

# Rezumat

Numărul și intensitatea evenimentelor meteorologice severe este în creștere, ceea ce duce la pierderi de bunuri, proprietăți și vieți umane. Prognoza meteo perfecționată, în special pentru evenimentele meteorologice severe, așteptate în mai puțin de 6 ore, cunoscută și sub numele de *nowcasting*, se dorește să ajute la atenuarea consecințelor unor astfel de evenimente. Proiectul WeaMyL își propune să îmbunătățească acuratețea prognozei pe termen scurt a vremii prin metode de învățare profundă și abordări *Big Data* capabile să gestioneze volumul mare de date meteorologice care sunt produse în mod constant. Institutele Naționale de Meteorologie sunt beneficiarii direcți ai proiectului, în timp ce publicul larg este cel mai important beneficiar indirect. Atât populația din România, cât și cea din Norvegia vor fi beneficiare, prin faptul că vor avea mai mult timp de pregătire și mai multă încredere în alertele meteorologice cu risc redus de alarmă falsă.

Echipa proiectului cuprinde cercetători de la [Universitatea Babeș-Bolyai](#) (UBB), care contribuie cu expertiza lor în învățarea automată (*machine learning* - ML). Experții meteorologi de la [Administrația Națională de Meteorologie România](#) (ANM) furnizează date și interpretări pentru România, în timp ce colegii lor de la [Institutul Meteorologic Norvegian](#) (MET) au aceleași atribuții pentru Norvegia. Echipa norvegiană cuprinde specialiști în dezvoltare software (echipa MET-IT), care sunt responsabili atât de partea de front-end a platformei WeaMyL, integrarea modulelor dintre datele meteorologice și platforma software, cât și de integrarea cu sistemele naționale de avertizare. Echipa MET include și o echipă de meteorologi operativi (echipa MET-MT) care vor testa și evalua extensiv platforma WeaMyL.

Obiectivele principale propuse pentru anul 2022 au fost complet îndeplinite. A treia fază a proiectului (care s-a extins pe parcursul anului 2022) a fost marcată de un semnificativ progres științific și tehnic. Sistemul WeaMyL, care a fost pilotat la partenerul MET, beneficiază de modele îmbunătățite de învățare profundă, capabile să prezică cu precizie valorile produselor radar până la 1 oră în viitor și de Atlasul Adnotat, care oferă funcționalități de căutare inteligentă a informațiilor. Platforma de prognoză oferă date meteorologice în timp real și aproape în timp real pentru modelul de învățare automată încorporat, folosind acest model pentru a genera predicții pe termen scurt pentru produsele meteorologice de interes, atât în mod automat, cât și la cerere.

## Realizări științifice și tehnice

A treia etapă a proiectului s-a desfășurat pe parcursul anului 2022, fiind intitulată **Dezvoltare, testare și integrare a programelor software**. Aceasta a continuat activitatea desfășurată în anul 2021, adăugând următoarele noi obiective: dezvoltarea și validarea științifică a unor noi modele computaționale și tehnici bazate pe Învățarea Automată special concepute pentru predicția cu precizie ridicată a vremii pe termen scurt (*nowcasting*); dezvoltarea și evaluarea de către utilizatori a Atlasului Adnotat a Observațiilor Meteorologice - o bază de date extinsă conținând date meteorologice; dezvoltarea platformei *open-source* WeaMyL pentru predicție timpurie a fenomenelor meteo severe. Toate activitățile planificate au fost desfășurate și finalizate cu succes în intervalele de timp prevăzute și respectând constrângerile de buget aferente.

În cele ce urmează, vom descrie activitățile desfășurate de partenerii din proiect în vederea atingerii obiectivelor științifice și tehnice prevăzute pe parcursul anului 2022.

**Activitățile desfășurate de echipa UBB** sunt sumarizate în cele ce urmează. Pe parcursul anului 2022, membrii echipei au continuat activitatea desfășurată anterior în vederea modelării problemei predicției vremii pe termen scurt ca o sarcină de învățare supervizată și a îmbunătățirii performanței arhitecturii *Xception Deep Learning* propuse. Următorul pas a fost stabilirea unei metodologii științifice pentru validarea modelelor ML și continuarea evaluării experimentale a acestora. Au fost efectuate numeroase comparații și analize statistice ale rezultatelor obținute, astfel încât să se selecteze cele mai performante modele de învățare supervizată pentru a fi încorporate în prototipul inițial/avansat al platformei de prognoză. *Feedback*-ul obținut de la partenerii meteorologi privind performanța modelelor de predicție a vremii pe termen scurt a fost utilizat pentru a decide care sunt cele mai potrivite metrice de performanță pentru evaluarea modelelor. Echipa UBB a oferit suport echipei MET-IT în ceea ce privește integrarea modulului de învățare profundă în prototipurile inițial și avansat ale platformei de prognoză a vremii. Mai mult decât atât, membrii echipei UBB au contribuit la integrarea datelor istorice și a celor obținute în timp real de la partenerii meteorologi în modulul *Xception Deep Learning* al platformei de prognoză. Aceștia au încorporat în mod continuu în componenta de învățare *online* a modulului de predicție noi date adnotate de către meteorologi. Membrii echipei au îmbunătățit incremental modelele computaționale în acord cu *feedback*-ul obținut de la meteorologii operaționali de la ANM și MET-MT privind performanța platformei de prognoză.

**Activitățile echipei ANM pentru anul 2022** pot fi rezumate după cum urmează. În primul rând, echipa a oferit perspectiva meteorologică referitoare la datele utilizate și rezultatele experimentelor efectuate de UBB și a evaluat performanța tehnicilor ML implementate pe baza criteriilor de calitate nowcasting. Membrii echipei au sprijinit dezvoltarea Atlasului Adnotat de Observații Meteorologice și au oferit asistență continuă echipei MET-IT în ceea ce privește integrarea datelor meteorologice relevante în banca de date. De asemenea, au asistat echipa MET în procesul de integrare a platformei de prognoză cu sistemele naționale de avertizare, prin furnizarea de specificații pentru protocoalele de comunicații utilizate în România, pentru a realiza transferul și integrarea eficientă a datelor. Echipa ANM și-a continuat munca în ceea ce privește extragerea, adnotarea și validarea datelor radar din baza lor de date și a furnizat aceste date echipei UBB pentru antrenarea modelelor ML ale platformei de prognoză. Meteorologii operaționali ai ANM au analizat funcționalitățile Atlasului Adnotat de Observații Meteorologice, integrarea cu infrastructura software și hardware existentă, precum și calitatea și performanța Atlasului. Membrii echipei ANM au analizat, de asemenea, performanța Platformei de Prognoză folosind tehnici stabilite în ceea ce privește pragurile de calitate legate de acuratețea spațială, temporală și cantitativă. Activitatea a fost realizată într-un mediu operațional folosind date în timp real. Suportul tehnic a fost oferit de MET-IT, care va folosi *feedback*-ul primit pentru dezvoltarea prototipului final.

**Activitățile echipelor MET (MT și IT)** sunt rezumate în cele ce urmează. Echipa MET-MT și-a oferit expertiza meteorologică cu privire la datele utilizate și la rezultatele experimentelor efectuate de către echipa UBB și a evaluat performanța tehnicilor ML implementate pe baza criteriilor de calitate nowcasting. Echipa MET-IT a continuat dezvoltarea Atlasului Adnotat de Observații Meteorologice (activitate începută în aprilie 2021, care s-a finalizat cu prototipul inițial al Atlasului în primăvara anului 2022). În paralel, MET-IT a continuat dezvoltarea incrementală în versiuni prototip (versiune inițială - începută în 2021, versiune avansată și versiune finală) și testarea platformei de prognoză, integrând continuu componentele ML dezvoltate de către echipa UBB. Prototipul avansat al platformei de prognoză a fost finalizat în august 2022, iar pilotarea a început la MET în septembrie 2022. De asemenea, echipa MET coordonează integrarea prototipului final al platformei de prognoză în sistemele naționale de avertizare din România și Norvegia. Membrii echipei MET-IT au îmbunătățit componenta de achiziție de date în funcție de *feedback*-ul primit de la echipele meteorologice și au integrat seturile de date meteorologice necesare pentru implementarea prototipurilor inițiale și finale ale Atlasului adnotat. Activitatea de pilotare a Atlasului Adnotat de Observații Meteorologice a început în martie 2022, după ce prototipul inițial a fost finalizat în februarie 2022. În următoarea fază, în 2023,

cele două prototipuri ale Atlasului (inițial și final) vor fi testate de către meteorologii ANM și MET, într-un mediu operațional. Membrii echipei MET-MT vor analiza performanța adnotărilor, funcționalitățile de căutare și filtrare și relevanța acestora pentru regăsirea datelor și nowcasting. Echipa MET-IT este responsabilă de coordonarea implementării prototipurilor avansate și finale ale platformei de prognoză, activitate care a început în septembrie 2022 și care implică toți partenerii proiectului. Perioada totală a pilotării este de 12 luni, astfel încât aplicația software să fie testată pe durata unui an calendaristic întreg, oferind echipei de cercetare date importante privind comportamentul platformei în diferite condiții meteorologice, atât vara, cât și iarna.

## Diseminare

În calitate de promotor al proiectului, UBB a fost responsabilă de coordonarea administrativă, științifică și tehnică a proiectului. Aceasta a implicat coordonarea comunicării și colaborării dintre parteneri, identificarea și monitorizarea riscurilor și luarea de măsuri corective atunci când este necesar. Promotorul proiectului a coordonat munca privind livrabilele și artefactele relevante pentru a se asigura că proiectul a progresat în conformitate cu constrângerile de timp și de buget pentru îndeplinirea obiectivelor definite. Toți partenerii consorțiului au lucrat la diseminarea rezultatelor către autoritățile relevante și organizațiile științifice. În acest sens, ei au contribuit la publicarea rezultatelor activităților tehnice și științifice în reviste de înaltă calitate ce sunt public disponibile și în conferințe. Aceste eforturi s-au concretizat în publicarea a 3 lucrări științifice, dintre care 2 în reviste indexate Web of Science și 1 în conferințe Web of Science, care a fost publicată într-un jurnal indexat Scopus. Dintre cele 3 articole publicate, unul are ca autori membri din toate cele trei instituții din consorțiu.

Una din cele mai importante activități din primul an al implementării proiectului a fost a doua ediție a [atelierului WeADL](#), organizat în data de 3 iunie 2022. Scopul său principal a fost creșterea gradului de conștientizare a comunității științifice cu privire la provocările învățării profunde, ale învățării automate sau ale cercetării științifice bazate pe inteligența artificială în domeniul interdisciplinar. Accentul a fost pus pe scopurile actualului proiect - folosirea tehnicilor de învățare profundă pentru îmbunătățirea previziunii meteorologice pe baza satelitului istoric, radar și alte produse meteorologice. Evenimentul a avut loc pe platforma Zoom, cu programul și discuțiile înregistrate și puse la dispoziție pe site-ul web. La eveniment s-au înscris peste 50 de persoane, dintre care peste 30 au participat activ. Printre participanți s-au numărat cercetători în domeniu, doctoranzi și masteranzi, precum și oameni de știință din partea partenerilor proiectului.

Partenerii proiectului au făcut demersuri pentru a populariza rezultatele obținute în cadrul comunității științifice și au adăugat conținut original pe site-ul proiectului. Site-ul web ilustrează funcționarea sistemului folosind videoclipuri scurte și descriptive și reprezintă un vehicul cheie pentru diseminare. Rețelele sociale au fost folosite pentru a implica comunitatea științifică, diverse părți interesate și publicul larg.

Enumerăm mai jos alte activități importante pentru diseminarea proiectului:

- evenimente de popularizare a științei, la care au participat membrii proiectului;
- articole și interviuri furnizate de membrii proiectului pentru media audiovizuală și scrisă;
- prezentarea lui Andrei Mihai (membru al echipei BBU), intitulată „Un model inovator de învățare automată pentru predicția meteo pe termen scurt bazată pe date radar”, la evenimentul ITDays 2022 din Cluj-Napoca. Prezentarea a avut ca scop creșterea gradului de conștientizare cu privire la provocările predicției meteorologice de tip nowcasting, realizată cu ajutorul modelelor de învățare profundă, cu accent pe realizările științifice ale proiectului.