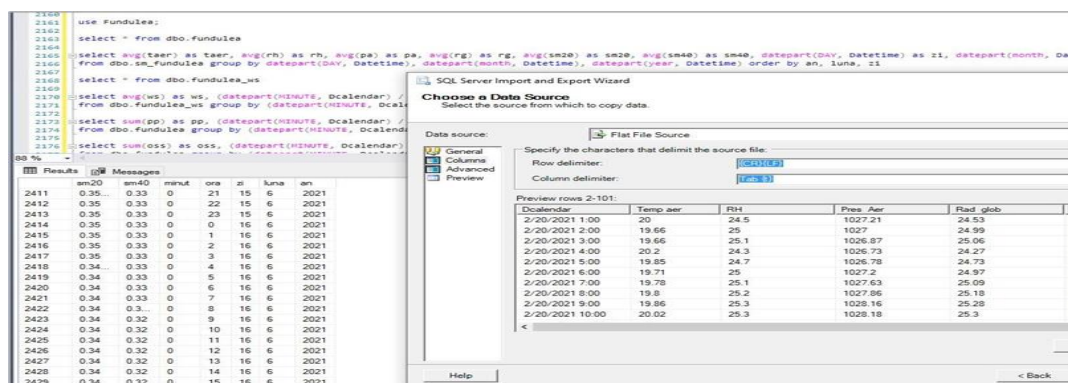


Figura 12 Selecții SQL pentru agregarea datelor înregistrate de senzorii automați, stația ENTEN

b) validarea caracteristicilor climatice generale ale lanțului de predicție și modelare climatică H-CP - parametrii de interes pentru proiectul Prepcim:

Validarea sistemului de downscaling regional al scenariilor climatice RegCM-RO de rezoluție foarte fină (5 km) a fost prezentată în A.2.1. Aici analizăm componenta prognostică pe termen extins și anume sezonier, deosebit de importantă pentru estimarea particularităților așteptate pentru sezonul agricol care urmează. Aceste predicții se realizează prin ansamble de modele globale ce pot fi apoi regionalizate la rezoluții fine, utilizând tehnica deja implementată și prezentată (RegCM-RO). Scorul acestor predicții regionalizate este într-o mai mare masură dependent de scorul predicției modelelor globale de cuplaj deoarece condițiile inițiale joacă rolul principal în predicție. Prezentăm validarea sistemelor de predicție utilizate pentru cuplaj în prognoza regională sezonieră, în studii de caz relevante pentru proiectul Prepcim și serviciul climatic ERRIS-Prepcim.

*) Validarea predicției indicelui SPEI la scara României: Validare pentru 56 ani (1960-2015)

OBSERVATII, dt=1

OBSERVATII, dt=3

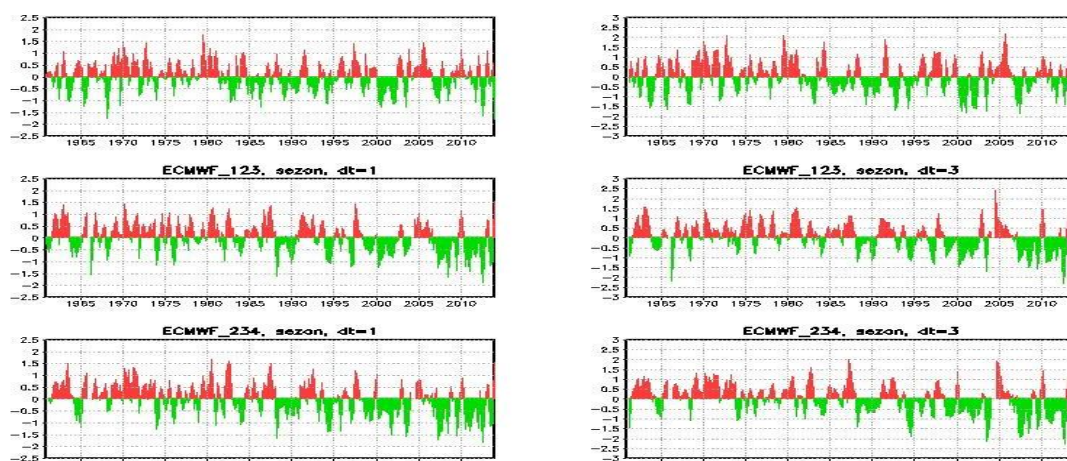


Figura 13 Validarea prognozei Indicelui de secetă SPEI (pentru SE-ul României) prognozat cu anticipație multi-lunară: de 1-3 luni (linia 2) 2-4 luni (linia de jos); indicele este mediat lunar (coloana din stânga) și respectiv pentru 3 luni (seceta persistentă, coloana din dreapta); Validare pentru prognozele efectuate retroactiv ("hindcast") pentru perioada: 1960-2015., folosind sistemul SEAS5/ECMWF (mijloc și jos), față de indicele SPEI calculat din Observații (ERAinterim (<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era-interim>), sus). Valori negative (verde) /pozitive (roșu) ale indicelui reprezintă clase de intensitate de secetă/ excedent de umezeală, ref[2].

Notăm: O acuratețe foarte bună a prognozelor în ceea ce privește tendința de deșertificare în ultimele decenii conform cu Observațiile (Fig. 13, linia 1); corect reprezentată în prognoza este și creșterea intensității extremelor în ultimii ani atât în clasele de secetă cât și extremele de excedent pluvio în prognoze, în conformitate cu aceeași evoluție a extremelor evidențiată în Observații (Fig. 13); perioadele extinse de secetă prelungită sunt bine capturate în simulările de prognoză (e.g. 1999-2003; 2007-2008; 2012-2015) la fel ca perioadele de excedent (anii 1968-73, 2004-2006).

c) validare specifică în studii de caz (**Livrabilul R14**).

*) Validare: **Studiu de caz: "Evenimente Extreme"**

Un zoom în seria temporală a predicției din Figura 13 indică (în Figura 14) surprinderea corectă, cu 1-3 luni anticipație (sus) și (2-4 luni, jos) a unor fenomene extreme de secetă (iulie 2015) și excedent de precipitații (Februarie 2012; August 2016) în SE-ul României, corect prognozate în variabilitatea indicelui SPEI.

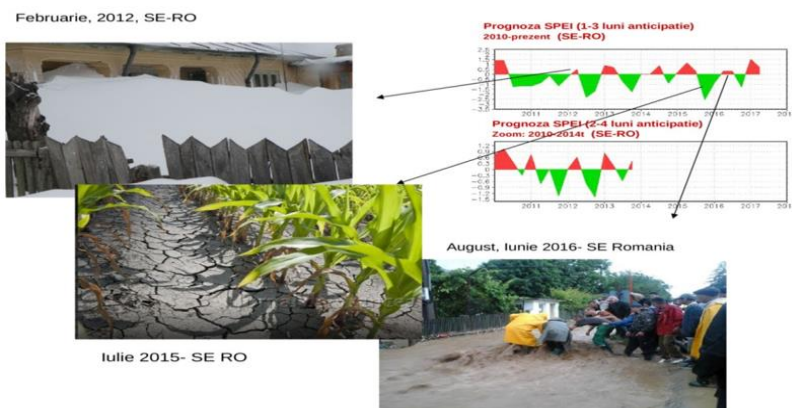


Figura 14 Prognosticele Indicelui SPEI cu 3 luni anticipație și fenomenele extreme produse

*) Prognoza sezonieră a câmpului de precipitații (validare; **Studiu de caz: Iunie 2020: inundații devastatoare în Romania, iunie 2020**, aceasta fiind cea mai ploioasă luna iunie din ultimii 60 de ani).

a)

b)

c)

d)

e)

f)

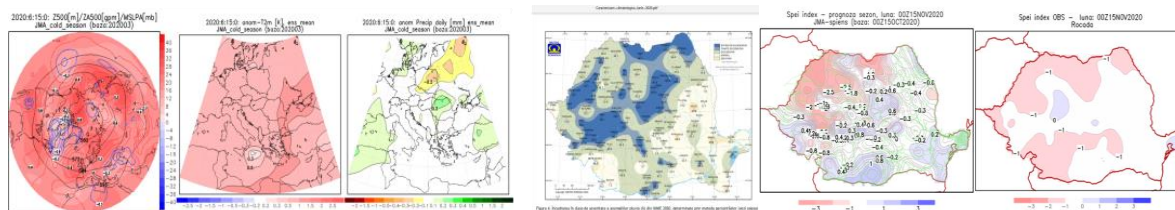


Figura 15: Validarea estimărilor predictive în tip “real”, aici cu anticipație de 3 luni: predicția câmpului de geopotential la 500 hPa (a)-d), de la stânga la dreapta), temperatura la 2m și precipitațiile, cu date inițiale din 1 Aprilie, prognoza pentru luna Iunie; ultima figură arată spre comparație precipitațiile măsurate la stații în luna iunie. Probabilitățile estimate pentru precipitații din ansamblul de modele au fost: P~¾ în jumătatea de Nord și Vest (umezeala-sursa Mediteraneană) și P~¼ pentru E/SE (sursa umezeală: Marea Neagră), ref[2]; Verificarea operațională a prognozei indicelui de secetă SPEI (prognozat (e) versus Observat (f, dreapta), prognoza cu anticipație de 1 lună, ref[2]).

Notăm: Sistemul numeric predictiv implementat are performanțe satisfăcătoare, ariile de excedent de precipitații fiind bine reprezentate (Fig 15, prognoza 3 luni) pentru anticipații sezoniere - anticipație necesară în serviciul climatic ERRIS-Prepcim pentru pregătirea măsurilor de optimizare a activității agricole pentru sezonul ce va debuta.

*) Prognoza sezonieră a indicelui de secetă SPEI (validare, **Studiu de caz: Noiembrie 2020: secetă pedologică extremă/puternică/moderată la nivelul tuturor regiunilor agricole**).

Verificarea operațională a prognozei indicelui de secetă SPEI: indicele prognozat (**Fig. 15 e**) versus indicele Observat (**Fig. 15f**, dreapta), prognoza cu anticipație de 1 lună: cu condiții inițiale Octombrie 2020, valabilă pentru luna Noiembrie 2020, ref[2]. **Notăm:** o coerență bună între regiunile prognozate a deveni secetoase/ excedentare și cele înregistrate la stații, două luni mai târziu (Figura 16). Valorile prognozate ale indicelui SPEI au fost calculate din prognoza câmpurilor de precipitații și temperatura la 2m utilizând un ansamblu de 56 modele climatice. Pentru fiecare model a fost calculat indicele SPEI prognozat, iar figura arată media acestui ansamblu.

Act 2.8 - Identificare ideotip Fenologic (IF) – design metodologic

2.8.1 - Elaborarea planului de căutare a ideotipului fenologic (coeficienți dependenți de cultivar) în contextul schimbărilor climatice (CC) pentru România [CO]

În anul 2021, au fost executate la INCDA -Fundulea, două experiențe de câmp pentru elaborarea metodologiei de parametrizare inițială (condiții actuale observate) în studiile pentru determinarea coeficienților dependenți de genotip.

În prima experiență desfășurată în câmpul de agricultură conservativă (ing. Cizmaș George) s-a urmărit obținerea datelor de calibrare și validare pentru stratul superficial de sol. Au fost semănați trei hibrizi de porumb românești (F423, Felix, lezer) în două epoci de semănat (09.04.2021 și 19.04.2021, a treia data de semănat - 29.04.2021 a fost compromisă datorită atacului masiv de *Tanymecus dilaticollis* care nu mai poate fi combătut eficient după aplicarea normelor care stipulează folosire pesticidelor pe bază de neonicotinoide). Semănatul s-a efectuat în sistem *no tillage* pe un sol uniform acoperit de resturi vegetale de la cultura anterioară (soia) cu densitatea de 67500 boabe/ha (norma de semănat: 20,39 Kg/ha), suprafața parcelor experimentale fiind de 28 m². Numărul de repetiții a fost de trei. S-a aplicat la semănat o fertilizare starter cu îngrășământ complex N18 P46.

Erbicidarea preemergentă a fost efectuată cu Adengo 465 SC (Substanțe active: isoxaflutol 225 g/l+tiencarbazon-metil 90 g/l +cipsulfamide (safener) 150 g/l); Doza: 0,30 L/ha și Frontier Forte (Substanță activă: 720 g/l Dimetenamid-P); Doza: 1l/ha.

Pentru metoda gravimetrică s-au recoltat probe de sol cu sonda agrochimică pe orizontul 0-20 cm adâncime. Probele s-au introdus în fiole de aluminiu și s-au acoperit cu capace. După cântărire, fiolele au fost uscate în etuvă timp de 8 ore la temperatura de 105oC. După scoaterea din etuvă, fiolele au fost cântărite și s-a calculat umiditatea, cu relația: $u = [(b-c)/(c-a)] \cdot 100$, în care: u = umiditatea (% din greutatea solului uscat la 105°C); a = masa fiolei (g); b = masa fiolei cu sol umed (g); c = masa fiolei cu sol uscat (g). m⁻³).

Datele privitoare la umiditatea solului sunt redată în următoarele tabele:

Hibridul F423 -09.04.2021-					
	Umiditatea solului determinată cu Theta kit (%)				Metoda gravimetrică (%)
Repetiția I	22,3	36,3	33,0	31,8	20.71
Repetiția II	29,8	29,1	27,4	34,5	21.34
Repetiția III	25,9	29,4	31,5	29,6	19.97
Hibridul Felix					
	Umiditatea solului determinată cu Theta kit (%)				Metoda gravimetrică (%)
Repetiția I	29,3	30,2	32,2	31,8	17.51
Repetiția II	31,2	32,9	32,7	31,8	16.35
Repetiția III	31,9	32,7	32,3	29,4	16.69
Hibridul Iezer					
	Umiditatea solului determinată cu Theta kit (%)				Metoda gravimetrică (%)
Repetiția I	28,3	32,5	28,6	30,8	18.54
Repetiția II	31,8	33,5	25,6	32,4	22.62
Repetiția III	27,1	33,3	27,3	33,7	17.50

Hibridul F423 -19.04.2021-					
	Umiditatea solului determinată cu Theta kit (%)				Metoda gravimetrică (%)
Repetiția I	24,7	28,5	26,7	25,8	19,76
Repetiția II	23,1	22,0	28,8	26,8	19,95
Repetiția III	25,1	27,8	28,2	26,9	20,98
Hibridul Felix					
	Umiditatea solului determinată cu Theta kit (%)				Metoda gravimetrică (%)
Repetiția I	25,3	31,9	26,1	28,0	20,52
Repetiția II	26,5	29,7	27,4	33,3 29,0	21,71
Repetiția III	26,2	29,6	26,8	29,2	21,46
Hibridul Iezer					
	Umiditatea solului determinată cu Theta kit (%)				Metoda gravimetrică (%)
Repetiția I	28,4	30,0	26,8	28,3	21,65
Repetiția II	26,5	26,9	28,5	30,9	22,17
Repetiția III	26,3	28,1	27,3	29,8	20,60

Înflorire EPOCA a-I-a						
F 423	Umidități cu ΔT Theta Kit				U% 0-5cm	U% 0-20cm
R I	31,2	33,9	32,0	36,2	16,680	16,700
R II	20,3	19,8	15,7	34,2	16,770	16,714
R III	31,9	24,5	31,1	33,5	16,484	16,799
FELIX	Umidități cu ΔT Theta Kit				Masa uscată 0-5 cm	Masa uscată 0-20cm
R I	23,0	33,3	32,5	34,1	16,209	17,048
R II	25,5	33,2	20,7	32,6	16,740	17,256
R III	26,7	24,3	24,4	31,8	16,311	17,200
IEZER	Umidități cu ΔT Theta Kit				U% 0-5 cm	U% 0-20cm
R I	29,4	32,3	33,1	31,9	16,655	17,334
R II	28,2	35,7	33,0	28,0	16,385	17,351
R III	22,5	35,5	32,3	35,0	16,640	17,230

Înflorire EPOCA a-II-a						
F 423	Umidități cu ΔT Theta Kit				U% 0-5 cm	U% 0-20 cm
R I	34,3	35,4	35,0	30,1	16,401	17,300
R II	21,6	19,0	34,4	28,4	16,343	17,371
R III	39,4	32,9	32,4	21,6	16,212	16,913
FELIX	Umidități cu ΔT Theta Kit				U% 0-5 cm	U% 0-20cm
R I	28,8	32,4	25,6	28,5	16,641	17,375
R II	30,7	27,4	19,4	28,1	16,882	16,932
R III	25,5	27,1	26,1	29,9	16,413	16,882
IEZER	umidități cu ΔT Theta Kit				U% 0-5 cm	U% 0-20cm
R I	21,5	29,0	31,9	24,1	16,527	17,032
R II	20,9	28,8	32,8	32,6	16,920	17,569
R III	31,4	25,3	31,2	20,3	16,586	17,322

Pe data de 11.06.2021 când porumbul se afla în stadiul de 7-8 frunze s-a aplicat o fertilizare cu uree (45% s.a. N) cu norma de 230 kg/ha.

Înfloritul plantelor de porumb a fost notat conform instrucțiunilor ISTIS în vigoare:

- inflorescența masculă: începutul înfloriturii se notează data când pe axul principal al paniculului apare polenul la 5% din plante, iar sfârșitul înfloriturii se consideră data apariției polenului pe ultimele 5% din panicule;
- inflorescența femelă: începutul înfloriturii - se notează data când la 5% din plante au apărut stigmatetele (mătăsitul) iar sfârșitul înfloriturii se consideră data când apar stigmatetele la ultimele 5% din plante.

EPOCA I					EPOCA II			
	PANICUL		MATASE		PANICUL		MATASE	
	Începutul înfloritului	Sfârșitul înfloritului	Începutul înfloritului	Sfârșitul înfloritului	Începutul înfloritului	Sfârșitul înfloritului	Începutul înfloritului	Sfârșitul înfloritului
F423								
R1	2.07	6.07	3.07	8.07	5.07	7.07	7.07	12.07
R2	1.07	5.07	3.07	8.07	5.07	7.07	7.07	12.07
R3	1.07	6.07	3.07	8.07	5.07	7.07	7.07	11.07
FELIX								
R1	1.07	5.07	4.07	7.07	2.07	7.07	4.07	9.07
R2	1.07	6.07	4.07	7.07	2.07	7.07	4.07	9.07
R3	1.07	5.07	4.07	7.07	2.07	6.07	4.07	9.07
IEZER								
R1	4.07	8.07	5.07	9.07	5.07	7.07	6.07	10.07
R2	4.07	7.07	5.07	9.07	5.07	7.07	6.07	11.07
R3	4.07	8.07	5.07	10.07	5.07	7.07	6.07	11.07

O a doua experiență de câmp (câmpul de experiență al laboratorului de ameliorarea porumbului de la INCDA Fundulea, condus de Ing. Horhocea Daniela) a urmărit obținerea informațiilor fenologice pentru zece hibrizi de porumb românești sau comercializați în România de către firme multinaționale. Acești hibrizi sunt reprezentativi pentru preferințele actuale ale fermierilor din sud-estul României.

Datele obținute au fost folosite pentru demararea parametrizării inițiale a modelului CERES-Maize și studiile de sensibilitate a modelului.

Nr. Var.	GE	data sem.	data înflorit	data matasit	data recoltat
1	Felix	11.05.	11.07.	12.07.	15.09.
2	F423	11.05.	16.07.	18.07.	15.09.
3	Iezer	11.05.	14.07.	17.07.	15.09.
4	P0216	11.05.	14.07.	14.07.	15.09.
5	P9537	11.05.	12.07.	13.07.	15.09.
6	DK5068	11.05.	17.07.	17.07.	15.09.
7	HSF1191-14	11.05.	9.07.	11.07.	15.09.
8	HSF3425-16	11.05.	13.07.	14.07.	15.09.
9	HSF3407-16	11.05.	12.07.	15.07.	15.09.
10	HSF2837-17	11.05.	13.07.	14.07.	15.09.

Concluzii

În Etapa 2 au fost atinse trei obiective majore ale Proiectului Preplim:

O1) Proiecții ale Schimbărilor climatice la scară sub-regională / locală pentru Sud-Estul României: regionalizare și probabilități/ incertitudini asociate;

O2) Design (de la TLR2 la TLR3) al unui sistem generic operativ pentru analiza impactului schimbărilor climatice asupra culturilor de câmp în România și identificare a ideotipurilor fenologice pentru obținerea de producții mari și stabile simultan cu reducerea riscului de poluare asociat tehnologiilor de fertilizare (sistem H-CPC)

O5) Design și elaborare a elementelor componente (software) ale unui nou serviciu agro-climatic EERIS-Preplim pentru identificarea ideotipului de cultură în condiții proiectate de schimbări climatice și diferite tehnici agricole de optimizare. Acest obiectiv va fi finalizat prin partea de implementare în Etapa3.

Aceste rezultate reprezintă baza și suportul pentru îndeplinirea obiectivelor finale:

O3) Exploatarea experimentală a sistemului H-CPC implementat și validarea extensivă;

O4) Cercetare fundamentală și orientat aplicată (modele auxiliare) pentru identificarea ideotipului în diferite scenarii de schimbări climatice regionale și diferite acțiuni de optimizare a culturilor și a impactului acestora (răspunsul în poluare, bio-eco sisteme asociate);

O5) Implementarea pe platforma externă a serviciului agro-climatic EERIS-Preplim elaborat pentru identificarea ideotipului de cultură în condiții proiectate de schimbări climatice și diferite tehnici agricole de optimizare.

Au fost obținute rezultatele: **R07** - Modul H-CP pentru generarea de scenarii climatice de rezoluție fină ca input pentru modelarea fenologică - operațional; **R08** - Downscaling Scenarii climatice (CMIP6/CORDEX) la scara fină folosind modulul H-CP; input furnizat pentru modelarea fenologică - scenarii HREs încărcate pe serverul proiectului; **R09** - Interfața post-procesare output H-CP ca intrare în modelul de sol/fenologic: (modul H-CPc operațional, validat); **R10** - Software caracterizare/ analiza

Extreme agro-climatice -operativ; **R11** - interfața Xed-VBA operare date în modelul de cultură-implementată/validată; **R12** - interfață configurare/lansare operativă model de cultură DSSAT - implementată/validată; **R13** - software operativ selecție indicatori agro-climatici; **R14** - validare sistem H-CPC în studii de caz; **R15** - Design serviciu agro-climatic nou, operativ în context CC, pe baza sistemului H-CP: platforma implementată, accesibilă la (https://climatologis.shinyapps.io/prepclim_app); **R16** - 2 articole de cercetare publicate în reviste peer-review de specialitate cu factor de impact (relativ la rezultatele noi în domeniul modelării cuplate CP la scară sub-regională pentru identificare ideotip fenologic în contextul schimbărilor climatice regionale); **R17** - Raportare etapele I-a și a II-a.

Lucrari executate sau cu contributie partiala in cadrul Proiectului:

Caian, M.; Georgescu, F.; Pietrisi, M.; Catrina, O. *Recent Changes in Storm Track over Southeast Europe: A Mechanism for Changes in Extreme Cyclone Variability*. Atmosphere 2021, 12, 1362. <https://doi.org/10.3390/atmos12101362> **(lucrare executată în timpul proiectului)**

Caian Mihaela, Mic Rodica-Paula, Corbus Ciprian, Angearu Claudiu-Valeriu, Matreata Marius, *Extreme flood modeling and mechanism over Crisul Alb basin in Romania*, CATENA, Volume 196, 2021, 104923, ISSN 0341-8162, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104923>. **(lucrare începută anterior proiectului, finalizată pe durata proiectului - aplicată și utilizată în proiect i.e. model climatic de rezoluție foarte fină)**

ref[3] Caian, M. A. Dobre, C. Lazar, Z. Chitu, V. Amihăseșei, D. Mihailescu, *Projected Changes in agro-climate indicators in climate scenarios for Southern Romania* - submitted in Dec2021 (INCDA Rev.), (rezultate prezentate parțial la INCDA Comm. Session, 2021) **(lucrare executată în timpul proiectului)**

Bibliografie

Cannon, Alex J. "Multivariate quantile mapping bias correction: an N-dimensional probability density function transform for climate model simulations of multiple variables." *Climate dynamics* 50, no. 1 (2018): 31-49.

Dumitrescu, Alexandru, and Marius-Victor Birsan. "ROCAD: a gridded daily climatic dataset over Romania (1961–2013) for nine meteorological variables." *Natural Hazards* 78, no. 2 (2015): 1045-1063.

Berrisford, P. Dee, DP. Poli, P. Brugge, R. Fielding, M. Fuentes, M. Kallberg, PW. Kobayashi, S. Uppala, S. Simmons, A. , *The ERA-Interim archive Version 2.0*, ERA Report Series, 2021

Karl E. Taylor, Ronald J. Stouffer, Gerald A. Meehl, *A summary of the CMIP5 Experiment Design*, 2011

R. Benestad, E. Buonomo, J.M. Gutiérrez, A. Haensler, B. Hennemuth, T. Illy, D. Jacob, E.K. Thiel, E. Katragkou, S. Kotlarski, G. Nikulin, J. Otto, D. Wretched, T. Remke, K. Sieck, S. Sobolowski, P. Szabó, G. Szépszó, C. Teichmann, R. Vautard, T. Weber, *Guidance for EURO-CORDEX climate projections data use, Version 1.1*, 2021

Hoogenboom, G., C.H. Porter, K.J. Boote, V. Shelia, P.W. Wilkens, U. Singh, J.W. White, S. Asseng, J.I. Lizaso, L.P. Moreno, W. Pavan, R. Ogoshi, L.A. Hunt, G.Y. Tsuji, and J.W. Jones. 2019. *The DSSAT crop modeling ecosystem*. In: p.173-216 [K.J. Boote, editor] *Advances in Crop Modeling for a Sustainable Agriculture*. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, United Kingdom (<http://dx.doi.org/10.19103/AS.2019.0061.10>)

Hoogenboom, G., C.H. Porter, V. Shelia, K.J. Boote, U. Singh, J.W. White, L.A. Hunt, R. Ogoshi, J.I. Lizaso, J. Koo, S. Asseng, A. Singels, L.P. Moreno, and J.W. Jones. 2019. *Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.7.5* (<https://DSSAT.net>). DSSAT Foundation, Gainesville, Florida, USA.

Jones, J.W., G. Hoogenboom, C.H. Porter, K.J. Boote, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, P.W. Wilkens, U. Singh, A.J. Gijsman, and J.T. Ritchie. 2003. *DSSAT Cropping System Model*. *European Journal of Agronomy* 18:235-265.

<https://uefiscdi.gov.ro/articole/4244/Platforma-Engage-in-the-Romanian-Research-Infrastructures-System.html>

Metodologia examinării valorii agronomice și de utilizare (Testul VAU) ISTIS, Coordonatori lucrare: dr. ing.

Antonia Ivașcu și ing. Mihaela-Rodica Ciora - <http://istis.ro/image/data/download/publicatii/MetodicaVAU.pdf>

Lucrari In Pregătire (in prep.) in cadrul Proiectului

ref[1] Caian, M. Liviu Oana, Mihai Adamescu, Alexandru Dumitrescu, Sorin Cheval, Constantin Cazacu, *High-resolution dynamical downscaling of extreme climate using RCPs and landcover scenarios over Romania*, (in prep., de submis)

ref[2] Caian, M., Dobre A : *Seasonal forecast of drought indices for Romania using SEAS5 and JMA multi-model prediction systems*, (in prep., parțial prezentată în Nov. 2020, Comm. Ses. ANM,2020)

ref[4] Caian, M. A Dobre, D. Mihailescu, *Comparison between CMIP6 and CMIP6 climate scenarios at regional scale, over SE Europe*, (to be submitted by 30 Dec 2021, presented la ANM Comm. Ses., 2021)

CMIP6 data base: <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip6>

CMIP5 data base: <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip5>

CORDEX data basis: <https://cordex.org/>
COPERNICUS database: <https://www.copernicus.eu/en>