Principalul rezultat al proiectului este WinDMiL, un prototip funcțional de laborator al unui sistem software pentru analiza datelor meteorologice și asistarea proceselor decizionale în meteorologie. WinDMiL încorporează metode de extragere a cunoștințelor din date meteorologice, pentru o analiză rapidă și precisă a acestora, metode de învățare automată pentru prognoza vremii și o componentă pentru vizualizarea rezultatelor, ușor de interpretat pentru meteorologi, care urmărește să faciliteze luarea deciziilor meteorologice.

Sistemul WinDMiL este util cercetătorilor din domeniul meteorologiei și meteorologilor operaționali în sarcinile lor zilnice, oferindu-le informații relevante din situații similare din trecut și asistându-i în decizii legate de predicția zonelor afectate de fenomene meteorologice severe, prognoza precipitațiilor și efectuarea analizelor climatologice. Beneficiarul direct al WinDMiL este Administrația Națională de Meteorologie din România.

DESCRIEREA SISTEMULUI.

WinDMiL include trei subsisteme principale: (1) *subsistemul pentru achiziția și stocarea datelor*; (2) *subsistemul pentru analiza datelor*; și (3) *subsistemul de vizualizare*. Figura 1 ilustrează arhitectura sistemului WinDMiL.

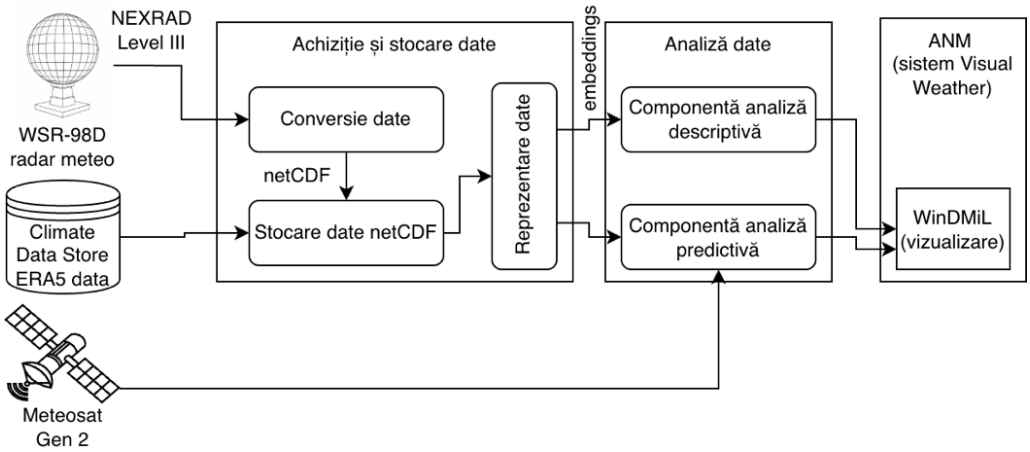


Figura 1 - Diagramă de arhitectură a sistemului WinDMiL

Subsistemul WinDMiL de analiză a datelor meteorologice include o componentă de **analiză nesupervizată** (descriptivă) și o **componentă de analiză supervizată** (predictivă). Componenta de analiză nesupervizată se bazează, în principal, pe extragerea autosupervizată a unor reprezentări condensate ale datelor de reanaliză și identificarea unor evenimente similare din trecut pe baza similarității între reprezentările condensate. Cele două componente predictive de bază ale subsistemului WinDMiL de analiză supervizată sunt: (1) predicția hărților meteorologice de date radar și (2) prognoza pe termen scurt a precipitațiilor (*nowcasting*) pentru un interval de până la 6 ore, utilizând informații meteorologice eterogene (date de reanaliză, câmpuri GRIB, predictori WKL, observații de la stații, etc). WinDMiL include și un **subsistem de vizualizare**, utilizat pentru o reprezentare grafică intuitivă a rezultatelor ambelor componente ale subsistemului de analiză, sub formă de hărți ușor de interpretat, utile pentru asistarea meteorologilor în luarea deciziilor privind fenomene meteorologice cu impact major.

Figura 2 ilustrează un astfel de exemplu. Pentru datele de la un anumit moment de timp, se pot vizualiza 4 momente de timp din trecut cu date similare cu cele curente. Pentru căutare se folosește distanța euclidiană între reprezentările condensate ale datelor, similaritățile (scorurile) indicate fiind între 0 și 100 (100 înseamnă reprezentări identice, iar 0 înseamnă cea mai mare diferență dintre oricare 2 imagini din setul de date de reanaliză).

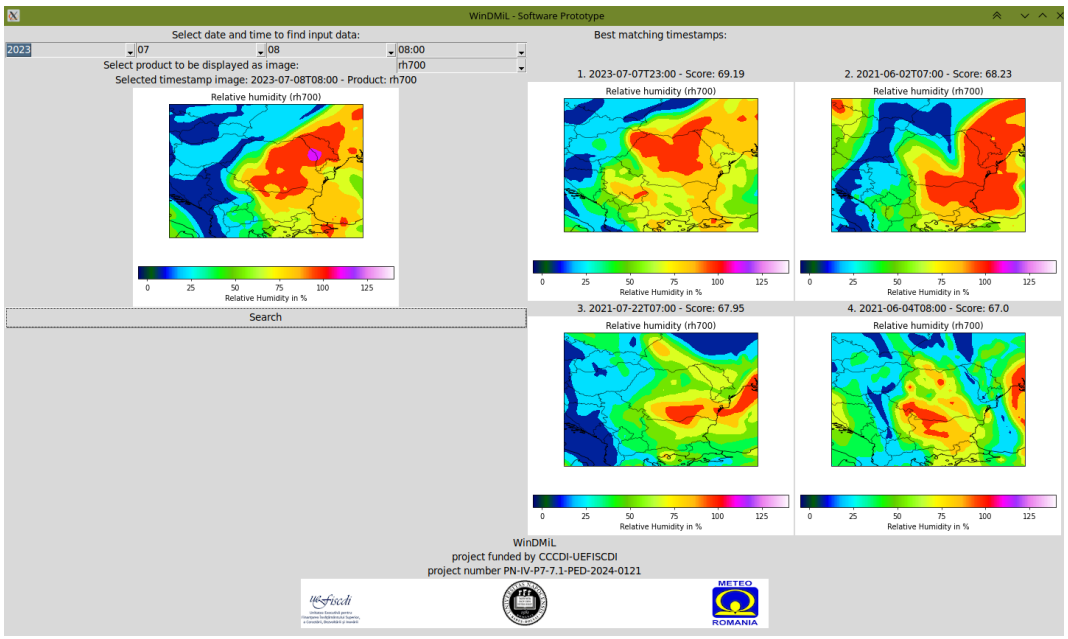


Figura 2 – WinDMiL: Componenta de identificare a unor evenimente similare din trecut.

Imaginile din Figura 3 prezintă o comparație directă între reflectivitatea compozită reală, derivată din datele captate de radarul meteorologic de la Bobohalma (panoul din stânga), și reflectivitatea compozită estimată de modelul pentru predicția hărților radar (panoul din dreapta). Graficele au fost generate cu ajutorul Visual Weather, software-ul de vizualizare operațională utilizat de Administrația Națională de Meteorologie din România. Evenimentul ilustrat a avut loc pe 15 noiembrie 2023, datele fiind colectate în intervalul orar 00:36 – 09:03 UTC, atât pe parcursul evoluției temporale a fenomenelor (Figurile 3(a)-(c)), cât și la finalul evenimentului (Figura 3(d)).

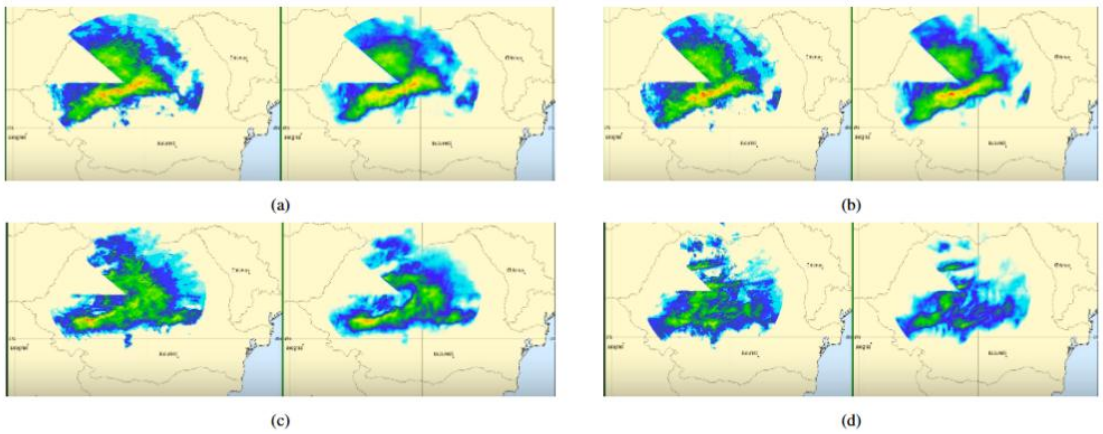


Figura 3 – WinDMiL: Componentă de predicție a hărților radar

Pentru prognoza de precipitații este folosit un model hibrid care combină atenția asupra evoluției temporale cu operații în domeniul Fourier pentru relațiile spațiale la scara întregului domeniu și cu detalii locale convoluționale. Figura 4 ilustrează comparativ, pentru episodul din 26 august 2026, 17–20 UTC, estimarea radarului, prognoza modelului inițializată la 17:00 UTC și observațiile SYNOP (Surface Synoptic Observations). Steaua marchează Predeal, iar culorile indică precipitațiile în mm/3 h.

Prototipul produs pentru componenta de prognoză a precipitațiilor este capabil să producă prognoze orare pentru România și să sprijine interpretarea precipitațiilor și a tipului de vreme. Sistemul se află în preproducție, cu rezultate mai bune în primele ore și limite în anticiparea precipitațiilor intense pentru termene mai lungi.

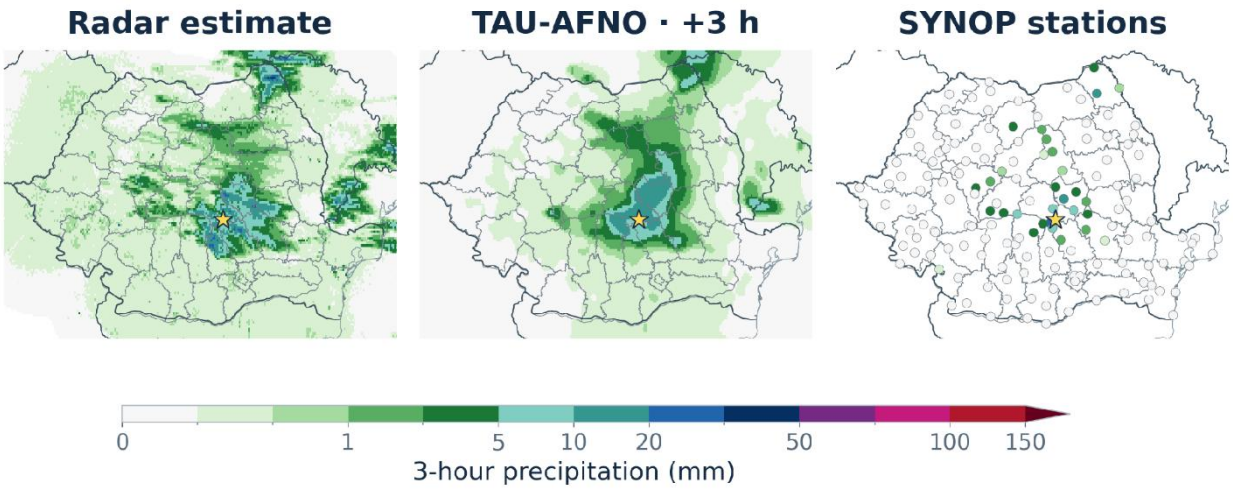


Figura 4 – WinDMiL: Componenta de prognoză a precipitațiilor. Este ilustrat episodul din 26 august 2026, 17–20 UTC. De la stânga: estimare radar, prognoza modelului hibrid utilizat (TAU-AFNO) inițializată la 17 UTC și observații SYNOP. Steaua marchează Predeal. Culorile indică precipitațiile în mm/3 h.