

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

contract nr. 713PED/2022

etapa nr. 2 / 2023

PN-III-P2-2.1-PED-2021-1938

ACCuReSy

Cercetări avansate asupra norilor convectivi folosind instrumente
de teledetecție de la noi platforme exploratorii

Cuprins

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| RST - Raport științific și tehnic, <i>rezumat</i> | 2 |
| Titlu proiect | 2 |
| Obiective generale/specifice | 2 |
| Număr etapă, denumire etapă | 2 |
| Obiective etapă | 2 |
| Rezultate etapă | 2 |
| Rezumatul etapei | 2 |
| RST - Raport științific și tehnic <i>in extenso</i> | 4 |
| Descrierea științifică și tehnică | 4 |
| 1. Introducere | 4 |
| 2. Activitățile desfășurate în etapa 2, aferentă anului 2023 | 4 |
| <i>Activitatea 2.1. Strategia de campanie</i> | 4 |
| <i>Activitatea 2.2. Analiza, testarea și configurarea instrumentelor implicate în monitorizarea continuă din sezonul convectiv 2023</i> | 7 |
| <i>Activitatea 2.3. Monitorizare continuă a proceselor atmosferice în sezonul convectiv 2023</i> | 8 |
| <i>Activitatea 2.4. Analize preliminare</i> | 9 |
| <i>Activitatea 2.5. Diseminare</i> | 13 |
| 3. Rezultatele etapei și concluzii | 14 |
| 4. Bibliografie | 15 |

RST - Raport științific și tehnic, *rezumat*

Titlu proiect

ACCuReSy - Cercetări avansate asupra norilor convectivi folosind instrumente de teledetecție de la noi platforme exploratorii

Obiective generale/specifice

OG: Realizarea de cercetări avansate ale mediului atmosferic înainte, în timpul și la scurt timp după producerea evenimentelor convective, folosind instrumente de teledetecție pentru investigarea interacțiunilor aerosoli-nor, cu o atenție specială asupra factorilor ce contribuie la formarea grindinei.

OS1: Monitorizarea sistematică a atmosferei în timpul sezonului convectiv (campanii de măsurători intensive), cu focus pe modul în care prezența diverselor tipuri de aerosoli pot influența evoluția norilor și precipitațiilor, utilizând o suită complexă de instrumente de teledetecție.

OS2: Construirea unei colecții de date privind evenimentele convective, pe baza datelor măsurate de instrumentele de teledetecție implicate în campaniile de măsurători.

OS3: Analize detaliate ale evenimentelor convective cu căderi de grindină.

Număr etapă, denumire etapă

Etapa 2: Monitorizarea continuă a proceselor atmosferice pe parcursul sezonului convectiv

Obiective etapă

Monitorizarea sistematică a mediului atmosferic în perioada sezonului convectiv, în cadrul unei campanii de măsurători intensive, utilizând o suită complexă de instrumente de teledetecție.

Rezultate etapă

- Elaborarea strategiei de campanie;
- Analiza, testarea și configurarea instrumentelor implicate în campania de cercetare experimentală;
- Monitorizarea continuă a proceselor atmosferice;
- Construirea colecției de date cu evenimente convective și inițierea analizelor preliminare a evenimentelor identificate în cursul sezoanelor convective 2022-2023;
- Comunicarea rezultatelor preliminare la evenimente științifice naționale și/sau internaționale; publicarea rezultatelor.

Rezumatul etapei

Activitățile desfășurate în această etapă au constat în monitorizarea continuă a mediului atmosferic, cu atenție specială pe monitorizarea și analiza post-factum a evenimentelor convective desfășurate în locațiile București-Măgurele și Brașov-Ghimbav în cursul sezonului convectiv 2023. Obiectivele specifice urmărite au fost: (1) monitorizarea continuă a mediului atmosferic în perioada sezonului convectiv (mai - octombrie 2023), utilizând o suită complexă de instrumente de teledetecție; (2) construirea colecției de date privind evenimentele convective, pe baza datelor măsurate de instrumentele de teledetecție disponibile, (3) analizarea detaliată a evenimentelor convective cu potențial de căderi de grindină.

Activitățile planificate pentru această etapă au avut în vedere consolidarea coordonatelor de lucru privind monitorizarea continuă a mediului atmosferic, având la bază strategia de campanie elaborată în etapa anterioară cu modificările și adăugirile necesare (activitatea 2.1.), analiza și testarea instrumentelor disponibile și nou adăugate (activitatea 2.2.) care au fost ulterior implicate în campania de măsuratori continue (activitatea 2.3.), construirea colecției de evenimente convective: selecție evenimente, achiziție de date și analize preliminare (activitatea 2.4.) și diseminarea activităților proiectului (activitatea 2.5.).

Întrucât scopul principal al proiectului ACCuReSy vizează monitorizarea evenimentelor convective, pe baza experienței acumulate în timpul campaniei-test din etapa anterioară, s-a procedat la îmbunătățirea și consolidarea strategiei de campanie. Astfel, s-a realizat o actualizare a inventarului de instrumente de utilizat în timpul campaniei de măsuratori, s-au revizuit procedurile tehnice aplicabile, configurarea lanțului logistic și programul operațional al campaniei.

Pentru buna desfășurare a activităților proiectului, suita de instrumente deja existente la cele două locații, a fost completată cu noi instrumente, senzori, softuri și produse auxiliare. Astfel, în anul 2023 au fost achiziționate un detector de descărcări electrice, un software de calcul a curgerii fluidelor și un set radiosonde meteorologice. Produsele au fost instalate, testate și configurate pentru utilizarea optimă în condiții de instabilitate atmosferică în cadrul campaniei de măsuratori continue.

Ca și în etapa anterioară, monitorizare proceselor atmosferice s-a realizat în proximitatea Centrului pentru studii de Atmosferă și Radiație de la Măgurele – MARS și al Academiei Forțelor Aeriene “Henri Coandă” din Brașov. Perioada de monitorizare continuă a cuprins intervalul 1 mai – 31 octombrie 2023, fiind caracterizat de o vreme deosebit de caldă, cu episoade caniculare intense și intinse ca durată, precedate de scurte intervale de instabilitate în care fenomenele asociate convecției atmosferice au fost predominant precipitații abundente și vânt intens. Niciun eveniment de căderi de grindină nu a fost consemnat în apropierea locațiilor de măsurare.

Diseminarea proiectului în această etapă s-a realizat prin participarea la o serie de manifestări științifice naționale și internaționale și prin publicarea a două articole în reviste științifice cu factor de impact, alte două articole BDI fiind în etapa de evaluare.

RST - Raport științific și tehnic *in extenso*

Descrierea științifică și tehnică

1. Introducere

Furtunile convective, însoțite de ploi torențiale, rafale puternice de vânt și căderi de grindină, sunt fenomene meteo periculoase și costisitoare, cauzând în mod regulat pagube substanțiale în multe sectoare de activitate. Studii recente ce au stat la baza ultimului raport IPCC au evidențiat faptul că datorită efectelor antropice, se anticipează o creștere a probabilității de apariție a furtunilor severe însoțite de vânt puternic și căderi de grindină de mari dimensiuni. Prezența aerosolilor în atmosferă joacă un rol important în formarea și evoluția norilor, implicit a norilor convectivi. În ciuda progreselor obținute în cercetarea efectelor aerosolilor asupra micro- și macrofizicii norilor și precipitațiilor, interacțiunile aerosoli-nori rămân un obstacol major în înțelegerea climatului și a vremii severe. Având în vedere daunele economice provocate de furtunile severe, prognozele privind dezvoltările convective profunde ar trebui să aibă un grad înalt de acuratețe, prin îmbunătățirea schemelor de parametrizare utilizate în modelele numerice și cele climatice.

În acest context, obiectivul major al proiectului ACCuReSy are în vedere realizarea de cercetări avansate ale mediului atmosferic înainte, în timpul și la scurt timp după producerea evenimentelor convective, folosind o suită complexă de instrumente de teledetecție pentru investigarea interacțiunilor aerosoli-nor, cu o atenție specială asupra factorilor ce contribuie la formarea grindinei. Măsurătorile atmosferice se vor realiza în două locații relevante din punct de vedere al factorilor de mediu care favorizează formarea dezvoltărilor convective atât cele de natură termică caracteristice zonelor joase, de câmpie (zona Măgurele), cât și cele de natură dinamică caracteristice zonelor mai înalte, de deal și de munte (zona Brașov).

Pentru buna implementare a proiectului, etapa 2 aferentă anului 2023 a fost dedicată activităților de monitorizarea continuă a mediului atmosferic, cu atenție specială pe monitorizarea și analiza post-factum a evenimentelor convective desfășurate în locațiile București-Măgurele și Brașov-Ghimbav în cursul sezonului convectiv 2023, așa cum sunt descrise în detaliu în capitolul următor.

2. Activitățile desfășurate în etapa 2, aferentă anului 2023

Activitatea 2.1. Strategia de campanie

Pe baza experienței obținute în timpul campaniei-test din etapa 1, s-a procedat la îmbunătățirea și consolidarea strategiei de campanie pentru intervalul convective 1 mai – 31 octombrie 2023. Astfel, pentru cele două locații de desfășurare a campaniei de măsurători - **Centrul pentru studii de Atmosferă și Radiație de la Măgurele - MARS**, reprezentativ pentru zona de câmpie și **Brașov-Ghimbav**, reprezentativ pentru relieful montan complex - s-a realizat o actualizare a inventarului instrumentelor disponibile în cadrul celor două platforme exploratorii, s-a revizuit lanțul logistic al activităților din cadrul campaniei și programul operațional ce include prognoza, procedurile de monitorizare a proceselor atmosferice, colectarea datelor de la instrumente și a mostrelor de precipitații solide (când va fi necesar).

Platformele de cercetare ale **Centrului pentru studii de Atmosferă și Radiație de la Măgurele - MARS** (44.3488°N, 26.0123°E, 70m AGL) acomodează o suită de instrumente de teledetecție necesare pentru realizarea observațiilor și caracterizării mediului înconjurător (Fig.1): radarul de nori pe 35 GHz (MIRA 35), radarul de nori pe 94 GHz (RPG), Micro Rain Radar (MRR), Lidar-Doppler de vânt (Halo), ceilometrul (CHM15k), stația meteo automată (AWS), disdrometrul (DSDR), radiometrul în microunde (MWR).



Fig.1. Instrumentele de teledetecție disponibile pentru sezonul convectiv 2023 pe platformele de la MARS

La acestea se adaugă kitul pentru efectuarea radiosondajului utilizat în perioadele de maximă instabilitate pentru a preleva în timp real profilele de temperatură, umezeală relativă din coloana atmosferică și datele de la un senzor pentru detecția descărcărilor electrice. Din cauza unor întârzieri în achiziționarea propriului detector de descărcări electrice, pentru sezonul convectiv 2023 am apelat la datele furnizate de sistemul [BOLTEK](#) operat de INFP, aflat în proximitatea stației MARS.

Locația de monitorizare **Brașov-Ghimbav** este reprezentată de perimetrul **Academiei Forțelor Aeriene, AFHC** (44.65°N, 25.58°E, 600m ASL), **aerodromul Ghimbav** (45.67°N, 25.5°E, 557m ASL) și **Tabăra de instrucție de la Tărlungeni** (45.65°N, 25.76°E, 657m ASL). Cele două extra-locații (Fig.2 stânga marcajele B și C) se află în apropierea orașului Brașov, un oraș cu o dinamică meteorologică complexă în timpul sezonului convectiv. Prezența zonei urbane în vecinătatea unei bariere montane compacte de 2.000m înălțime și a unei depresiuni deschise reprezintă o provocare pentru sistemele de monitorizare a mediului înconjurător. Această problemă a fost insuficient abordată în România până acum, însă a devenit de actualitate odată cu operaționalizarea activităților de pe Aeroportul Internațional Brașov-Ghimbav, deschis în 15 iunie 2023.

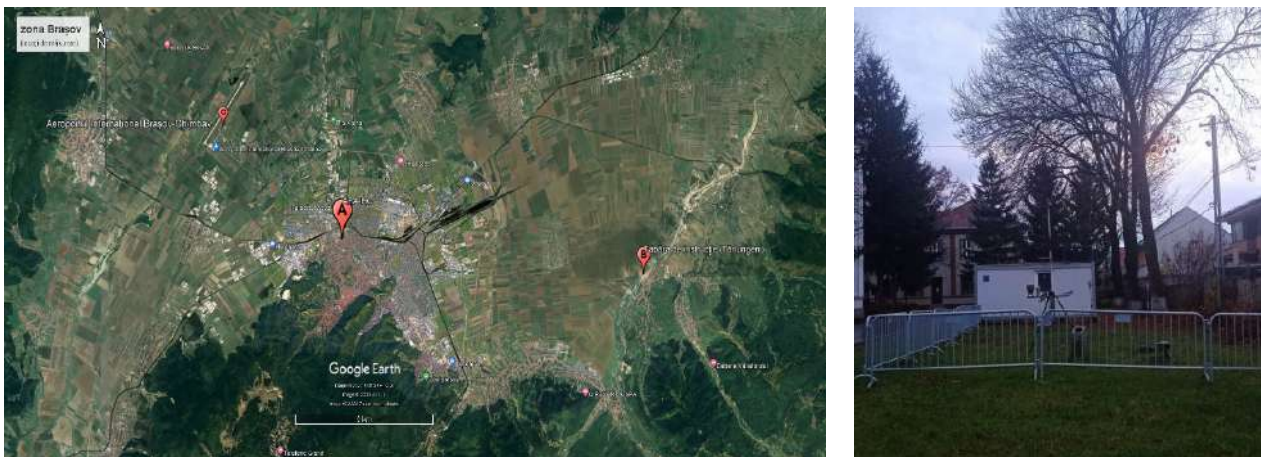


Fig.2. Brașov, locații de măsurare (stânga), instrumente de teledetecție instalate la AFA-HC (dreapta)

Principalele instrumente implicate în campania de măsurători continue din sezonul convectiv 2023 sunt: stația meteorologică TacMet MAWS 201M în configurația exploatată la sediul Academiei Forțelor Aeriene Henri Coandă, anemometru profesional portabil TA 400 digital (cu certificate de calibrare), sistemul portabil Sniffer 4D V2 pentru cartografierea parametrilor atmosferici și a calității aerului, infrastructura stației meteorologice Brașov-Ghimbav (aerodromul Ghimbav). La acestea se adaugă un set de radiosonde meteorologice, o licență software de analize CFD a curgerii fluidelor, produse auxiliare necesare funcționării instrumentelor și echipamentelor existente.

Odată finalizat inventarul instrumentelor disponibile s-a reanalizat lanțul logistic de activități și s-a hotărât menținerea acestuia în coordonatele definite sezonul anterior conform schemei din Figura 3.

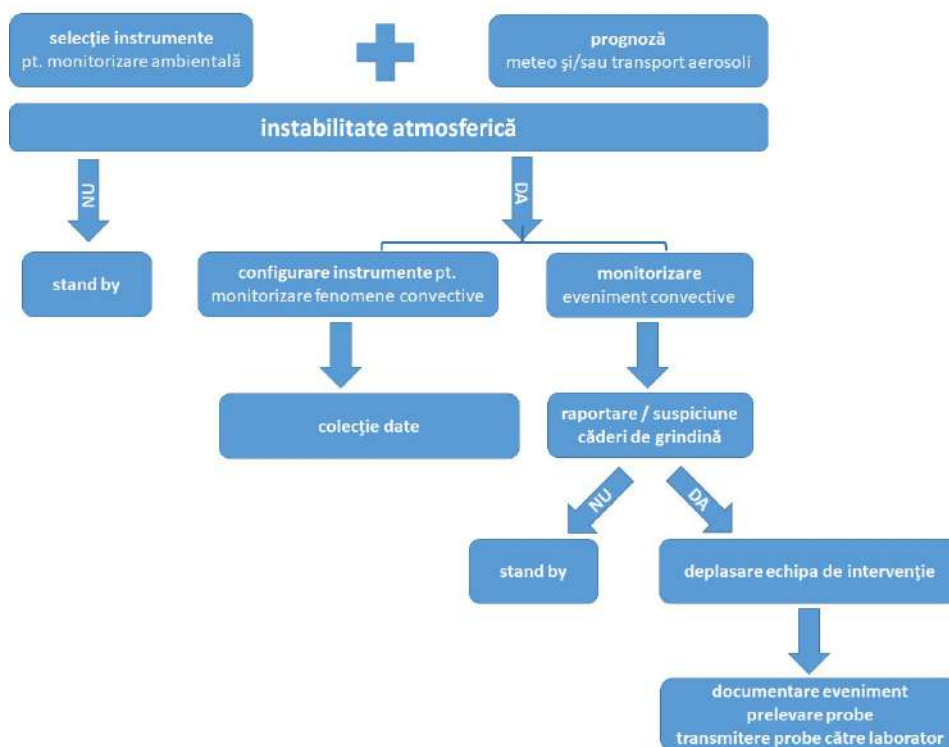


Fig.3. Lanțul logistic al activităților prevăzute în cadrul campanie de măsurători continue 2023

Programul operațional din timpul campaniei de măsurători continue a inclus prognoza perioadelor de instabilitate atmosferică în vecinătatea locațiilor de măsurare și pregătirea instrumentelor de monitorizare. Pentru aceasta au fost consultate zilnic materialele de prognoză meteo furnizate de [Centrul European \(ECMWF\)](#) și de [European Storm Forecast Experiment \(ESTOFEX\)](#). O serie de informații utile privind probabilitatea ridicată de apariție a furtunilor convective cu grindină de mari dimensiuni din Europa sunt disponibile zilnic la adresa <https://weather.essl.org/storm/>. De asemenea, începând de anul acesta pe portalul Centrului European se regăsesc cu titlu experimental modele de prognoze ce utilizează inteligența artificială (deep-learning) dezvoltate de ECMWF ([AIFS](#)), Google ([GraphCast ML](#), R. Lam et al., 2023), Huawei ([Pangu-Weather ML](#)), dar și de colaborări între NVIDIA și câteva universități din SUA ([FourCastNet ML](#)). Totodată, s-au consultat materialele de prognoză privind transportul de aerosoli furnizat de Serviciul Copernicus pentru monitorizarea compoziției atmosferice ([CAMS](#)) și prognozele zilnice de transport de praf mineral furnizate de [Barcelona Dust Regional Centre](#).

Conform strategiei de campanie agreeate, odată prognozat un interval de instabilitate pentru cel puțin una din cele două locații, se transmite un mesaj pe mail și/sau grupul de whatsapp pentru a monitoriza cu atenție zonele de interes pe toată durata evenimentului convectiv. În funcție de gradul de severitate al evenimentului echipele de intervenție vor fi activate și se vor deplasa în teren pentru documentarea post-eveniment (fotografii, prelevare de probe de grindină, etc.).

Activitatea 2.2. Analiza, testarea și configurarea instrumentelor implicate în monitorizarea continuă din sezonul convectiv 2023

Înainte de debutul sezonului convectiv 2023, au fost selectate instrumentele care vor fi utilizate pentru prelevarea datelor de mediu din cele două locații. Acestea au fost ulterior testate în diverse configurații de lucru pentru a obține date optimizate necesare analizelor preliminare.

Spre exemplu, din datele unuia din instrumentele nou implementate în suita de analiză a norilor convectivi și anume lidarul de vânt s-a evidențiat faptul că direcția vântului în stratul limită la Măgurele are o variație diurnă pronunțată în sezonul cald, cu vânt predominant de est, sud-est în cursul nopții și de est, nord-est și nord în cursul zilei (Fig. 4, sus). De asemenea, s-a observat că viteza vântului variază semnificativ, fiind mai intens în cursul nopții, în straturile inferioare ale atmosferei, și mai slab pe parcursul zilei (Fig. 4, jos).

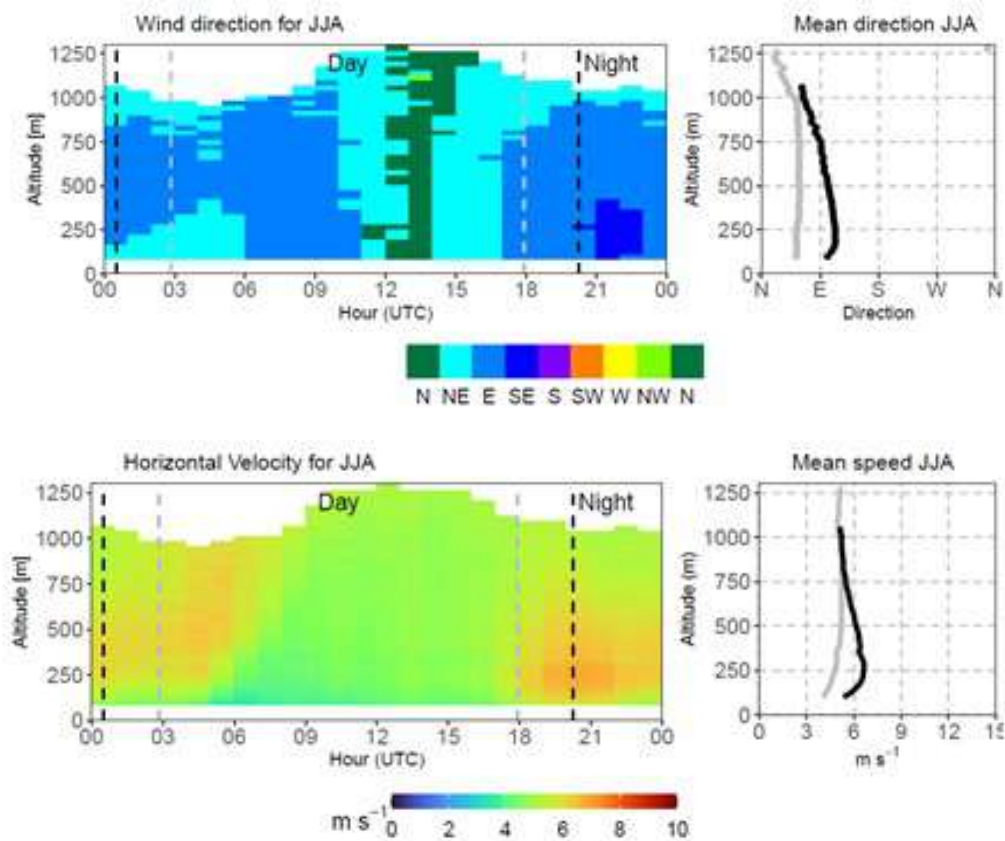


Fig.4. Variația diurnă a direcției vântului și direcția medie a vântului (sus) și variația diurnă a intensității vântului și vântul mediu (jos) în sezonul cald la stația Măgurele

Utilizând [Halo toolbox](#) (Maninen et al., 2018), a fost realizată o clasificare a turbulenței în stratul limită planetar din zona Măgurele, care a evidențiat faptul că cele mai frecvente clase detectate în sezonul cald sunt: clasa Convectivă, Non-Turbulentă și Intermitentă (Fig. 5.). Clasa Convectivă prezintă un comportament diurn cu un maxim în orele amiezii (peste 80%) și valori scăzute (<40%) după apusul Soarelui. Convecția determină creșterea stratului de amestec în PBL. Clasa Convectivă este asociată cu turbulențe legate de suprafață în timpul zilei (condiții instabile). Clasa Non-Turbulentă este dominantă (>80%) în timpul nopții până la limita de detecție a instrumentului. Clasa Intermitentă prezintă o frecvență maximă de aproximativ 40% iar variația diurnă este complementară claselor Convectivă și Non-Turbulentă, fiind mai pronunțată în partea superioară a stratului de amestec. Se poate observa contribuția mare în

timpul apusului, valorile mai ridicate ale frecvenței în intervalul de tranziție după-amiază -seara se datorează slăbirii turbulenței legate de suprafață (Lothon et al., 2014).

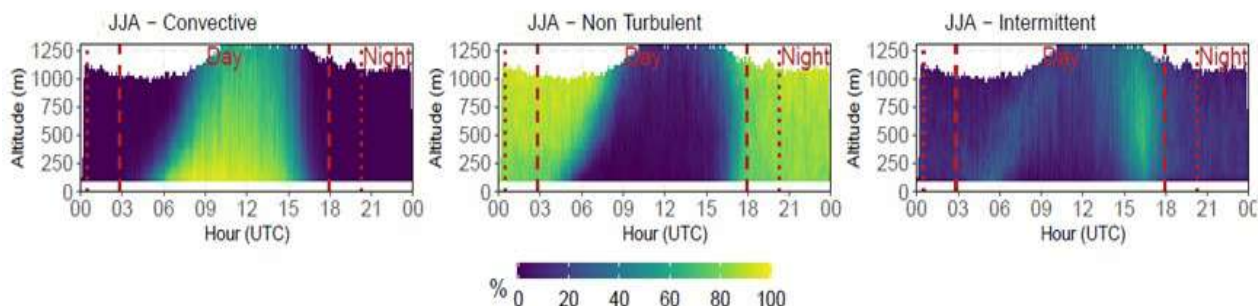


Fig.5. Frecvența de apariție a claselor dominante de PBL un sezon cald: clasa Convectivă (stânga), clasa Non-Turbulentă (mijloc) și clasa Intermitentă (dreapta) la stația Măgurele.

Datele analizate de la Doppler wind lidar au acoperit perioada 2019 - 2021, analizele au inclus toate cele patru sezoane fiind comparate cu datele de reanaliză [ERA5](#) furnizate de [Serviciul Copernic Climate Change](#). Rezultatele obținute au făcut obiectul unui articol științific publicat într-o revistă cu factor de impact ([Pîrloagă et al., 2023](#)).

Activitatea 2.3. Monitorizare continuă a proceselor atmosferice în sezonul convectiv 2023

Pe parcursul desfășurării activităților din proiect au avut loc o serie de întâlniri de lucru atât în regim on-line cât și fizic, în cursul cărora echipele de lucru și coordonatorii lor au discutat problemele de natură tehnică și financiară întâmpinate și soluțiile de urmat pentru reducerea impactului negativ asupra proiectului.

Monitorizarea continuă a proceselor atmosferice s-a realizat în perioada 1 mai 2023 – 31 octombrie 2023. Per total, întreaga perioadă a fost caracterizată de o vreme deosebit de caldă, cu episoade caniculare prelungi și intense, precedate de evenimente convective (furtuni cu descărcări electrice, ploi torențiale, intensificări de vânt, căderi de grindină). În zonele monitorizate, căderile de grindină au fost nesemnificative. Seria de evenimente convective din sezonul 2023 în cele două locații de monitorizare este redată în Tabelul 1. Așa cum era de așteptat numărul de evenimente convective din zona Brașov a fost mai mare (37 evenimente) decât în zona București (17 evenimente). În proximitatea locațiilor de măsurare nu s-a consemnat niciun eveniment convectiv cu căderi de grindină.

Tabel 1 Calendarul evenimentelor convective înregistrate în perioada mai-octombrie 2023 în zona București-Măgurele și Brașov

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | |
|----------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| Bucurest | May-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Jun-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Jul-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aug-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sep-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Oct-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Brasov | May-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Jun-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Jul-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aug-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sep-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Oct-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Activitatea 2.4. Analize preliminare

Ținând cont de caracteristica vremii în sezoanele calde ale ultimilor ani și pentru a înțelege care este trendul climatic în România s-a realizat un studiu privind caracteristicile valurilor de căldură pe termen mediu, până în 2050, analizând factorul de căldură în exces (*engl.* Excess Heat Factor, EHF) calculat pentru scenariile climatice RCP4.5 și RCP8.5 furnizate de proiectul [EURO-CORDEX](#) (Nairn și Fawcett, 2015; Jacob et al., 2014). Conform studiului, există o tendință de creștere a numărului și duratei valurilor de căldură, indiferent de scenariul climatic considerat. Durata medie a valurilor de căldură va crește în toate regiunile României cu 30-50% (RCP4.5) până la 50-70% (RCP8.5). Rezultatele studiului au fost publicate în revista *Theoretical and Applied Climatology* ([Antonescu et. al, 2023](#)).

Pornind de la concluziile acestui studiu, este de așteptat ca în viitorul apropiat, odată cu creșterea frecvenței de apariție și a duratei valurilor de căldură, să asistăm la o creștere a numărului de fenomene convective post-caniculare precum și la o creștere a intensității acestora. Pentru a înțelege mai bine mecanismele fenomenelor convective post-caniculare, am inițiat analizele preliminare ale evenimentelor convective înregistrate în perioada mai – octombrie 2023.

Spre exemplificare prezentăm analiza unui eveniment convectiv desfășurat în perioada 13-14.07.2023, eveniment care a afectat cea mai mare parte a țării. După o perioadă caniculară intensă, gradul de instabilitate atmosferică s-a accentuat începând din după-amiaza zilei de 13 iulie 2023, afectând cu precădere zonele din interiorul arcului carpatic, după care în cursul nopții și al dimineții de 14 iulie 2023 s-a extins și în regiunile sudice și estice ale României. Astfel, fenomene convective intense au fost înregistrate în zona Brașovului în după-amiaza/seara zilei de 13 iulie, iar în zona București-Măgurele în dimineața zilei de 14 iulie.

Conform materialelor de prognoză consultate anterior producerii evenimentului (Fig. 6.) probabilitatea de apariție a grindinei de mari dimensiuni (peste 5 cm) a fost de 40-60% pentru zonele intracarpatică (incluzând și zona Brașov) în intervalul 13 iulie (06UTC)-14 iulie (06UTC) și de 10-15% pentru sudul României (incluzând zona București-Măgurele) în intervalul 14 iulie (03UTC) – 14 iulie (06UTC).

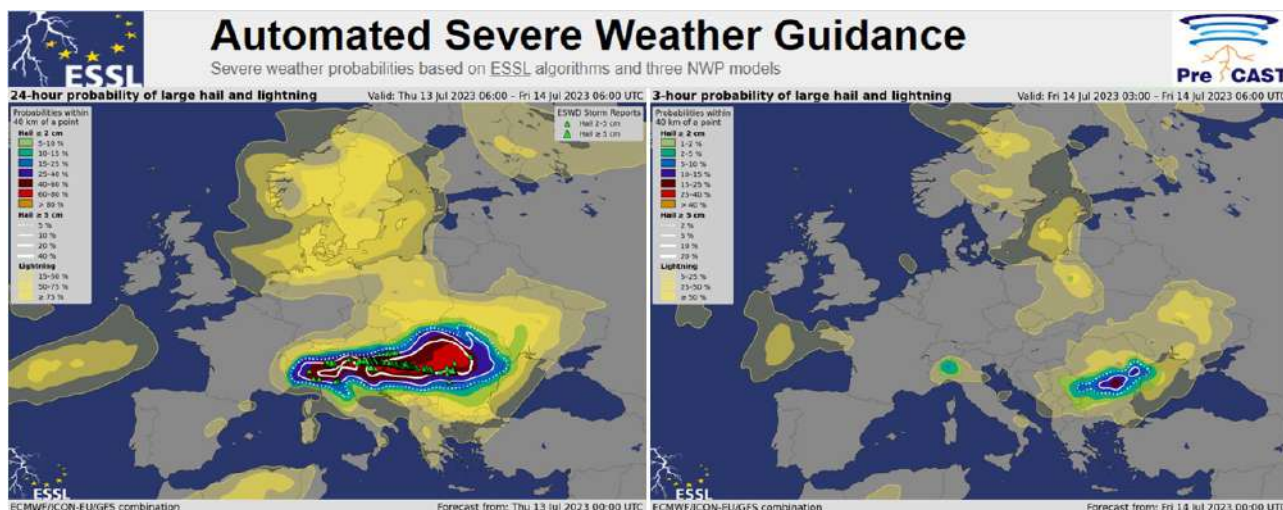


Fig. 6. Probabilitatea de producere a grindinei de mari dimensiuni din modelul de prognoză ECMWF (Tsonevsky et al. 2023); triunghiurile verzi reprezintă evenimentele consemnate în baza de date [European Severe Weather Database](#)

Conform observațiilor de la stația meteorologică Brașov-Ghimbav, episodul convectiv a debutat în jurul orei 12 UTC și a durat până la ora 22 UTC (Tabelul 2), cu un maxim al manifestărilor convective după apusul Soarelui (Fig. 7).

*PNCDI III - Programul 2 Creșterea competitivității economiei românești prin CDI
Proiect Experimental Demonstrativ (PED)*

Tabel 2 Datele meteo orare de la statia meteo Brasov-Ghimbav din data de 13 iulie 2023

| Date | UTC time Δ | Temp. (°C) | Rel. Hum. (%) | Pressure/ Geopot. | Wind dir | Wins speed (Km/h) | Clouds | Low clouds | Medium clouds | High clouds | Prec. (mm) | Max temp. (°C) | Min temp. (°C) | Conditions |
|------------|-------------------|------------|---------------|-------------------|-----------|-------------------|--------|------------|---------------|-------------|------------|----------------|----------------|--------------------------|
| 13/07/2023 | 00Z | 17.1 | 96% | 805 m (925 Hpa) | 140° (SE) | 3.6 | 0/8 | - | - | - | 0.1(6h) | - | - | Clear |
| 13/07/2023 | 01Z | 17.3 | 96% | 805 m (925 Hpa) | 70° (E) | 3.6 | 0/8 | - | - | - | - | - | - | Clear |
| 13/07/2023 | 02Z | 16.3 | 97% | 803 m (925 Hpa) | 340° (N) | 3.6 | 0/8 | - | - | - | - | - | - | Clear |
| 13/07/2023 | 03Z | 15.8 | 99% | 804 m (925 Hpa) | 200° (S) | 3.6 | 2/8 | - | 2/8 AC | - | - | - | - | Few clouds |
| 13/07/2023 | 04Z | 15.9 | 99% | 806 m (925 Hpa) | 10° (N) | 3.6 | 3/8 | 2/8 CU | AC | - | - | - | - | Scattered clouds |
| 13/07/2023 | 05Z | 18.7 | 94% | 810 m (925 Hpa) | 20° (N) | 3.6 | 5/8 | 3/8 CU | AC | - | - | - | - | Cloudy |
| 13/07/2023 | 06Z | 20.3 | 91% | 813 m (925 Hpa) | 30° (NE) | 3.6 | 6/8 | 3/8 CU | AC | - | 0.1(24h) | 24.5 | 14.8 | Cloudy |
| 13/07/2023 | 07Z | 22.8 | 80% | 817 m (925 Hpa) | 50° (NE) | 3.6 | 0/8 | - | - | - | - | - | - | Clear |
| 13/07/2023 | 08Z | 25.2 | 72% | 817 m (925 Hpa) | 70° (E) | 3.6 | 0/8 | - | - | - | - | - | - | Clear |
| 13/07/2023 | 09Z | 27.5 | 55% | 821 m (925 Hpa) | 60° (NE) | 3.6 | 3/8 | 2/8 CU | AC | - | - | - | - | Scattered clouds |
| 13/07/2023 | 10Z | 29.1 | 53% | 821 m (925 Hpa) | 0° (N) | 0.0 | 4/8 | 2/8 CU | AC | CI | - | - | - | Scattered clouds |
| 13/07/2023 | 11Z | 29.6 | 52% | 817 m (925 Hpa) | 240° (SW) | 3.6 | 4/8 | 2/8 CU | - | CI | - | - | - | Scattered clouds |
| 13/07/2023 | 12Z | 31.0 | 44% | 813 m (925 Hpa) | 40° (NE) | 7.2 | 6/8 | 4/8 CB | - | CI | - | - | - | Cloudy, thunderstorm |
| 13/07/2023 | 13Z | 26.8 | 70% | 809 m (925 Hpa) | 230° (SW) | 14.4 | 5/8 | 5/8 CB | - | - | - | - | - | Cloudy, thunderstorm |
| 13/07/2023 | 14Z | 25.2 | 73% | 804 m (925 Hpa) | 220° (SW) | 21.6 | 6/8 | 4/8 CB | - | CI | - | - | - | Cloudy, thunderstorm |
| 13/07/2023 | 15Z | 25.8 | 70% | 798 m (925 Hpa) | 210° (SW) | 14.4 | 7/8 | 4/8 CB | - | CI/CS | - | - | - | Cloudy |
| 13/07/2023 | 16Z | 26.8 | 72% | 795 m (925 Hpa) | 200° (S) | 14.4 | 8/8 | 4/8 CB | - | CS | - | - | - | Overcast |
| 13/07/2023 | 17Z | 26.0 | 70% | 790 m (925 Hpa) | 210° (SW) | 21.6 | 8/8 | 5/8 CB | - | CS | - | - | - | Overcast |
| 13/07/2023 | 18Z | 25.1 | 75% | 796 m (925 Hpa) | 210° (SW) | 18.0 | 8/8 | 8/8 CB | N/A | N/A | - | 31.0 | 19.9 | Overcast |
| 13/07/2023 | 19Z | 24.3 | 78% | 791 m (925 Hpa) | 190° (S) | 10.8 | 8/8 | 8/8 CB | N/A | N/A | - | - | - | Overcast, thunderstorm |
| 13/07/2023 | 20Z | 23.0 | 83% | 792 m (925 Hpa) | 220° (SW) | 14.4 | 8/8 | 8/8 CB | N/A | N/A | - | - | - | Overcast, thunderstorm |
| 13/07/2023 | 21Z | 22.7 | 79% | 796 m (925 Hpa) | 240° (SW) | 7.2 | 5/8 | 5/8 CB | - | - | - | - | - | Cloudy |
| 13/07/2023 | 22Z | 21.3 | 84% | 800 m (925 Hpa) | 320° (NW) | 10.8 | 6/8 | 6/8 CB | - | - | - | - | - | Cloudy |
| 13/07/2023 | 23Z | 19.4 | 96% | 813 m (925 Hpa) | 20° (N) | 7.2 | 8/8 | 8/8 CB | N/A | N/A | 2.0(1h) | - | - | Overcast, rain shower(s) |



Fig. 7. Celula convectivă din data de 13 iulie 2023, ora 21.28 LT, în partea de vest, sud-vest a municipiului Brașov (stânga), localizarea celulei convective aproximativ (45.64°N, 25.49°E, 544m ASL)

Instabilitatea atmosferică s-a resimțit în zona București-Măgurele în primele ore ale zilei de 14 iulie 2023, fiind evidențiată în datele de la majoritatea instrumentelor de teledetecție (Figurile 8-11). Din datele obținute de la radarele de nori MIRA 35 și RPG (Fig. 8), se observă că în jurul orei 04 UTC deasupra locației Măgurele este detectată o dezvoltare convectivă până la aproximativ 12 km altitudine. Conținutul de particule de nori de mici dimensiuni este prevalent acestea putând fi detectate cu radarul MIRA 35. Conținutul de apă lichidă din nori este relativ scăzut de doar 0.5 kg/m² conform datelor de la radiometrul în microunde MWR (Fig. 9). O clasificare a țintelor atmosferice combinând datele instrumentelor menționate (Fig. 10.) evidențiază faptul că norul convectiv este alcătuit din particule de gheață între 12 și 4 km altitudine, la 4 km există o zonă de topire corepunzatoare benzii de strălucire din datele radar de la MIRA 35 (Fig. 8, raportul de depolarizare), iar sub nivelul de 4 km se regăsesc particule de precipitații.

Datele din prezenta analiză sunt disponibile în near-real time pe portalul Cloudnet (<https://cloudnet.fmi.fi/file/80c013cb-65c7-42a3-84b6-e20c2c85a71c>) gestionat de infrastructura ACTRIS (Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure).

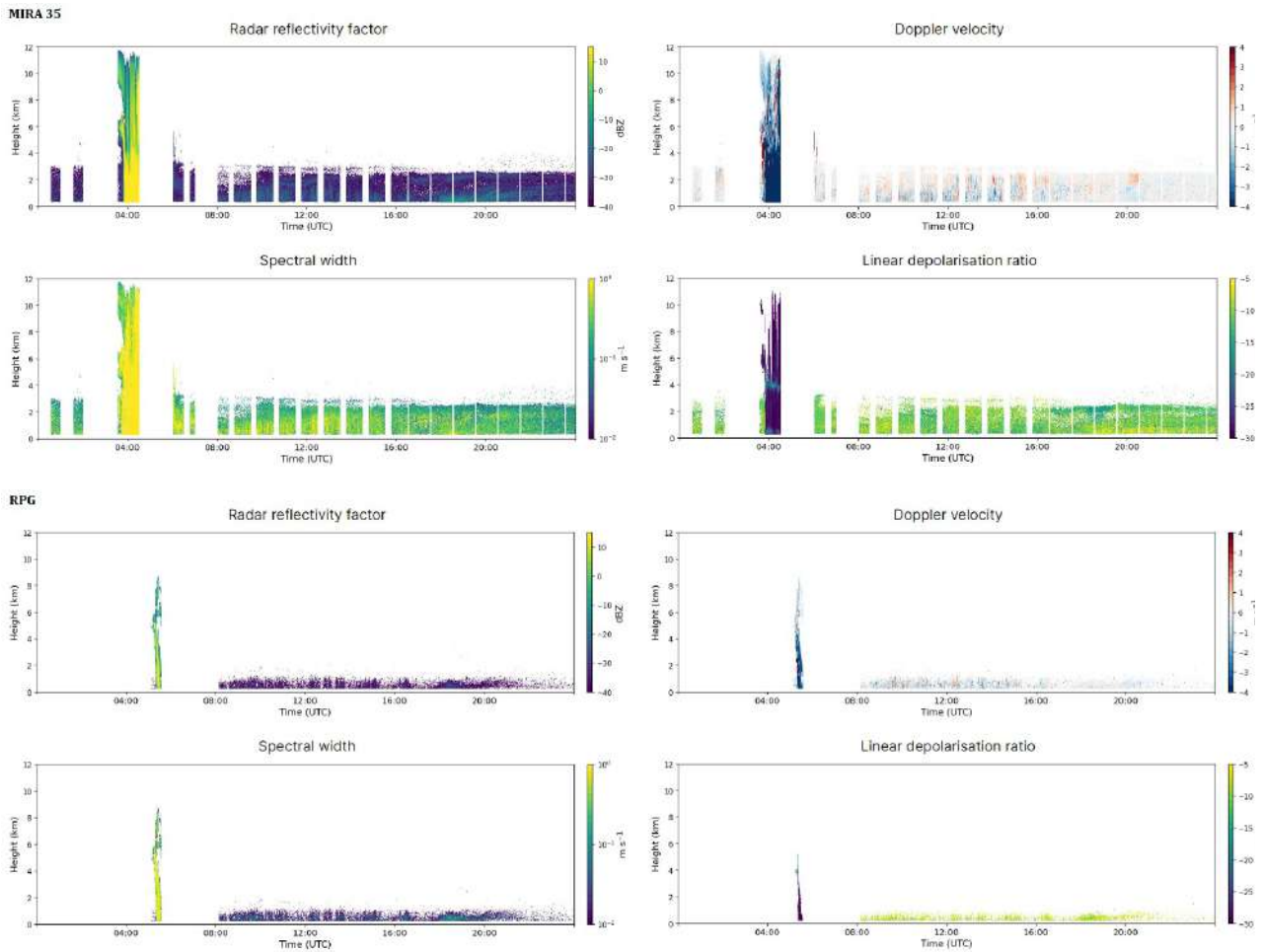


Fig. 8. Reflectivitatea radar, viteza Doppler, lărgimea spectrală și raportul de depolarizare de la radarul de nori MIRA 35 (sus) și de la radarul de nori RPG (jos) din data de 14 iulie 2023

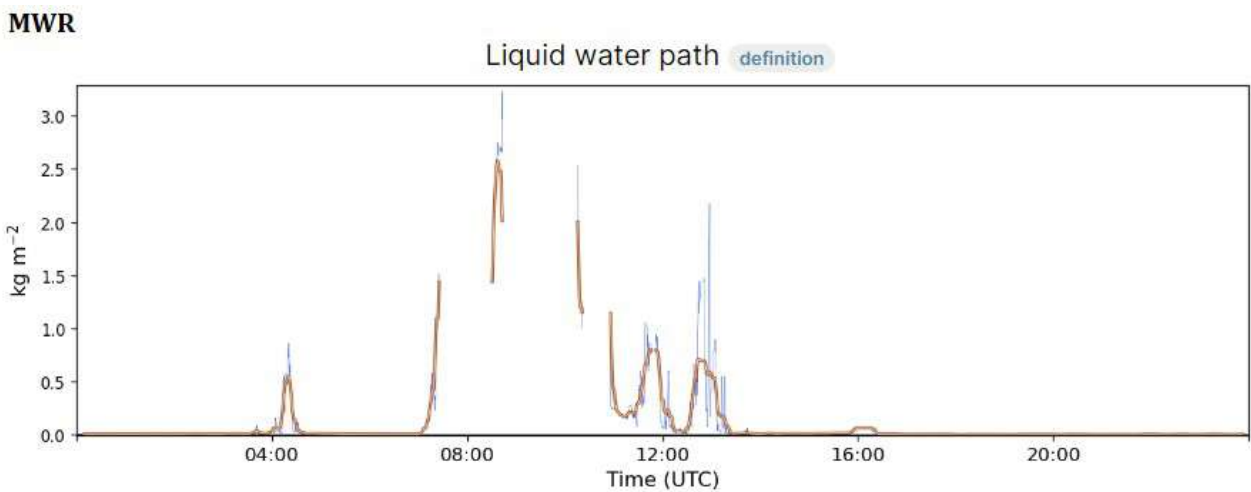


Fig. 9. Liquid water path (LWP) de la radiometrul în microunde MWR din data de 14 iulie 2023

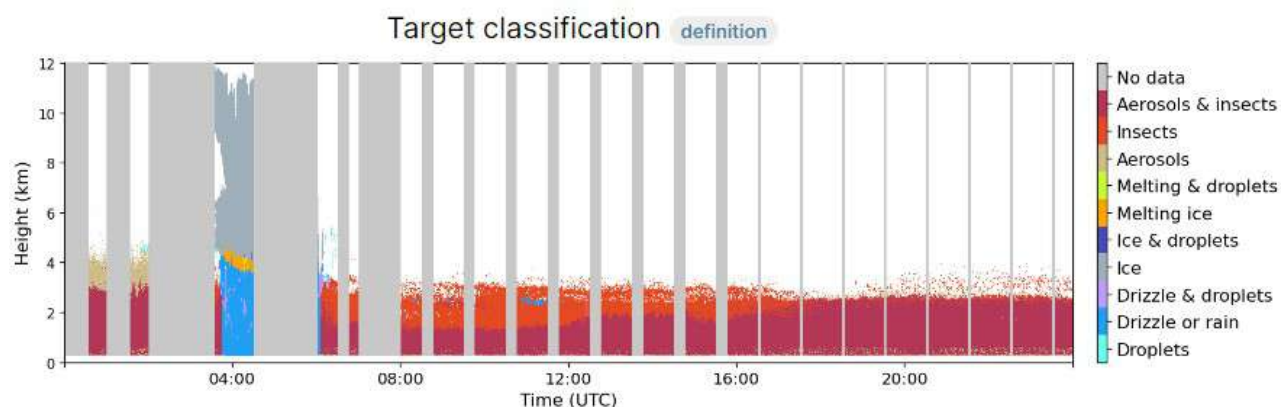


Fig. 10. Clasificarea țintelor atmosferice pentru 14 iulie 2023

Intervalul de precipitare este bine evidențiat și de semnalul corectat cu distanța RCS de la ceilometrul CHM15k (Fig.11, stânga), iar viteza orizontală a vântului detectată cu lidarul Doppler de vânt indică o deplasare rapidă a norului convectiv, pe intervalul 0-4 km viteza de deplasare a furtunii atingând 20 m/s (Fig.11, dreapta). Direcțiile de vânt din stratul de lângă suprafață (0-2km) suprapuse peste cele două imagini indică faptul că norul convectiv era parte a unui sistem frontal rece: vânt de est la ora 02 UTC, nord-est la ora 03 UTC pe măsură ce norul convectiv se apropia de locația de măsurare, rotirea acestuia din direcție nord-vest (04 UTC) și vest (05 UTC) pe măsură ce norul se îndepărtează de stația Măgurele

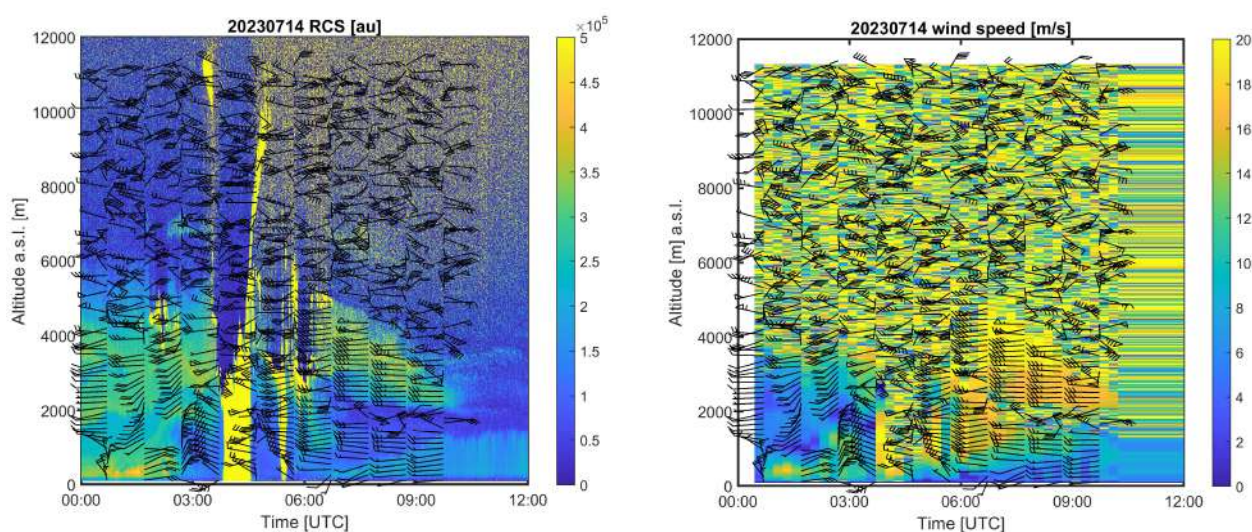


Fig. 11. Semnalul corectat cu distanța RCS de la ceilometrul CHM15k (stânga) și viteza orizontală detectată de lidarul Doppler de vânt DWL (dreapta) din data de 14 iulie 2023

Episoadele convective identificate în sezonul 2023 împreună cu cele identificate în sezonul 2022 sunt cuprinse într-o colecție de date care vor fi parte a unui studiu amplu prevăzut în etapa a treia a proiectului.

Activitatea 2.5. Diseminare

Pentru diseminarea activităților și rezultatelor proiectului în această etapă membri echipei de proiect au participat la o serie de conferințe și workshopuri internaționale după cum urmează:

În perioada 8 - 12 mai 2023 a avut loc la București a 11-a ediție a **Conferinței Europene pentru Furtuni Severe** (<https://www.essl.org/cms/european-conferences-on-severe-storms/ecss-2023/>). Evenimentul a fost găzduit de Institutul Național de Statistică. În cadrul sesiunii [Storm microphysics, electrification, lightning and hail](#) a fost prezentată lucrarea **ACCuReSy Project- targeting the aerosol-cloud interactions within convective environments in Romania.**

A 24- a ediție a conferinței **AFASES - Scientific Research and Education in the Air Force** s-a desfășurat la Brașov în perioada 25- 26 mai 2023, fiind organizată de Academia Forțelor Aeriene “Henri Coandă” în parteneriat cu Polish Air Force University. În cadrul secțiunii [Aeronautical and Atmospheric Science](#) au fost prezentate lucrările:

Reconstruction of severe weather events in Romania using ERA5 Reanalysis (autori: Bogdan Antonescu, Simona Andrei, Meda Daniela Andrei, Sorin Cheval)

Statistical analysis of wind components at Bucharest–Măgurele using state-of-the-art instruments and ERA5 Reanalysis data (autori: Răzvan Pîrloagă, Mariana Adam, [Simona Andrei](#), Bogdan Antonescu)

Research on aerosol-cloud interaction in the convective environment – ACCuReSyProject (autori: [Simona Andrei](#), Bogdan Antonescu, Mariana Adam, Răzvan Pîrloagă, Vasile Prisacariu, Adrian Piticar, Alexandru Tudor)

Applications of Remote Sensing in Biometeorology: Enhancing Weather and Climate Monitoring (autori: Alexandru TUDOR, Sorin CHEVAL).

În perioada 13 – 15 septembrie 2023, a avut loc la Cluj Napoca a 4-a ediție a **European Lidar Conference ELC2023** (<https://enviro.ubbcluj.ro/european-lidar-conference-2023/>), găzduită fiind de Universitatea Babeș Bolyai. În cadrul secțiunii **Lidar applications, synergies and campaigns (I)** a fost prezentată lucrarea **Tropospheric particle intrusions in PBL. Towards NRT warnings.** (autori: Mariana Adam, Simona Andrei, Răzvan Pîrloagă).

Workshopul internațional cu tema **Modern approaches of the environment-climate change feedback, 2nd edition** (<https://www.rexdan.ugal.ro/index.php/en/news-and-events/conferences>), a avut loc la Galați, în perioada 20-23 septembrie 2023, fiind organizat de Universitatea Dunărea de Jos. În cadrul evenimentului a fost prezentată lucrarea **Wind and turbulence statistics at Măgurele using Doppler wind lidar measurements** (autori: [Răzvan Pîrloagă](#), Mariana Adam, Alexandru Ilie, Bogdan Antonescu, Simona Andrei).

Workshopul **Impactul schimbărilor climatice asupra securității naționale II**, a fost organizat în data de 26 octombrie 2023 de Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate al Universității Naționale de Apărare “Carol I” din București. În cadrul evenimentului a fost prezentată lucrarea **Changes in heatwaves** (autori: [Alexandru Tudor](#), Adrian Piticar).

O parte din datele măsurate au fost analizate, iar rezultatele au fost integrate în două articole științifice publicate în reviste cotate ISI și BDI, după cum urmează:

Pîrloagă R., M Adam, B Antonescu, S Andrei, S Ștefan, Ground-Based Measurements of Wind and Turbulence at Bucharest–Măgurele: First Results, Remote Sensing 15 (6), 1514, <https://doi.org/10.3390/rs15061514>, 2023 (IF 5.349, Q2)

Antonescu B., D Ene, M Boldeanu, S Andrei, L Mărmureanu, C Marin, R. Pîrloagă, Future changes in heatwaves characteristics in Romania, Theoretical and Applied Climatology, 525-538, <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04412-5>, 2023 (IF 3.41, Q2)

Prisacariu V., A. Tudor, S. Andrei, I. Cîrciu, A. Piticar, Methods and tools used on aerosols-clouds interaction, Review of the Air Force Academy, 2/2023, vol. XXII, ISSN 2069-4733 (*în evaluare*).

Prisacariu V., A. Tudor, I. Cîrciu, A. Piticar, Consideration about severe meteorological phenomena for aircraft flight, Review of the Air Force Academy, 2/2023, vol. XXII, ISSN 2069-4733 (*în evaluare*).

Toate informațiile privind diseminarea rezultatelor proiectului se regăsesc pe portalul dedicat proiectului, în secțiunea Diseminare (<http://accuresy.inoe.ro/activitati/diseminare/>).

3. Rezultatele etapei și concluzii

Activitățile desfășurate în această etapă au constat în monitorizarea continuă a mediului atmosferic, cu atenție specială pe monitorizarea și analiza post-factum a evenimentelor convective desfășurate în locațiile București-Măgurele și Brașov-Ghimbav în cursul sezonului convectiv 2023. Obiectivele specifice urmărite au fost: (1) monitorizarea continuă a mediului atmosferic în perioada sezonului convectiv (mai - octombrie 2023), utilizând o suită complexă de instrumente de teledetecție; (2) construirea colecției de date privind evenimentele convective, pe baza datelor măsurate de instrumentele de teledetecție disponibile, (3) analize detaliate ale evenimentelor convective cu potențial de căderi de grindină.

Pentru îndeplinirea acestor obiective s-au desfășurat o serie de activități, care au generat următoarele rezultate:

- Elaborarea strategiei de campanie de măsurători intensive pentru sezonul convectiv 2023, pe baza actualizării și consolidării strategiei elaborate în etapa anterioară;
- Analiza, testarea și configurarea instrumentelor implicate în campania de cercetare experimentală;
- Monitorizarea continuă a proceselor atmosferice;
- Construirea colecției de date cu evenimente convective și inițierea analizelor preliminare a evenimentelor identificate în cursul sezoanelor convective 2022-2023;
- Comunicarea rezultatelor preliminare la evenimente științifice naționale și/sau internaționale, publicarea rezultatelor.

Apreciem că obiectivele științifice ale etapei 2, aferente anului 2023 au fost realizate.

**Director de proiect,
Dr. Simona Andrei**

4. Bibliografie

- Raupach, T.H., Martius, O., Allen, J.T. *et al.* The effects of climate change on hailstorms. *Nat Rev Earth Environ* **2**, 213–226 (2021). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-00133-9>;
- Chen, Q., Fan, J., Hagos, S., Gustafson Jr., W. I., and Berg, L. K.: Roles of wind shear at different vertical levels: Cloud system organization and properties, *J. Geophys. Res. Atmos.*, **120**, 6551–6574, <https://doi.org/10.1002/2015JD023253>, 2015;
- Dennis, E. J. and Kumjian, M. R.: The Impact of Vertical Wind Shear on Hail Growth in Simulated Supercells, *J. Atmos. Sci.*, **74**, 641–663, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-16-0066.1>, 2017;
- Rosenfeld, D., Lohmann, U., Raga, G.B., O'Dowd, C.D., Kulmala, M., Fuzzi, S., Reissell, A., and Andreae, M.O.: Flood or Drought: How do aerosols affect precipitation?, *Science*, **321**, 1309–1313, <https://doi.org/10.1126/science.1160606>, 2008;
- Fan, J., Leung, L.R., Rosenfeld, D., Chen, Q., Li, Z., Zhang, J., and Yan, H.: Microphysical effects determine macrophysical response for aerosol impacts on deep convective clouds, *P. Natl. Acad. Sci. USA*, **110**, E4581–E4590, <https://doi.org/10.1073/pnas.1316830110>, 2013;
- Wellmann, C., Barrett, A. I., Johnson, J. S., Kunz, M., Vogel, B., Carslaw, K. S., and Hoose, C.: Comparing the impact of environmental conditions and microphysics on the forecast uncertainty of deep convective clouds and hail, *Atmos. Chem. Phys.*, **20**, 2201–2219, <https://doi.org/10.5194/acp-20-2201-2020>; 2020;
- Beal, A., L. D. Martins, J. A. Martins, A. P. Rudke, D. S. de Almeida, L. M. Costa, C.R.T. Tarley: Evaluation of the chemical composition of hailstones from triple border Paraná, Santa Catarina (Brazil) and Argentina, *Atmospheric Pollution Research*, **12**(3), 184-192, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2021.01.009>, 2021;
- Kozjek M., Vengust D., Radošević T., Žitko G., Koren S., Toplak N., Jerman I., Butala M., Podlogar M., Kovač Viršek M., Dissecting giant hailstones: A glimpse into the troposphere with its diverse bacterial communities and fibrous microplastics, *Sci. Total Environ.*, **856**(1), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158786>, 2023.
- Remi Lam et al., Learning skillful medium-range global weather forecasting. *Science*, eadi2336 DOI: 10.1126/science.adi2336, 2023.
- Manninen, A.; Marke, T.; Tuononen, M.; O'Connor, E. Atmospheric Boundary Layer Classification With Doppler Lidar. *J. Geophys. Res. Atmos.* **123**, 8172–8189, <https://doi.org/10.1029/2017JD028169>, 2018.
- Lothon, M.; Lohou, F.; Pino, D.; Couvreux, F.; Pardyjak, E.R.; Reuder, J.; Vilá-Guerau de Arellano, J.; Durand, P.; Hartogensis, O.; Legain, D.; et al. The BLLAST field experiment: Boundary-Layer Late Afternoon and Sunset Turbulence. *Atmos. Chem. Phys.*, **14**, 10931–10960, <https://doi.org/10.5194/acp-14-10931-2014>, 2014.
- Pîrloagă R., M Adam, B Antonescu, S Andrei, S Ștefan, Ground-Based Measurements of Wind and Turbulence at Bucharest–Măgurele: First Results, *Remote Sensing* **15** (6), 1514, <https://doi.org/10.3390/rs15061514>, 2023.
- Nairn J, Fawcett R., The Excess Heat Factor: a Metric for heatwave intensity and its use in classifying heatwave severity. *Int J Environ Res Public Health* **12**:227–253, <https://doi.org/10.3390/ijerph120100227>, 2015.
- Jacob D, Petersen J, Bea Eggert (2014) EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change* **14**:563–578, <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>, 2014.
- Antonescu, B., Ene, D., Boldeanu, M., Andrei S., Mărmureanu M., Marin C., Pîrloagă R., Future changes in heatwaves characteristics in Romania. *Theor Appl Climatol* **153**, 525–538, <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04412-5>, 2023.
- Tsonevsky, I., Groenemeijer, P., Battaglioli, F., and Púčik, T.: Recent developments in convection forecasting at ECMWF, 11th European Conference on Severe Storms, Bucharest, Romania, 8–12 May 2023, ECSS2023-84, <https://doi.org/10.5194/ecss2023-84>, 2023
- <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/charts>;
- <https://www.estofex.org/>;

<https://dust.aemet.es/products/daily-dust-product>;

<https://atmosphere.copernicus.eu/charts/cams/>;

<https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>;

https://www.essl.org/cms/wp-content/uploads/20210121-ESWD_criteria.pdf;

https://www.essl.org/cms/wp-content/uploads/ESSL_h.0101010101ail_size_comparisons.pdf;

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/10.24381/cds.bd0915c6?tab=overview>;

<https://cloudnet.fmi.fi/search/data>