

SUPERCELULA – STUDIU DE CAZ

VALERIA LUNGU¹



REZUMAT. – **Supercelula**, socotita pe buna dreptate „caramida convectiei”, (Aurora Stan Sion) fie ca este tornadica sau nontornadica, are o dinamica si conditii sinoptice diferite de formare (conditii de mezoscara) fata de alte sisteme noroase celulare. Prin urmare ea este insotita de o gama larga de fenomene meteorologice de risc: ploi torentiale ce pot provoca inundatii rapide, grindina de dimensiuni medii si mari (peste 2 cm), vanturi puternice in rafale (de peste 25 m/s), tornade, descarcari electrice continue. Schimbarile climatice care au loc, au facut tot mai frecventa prezenta tornadelor si pe teritoriul Romaniei (13 tornade in anul 2005, dupa Aurora Stan Sion). Supercelula luata in discutie a fost detectata de radarul WSR-98D Oradea, in data de 18.05.2005 pe teritoriul Ungariei, sud de Debretin.

Cuvinte cheie: mezoscara, linie de vijelie, frontiere, nowcast.

1. INTRODUCERE

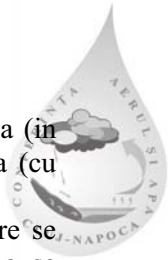
Furtuna supercelulara produsa in dupa amiaza zilei de 18.05.2005 pe teritoriul Ungariei, a evoluat in cadrul unor procese sinoptice la mezoscara, pe o linie de discontinuitate (frontala). Exista o conexiune intre sistemele sinoptice (talveguri de unda scurta) si convectia umeda profunda. Doswell (1987) a sugerat ca de acest proces raspunde umezeala si destabilizarea creata de modesta dar persistenta ascensiune verticala la scara sinoptica, inaintea talvegurilor de unda scurta, sustinuta de prezenta jetului in altitudine. Structura si evolutia furtunii supercelulare sunt determinate in mare masura de procesele dinamice rezultate din interactiunea furtunii cu mediul vertical forfecat.

2. ANALIZA SINOPTICA

Pentru intervalul 18–19.05.2005, hartile termice si barice de altitudine (850 si 500 hPa) de ora 18 UTC (fig.1, 2), evidentiau o dorsala a Anticiclonului Azoric extinsa pana in Groenlanda, fapt ce a favorizat o invazie de aer arctic peste Europa.

Peste Europa central-estica exista o dorsala puternica, din nordul Africii peste toata zona Orientului Mijlociu, partea vestica a Uralilor, cu valori la sol cuprinse in general intre 14 gr. C si 25 gr. C, ce s-a intins pana peste Marea Kara, avand local valori de 30 gr. C ce au stationat mult mai la nord de Marea Neagra si Marea Caspica. In toate aceste zone, anomalii termice au depasit 10 gr. C astfel ca pe coasta Marii Kara si pe cea adiacenta Marii Arctice, temperaturile au fost cu 20–25 gr. C peste media perioadei.

¹ S.P.V.- C.M.R. Transilvania Nord. E-mail: doamnalungu@yahoo.com



Astfel, Europa era separata in doua zone: cald in partea central-estica (in Egipt, maxima inregistrata a fost de 40 gr. C); rece in partea central-vestica (cu exceptia Spaniei), cu anomalii in general de 4–6 gr. C, sub normalul perioadei.

Harta de altitudine la 300 hPa (fig.3) indica peste Europa un jet care se despică cu o ramura peste Insulele Britanice, in lungul unei depresiuni ce se întindea peste Scandinavia și Nordul Kareliei (Islandeza). O ramura sudica puternica a jetului trecea prin sudul unei zone de joasa presiune (peste Spania, Tunisia centrala, vestul Sloveniei), in lungul unui talveg extins spre sud peste Vestul Europei, nordul Africii, cu un nucleu inchis format in zona de est a Mediteranei (cu corespondent la sol), ce urma sa se deplaseze spre nord-est in timpul zilei și sa afecteze E Ungariei, E Serbiei, V Romaniei, E Slovaciei și V extrem al Ucrainei.

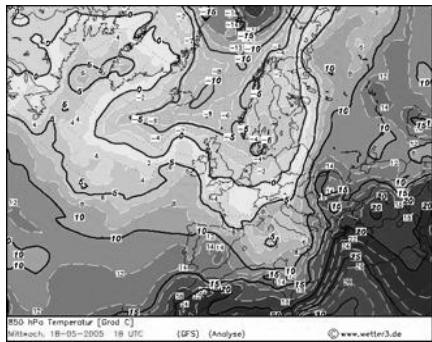


Fig. 1. Temperatura la 850 hPa (gr. C), din 18.05.2005 ora 18 UTC

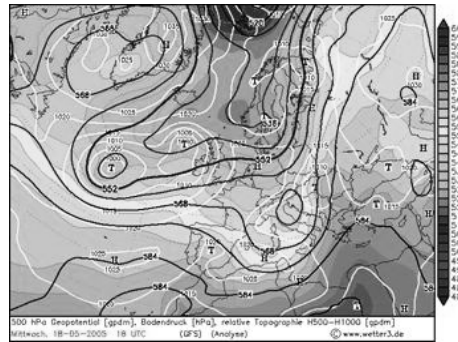


Fig. 2. Harta relativa și geopotentialul la 500 hPa, din 18.05.2005 ora 18 UTC

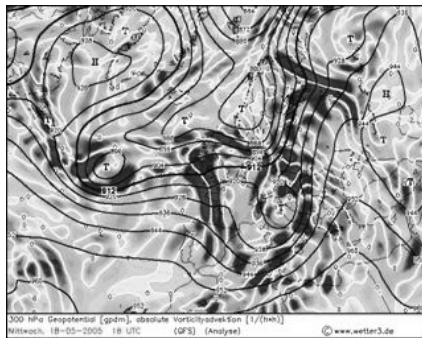


Fig. 3. Harta vorticității la 300 hPa (jetul) din 18.05.2005, ora 1

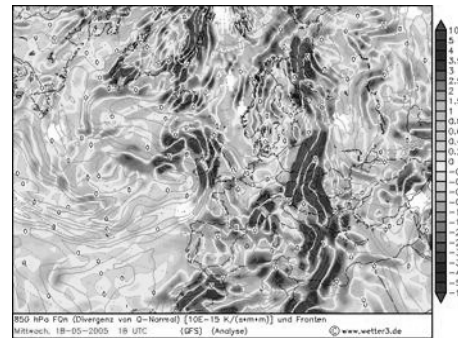


Fig. 4. Harta divergenței și frontul la 850 hPa, din 18.05.2005 ora 18

Atat Ungaria cat și vestul Romaniei se aflau pe panta ascendentă a talvegului de altitudine, pe o structură de blocaj atmosferic, definit de sistemul talveg-dorsala staționar, fapt ce a determinat un accentuat gradient termo-baric. Pe această linie de discontinuitate a evoluat mezocicloul și supercelula aferentă acestuia (fig. 2, 3, 4), având condiții favorabile de dinamică și umezeala necesare convecției umede, profunde, „dirijată” de ramura jetului de ieșire.

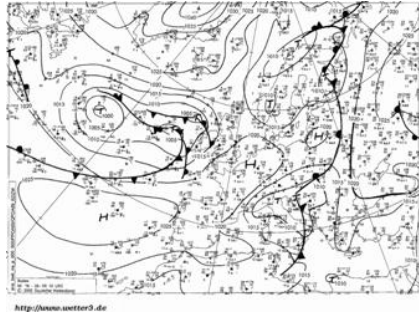


Fig. 5. Harta de analiza la sol din 18.05.2005 ora 12 UTC

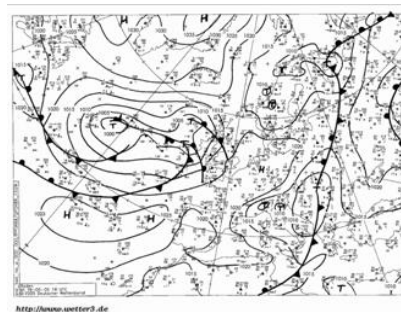


Fig. 6. Harta de analiza la sol din 18.05.2005 ora 18 UTC



Analiza hartilor de sol la ora 12 UTC si 18 UTC, pune in evidenta o modificare in aspectul si traseul mezociclonului cu fronturile aferente (fig. 5 si 6) datorita blocajului termo-baric din estul continentului. Astfel, in intervalul 12–16 UTC, sistemele noroase au avut o deplasare spre est-nord est (fig.5). In orele serii, datorita barajului termobaric cat si orografic (dat de prezenta lantului muntos al Apusenilor), acestea au avut un traseu aproximativ paralel cu Apusenii spre nord, cu „efectul de tren” (fig. 6), cu cantitati de precipitatii pe partea de vest a Apusenilor (39 l/mp la Vladeasa 1400). In cursul serii, scaderea contrastului termic a permis o usoara retragere a dorsalei, urmata de patrunderea supercelulei si a mezociclonului aferent peste partea de nord-vest a Romaniei.

3. DATE SI METODEDE

Furtunile supercelulare au o dinamica diferita de restul convectiei, sunt mai intense, persistente si au o mai mare probabilitate de a produce vreme severa. Ele se dezvoltă in medii favorabile convectiei severe, profunde, care presupune prezenta simultana a trei ingrediente: mediul sa fie instabil conditional, sa existe suficienta umezeala pentru ca particulele fortate la ascensiune sa poata atinge nivelul convectiei libere si sa existe un mecanism de declansare care sa ridice particula pana la NCL (Johns si Doswell, 1992). Acest mecanism are loc in prezenta unor valori mari de energie potentiala disponibila pentru convectie (CAPE) si in conditiile in care energia convectiva de inhibitie este prezenta sub nivelul convectiei libere. Ascensiunea aerului la mezoscara si dezvoltarea mezociclonului se amplifica in lungul liniilor de discontinuitate unde exista conditii sinoptice favorabile pentru valori mari de CAPE, cresterea continutului de umezeala, scaderea energiei de inhibitie, cresterea forfecarii in straturile joase (Wilson 1986).

Supercelulele sunt de 3 tipuri: 1. „LP” - asociate cu precipitatii slabe (Bluestein si Parks, 1983); 2. „HP” - asociate cu precipitatii intense (Moller si altii, 1990); 3. - supercelula clasica, cu precipitatii moderate (Browning, 1965, Lemon si Doswel, 1979). Furtuna analizata s-a dezvoltat in conditii mezoscalare si are



caracteristicile unei furtuni clasice, cu precipitatii slabe la moderate dar cu efecte de vant la sol.

Analiza temperaturilor aerului la sol pentru ora 18 UTC, evidentiaza contrastul termic (aproximativ 8–10 gr. C) intre partea de vest a Ungariei si cea estica, inclusiv vestul Romaniei. Linia de discontinuitate termica, asociata cu o umezeala relativa ridicata, cu valori de peste 90% a favorizat si intensificat convectia in dupa amiaza si in cursul serii de 18.05.2005.

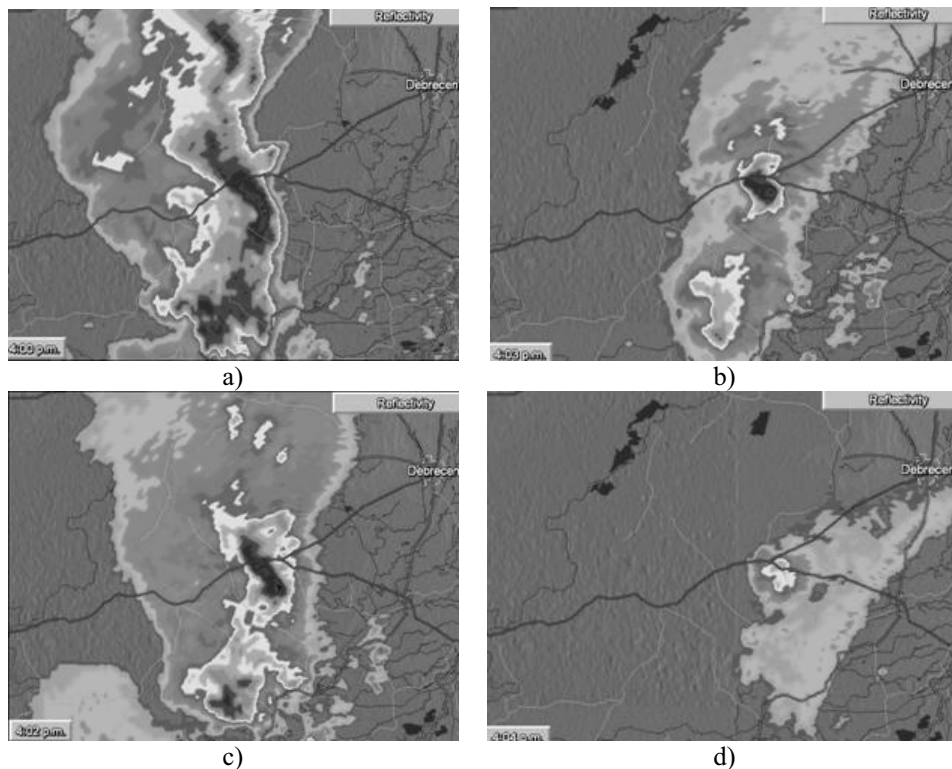


Fig.7. Imagini radar WSR-98D, Oradea la diferite elevatii (a, b, c, d) in 18.05.2005, ora 16 UTC p.m.

In fig. 7 (a, b, c, d) sunt prezentate imaginile radarului WSR-98D-Oradea, din 18.05.2005 ora 16 UTC, pentru prima linie frontala, la diferite elevatii, incluzand supercelula in discutie. Efectul unor descendente posterioare intense este arcuirea progresiva si continua a structurii convective in linie cat si a supercelulei, in directia curentului de intrare la nivel mediu (in zona jetului). Descendentele diverg la sol si intensifica linia sau zona de convergenta asociata convectiei insasi. In partea din fata (sud-estul) a liniei principale a sistemelor noroase se formeaza noi celule care vor alimenta si vor sustine celula principala (supercelula).

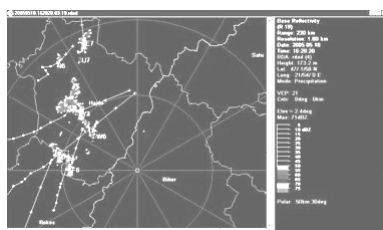


Fig. 8. Imagine radar a reflectivitatii supercelulei din 18.05.2005, ora 18.28 UTC, dupa radar WSR-98D Oradea

Imaginea din (fig8), cu reflectivitati de peste 55 dBZ, scoate in evidenta forma de „Y” a supercelulei, prezenta carligului (BWER- regiunea de ecou slab, inalt) ca o caracteristica esentiala in recunoasterea lor pe imagini radar.



Fig.9. Imagine radar WSR-98D Oradea, curefectivitatea supercelulei (la elevatia 10), din 18.05.2005, ora 16.17 UTC

Prezenta valorilor maxime de reflectivitate pana la niveluri inalte (elevatia 10), este o alta caracteristica a supercelulelor (MCS), fig. 9



Fig. 10. Imagine radar Oradea cu Ecotopul sistemului supercelular din 18.05.2005, pe teritoriul Ungariei, la ora 16.24 UTC p.m. la momentul apropiat de maxima dezvoltarea supercelulei

Pe teritoriul Ungariei, in seara de 18.05.2005, la sud de Debretin, au fost raportate: grindina (cu diametrul de peste 2 cm), rafale de vant cu aspect de vijelie (de maxim 69 m/s), descarcari electrice puternice, distrugerii de locuinte si anexe. Analiza campului vantului la sol pentru ora 18 UTC, pune in evidenta convergenta si pozitia mezociclonului pe estul Ungaria si vestul Romaniei

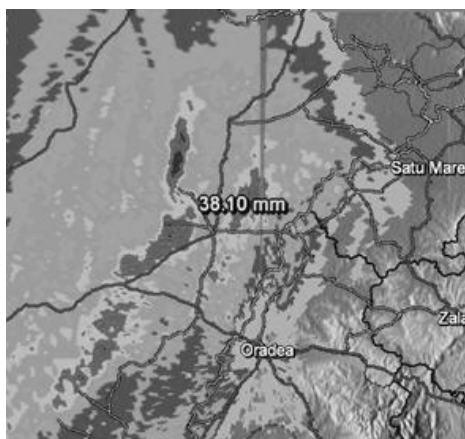


Fig 11. Produsul radar Oradea THP (precipitatii apreciate cu radarul pe 3 ore) in zona Debretin, Ungaria, in 18.05.2005, ora 17 UTC



Fig. 12. Produsul radar Oradea-Vorticitate, din 18.05.2005 ora 16 UTC in zona Debretin, Ungaria

In fig. 10, (ora 16.24 UT), se observa varfurile (Ecotopul) sistemelor noroase, cu valori de 10–12 km la distanta de 15–40 km de radar Oradea. Inaltimea varfului norului este importanta in evaluarea severitatii fenomenelor la sol (vanturi cu aspect de vijelie, grindina de dimensiuni medii si mari). Meteorologul de la prognoza imediata (nowcasting) trebuie sa cunoasca de pe sondajul aerologic nivelul izotermelor de 0, -10, -20 grade C (temperatura bazei norului indica severitatea furtunii), nivelul tropopauzei. Daca varful supercelulei depaseste cu cel putin 1 km nivelul tropopauzei, la sol se asteapta fenomene severe. Maxima de precipitatii pe 3 ore, observata cu radarul Oradea, este de 38.1 pentru furtuna luata in discutie (fig. 11).

Unele furtuni supercelulare produc putine precipitatii dar prezinta semne vizuale dramatice ale rotatiei (supercelule LP), (fig. 12). Acest fapt rezulta din analiza vorticitatii verticale, unde valorile pozitive si negative de vorticitate sunt identice.

Imaginile satelitare (IR), completeaza si sustin imaginea radar, astfel incat scot in evidenta caracterul mezociclonic al supercelulei analizate, cu nicovala caracteristica. Succedarea lor la ore diferite, evidentiaza o deplasare a formatiunilor noroase „cu efect de tren” pe granita de vest a Romaniei (fig. 13 a, b, c) determinata de blocajul termo-baric al dorsalei situata peste estul Europei, cat si al celui orografic (dat de lantul Muntilor Apuseni). Deplasarea aproximativ meridiana a sistemelor noroase vizibila pe imagini de satelit, creaza la un

moment dat aspectul de stationaritate, datorat in parte blocajului cat si celulelor noi formate in josul sistemului (in zona de alimentare, din sud-vest). Seara cand gradientul termic a scazut, dorsala s-a retras usor iar in cursul noptii sistemul mezoscalar a „atacat” partea de nord-vest si de nord a Romaniei unde fenomenele asociate au fost mai estompate: ploi ce au acumulat in judetele Satu Mare, Salaj, Maramures, local peste 30 l/mp in 3–6 ore, cu rafale de vant dar nu de intensitatea celor din Ungaria (Carei, Satu Mare).

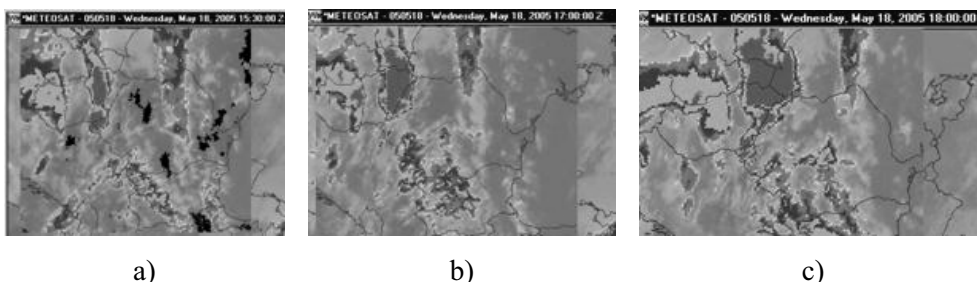


Fig.13. Imagini satelitare Metosat-IR 108_ENH din 18.05.2005, orele: 15.30, 17.00, 18.00 UTC

Analiza instabilitatii verticale s-a facut pe diagrama sondajului aerologic (Skew-T) din Cluj Napoca (in 19.05.2005, ora 00 UTC), (fig. 14), deoarece furtuna „s-a consumat” spatial si temporal, la un moment apropiat observatiei respective. Cu ajutorul diagramelor aerologice se poate estima intensitatea curentilor ascendenti si descendenti, dupa cantitatea de energie potentiala convectiva disponibila (CAPE) care poate fi legata direct de viteza maxima posibila a curentului ascendent, precum si cantitatea de umezeala pe verticala.

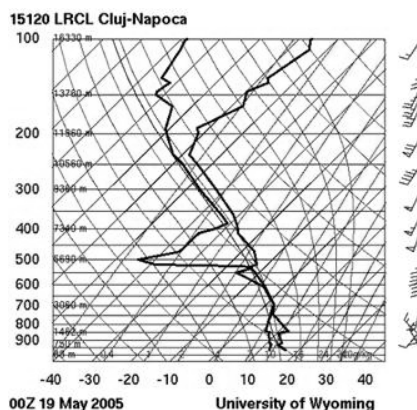


Fig. 14. Sondaj aerologic (diagrama Skew-T) Cluj-Npoca, in 19.05.2005 ora 00 UTC

Pe diagrama aerologica din Cluj-Napoca la data de 19.05.2005 ora 00 UTC (fig. 14), se pune in evidenta umezeala mare pana la aproximativ 500 hPa, apoi un strat cu umezeala mai scazuta pana la 400 hPa si iar o crestere. Prezenta unui strat cu umezeala scazuta in troposfera medie, determina o evaporare a precipitatiei, o

racire mai mare si o intensificare a curentului descendent, nucleul rece avand astfel viteza de cadere mai mare. In campul vantului se observa forfecarea in straturile joase (0–1, 5 km). Sunt prezente zone pozitive si negative de energie (CAPE/CINH) iar vantul pe verticala este de asemenea tare astfel incat si alura hodografului (liniara) demonstreaza intensitatea curentilor din sistemele noroase ce traverseaza zona.

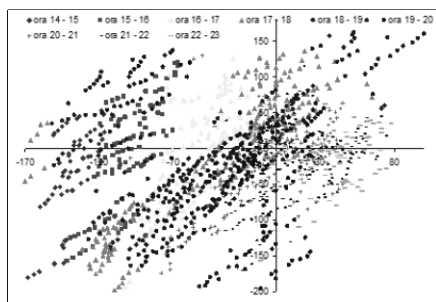


Fig. 15. Evolutia orara a nucleelor de furtuna din 18.05.2005, orele 14–23 UTC, in Ungaria, dupa RDOD

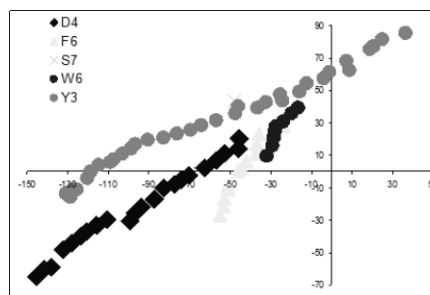


Fig. 16. Evolutia temporara si spatiala a supercelulei Y3 (traseul ei in raport cu alte celule insemnate din sistem care au alimentat-o), din 18.05.2005, orele 14–23 UTC, in Ungaria, dupa RDOD

In fig. 15 se pot urmari traseele celulelor si a supercelulei asociate mezocicloului din data de 18.05.2005, in diferite intervale orare. Miscarea unui SCM cu celule bine dezvoltate coincide de obicei cu liniile de grosimi 300–850 hPa sau in general miscarea celulelor convective intr-un sistem convectiv este deviata spre dreapta vantului de la niveluri medii (cu aprox. 30 grade) si cu o viteza mai mica decat aceasta (in medie 70 procente) (Merritt si Fritsch, 1984). Initial, celulele componente ale SCM-lui au avut o deplasare sud-vest-nord-est apoi o rotire usoara spre est. Incepand cu ora 20 UTC, se observa o deplasare spre nord-est a sistemelor noroase, datorita blocajului orografic al Apusenilor. La aproximativ 70 km de Oradea se observa lipsa formatiunilor noroase, ele avansand pe versantii de vest „cu efect de tren” unde s-au descarcat (maxima de precipitatii: 39 l la Vladeasa 1400). Frontul de rafala a intretinut sistemele noroase in ascensiunea lor spre nord-est, in timp ce in partea de SSV, apareau celule noi pe directia curentului de intrare.

In fig. 17 se observa o variatie a marimii cercurilor, fapt ce indica o scadere a inaltimii celulelor in momentul descararii lor de precipitatii, urmata de o noua crestere.

Supercelula a fost detectata la ora 14.21 UTC, la o distanta de 130 km vest de RDOD si a „marsaluit” prin Transdanubia pana la ora 17.46 UTC spre nord-est, la distanta de 90 km de radar. Ea a avut o deplasare de aproximativ 165 km, cu o viteza medie de 55 km/h si o durata medie de viata in jur de 3 ore. Pe traseul parcurs, supercelula „Y3” a fost alimentata de catre alte 3 celule convective: D4, F4, W6 (fig. 16).

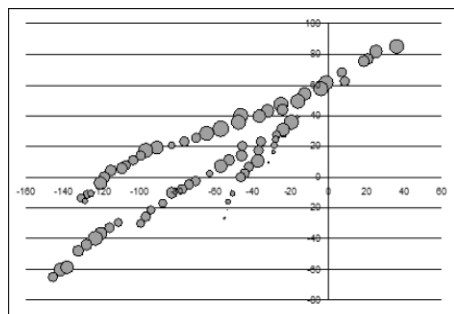


Fig. 17. Evolutia temporara si spatiala a inaltimei norilor aferenti mezociclonului, din 18.05.2005, orele 14–23 UTC, in Ungaria (zona Debretin), dupa RDOD

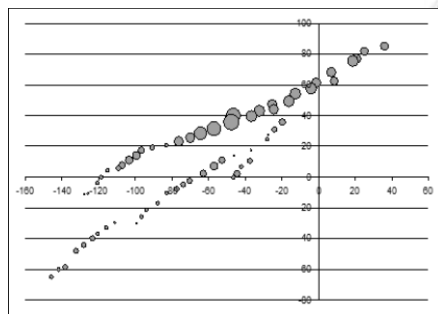


Fig. 18. Evolutia temporara si spatiala a grindinei detectate de radar WSR-98D Oradea, in Ungaria, (zona Debretin), in 18.05.2005 orele 14–23 UTC

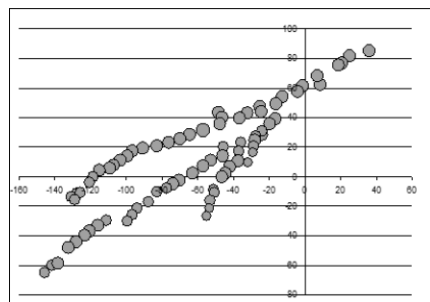


Fig. 19. Evolutia temporara si spatiala a reflectivitatii maxime detectate de radar WSR-98D, in Ungaria (zona Debretin) in 18.05.2005 orele 14–23 UTC

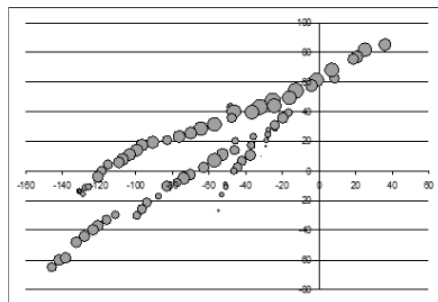


Fig. 20. Evolutia temporara si spatiala a VIL-ilor detectate de radar WSR-98D, in Ungaria (zona Debretin) in 18.05.2005 orele 14–23 UTC

Variatia de marime a cercurilor in fig. 18, indica o crestere si o scadere a potentialului de grindina a celulelor noroase din SCM (POSH), insotita de o descarcare la diferite momente. Produsul radar HDA (Hail Detection Algorithm), foloseste nivelul de reflectivitate 40–50 dBZ drept prag de tranzitie ploaie-grindina, adaptat fiecarei regiuni. Important in detectia grindinei severe este nivelul izotermei de -20 grade C. Cu atat este grindina mai mare si fenomenele la sol mai severe, cu cat varful norului depaseste aceasta izoterma (nivelul tropopauzei). VIL-ul este un produs obtinut din date radar tridimensionale, ca o masura a continutului potential de apa lichida precipitabila pe metru patrat. Din fig. 20 se observa cresterea si scaderea marimii cercurilor (reprezentand celulele noroase), datorita descarcarii de precipitatii, urmata de o noua acumulare.

Datorita rotatiei furtunii sustinuta de vantul din troposfera mijlocie (jetul de altitudine), in directia de alimentare (SSV), la sol au fost raportate o gama larga de fenomene severe: rafale de vant cu aspect de vijelie, de 40 si chiar de 69 m/s; grindina de peste 2 cm; o largime a zonei afectate de aproximativ 10 km; au fost

afectate 1700 case si anexe, pomi care s-au inclinat, daunele fiind apreciate la 800 mil.HUF. Dat fiind numarul mare de telefoane primite de Comisia de supraveghere a dezastrelor (peste 1500), este posibil ca furtuna sa fi dezvoltat si o tornada.



4. CONCLUZIE

Avand in vedere ca supercelulele au o dinamica si conditii de formare (mezoscalare) diferite de restul convecției, se impune cunoasterea de catre meteorologul de la prognoza imediata, a precursorilor de urmarit: pozitia izotermelor de 0, -10, -20 gr. C, a inaltimii centrului de masa a furtunii, VIL-ul, POSH, inaltimea reflectivitatii maxime, volumul furtunii, varful si baza nucleului de peste 50 DBZ, convergenta la diferite nivele, extensia orizontala a convergentei, convergenta la nivele medii fata de valoarea maxima de reflectivitate (Z).

De asemenea el trebuie sa detecteze linia frontului de rafala (locul unde se asteapta aparitia de noi celule), pentru a lua decizii in timp util (avertizarea la timp a fenomenelor de risc).

BIBLIOGRAFIE

1. Mihailescu M., *Orografia, factor principal in geneza si dinamica sistemelor convective, surse de inundatii rapide*
2. Muresan Tatiana, Urban Natalia, *Situatia de vreme severa din 17 iunie 2006 in zona localitatii Botiza din judetul Maramures*
3. Pavai Carol, Maier Narcis, *Caracteristici statistice ale campului de reflectivitate al radarului WSR-98D de la Oradea*
4. Stan-Sion Aurora, Antonescu Bogdan, *Mezociclone in Romania-caracteristici si medii*
5. *Curs de Diagnoza si Prognoza a Convecției Profunde*, trad. Aurora Stan Sion, 2001
6. <http://www.obh.hu/allam/jelentes/200505468.rtf>
7. <http://www.termesztvilaga.hu/szamok/tv2005/tv0512/zivatar.html>
8. <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>
9. http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2007/1/06_Tunyogi-Torok.pdf
10. <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>
11. <http://www.essl.org/ESWD/>