

## Analiza sytuacji 26-27.08.2023

### Zdarzenie meteorologiczne: Burze z intensywnymi opadami

#### Opracowanie przygotowali:

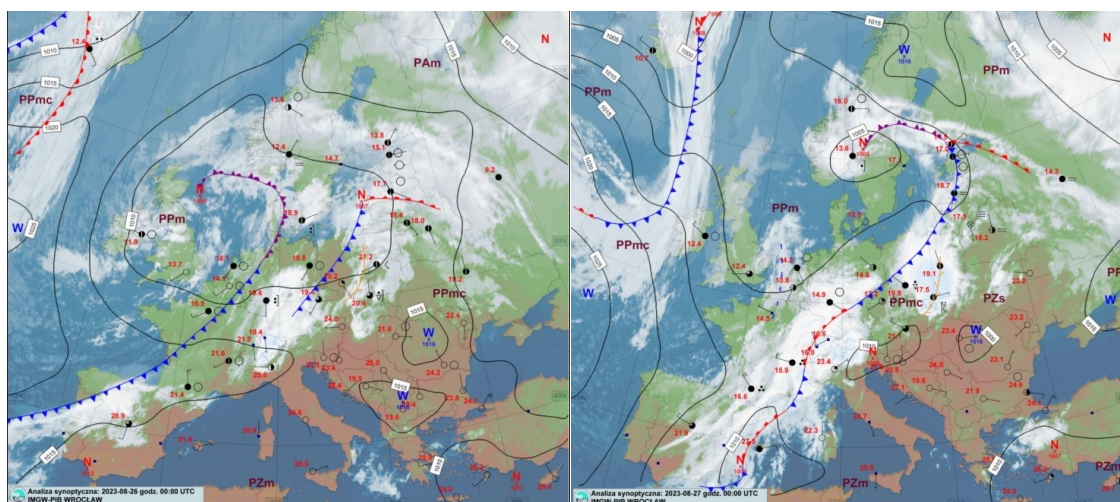
Kierownik zespołu: dr Grzegorz Duniec

mgr Małgorzata Bachmatiuk

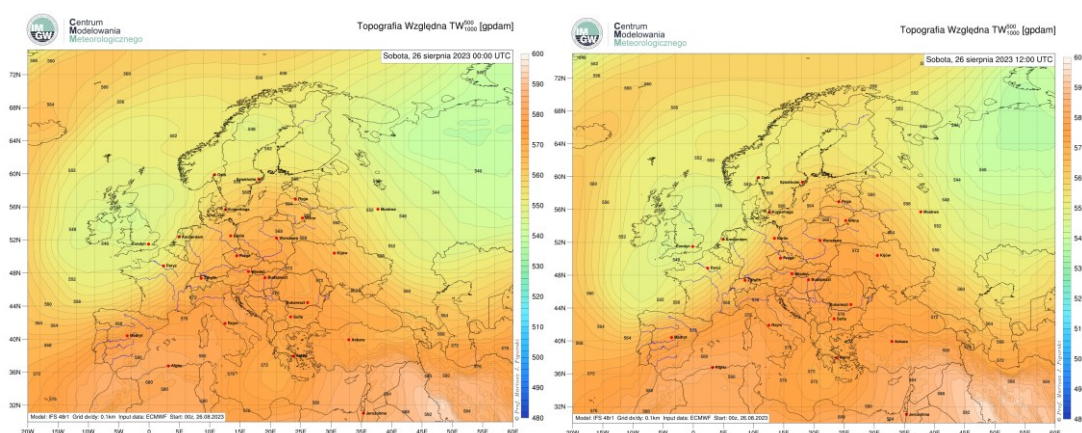
mgr Mateusz Zamajtys

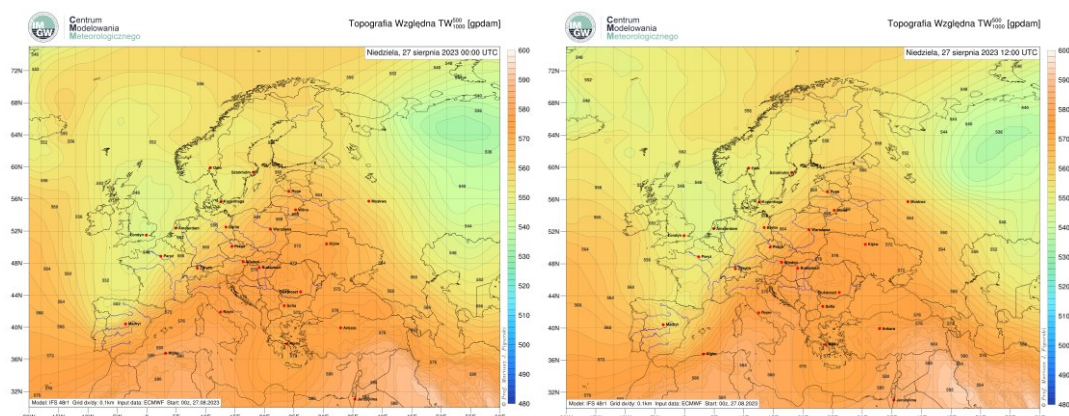
#### 1. Sytuacja synoptyczna w Polsce w dniach 26-27.08.2023 r.

W dniach 26-27.08.2023 r. Polska znajdowała się pod wpływem niżu przemieszczającego się z Morza Północnego nad południową Skandynawię i Bałtyk. Front chłodny związany z ww. niżem, rozciągał się z północnego wschodu na południowy zachód Europy, dzieląc Polskę prawie symetrycznie na dwie strefy. Przed frontem tj. na wschodzie, centrum i południu, zalegało początkowo bardzo ciepłe powietrze polarne morskie, a następnie z południowego zachodu zaczęło napływać upalne i wilgotne powietrze zwrotnikowe. Za frontem natomiast zachód kraju dostawał się pod wpływ chłodniejszego powietrza polarne morskiego.

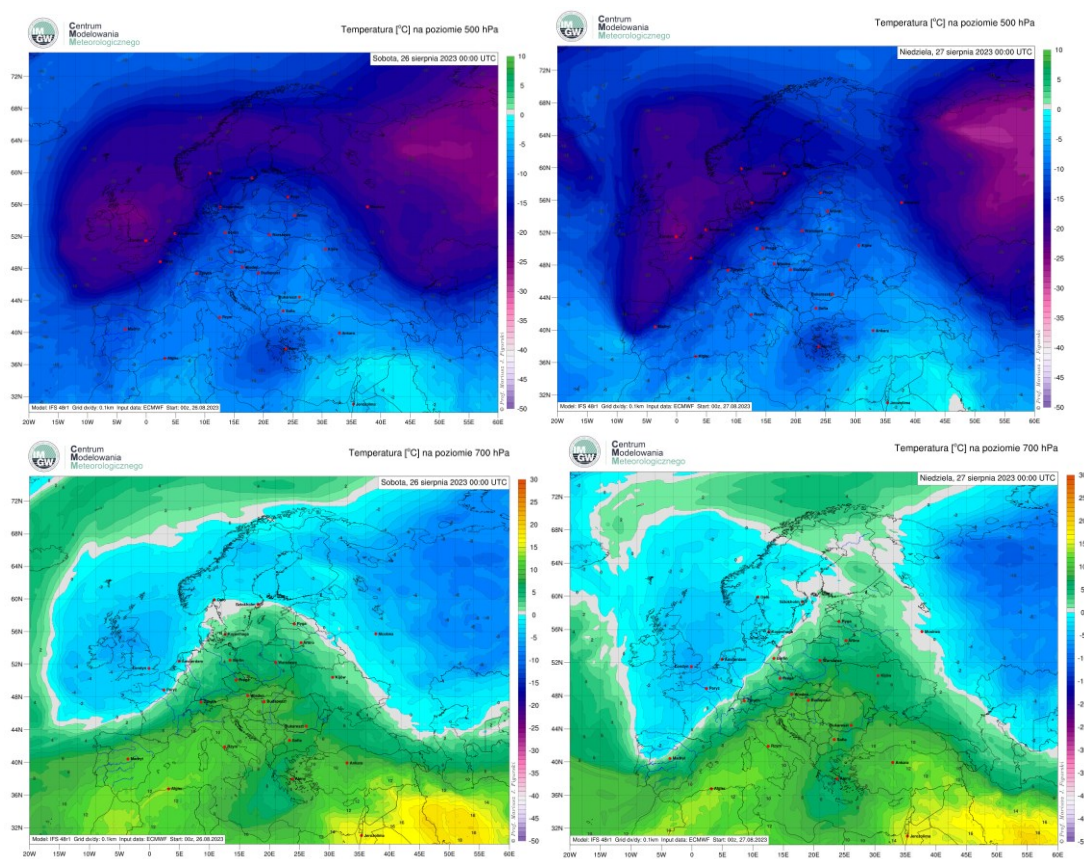


Rys. 1 Mapa synoptyczna Europy z dnia 26.08.2023 r. z godz. 00.00 (z lewej) i z 27.08.2023 r. z godz. 00.00 (z prawej).

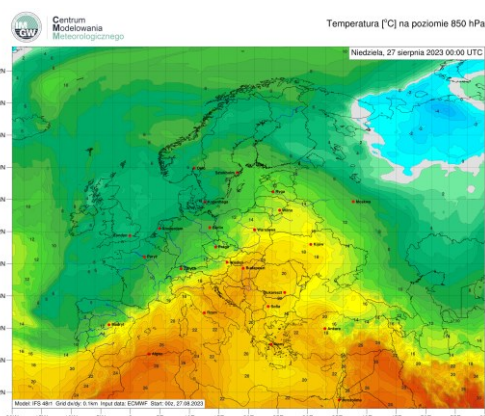
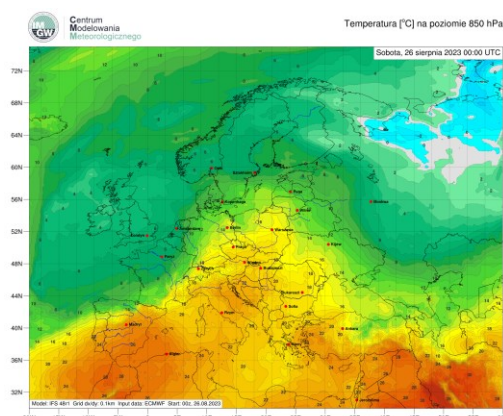




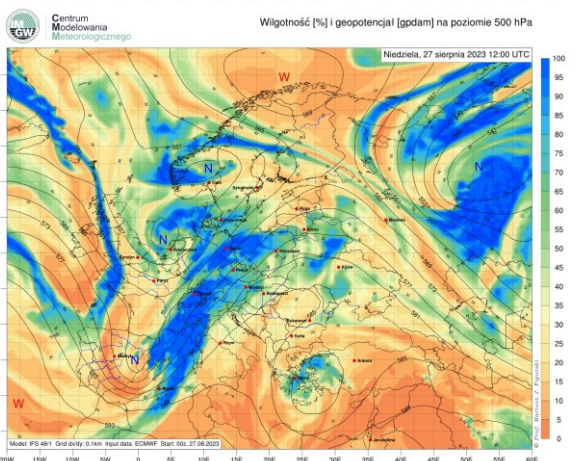
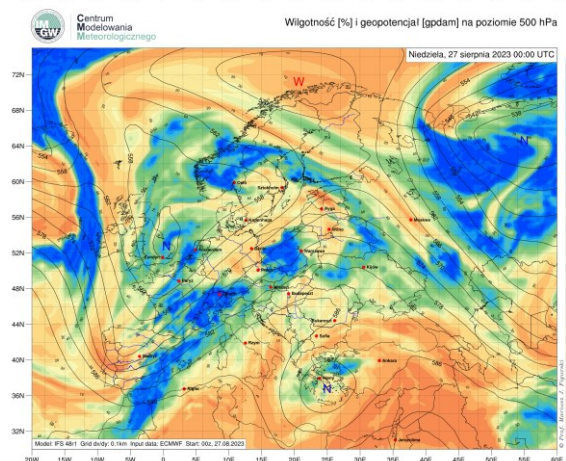
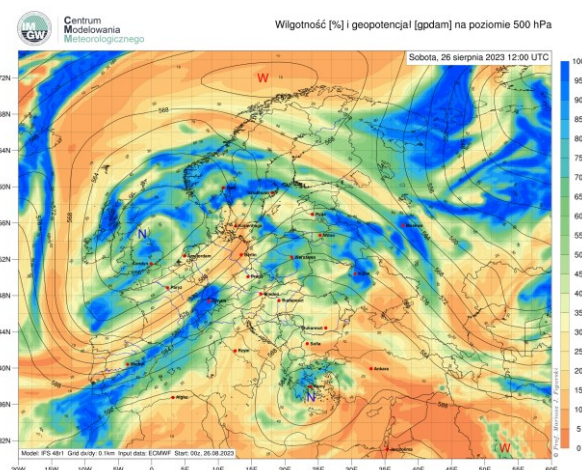
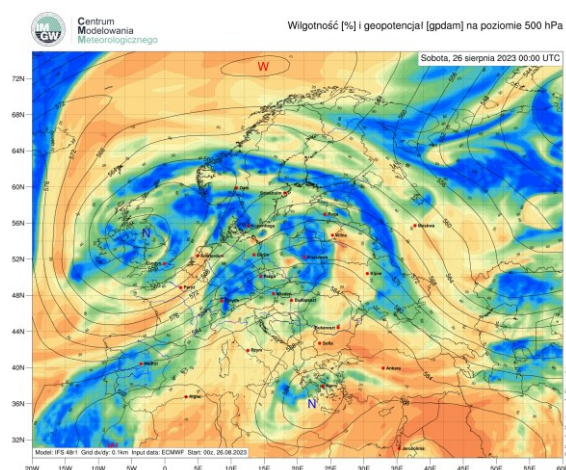
Z analizy map topografii względnej TW wynikało, że nad Polską zalegał klin ciepła a jego oś przebiegała nad naszym krajem i przemieszczała się na wschód. W dzień 26 VIII 2023 roku oś klina zalegała już nad wschodnią Polską. W niedzielę Polska znalazła się na skraju klina ciepła oraz zalegał dość duży gradient izohips względnych skoncentrowany w pobliżu frontu i przesunięty względem ośrodka zaburzenia na powierzchni ziemi w stronę chłodnej masy powietrza.



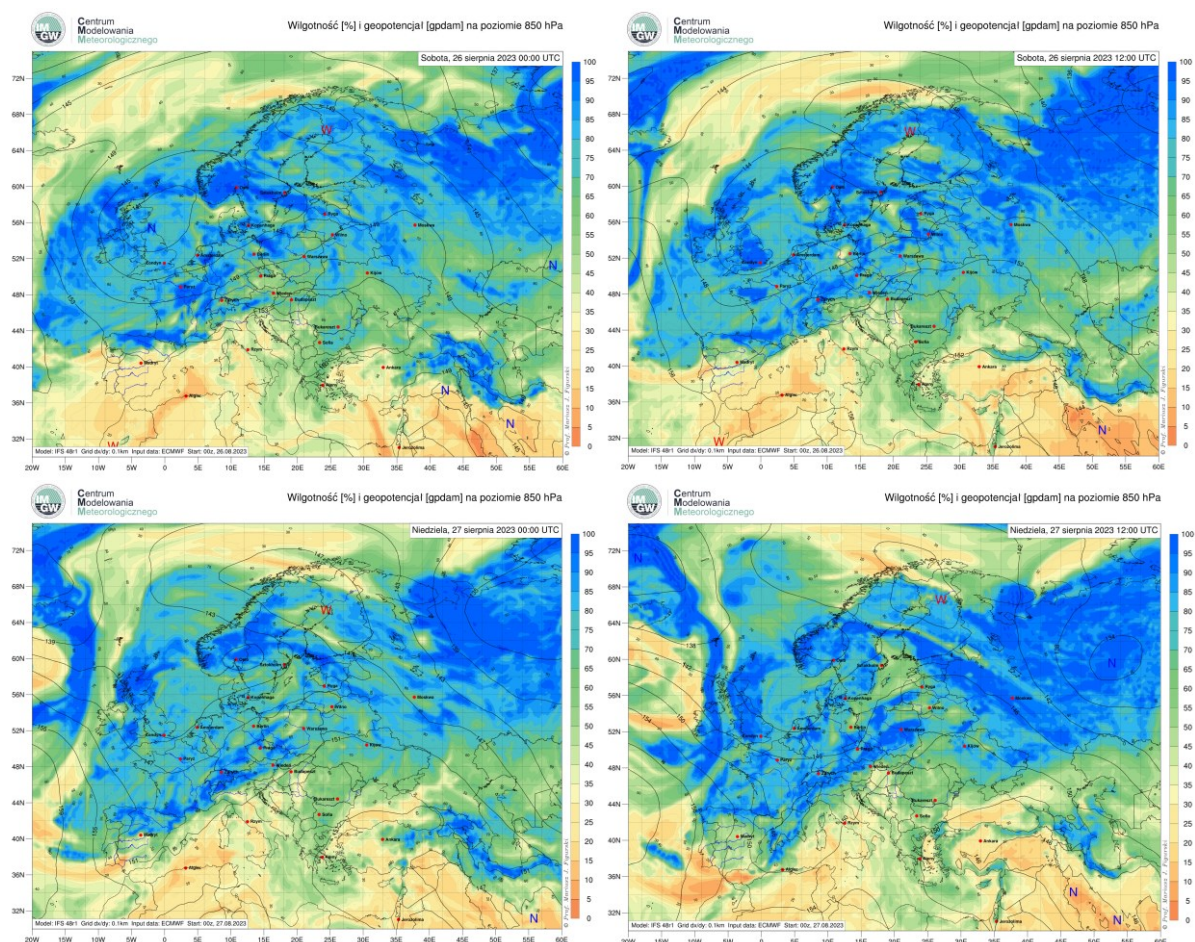




Symulacje numeryczny pola temperatury na poziomie izobarycznym 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa również w sposób poprawny odwzorował zalegający nad Polską klin ciepła, którego oś przemieszczała się na wschód. Na wysokości 850 hPa w południowo wschodniej części kraju prognoza temperatury powietrza wynosiła 16-20°C. W północno zachodniej części kraju początkowo prognozowana temperatura na wysokości 850 hPa wynosiła 14°C. W niedzielę w nocy w północno zachodniej Polsce była prognozowana temperatura 8°C.



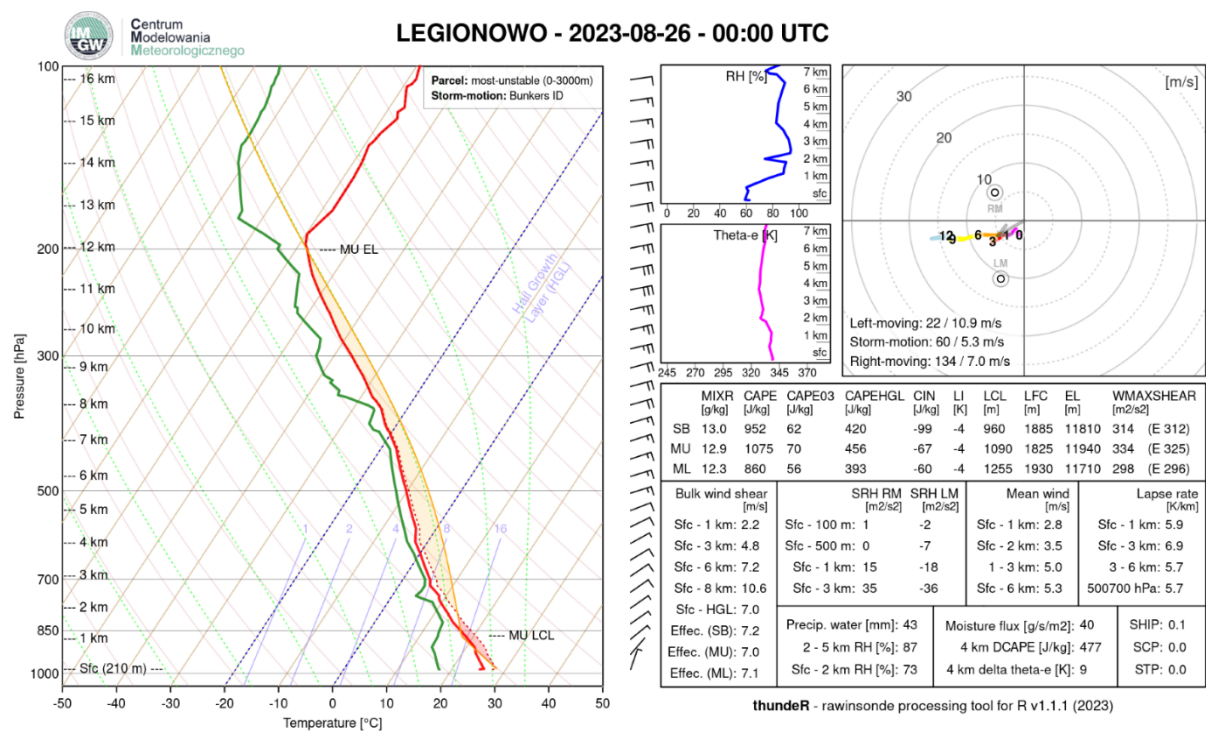




Z analizy topografii bezwzględnej wynikało, że do Polski napływało powietrze z południowego wschodu co jest zgodne z analizą synoptyczną. W sobotę w nocy nad wschodnią Polską na poziomie 500 hPa zalegała strefa wilgotności, która przemieszczała się na wschód. W sobotę popołudniu z południowego zachodu nasuwała się kolejna strefa dużej wilgotności. W sobotę w nocy na poziomie 850 hPa na zachodzie kraju zalegała strefa dużej wilgotności. W ciągu dnia na zachodzie i północnym zachodzie Polski zalegała strefa zwiększonej wilgotności. W późniejszym okresie z południowego zachodu nasuwała się kolejna strefa zwiększonej wilgotności. Z powyższego wynikało, że w Polsce zalegało powietrze zwrotnikowo morskie.

Przemieszczaniu się frontu chłodnego wraz z poprzedzającą go linią zbieżności z zachodu na wschód, towarzyszyły liczne burze z intensywnymi opadami deszczu. Pierwsze burze nad Polską związane z wkraczającym od zachodu nad obszar kraju frontem chłodnym, pojawiły się wprawdzie już wieczorem dnia 25.08.2023 r, ale dopiero kolejnej doby tj. 26-27.08.2023 r. rozwinęły się zjawiska nawałnicowe wraz z licznymi podtopieniami (wysokość opadu deszczu nawet 100 mm/24 h), opadami dużego gradu i silnymi porywami wiatru (do 100 km/h).

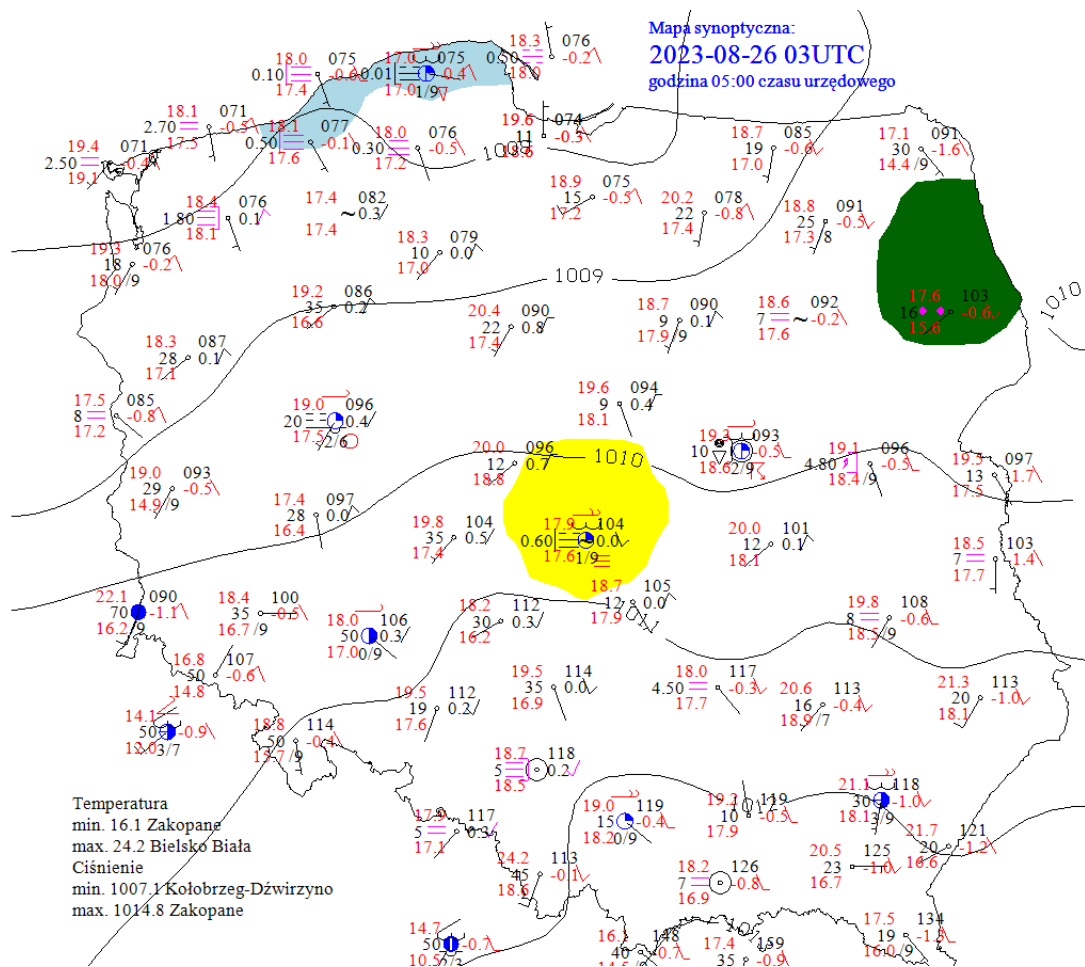




Rys. 2 Diagram aerologiczny z Legionowa z godz. 00 UTC dn. 26.08.2023

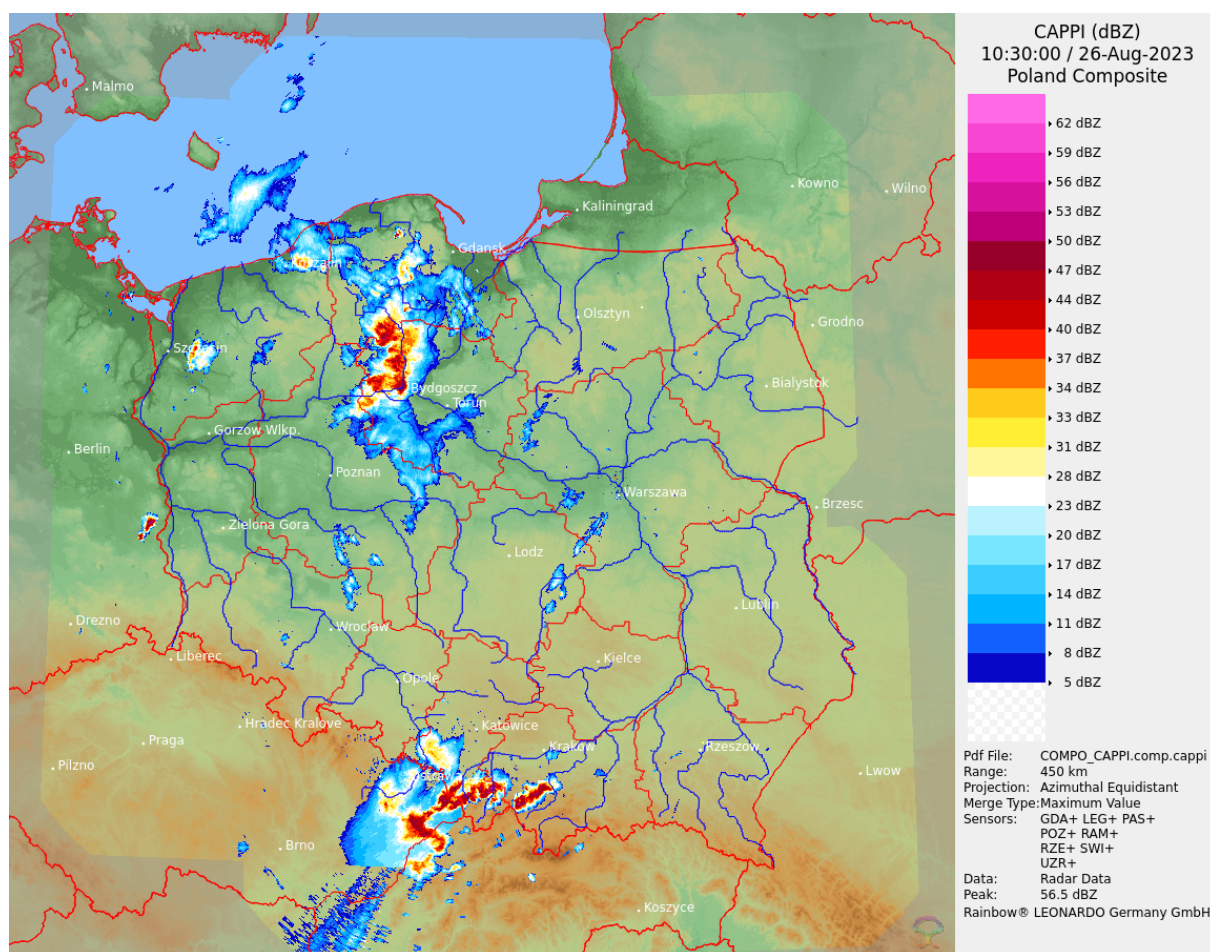
**W nocy 25/26.08.2023 r.** jeszcze początkowo występowały miejscami pojedyncze burze (Mazowsze, łódzkie, Śląsk, Wielkopolska czy lokalnie na wybrzeżu), ale po północy w wielu miejscach pojawiły się silne zamglenia oraz mgły ograniczające widzialność nawet poniżej 100 m (np. Ustka).



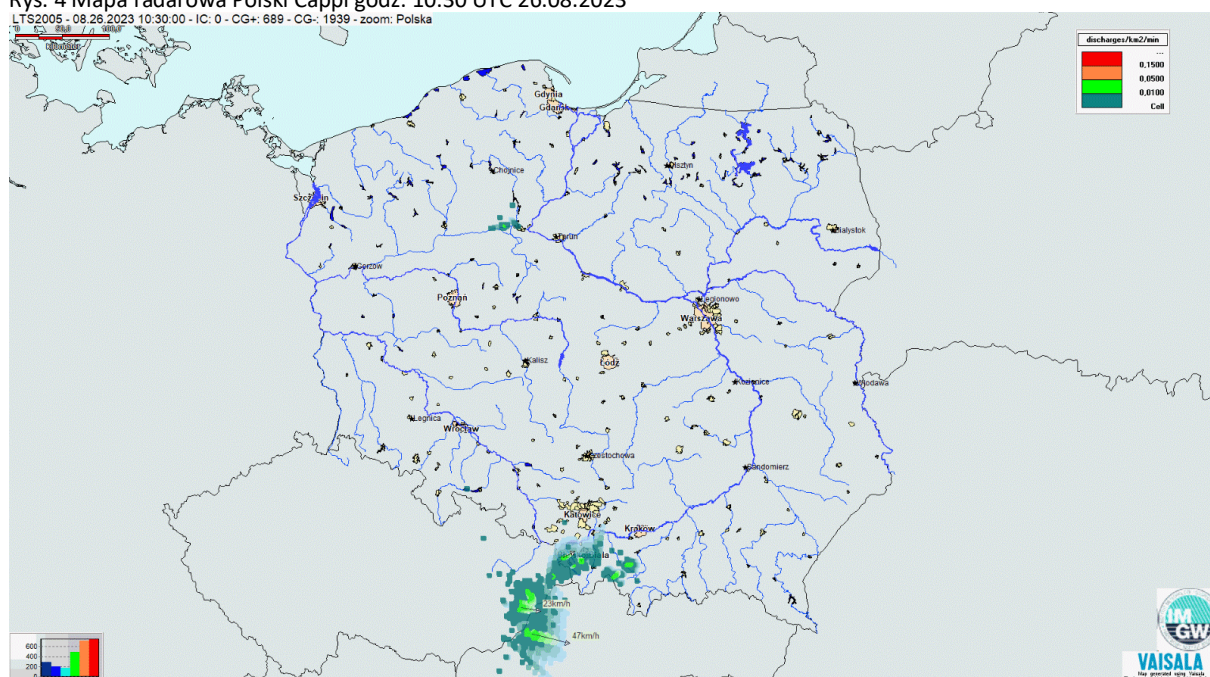


Rys. 3 Mapa synoptyczna Polski z dn. 26.08.2023 r. z godz. 03UTC

Front ponownie uaktywnił się **w godzinach przedpołudniowych 26.08.2023 r.**, kiedy to burze znad granicy czesko-słowackiej przemieściły się nad Śląsk i Małopolskę. Burze rozwijały się w strefie zalegania zwrotnikowego i gorącego powietrza. Odnotowane porywy wiatru dochodziły do 85 km/h, a opad godzinny wynosił prawie 36 mm. Również i w chłodniejszym powietrzu polarno morskim, na północy Wielkopolski i na Kujawach, utworzyły się burze, jednak o zdecydowanie spokojniejszym przebiegu. Kolejne godziny również przyniosły dynamiczny rozwój burz w wielu miejscach w kraju, po obu stronach frontu chłodnego.

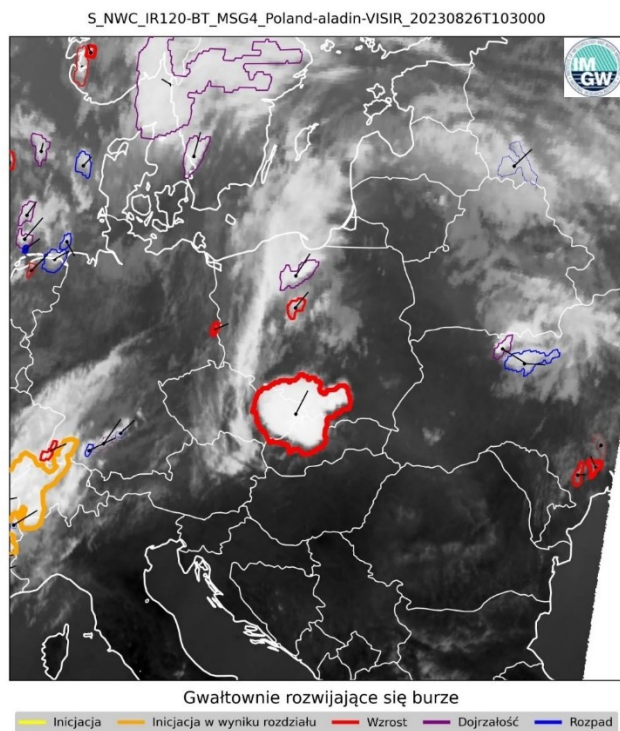


Rys. 4 Mapa radarowa Polski Cappi godz. 10.30 UTC 26.08.2023

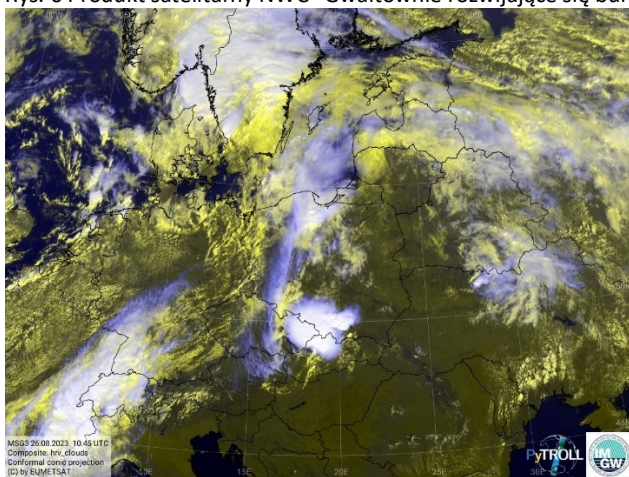


Rys. 5 Mapa gęstości wyładowań nad Polską wraz z kierunkiem i prędkością przemieszczania się burz godz. 10.30 UTC dn. 26.08.2023

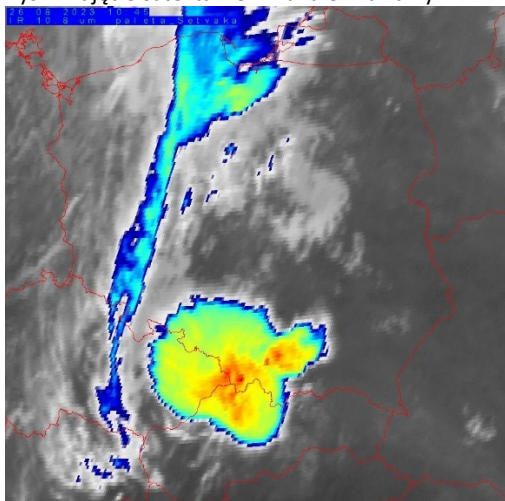




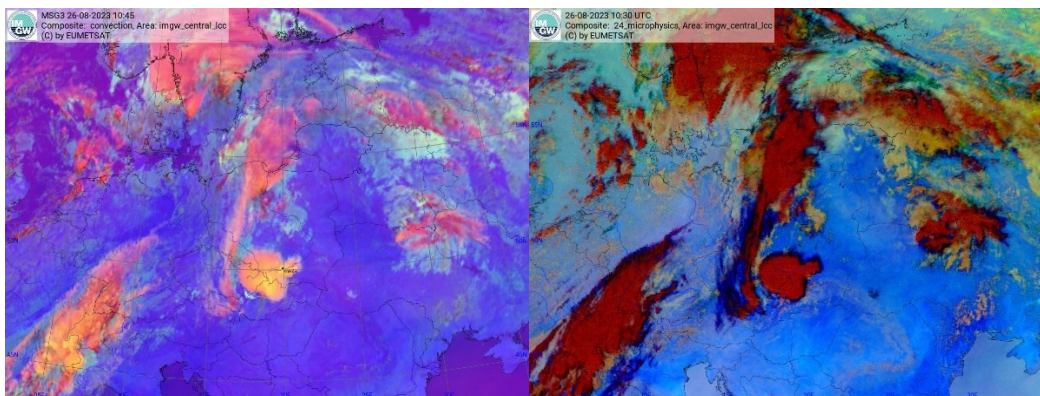
Rys. 6 Produkt satelitarny NWC "Gwałtownie rozwijające się burze", godz. 10.30 UTC dn. 26.08.2023 r



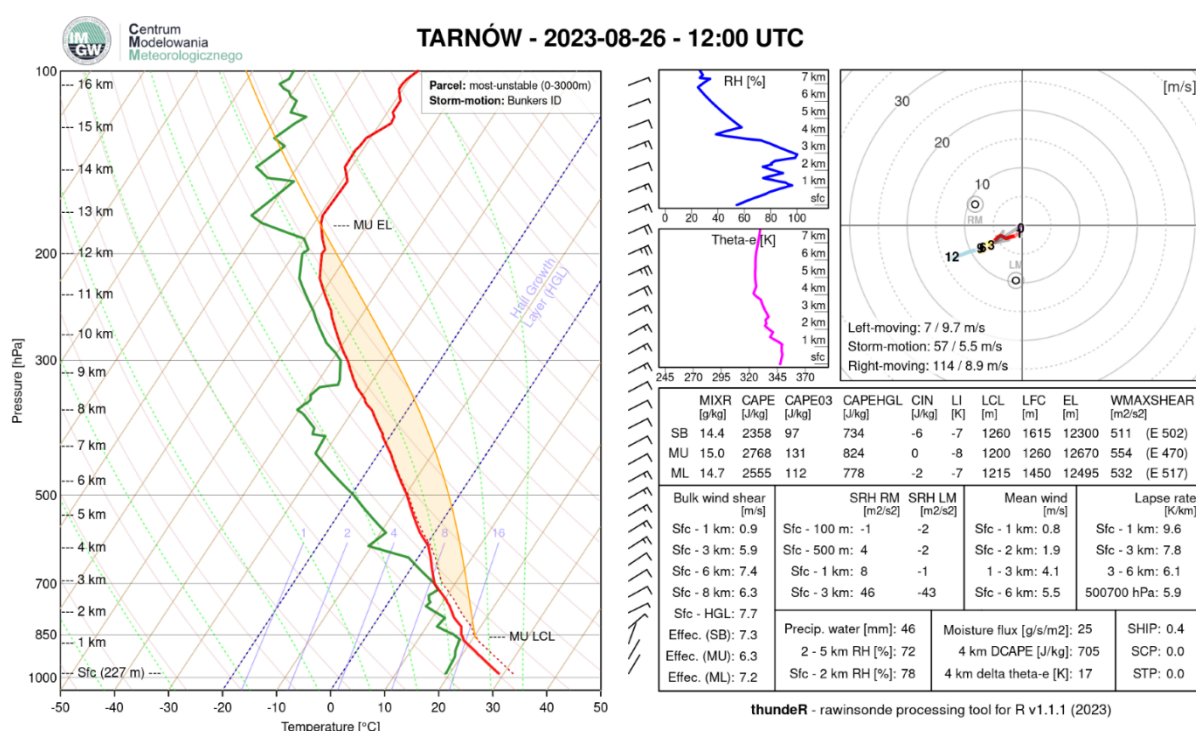
Rys. 7 Zdjęcie satelitarne w kanale widzialnym "HRV clouds" z godz. 10:45 UTC dn. 26.08.2023 r.



Rys. 8 Zdjęcie satelitarne w podczerwieni z paletą Setvaka z godz. 10:45 UTC dn. 26.08.2023 r (żółty i odcienie pomarańczowego/czerwonego wskazują na silnie wypiętrzone chmury burzowe)



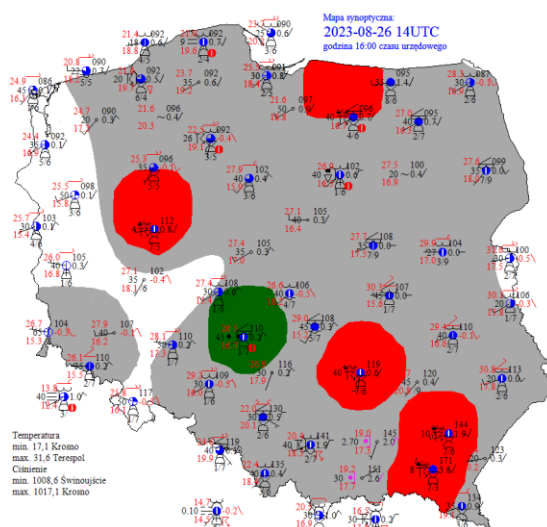
Rys. 9 Zdjęcie satelitarne RGB Convection (z lewej) i 24-godzinną mikrofizyka (z prawej) z godz. 10:45 UTC dn. 26.08.2023 r.



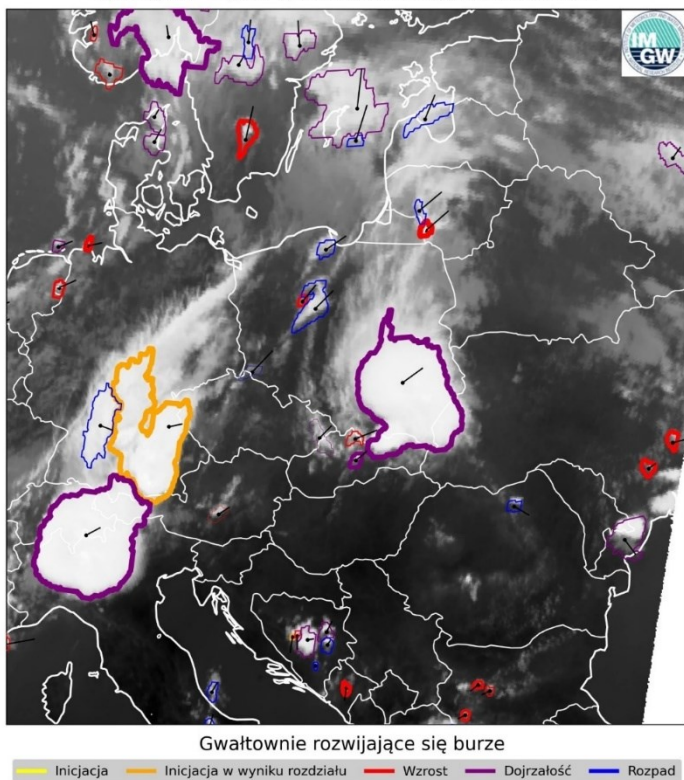
Rys. 10 Diagram aerologiczny z Tarnowa z godz. 12UTC dn. 26.08.2023 r.

Po popołudniu dn. 26.08.2023 r. rozległy układ burzowy rozwinął się na Podkarpaciu i na Lubelszczyźnie, a także częściowo w Świętokrzyskim. Przyniósł porywy wiatru osiągające 100 km/h, opady deszczu dochodzące do około 15 mm/h, a także duży grad. Układ ten kierując się na północny wschód i wschód, w godzinach wieczornych opuścił obszar naszego kraju. Cały czas również występowały burze w chłodniejszym powietrzu polarnym morskim, m.in. na Pomorzu, Kujawach czy Wielkopolsce.

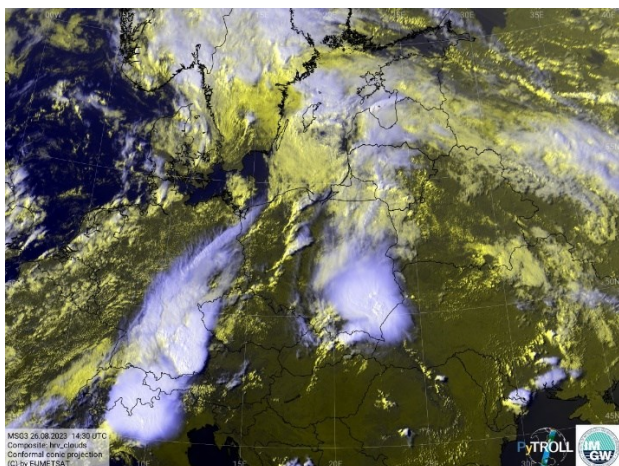




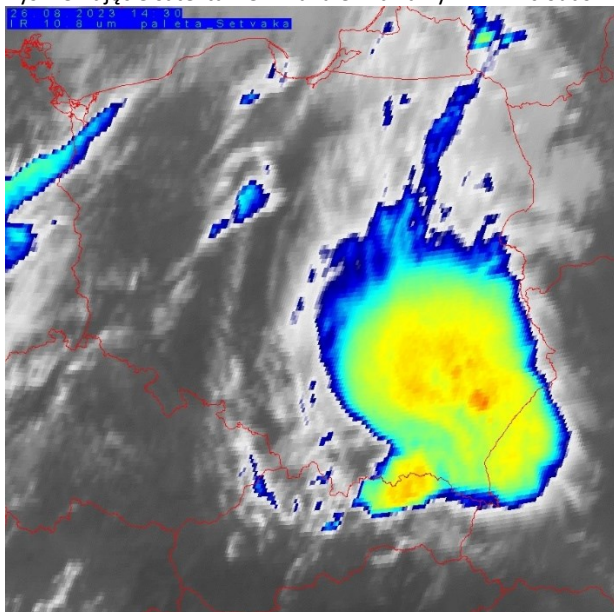
Rys. 11 Mapa synoptyczna Polski godz. 14.00 UTC dn. 26.08.2023 r. (czerwony- burze, zielony- opad deszczu)  
S\_NWC\_IR120-BT\_MSG4\_Poland-aladin-VISIR\_20230826T143000



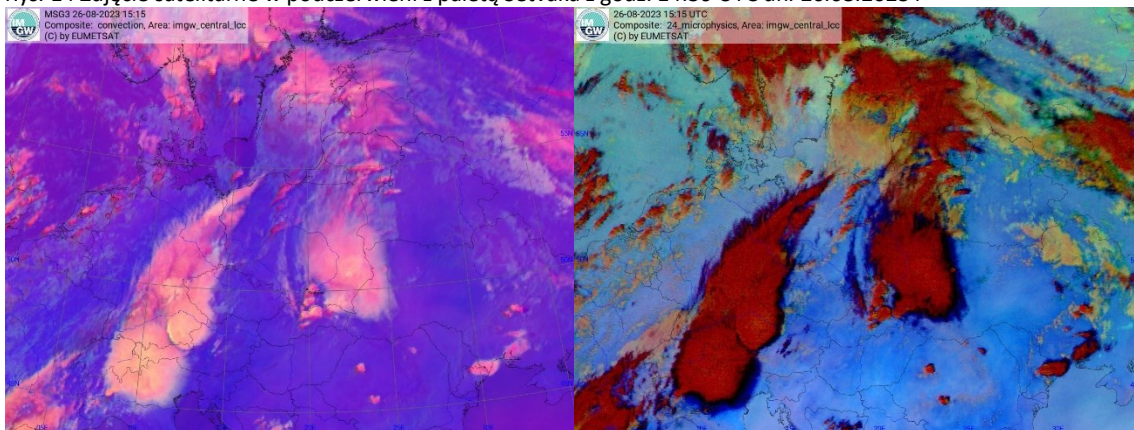
Rys. 12 Produkt satelitarny NWC “Gwałtownie rozwijające się burze”, godz. 14.30 UTC dn. 26.08.2023 r



Rys. 13 Zdjęcie satelitarne w kanale widzialnym "HRV clouds" z godz. 14:30 UTC dn. 26.08.2023 r.

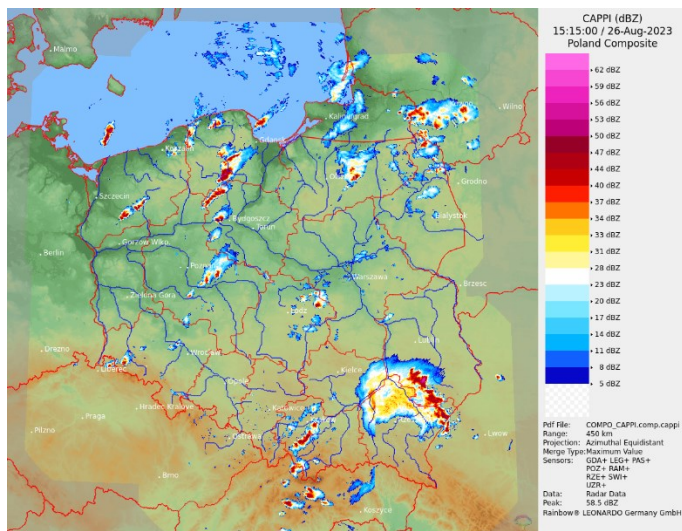


Rys. 14 Zdjęcie satelitarne w podczerwieni z paletą Setvaka z godz. 14:30 UTC dn. 26.08.2023 r



Rys.15 Zdjęcie satelitarne RGB Convection (z lewej) i 24-godzinna mikrofizyka (z prawej) z godz. 15:15 UTC dn. 26.08.2023 r.





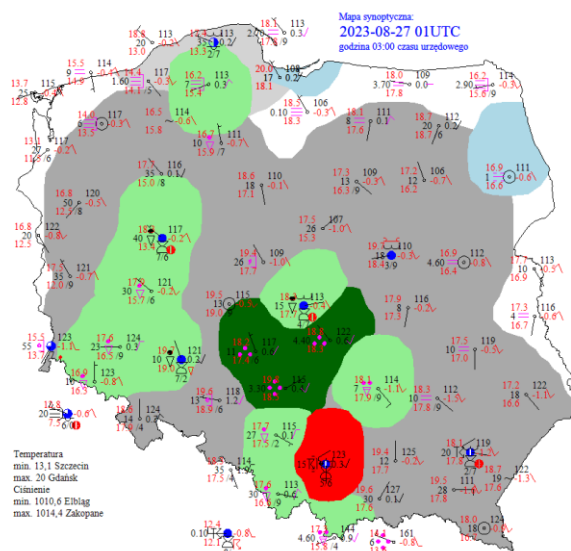
Rys.16 Mapa radarowa Polski (Cappi) godz. 15:15 UTC dn. 26.08.2023 r.



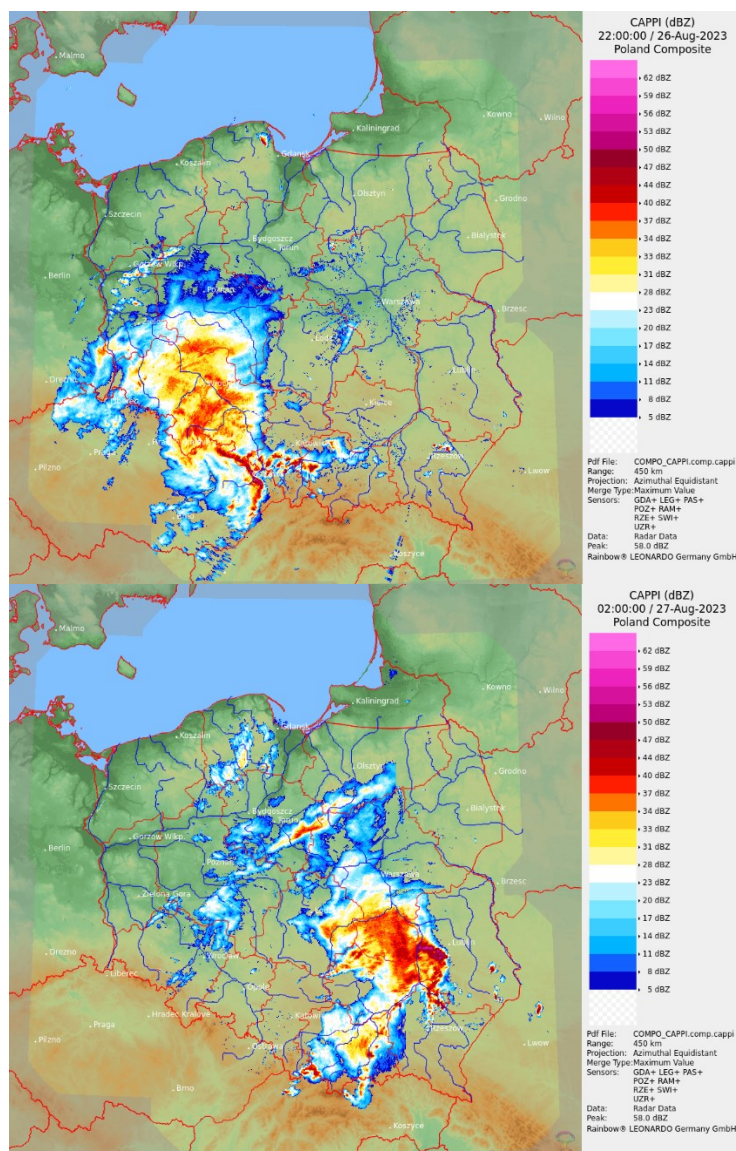
Rys.17 Mapa wyładowań nad Polską wraz z kierunkiem i prędkością przemieszczania się burz z godz. 15:15 UTC dn. 26.08.2023 r.

- Najwyższe odnotowane porywy wiatru w dniu 26.08.2023
  - Biecz-Grudna 27 m/s (~ 100 km/h)
  - Rzeszów-Jasionka ~ 27 m/s ~100 km/h
  - Racibórz ~26 m/s – ~95 km/h
  - Krosno ~ 26 m/s (~ 95 km/h)
  - Pilsko 24 m/s (~85 km/h)
  - Zamość, Jodłownik, Gubałówka 23 m/s (~85 km/h)

**W nocy 26/27.08.2023 r.** w północnej części kraju nastąpiło uspokojenie w pogodzie-utworzyły się zamglenia, lokalnie mgły ograniczające widzialność do 100 m (np. Elbląg). Na południu Polski tymczasem sytuacja pogodowa ponownie stała się niebezpieczna. Jeszcze **przed północą 27.08.2023 r.** znad Czech wkroczył potężny układ burzowy, przemieszczający się w kierunku północno-wschodnim i wschodnim. W jego południowej części zaznaczała się łukowato wygięta struktura, wykazująca cechy „bow echo”. Towarzyszyły jej bardzo silne porywy wiatru (95-100 km/h), intensywne opady deszczu (ponad 30 mm/h) oraz opad dużego gradu.

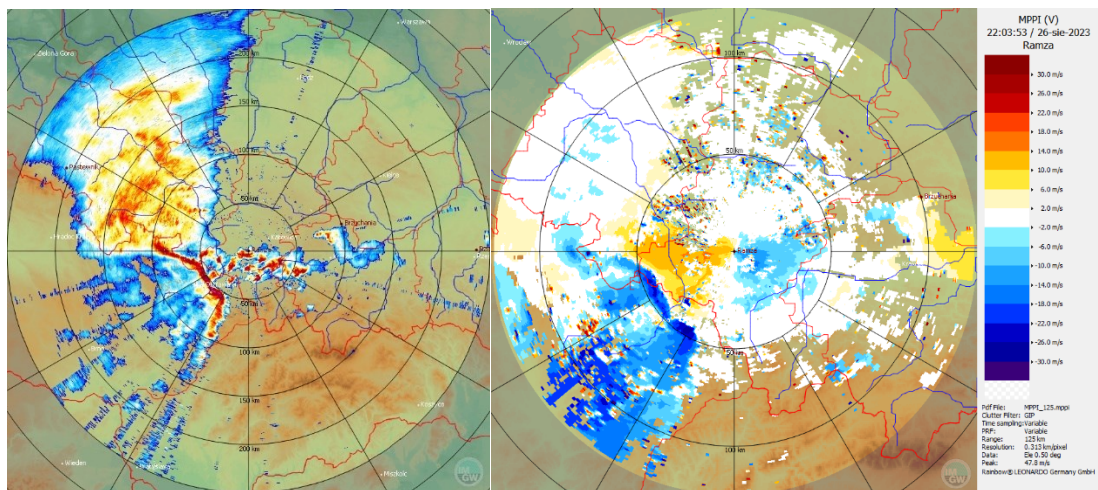


Rys. 18 Mapa synoptyczna Polski godz. 01.00 UTC dn. 27.08.2023 r. (czerwony- burze, zielony- opad deszczu, jasno zielony- przelotny deszcz)

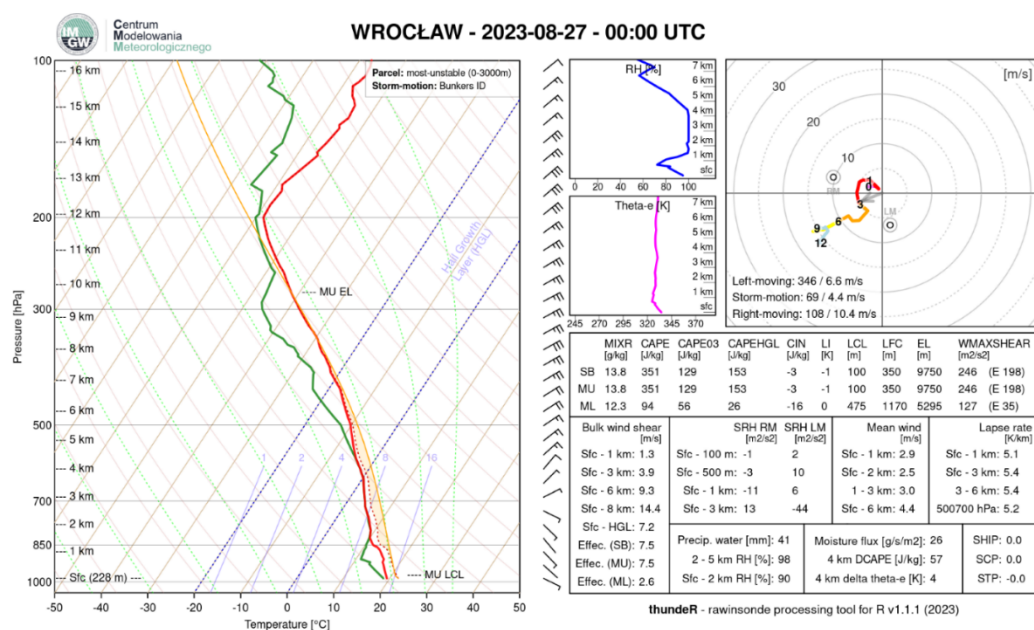


Rys. 19 Mapa radarowa Polski godz. 22.00 UTC dn. 26.08.2023 r. (z lewej) i godz. 02.00 UTC dn. 27.08.2023 r.

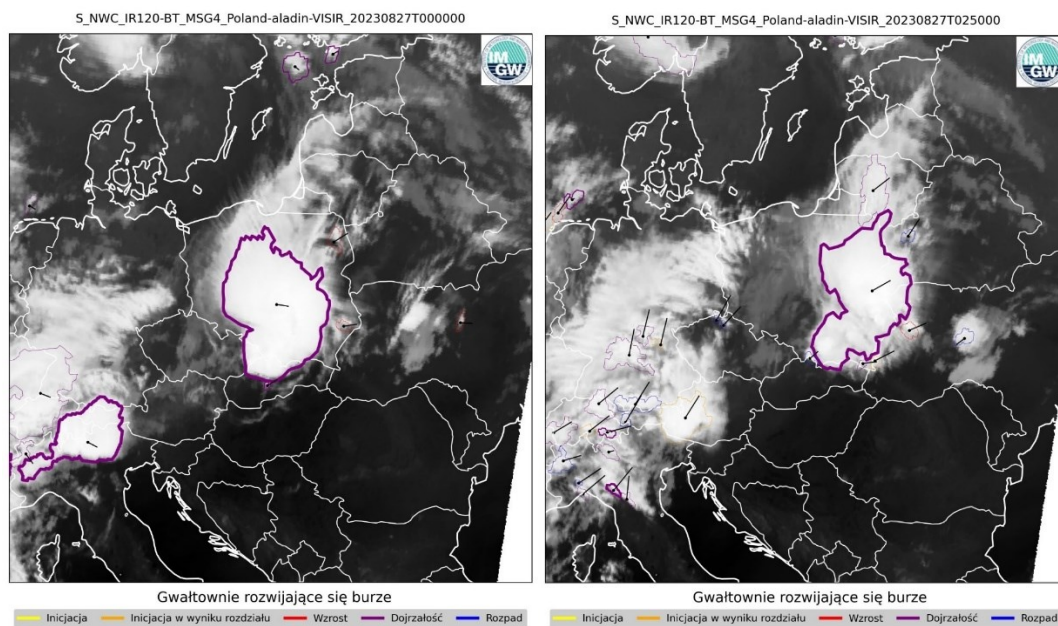




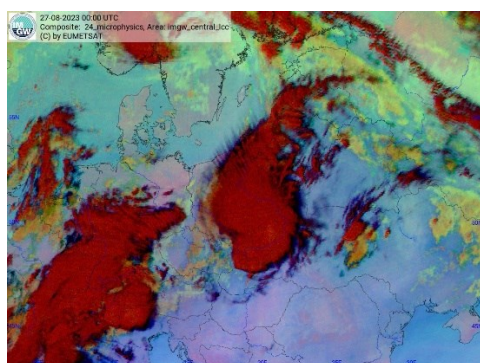
Rys.20 Skany radarowe Capii (z lewej) i MPPI (V) prędkości radialnych (z prawej) - z Ramży z godz. 22:03 UTC dn. 26.08.2023



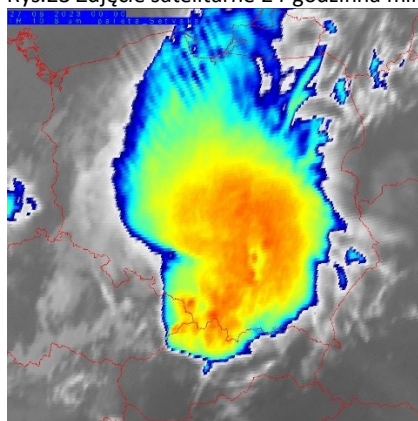
Rys.21 Diagram aerologiczny z Wrocławia z godz. 00 UTC dn. 27.08.2023 r (hodograf kształtem przypominający "S" świadczący o rozwoju superkomórek).



Rys.22 Produkt satelitarny NWC “Gwałtownie rozwijające się burze”, godz. 00 UTC dn. 27.08.2023 r (z lewej) i godz. 02:50 UTC dn. 27.08.2023 r.

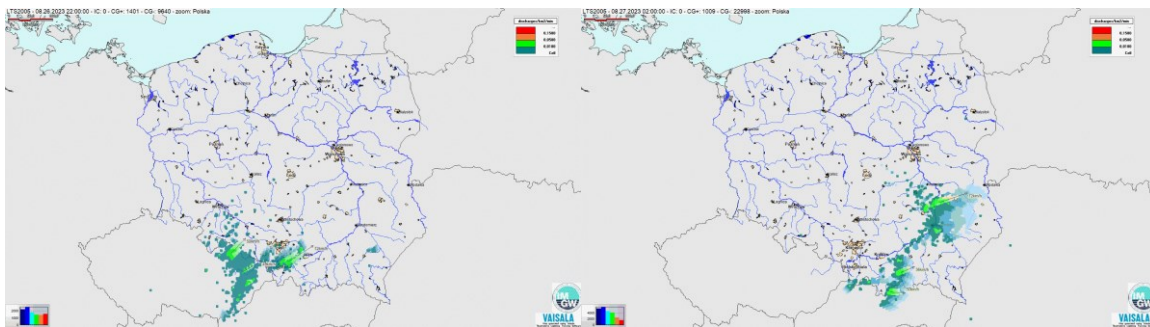


Rys.23 Zdjęcie satelitarne 24-godzinna mikrofizyka z godz. 00:00 UTC dn. 27.08.2023 r.



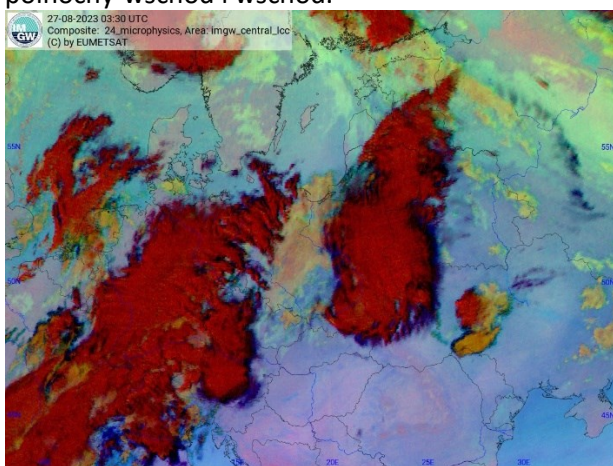
Rys.24 Zdjęcie satelitarne w podczerwieni z paletą Setvaka z godz. 00:00 UTC dn. 27.08.2023 r



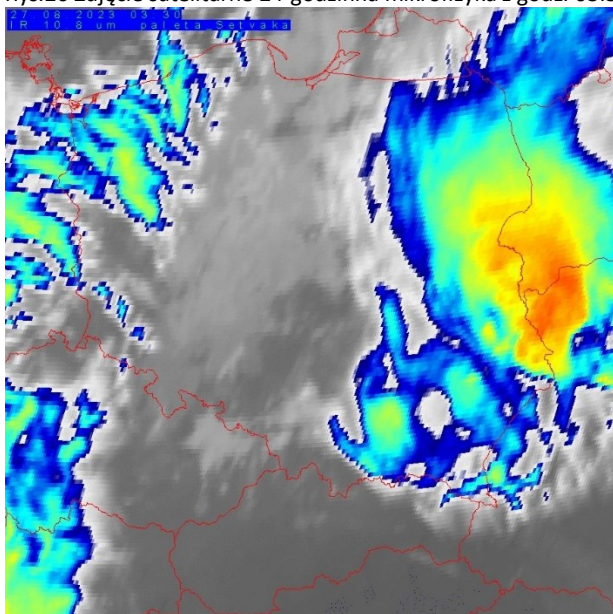


Rys.25 Mapa gęstości wyładowań nad Polską wraz z kierunkiem i prędkością przemieszczania się burz z godz. 22.00 UTC dn. 26.08.2023 r. (z lewej) i z godz. 02.00 UTC dn. 27.08.2023 r. (z prawej)

**W godzinach porannych dnia 27.08.2023 r.** najbardziej aktywne burze znad Śląska i Małopolski przemieściły się nad Podkarpacie i Zamojszczyznę, a następnie opuściły teren Polski wędrując dalej na północny-wschód i wschód.



Rys.26 Zdjęcie satelitarne 24-godzinna mikrofizyka z godz. 03:30 UTC dn. 27.08.2023 r.



Rys.27 Zdjęcie satelitarne w podczerwieni z paletą Setvaka z godz. 03:30 UTC dn. 27.08.2023 r

- Najwyższe odnotowane porywy wiatru w nocy 26/27.08 i rano 27.08.2023 r.
  - Połonica Wetlińska 23 m/s (~ 85 km/h)
  - Bieruń Stary 21 m/s (~75 km/h)
  - Lublin-Radawiec 18,5 m/s (~70 km/h)

- Hala Gąsienicowa 18 m/s (65 km/h)

- Maksymalne opady za dobę hydrologiczną tj. od godz. 06 UTC dnia 26.08 do godz. 06 UTC dnia 27.08.2023

- Wisła 107,8 mm
- Czantoria 80,4 mm
- Łodygowice 79,7 mm
- Szczyrk 78,8 mm
- Bogdanówka 74,3 mm

- Maksymalny godzinowy opad deszczu w dniu 26.08 od godz. 00 UTC do godz. 24 UTC

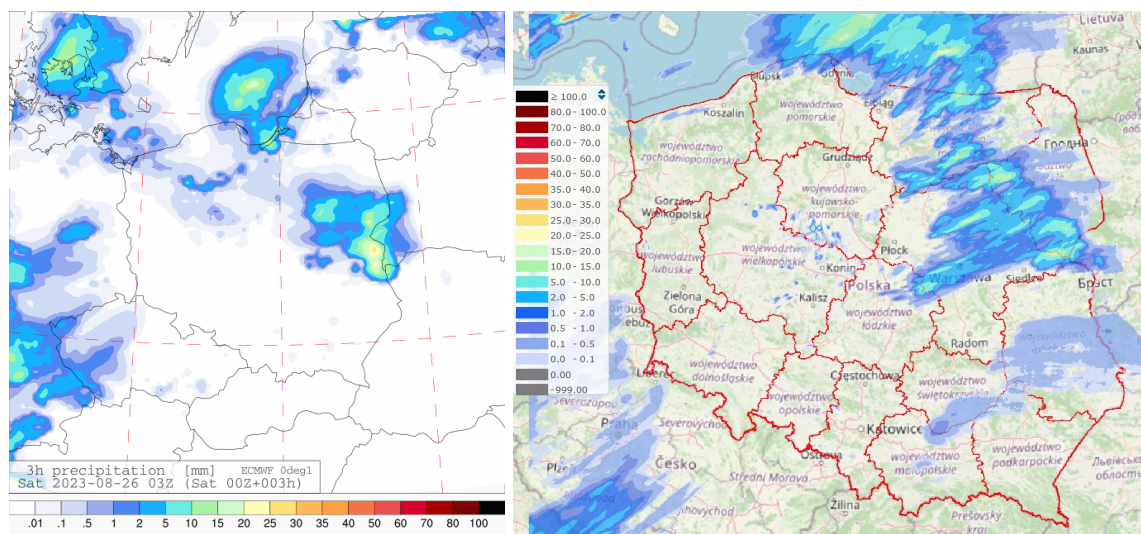
- Bogdanówka 35,7 mm
- Kalwaria Zebrzydowska 33,5 mm
- Tychy 31,4 mm
- Gnojnik 29,3 mm
- Czantoria 28,3 mm
- Wisła 27,8 mm
- Łodygowice 26,6 mm
- Głubczyce 23,4 mm
- Istebna Kubalonka 22,7 mm

- Maksymalny godzinowy opad deszczu w dniu 27.08 od godz. 00 UTC do godz. 24 UTC

- Inwałd 27,6 mm
- Zawoja 18,9 mm
- Wrocław 18,5 mm
- Sopotnia Wielka 18,2 mm
- Częstochowa 17,6 mm
- Markowe Szczawiny 17,3 mm

## **2. Ocena materiałów prognostycznych i rzeczywiste przebiegi zdarzeń meteorologicznych, opis sytuacji na produktach modelowych.**

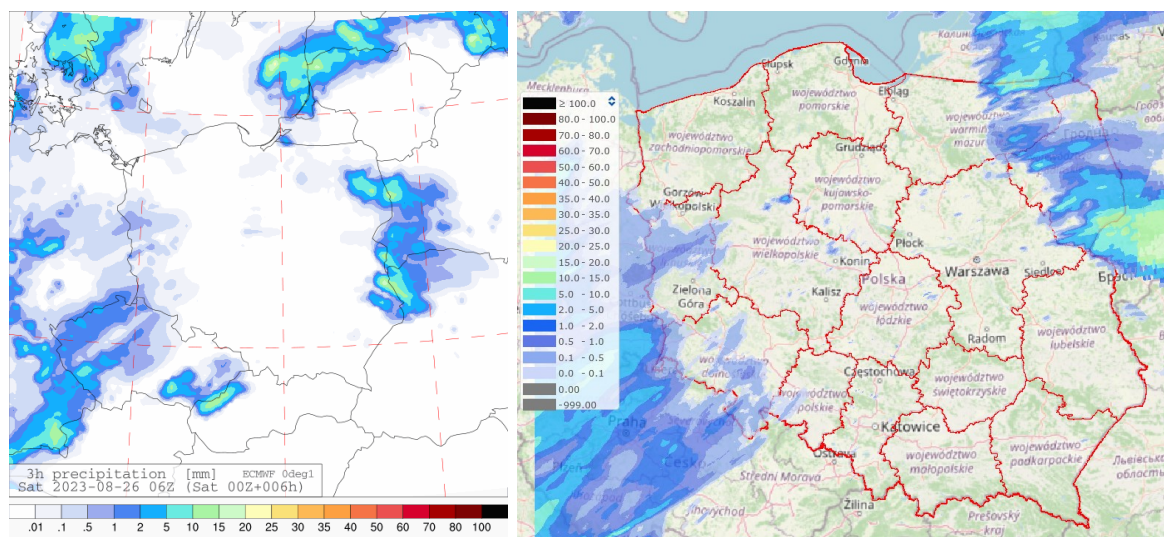
### Analiza komparatystyczna symulacji pola opadowego z rzeczywistym polem opadu



Rys. 28. Prognoza pola opadu z modelu ECMWF (lewy), rzeczywiste pole opadu (prawy), 26 VIII 2023 roku, godzina 03 UTC.

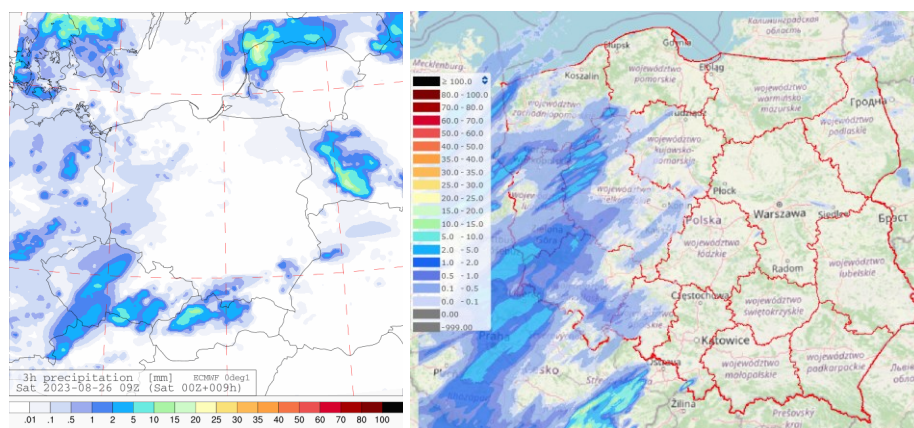


Częściowa zgodność prognozowanego pola opadu (model IFS), a rzeczywistym polem opadu w rejonie woj. podlaskiego, mazowieckiego i warmińsko-mazurskiego. Brak zgodności prognostycznego pola opadu w woj. lubelskim, świętokrzyskim i małopolskim. Brak zgodności w rozkładzie pola intensywności opadu z wyłączeniem obszaru woj. podlaskiego i mazowieckiego, gdzie wystąpiła zbliżona zgodność w zakresie intensywności opadu. Model IFS, w wielu rejonach, nie prognozował opadu deszczu, pomimo że opad wystąpił (np. woj. lubelskie). W północno zachodniej części kraju symulacje modelem IFS sugerowały opad deszczu, który nie wystąpił w ww. obszarze.



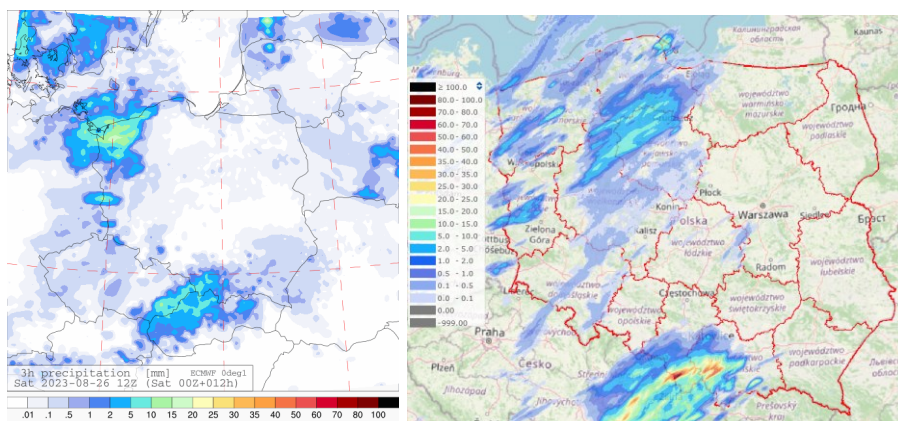
Rys. 29. Prognoza pola opadu z modelu IFS (lewy), rzeczywiste pole opadu (prawy), 26 VIII 2023 roku, godzina 06 UTC.

Częściowa zgodność rozkładu pola opadowego z rzeczywistym polem opadowym. Lokalna zgodność w zakresie intensywności opadu.



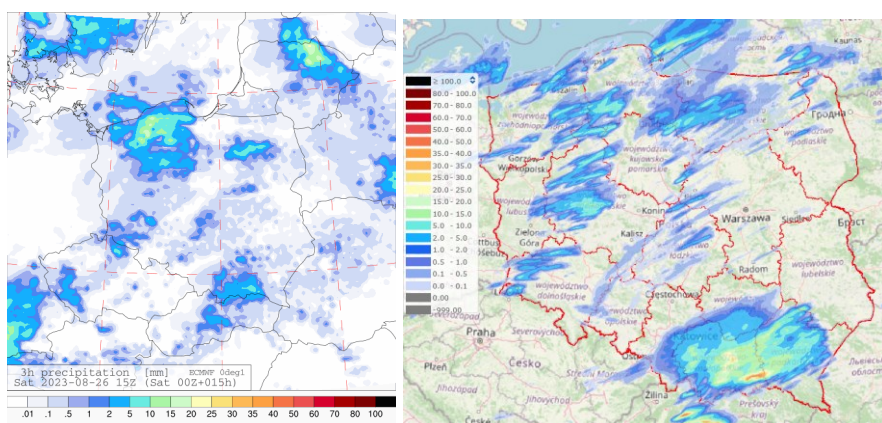
Rys. 30. Prognoza pola opadu z modelu IFS (lewy), rzeczywiste pole opadu (prawy), 26 VIII 2023 roku, godzina 09 UTC.

Przybliżona zgodność prognozy (model IFS) zasięgu pola opadowego oraz częściowa zgodność w zakresie intensywności opadu deszczu.



Rys. 31. Prognoza pola opadu z modelu IFS (lewy), rzeczywiste pole opadu (prawy), 26 VIII 2023 roku, godzina 12 UTC.

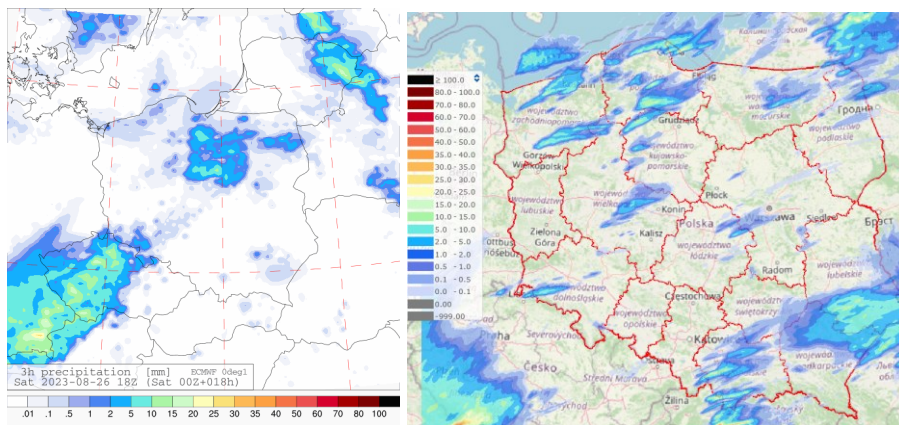
Zgodność prognozowanego pola opadu deszczu na południu kraju, ale brak zgodności w zakresie intensywności. Na pozostałym obszarze kraju lokalna zgodność pola opadu oraz natężenia opadu. Model IFS prognozował strefę opadów intensywnych w woj. zachodniopomorskim. W rzeczywistości opad w ww. rejonie wystąpił, ale bardziej w postaci rozproszonej i tylko punktowo występował opad intensywny. Strefa opadu o nieco większej intensywności występowała w rejonie na styku trzech województw: pomorskie, kujawsko-pomorskiego oraz wielkopolskiego. Tej strefy opadu model nie prognozował. Ponadto model IFS prognozował pole opadowe na znacznym obszarze kraju o symbolicznej intensywności 0,01-0,1 mm za 3 godziny. W rzeczywistości w wielu rejonach opad nie był rejestrowany.



Rys. 32. Prognoza pola opadu z modelu IFS (lewy), rzeczywiste pole opadu (prawy), 26 VIII 2023 roku, godzina 15 UTC.

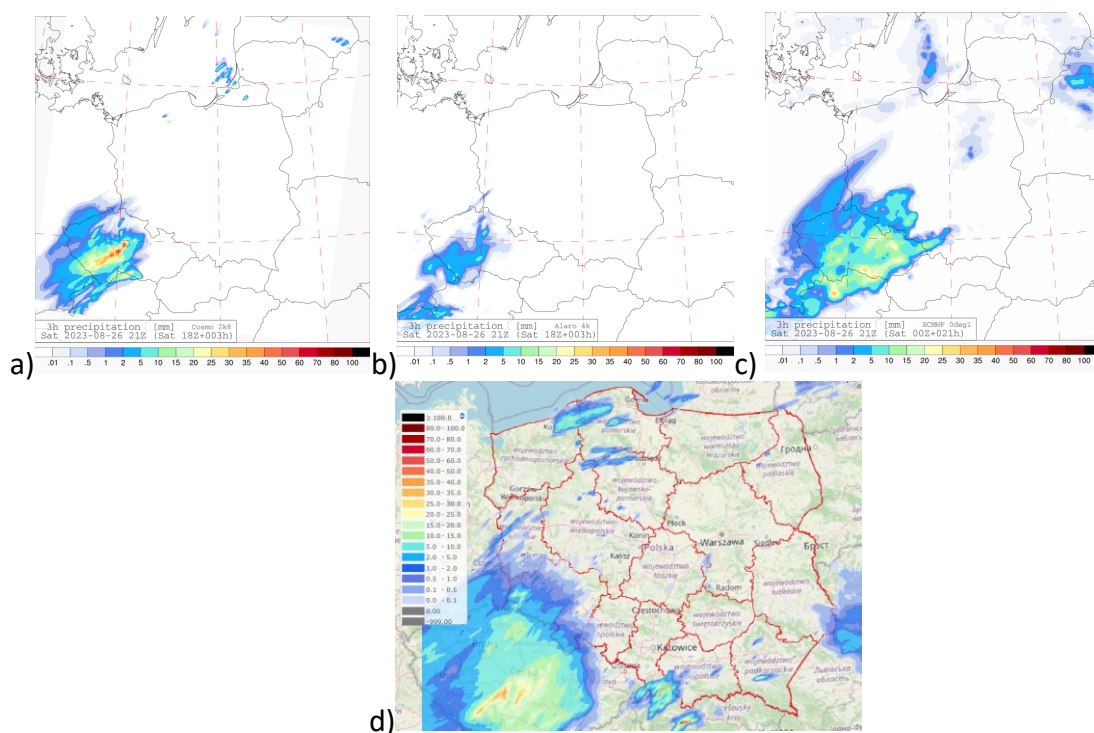
Częściowa zgodność prognostycznego pola opadu symulowanego modelem IFS z rzeczywistym polem opadu. Rozbieżność w zakresie intensywności opadu, jedynie występuje lokalna przybliżona zgodność. W południowo wschodniej Polsce (woj. małopolski, podkarpackie i częściowo świętokrzyskie) występowała strefa dość intensywnych opadów deszczu. Model IFS prognozował znacznie mniejszy rozmiar strefy opadowe z mniejszą intensywnością opadu. W północno zachodniej części kraju model prognozował strefę intensywnych opadów. Na pozostałym obszarze w zachodniej części kraju również model prognozował opady, ale ich intensywność miała być mała. W rzeczywistości pole opadu w północno zachodniej części kraju było bardziej rozproszone. Lokalnie intensywność opadu była zbliżona.





Rys. 33. Progniza pola opadu z modelu IFS (lewy), rzeczywiste pole opadu (prawy), 26 VIII 2023 roku, godzina 18 UTC.

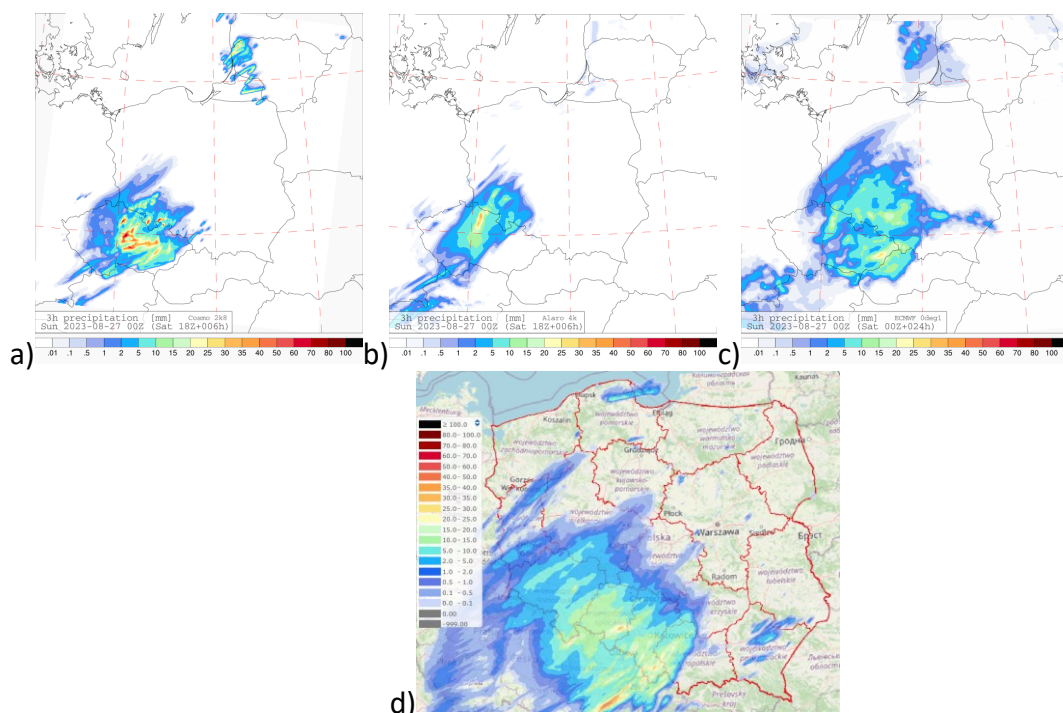
Rozbieżność prognozy pola opadu deszczu z rzeczywistym polem opadu w południowo wschodniej części kraju. Lokalna zgodność prognozy pola opadu ze stanem rzeczywistym w północno zachodnim obszarze kraju przy braku zgodności intensywności pola opadu. Model IFS prognozował strefę opadu deszczu na obszarze woj. pomorskiego, kujawsko-pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, częściowo w mazowieckim. W rzeczywistości aż tak rozległa strefa opadu nie wystąpiła. Częściowa zgodność prognozy pola opadu w woj. podlaskim oraz rozbieżność w zakresie intensywności opadu.



Rys. 34. Progniza pola opadu z modelu a) COSMO 2k8, b) ALARO 4k0, c) IFS oraz d) rzeczywiste pole opadu, 26 VIII 2023 roku, godzina 21 UTC.

Pole opadu nie zostało poprawnie odwzorowane w symulacji modelem COSMO oraz ALARO. Strefa opadu występująca we wschodniej części woj. zachodniopomorskiego, pomorskiego i w północnych rejonach woj. kujawsko-pomorskiego nie został odwzorowany w symulacji modelem ALARO. W modelu COSMO, symulowane były jedynie symboliczne opady. W rejonie Czech występowała rozległa strefa opadu deszczu. W centralnej części tej strefy występowały dość intensywne opady. W symulacjach modelem COSMO prognozowana była mniejsza powierzchniowo strefa intensywnych opadów deszczu, z wąskim obszarem dość intensywnych opadów. Rozkład natężenia opadu w strefie symulowanego opadu jest nieco różniący się od rzeczywistego. We wschodniej części woj. lubelskiego również był

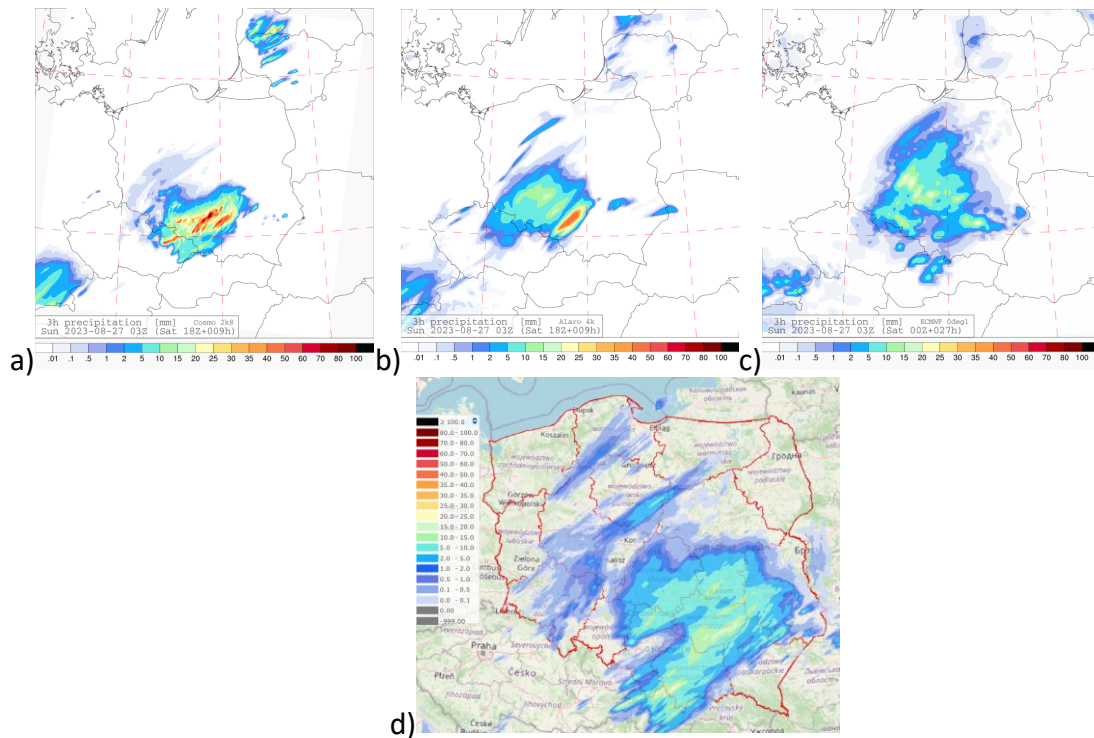
obserwowany opad jednak żaden model nie zaprognozował opadu w tym rejonie. Symulacje modelem IFS częściowo poprawnie odwzorowały pole opadu w rejonie południowo-zachodniej części kraju oraz w woj. lubuskim. Model IFS prognozował pole opadu w południowym rejonie woj. wielkopolskiego, w rzeczywistości opad nie był rejestrowany w tym terminie. Zgodność prognozy opadu w woj. lubuskim. Zgodność prognozowanego pola opadu w północno zachodniej części kraju. Brak zgodności w zakresie intensywności opadu. Brak zgodności prognozowanego pola opadu w północno wschodniej Polsce oraz w woj. podkarpackim, który nie wystąpił w rozpatrywanym terminie. We wschodniej części woj. lubelskiego model IFS nie prognozował opadu deszczu, natomiast opad był rejestrowany. Brak zgodności prognozy z rzeczywistymi opadami jakie występowały na granicy woj. śląskiego i małopolskiego.



Rys. 35. Prognoza pola opadu z modelu a) COSMO 2k8, b) ALARO 4k0, c) IFS oraz d) rzeczywiste pole opadu, 27 VIII 2023 roku, godzina 00 UTC.

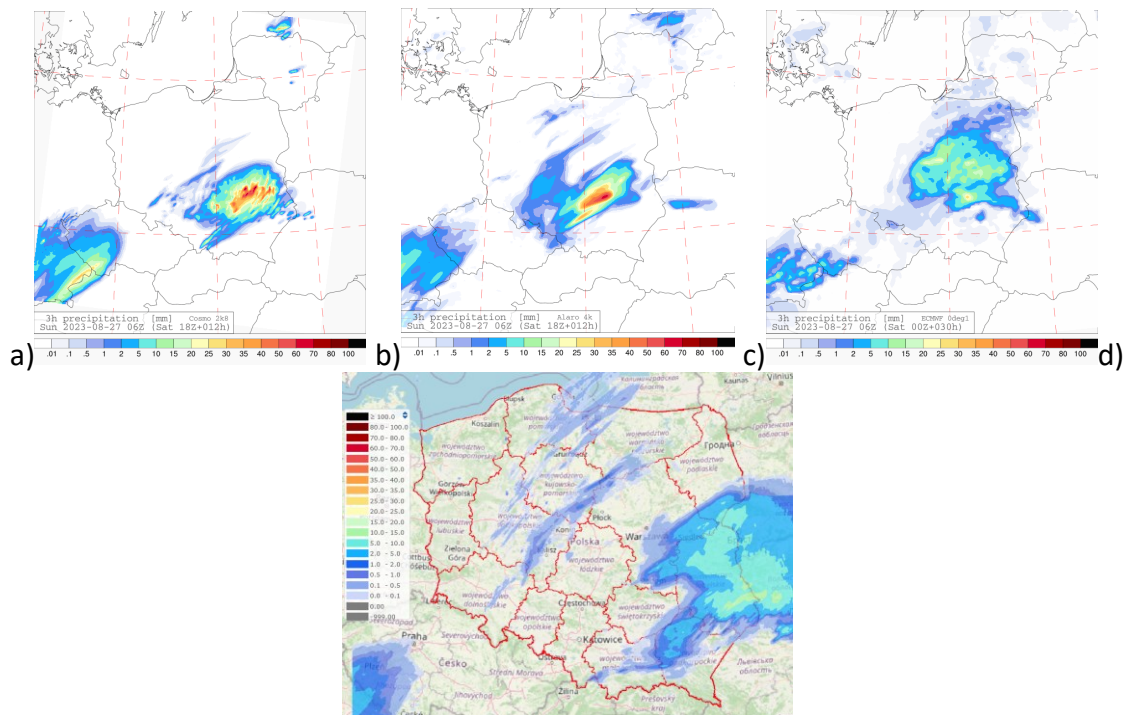
Modele numeryczne COSMO i ALARO nie zasymulowały prawidłowo rozmiaru strefy opadu deszczu. Rzeczywista strefa opadu zalegała w południowo zachodniej części kraju, zaś symulowane strefy opadu znajdowały się w południowo zachodniej części kraju, charakteryzowały się węższą rozpiętością horyzontalną. Model COSMO prognozował dość intensywne opady w zachodnich Czechach, czego nie obserwowano w rzeczywistości. We wschodnich rejonach Czech występowały intensywne opady deszczu. Model COSMO prognozował opad w tym rejonie i częściowo obserwuje się zgodność. W pokrywających się strefach opadów, prognozowanych i obserwowanej wystąpiła rozbieżność w zakresie rozkładu natężenia opadu. Z analizy porównawczej prognostycznego pola opadu z symulacji modelem IFS z rzeczywistym polem opadu wynika, że model IFS najlepiej odwzorował pole opadu. Różnice jakie występują dotyczą rozkładu natężenia opadu. Model IFS nie zaprognozował opadu występującego w woj. pomorskim.





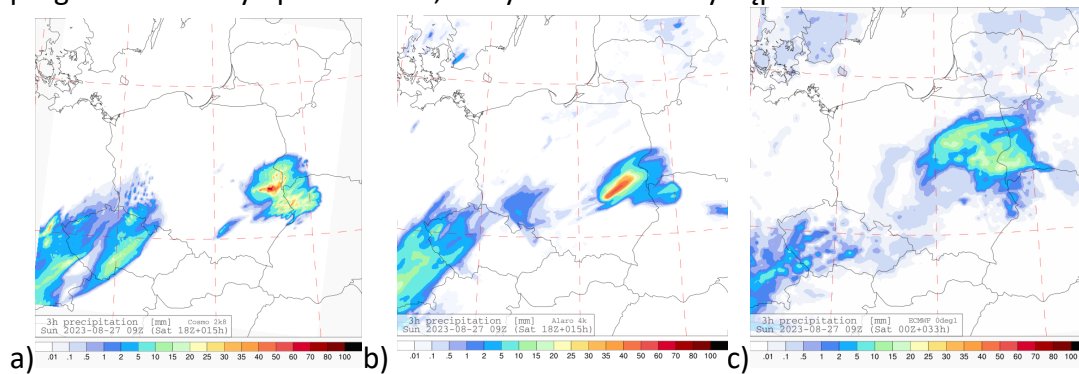
Rys. 36. Prognoza pola opadu z modelu a) COSMO 2k8, b) ALARO 4k0, c) IFS oraz d) rzeczywiste pole opadu, 27 VIII 2023 roku, godzina 03 UTC.

Tylko częściowo pokryły się strefy prognozowanego i rzeczywistego opadu deszczu. Rozbieżność w zakresie rozkładu natężenia opadu. Zarówno model COSMO jak i ALARO prognozował intensywne opady, przy czym strefa intensywnych opadów była szersza w symulacjach COSMO, w symulacjach ALADIN prognozowane było jedno ognisko konwekcyjne o intensywnych opadach. Z analizy rzeczywistego pola opadu deszczu nie zanotowano takiego rozkładu opadu. W woj. kujawsko-pomorskim, pomorskim, wielkopolskim wystąpiły strefy opadu deszczu. Jedynie model ALARO prognozował opady w tym rejonie, ale symulowane strefy nie porywały się. Częściowa zgodność symulacji modelem IFS z sytuacją rzeczywistą. Lokalna zgodność w zakresie intensywności opadu.

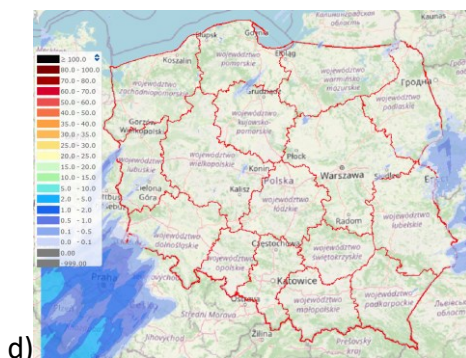


Rys. 37. Prognoza pola opadu z modelu a) COSMO 2k8, b) ALARO 4k0, c) IFS oraz d) rzeczywiste pole opadu, 27 VIII 2023 roku, godzina 06 UTC.

Brak zgodności symulacji z rzeczywistością. Symulowany rozkład natężenia opadu nie odwzorowuje rzeczywistości. Na terenie Polski, w woj. lubelskim, częściowa zgodność symulowanej strefy opadu (COSMO, ALARO) z rzeczywistym polem opadu, natomiast brak zgodności w zakresie intensywności opadu. Model ALARO poprawnie zasymulował opad w rejonie woj. warmińsko mazurskiego, kujawsko-pomorskiego i częściowo pomorskiego. Częściowa zgodność prognostycznego pola opadu na wschodzie kraju oraz lokalna zgodność intensywności opadu. Model IFS prognozował intensywny opad w centrum kraju, którego w rzeczywistości nie występował. W woj. pomorskim oraz dolnośląskim i opolskim model IFS prognozował słaby opad deszczu, który również nie wystąpił.





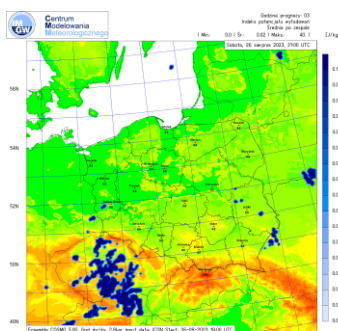


d)

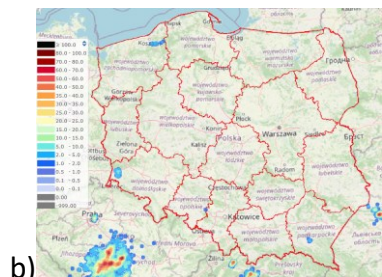
Rys. 38. Prognoza pola opadu z modelu a) COSMO 2k8, b) ALARO 4k0, c) IFS oraz d) rzeczywiste pole opadu, 27 VIII 2023 roku, godzina 09 UTC.

Brak zgodności symulowanego pola opadowego z rzeczywistym polem opadu. Według symulacji numerycznych, we wschodniej Polsce, należało oczekiwać intensywnych opadów deszczu. W rzeczywistości takich opadów nie było. Modele również sugerowały wystąpienie opadu deszczu w południowo zachodniej części kraju, co również w rzeczywistości nie było obserwowane. Na granicy woj. pomorskiego i kujawsko-pomorskiego wystąpiły symboliczne słabe opady deszczu. Jedynie model ALARO w ww. rejonie sugerował wystąpienie słabych symbolicznych opadów deszczu. Model IFS prognozował strefę intensywniejszego opadu deszczu w centrum i na wschodzie kraju oraz strefę słabych opadów deszczu w woj. dolnośląskim, opolskim, śląskim, małopolskim, wielkopolskim oraz łódzkim. W rzeczywistości opad deszczu na terenie Polski nie występował, z wyjątkiem lokalnych bardzo słabych symbolicznych opadów.

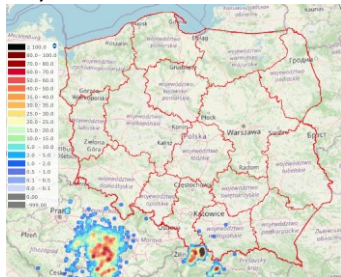
### Analiza pola indeksu potencjału wyładowań



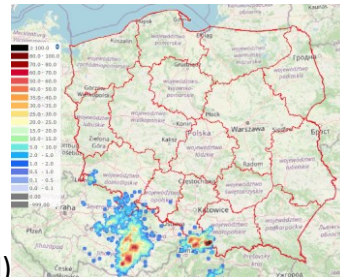
a)



b)



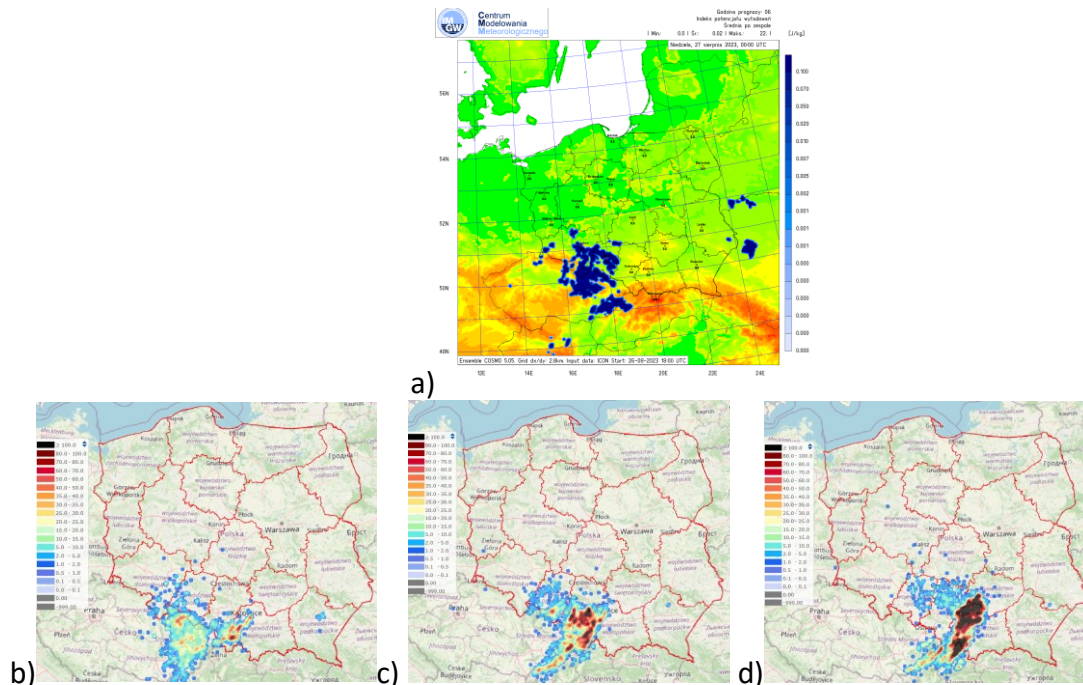
c)



d)

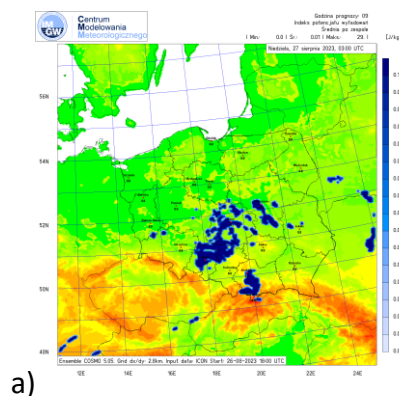
Rys. 39. a) Numeryczna prognoza indeksu potencjału wyładowań (IPW) (średnia po zespole) na godzinę 21 UTC, 26 VIII 2023 roku, b), c) i d) rzeczywista suma ilości wyładowań za ostatnią godzinę na 19 UTC, 20 UTC i 21 UTC - 26 VIII 2023 roku.

Według modelu COSMO wynikało, że wyładowania powinny wystąpić w woj. lubelskim oraz lubuskim. W rzeczywistości zarejestrowane wyładowania w czasie od 19 do 21 UTC nie wskazały na wystąpienie wyładowań w ww. obszarze. Wyładowania występowały w woj. dolnośląskim, opolskim, małopolskim. Brak zgodności prognozy z rzeczywistością.

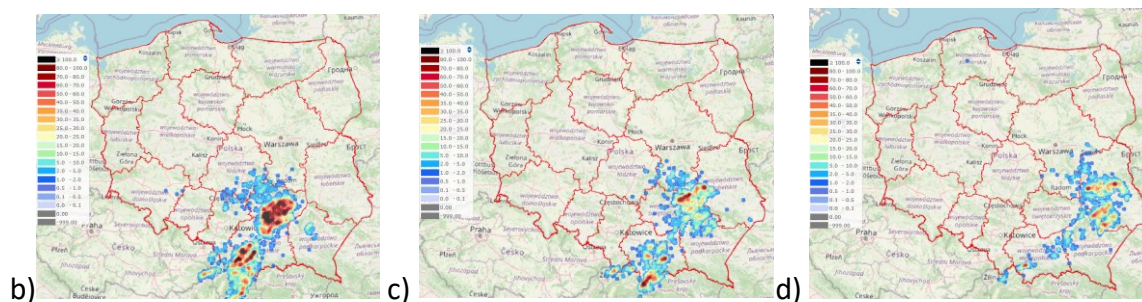


Rys. 40. a) Numeryczna prognoza indeksu potencjału wyładowań (IPW) (średnia po zespole) na godzinę 00 UTC, 27 VIII 2023 roku, b), c) i d) rzeczywista suma ilości wyładowań za ostatnią godzinę na 22 UTC i 23 UTC - 26 VIII 2023 roku oraz 00 UTC - 27 VIII 2023 roku.

Na południu Polski intensyfikowała się ilość wyładowań. W godzinach od 21 UTC 26 VIII 2023 roku do 00 UTC 27 VIII 2023 roku zarejestrowano wyładowania w woj. dolnośląskim, opolskim, śląskim, małopolskim oraz świętokrzyskim. Z upływem czasu ilość wyładowań intensyfikowała się. Największą ilość wyładowań zanotowano w woj. małopolskim, świętokrzyskim i na wschodzie woj. śląskiego. Model COSMO prognozował wyładowania w woj. dolnośląski, opolskim, lubelskim. Analiza komparatystyczna wskazuje na częściową zgodność symulacji modelu z rzeczywistością.

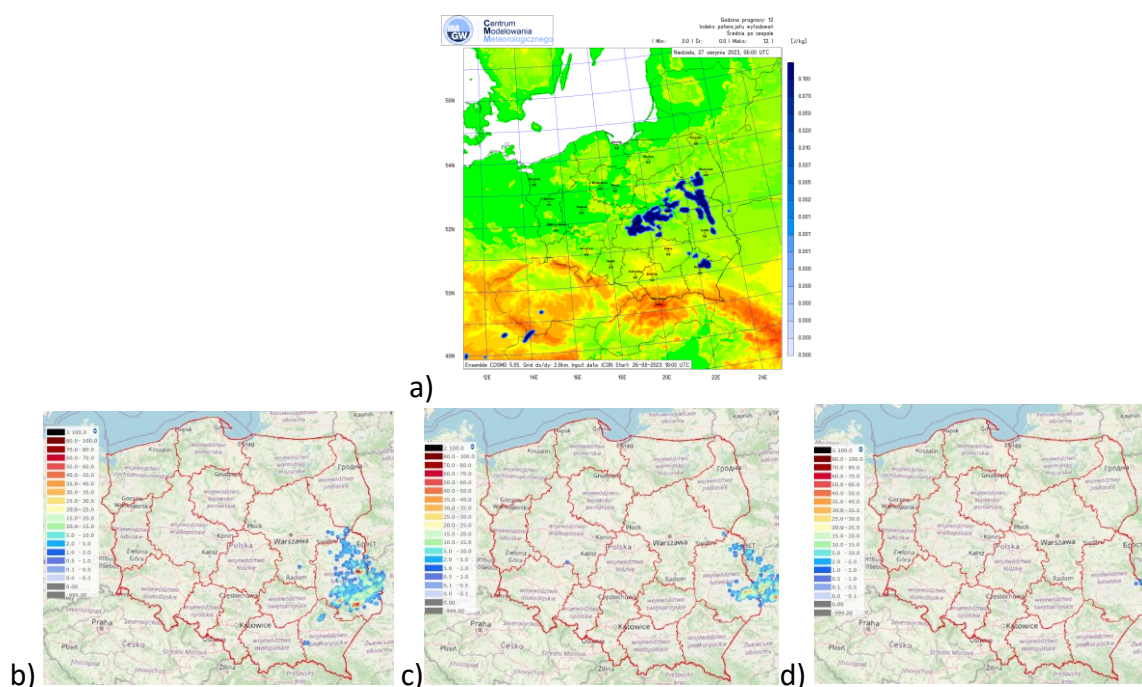






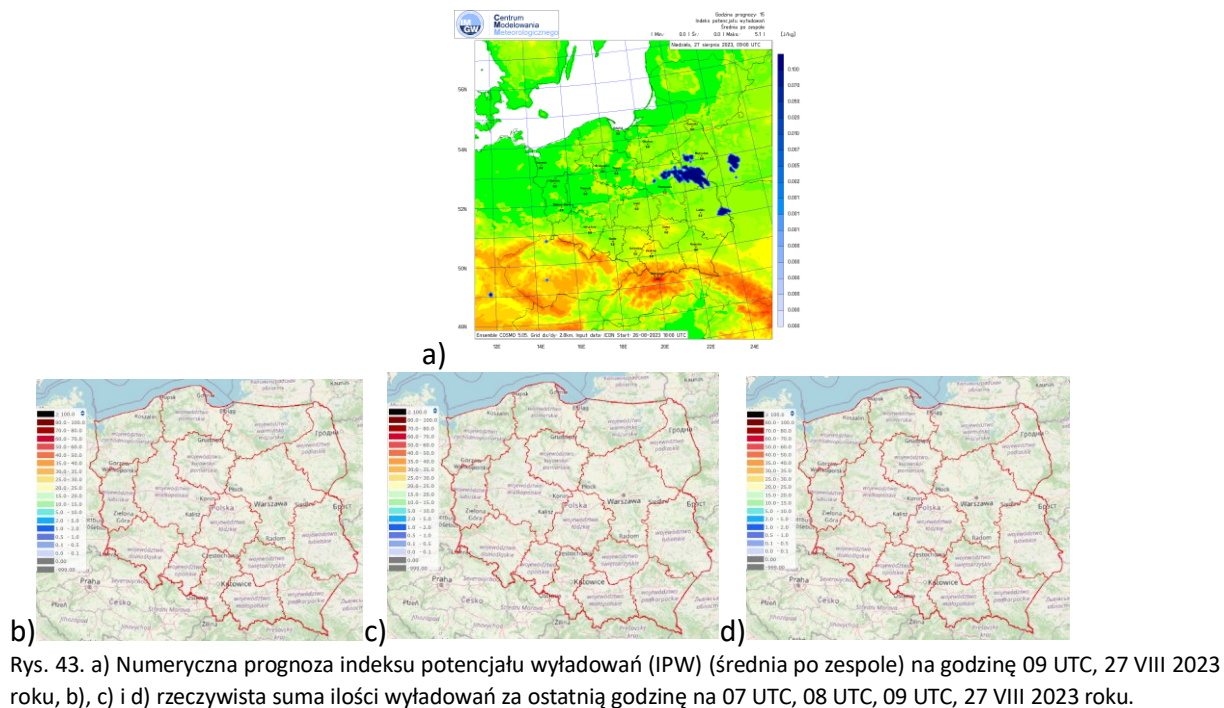
Rys. 41. a) Numeryczna prognoza indeksu potencjału wyładowań (IPW) (średnia po zespole) na godzinę 03 UTC, 27 VIII 2023 roku, b), c) i d) rzeczywista suma ilości wyładowań za ostatnią godzinę na 01 UTC, 02 UTC, 03 UTC, 27 VIII 2023 roku.

Z obserwacji wynikało, że strefa intensywnych wyładowań przemieszczała się przez woj. małopolskie oraz świętokrzyskie. Intensywność wyładowań z upływem czasu zmniejszała się. O godzinie 03 UTC wyładowania rejestrowane były w woj. lubelskim, podkarpackim, małopolskim oraz na południu woj. mazowieckiego. Z symulacji numerycznych wynikało, że o godzinie 03 UTC występować powinny wyładowania w woj. wielkopolskim, opolskim, łódzkim, mazowieckim. Lokalnie w woj. lubelskim i dolnośląskim. Z analizy komparatystycznej wynika, że symulacje numeryczne częściowo wykazywały zgodność. Prognozowana strefa intensywnych wyładowań nie pokrywała się z rzeczywistym polem wyładowań.



Rys. 42. a) Numeryczna prognoza indeksu potencjału wyładowań (IPW) (średnia po zespole) na godzinę 06 UTC, 27 VIII 2023 roku, b), c) i d) rzeczywista suma ilości wyładowań za ostatnią godzinę na 04 UTC, 05 UTC, 06 UTC, 27 VIII 2023 roku.

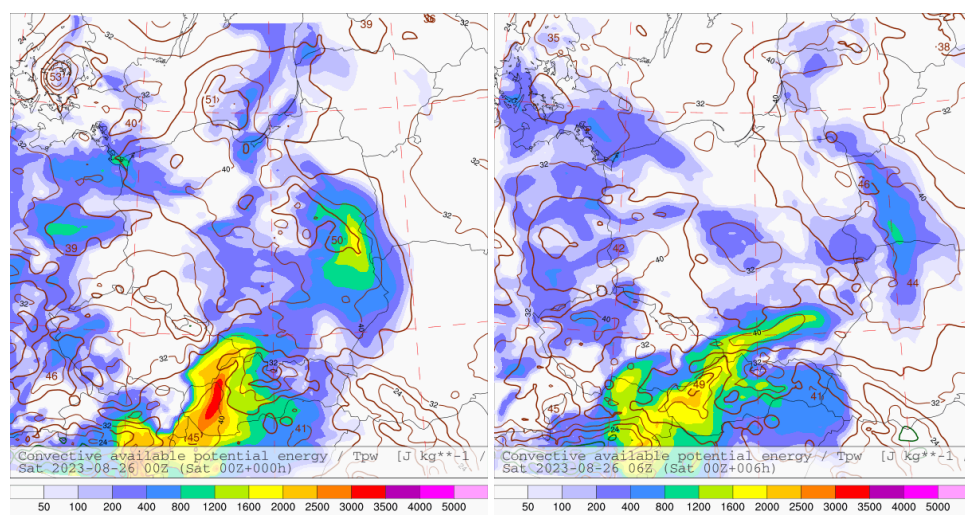
Brak zgodności symulowanego pola wyładowań atmosferycznych z rzeczywistością. Jednie w północnych rejonach woj. lubelskiego wystąpiły wyładowania, które były również symulowane ww. obszarze, ale dwie godziny wcześniej.



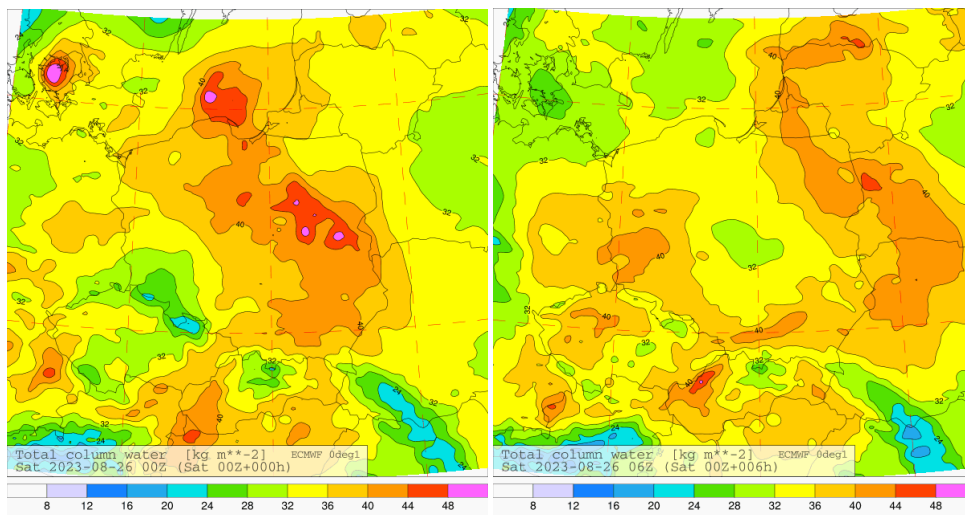
Brak zgodności symulacji z rzeczywistym polem wyładowań.

### Analiza prognozy numerycznej (model IFS) wybranych pól meteorologicznych

26 VIII 2023 roku, godzina 00 UTC oraz 06 UTC

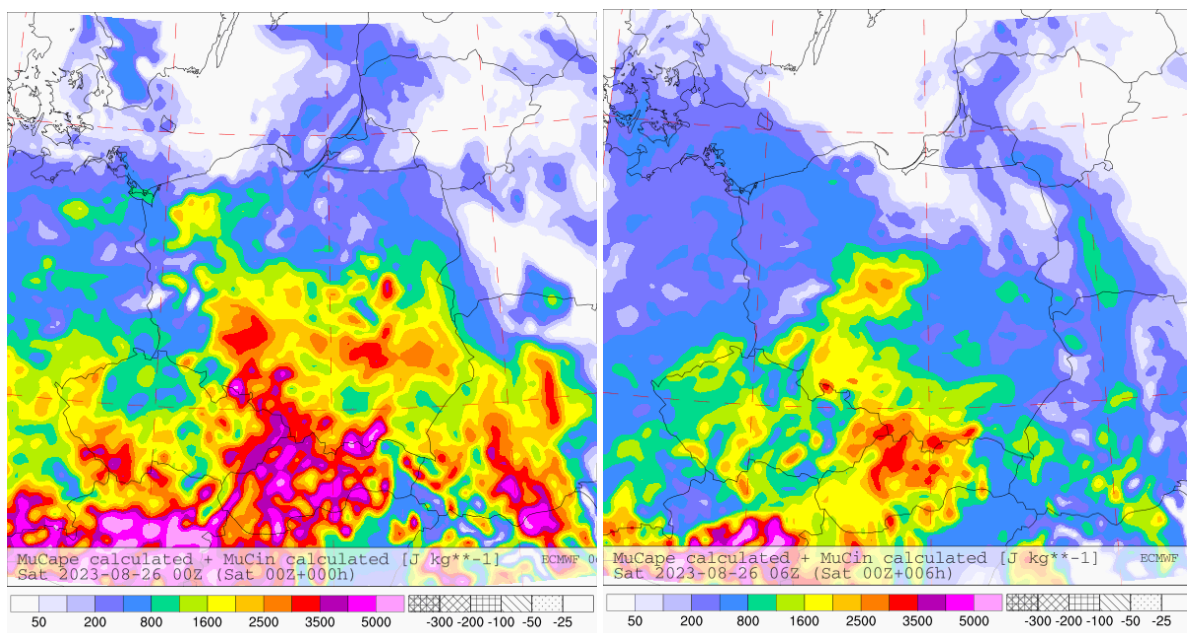






Rys. 44. a) Numeryczna prognoza CAPE oraz TPW na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

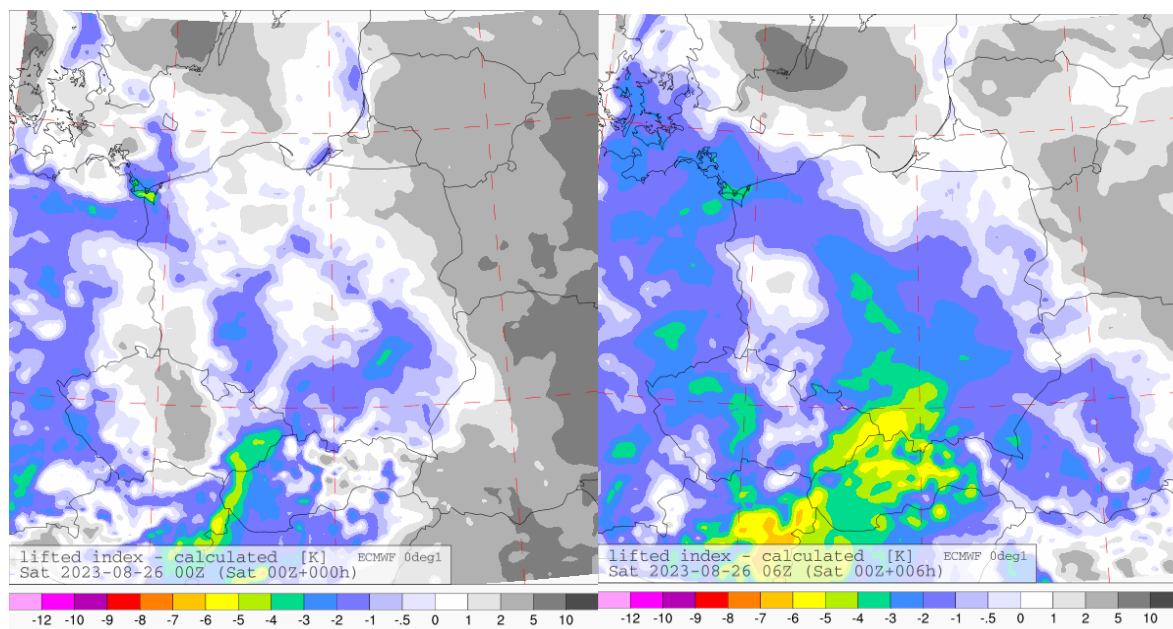
Dwudziestego szóstego sierpnia 2023 roku o godzinie 00 UTC na wschodzie Polski w północnym rejonie woj. lubelskiego oraz o godzinie 06 UTC na południu kraju prognostyczne wartości wskaźnika CAPE wynosiły około 1600 J/kg w rejonie, którego TPW wynosiła około 50 mm. Z symulacji numerycznych na godziny poranne CAPE wynikało, że prognostyczne wartości wskaźnika wynosiły około 1200 -1600 J/kg oraz TPW o wartości 40 mm. Wartości CAPE wskazywały na umiarkowaną intensywność konwekcji.



Rys. 45. a) Numeryczna prognoza MuCAPE na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

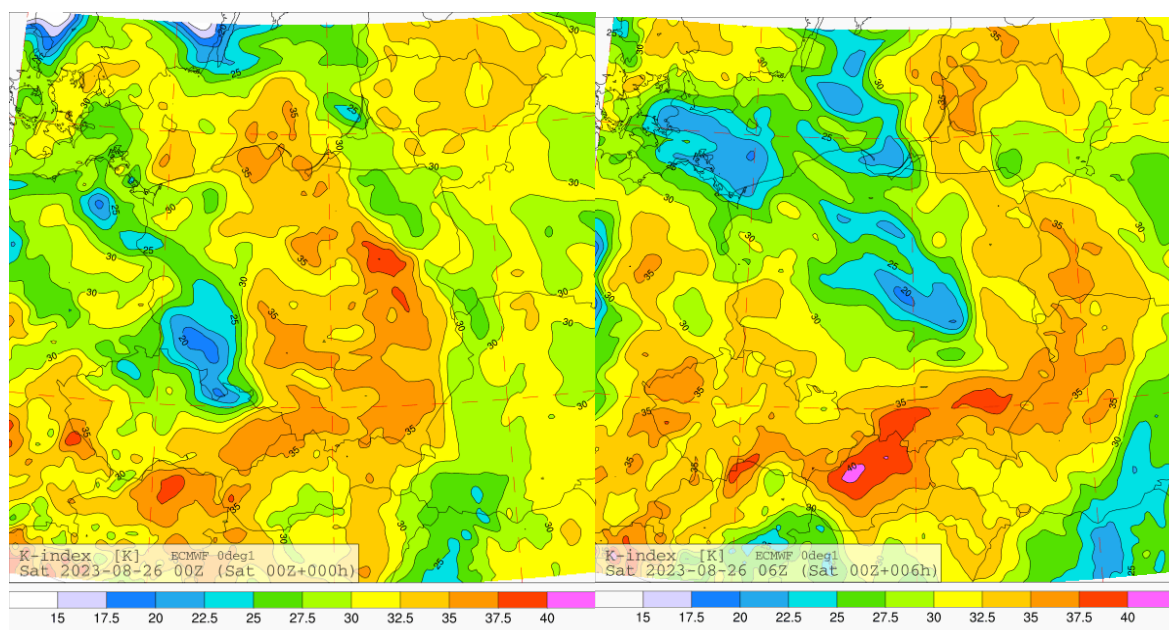
Prognozowane wartości MUCAPE w nocy, na południu kraju, osiągały wartość 3500-5000 J/kg. W kierunku północnym Polski prognozowane wartości MUCAPE zmniejszały się od 1600-3000 J/kg w centrum do 50 J/kg i 0 na północy kraju. O godzinie 06 UTC prognozowane wartości

MUCAPE zmniejszyły się do 1600-3000 J/kg na południu kraju i do 50 J/kg oraz 0 na północy i północnym wschodzie kraju. Wynikało z tego, że na południu Polski powinna występować intensywna konwekcja.



Rys. 46. a) Numeryczna prognoza Lifted indeks na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

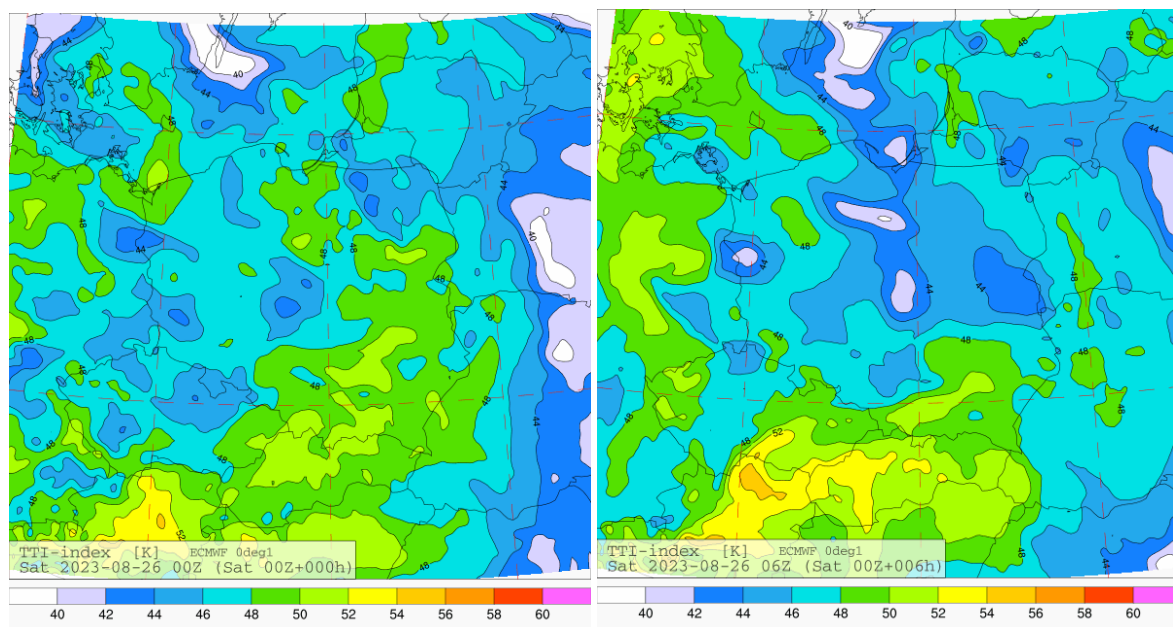
Prognozowane wartości Lifted indeks w godzinach rannych były wyższe niż w nocy i wynosiły  $-6^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$  oraz  $-4^{\circ}\text{C}$  na południu kraju. Na pozostałym obszarze kraju Lifted indeks wynosił od 0 do  $-3^{\circ}\text{C}$ , a na zachodzie kraju  $1^{\circ}\text{C}$ . Z powyższych wartości wynikało, że na południu kraju prognozowana była umiarkowana i silna niestabilność dolnej połowy troposfery.



Rys. 47. a) Numeryczna prognoza K- indeks na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

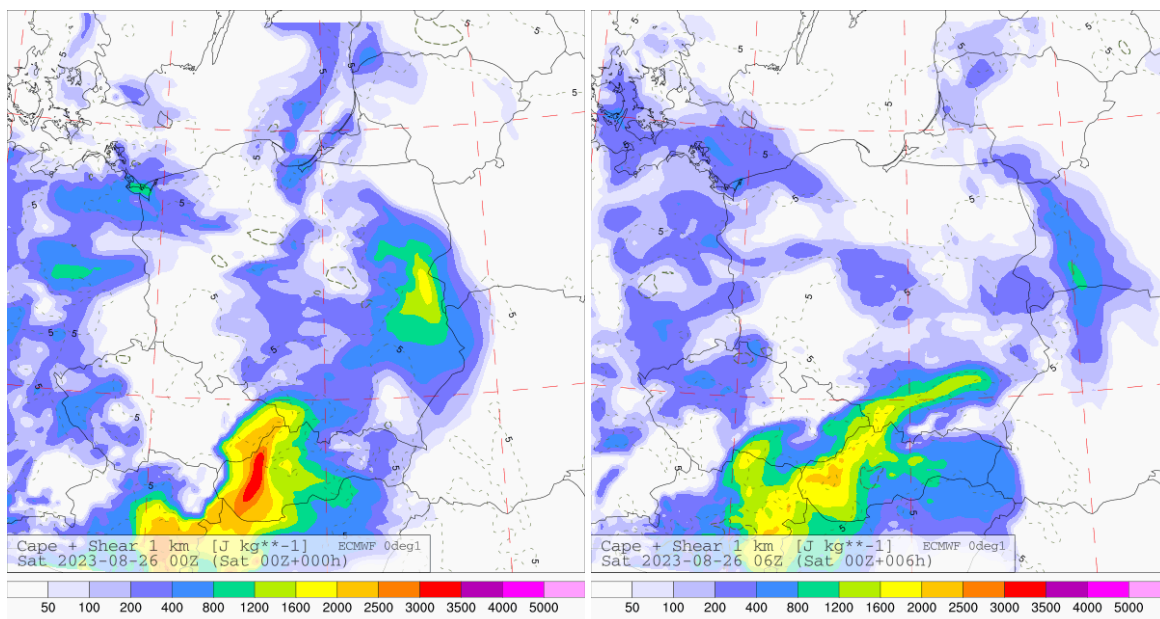


Symulacje numeryczna na godziny nocne i poranne 26 VIII 2023 prognozowały wartość K – indeksu na poziomie 30-37,5°C. Początkowo pas ten rozciągał się w obszarze Polski centralnej (od północy po południe Polski). Następnie strefa zwiększonych wartości K-indeksu przemieściła się na wschód kraju. Na południu kraju natomiast wartości indeksu się zwiększyły do 37,5°C. Otrzymane wyniki sugerowały wystąpienie pojedynczych i rozproszonych burz, a na południu kraju, w strefie zwiększonych wartości K-indeksu również wystąpienie intensywnego deszczu.



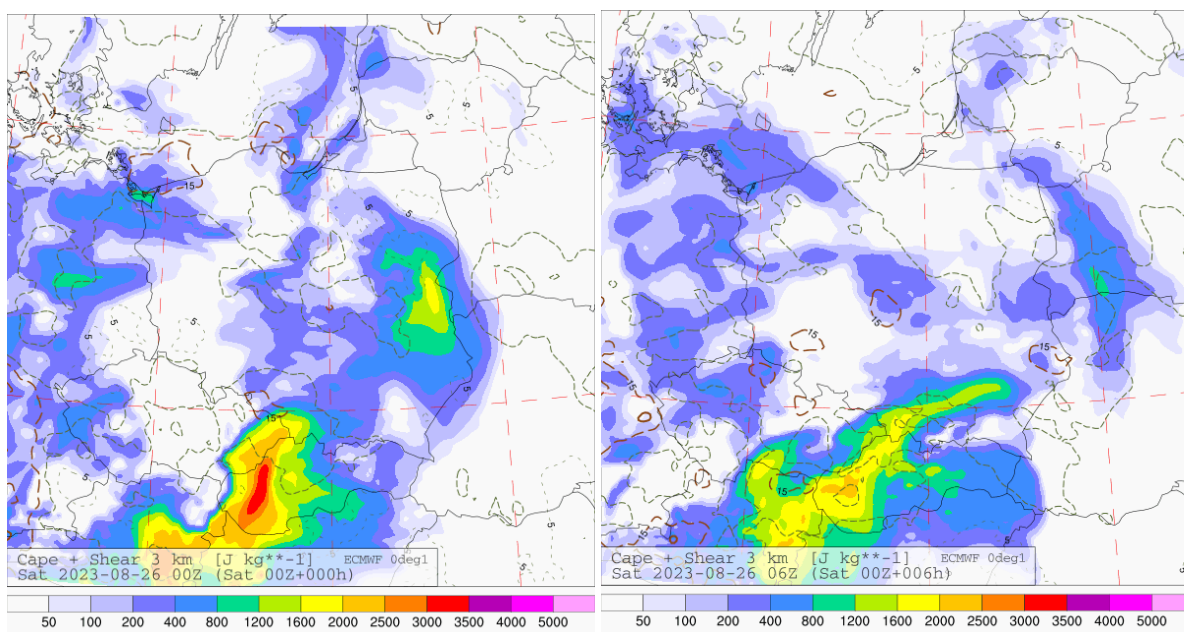
Rys. 48. a) Numeryczna prognoza TT- indeksu na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Na południu kraju prognozowane były wartości TT-indeksu na poziomie 48-50°C. W godzinach nocnych również wysokie wartości TT -indeksu prognozowane były we wschodnim sektorze kraju oraz w woj. pomorskim, częściowo w warmińsko-mazurskim oraz częściowo w kujawsko-pomorskim. Nad ranem strefa zwiększonych wartości TT – indeksu zalegała już tylko na południu kraju. Prognozowane wartości TT-indeksu wskazywały na możliwość występowania umiarkowanych i silnych burz rozproszonych ww. obszarach.



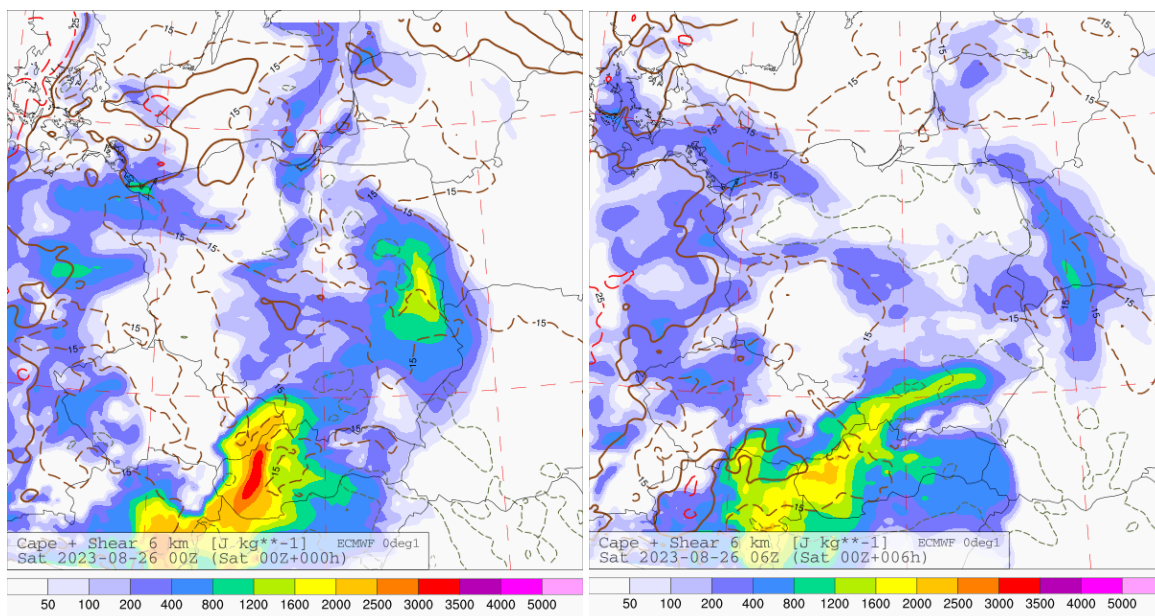
Rys. 49. a) Numeryczna prognoza uskoku wiatru w warstwie 1 km na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Prognozowane wartości uskoku wiatru wynosiły 5 m/s.



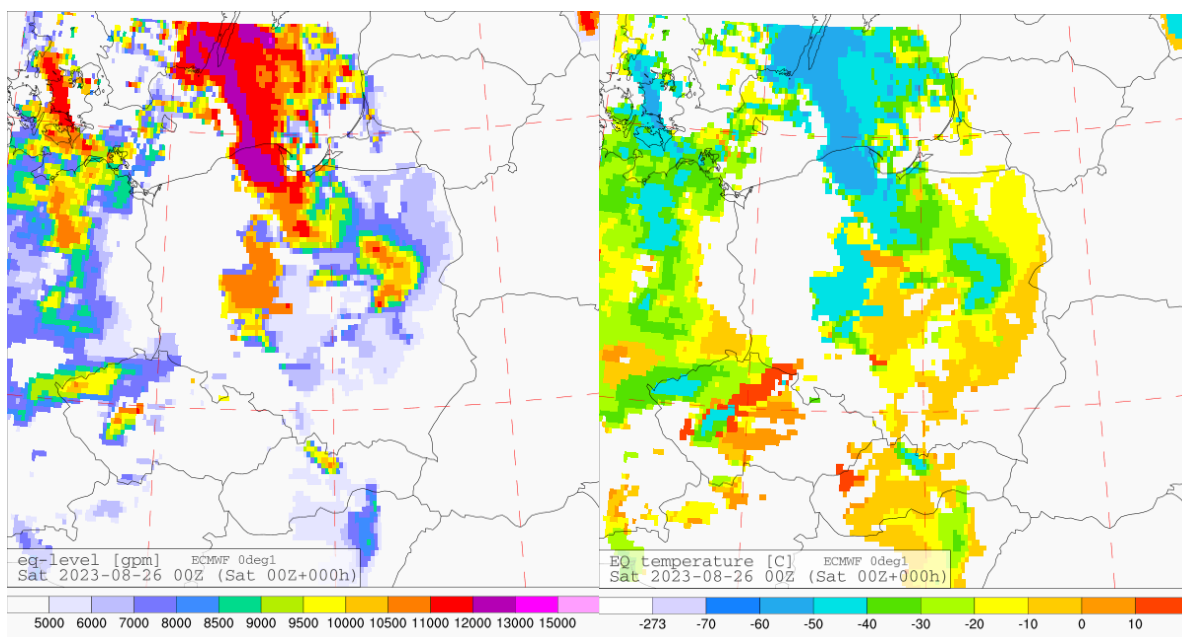
Rys. 50. a) Numeryczna prognoza uskoku wiatru w warstwie 3 km na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

W godzinach nocnych w rejonie zwiększonych wartości CAPE, na południu kraju, prognozowany uskok wiatru w warstwie 3 km wynosił 15 m/s. W północno zachodniej części kraju prognozowany uskok wiatru również wynosić około 15 m/s. Na pozostałym obszarze Polski prognozowane ścięcie wiatru było mniejsze. Nad ranem w południowo zachodniej, w centralnej oraz w południowo zachodniej części kraju prognozowane były uskoki wiatru na poziomie 15 m/s jednak w ich rejonie nie prognozowany były duże wartości CAPE.



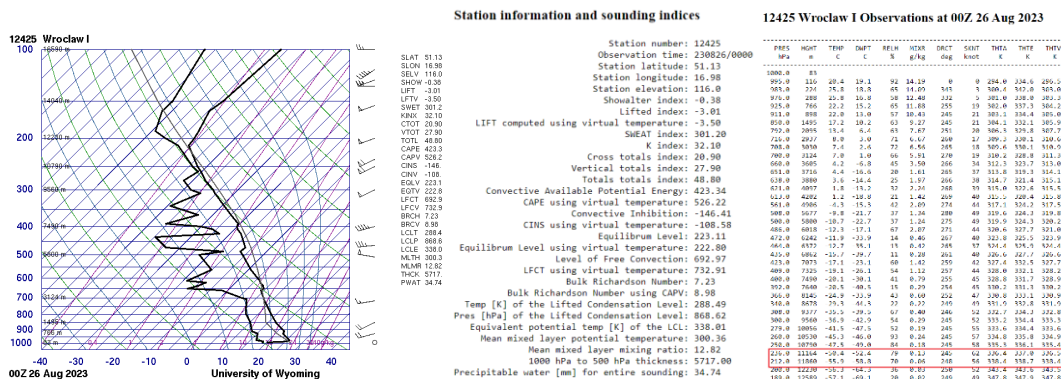
Rys. 51. a) Numeryczna prognoza uskoku wiatru w warstwie 6 km na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

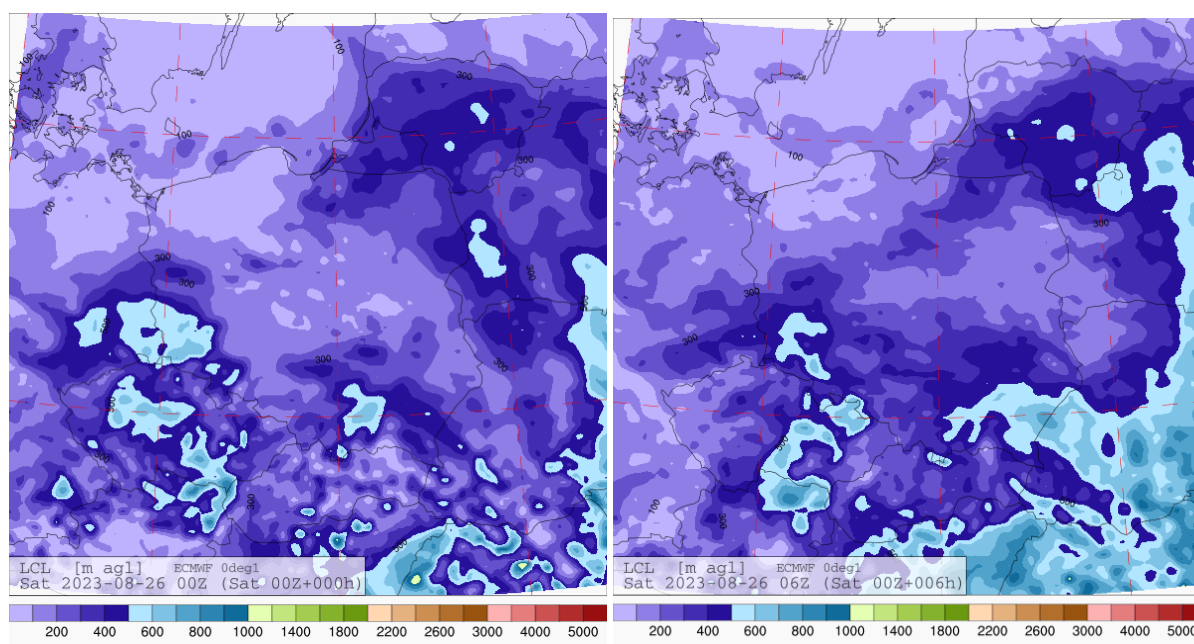
W godzinach nocnych i porannych, w wielu rejonach kraju, prognozowane były uskoki wiatru o wartości 15 m/s.









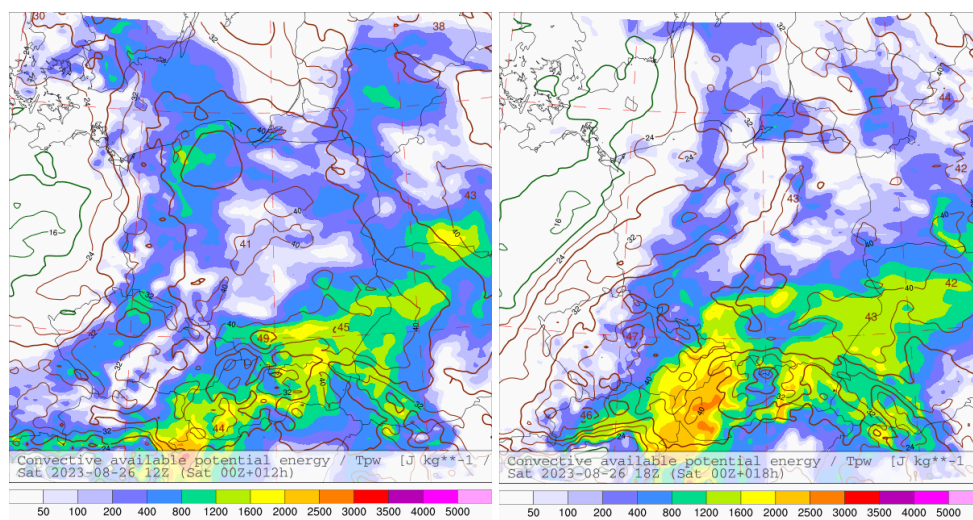


Rys. 55. a) Numeryczna prognoza wysokości poziomu LCL, 26 VIII 2023 roku, godz. 00 UTC oraz 06 UTC.

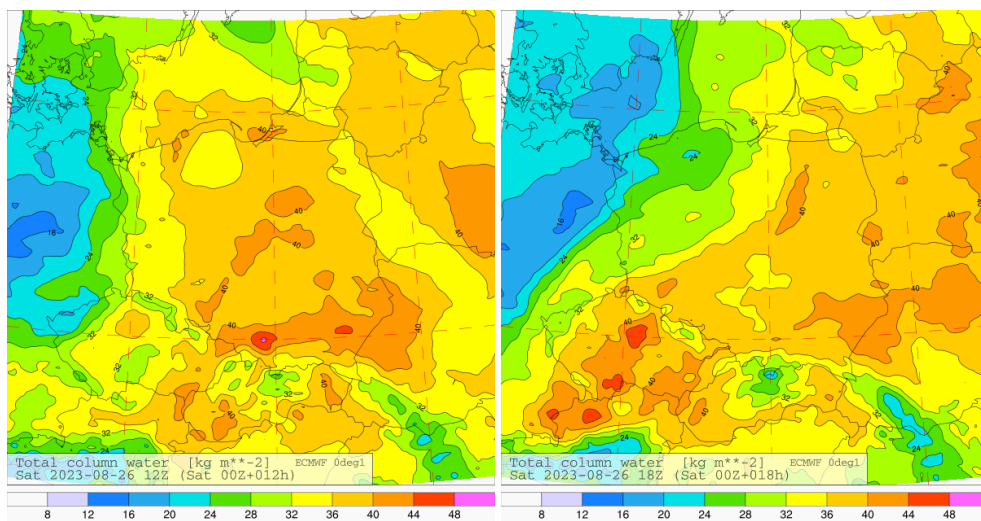
Na znacznym obszarze kraju wysokość poziomu LCL była niska, poniżej 200 metrów, co sugeruje na dużą zawartość pary wodnej w dolnej troposferze. Na południu oraz w południowo zachodniej i południowo wschodniej części kraju lokalnie wysokość LCL prognozowane były wyższe wartości LCL na poziomie 500-600 metrów.

### Analiza prognozy numerycznej (model IFS) wybranych pól meteorologicznych

26 VIII 2023 roku, godzina 12 UTC oraz 18 UTC.

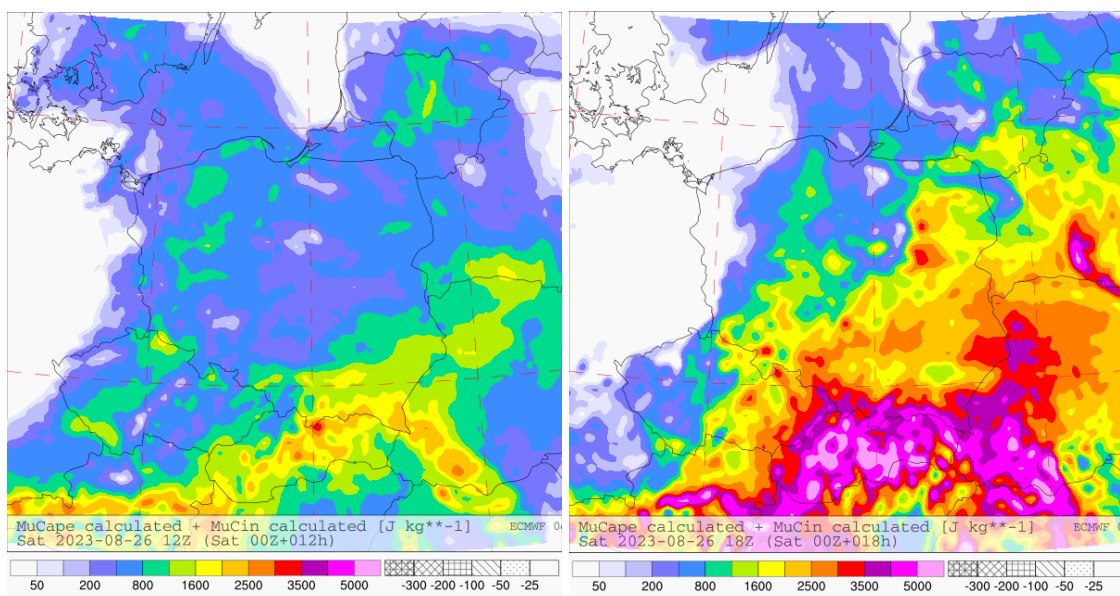






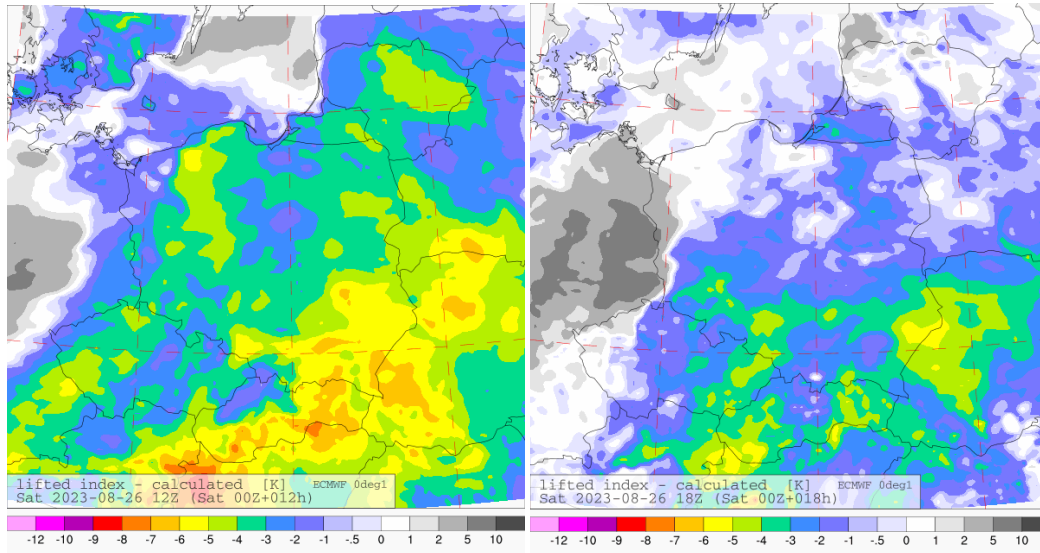
Rys. 56. a) Numeryczna prognoza CAPE oraz TPW na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

W godzinach południowych i popołudniowych na południu i południowym wschodzie kraju prognozowane wartości CAPE wynosiły 1200-1600 J/kg. O godzinie 12 UTC również w północno zachodniej części kraju model IFS prognozował wartości CAPE na poziomie 400-1600 J/kg. Na pozostałym obszarze kraju były prognozowane wartości CAPE na poziomie 50-400 J/kg i lokalnie 0. Z powyższego wynika, że na południu kraju powinna występować umiarkowana intensywność turbulencji. W południe również w północno zachodniej Polsce prognozowana była umiarkowana intensywność turbulencji. W sobotę w dzień na terenie całego kraju duża zawartość pary wodnej w pionowym słupie powietrza 32-44 m. Najwyższe wartości TPW były prognozowane na południu kraju. W rejonie zachodniej granicy prognozowane TPW było niższe 28 mm. Wieczorem z północnego zachodu Polski prognozowane było nasunięcie się masy powietrza o niższej zawartości pary wodnej a prognozowane wartości TPW były niższe i wynosiły 16-24 mm.



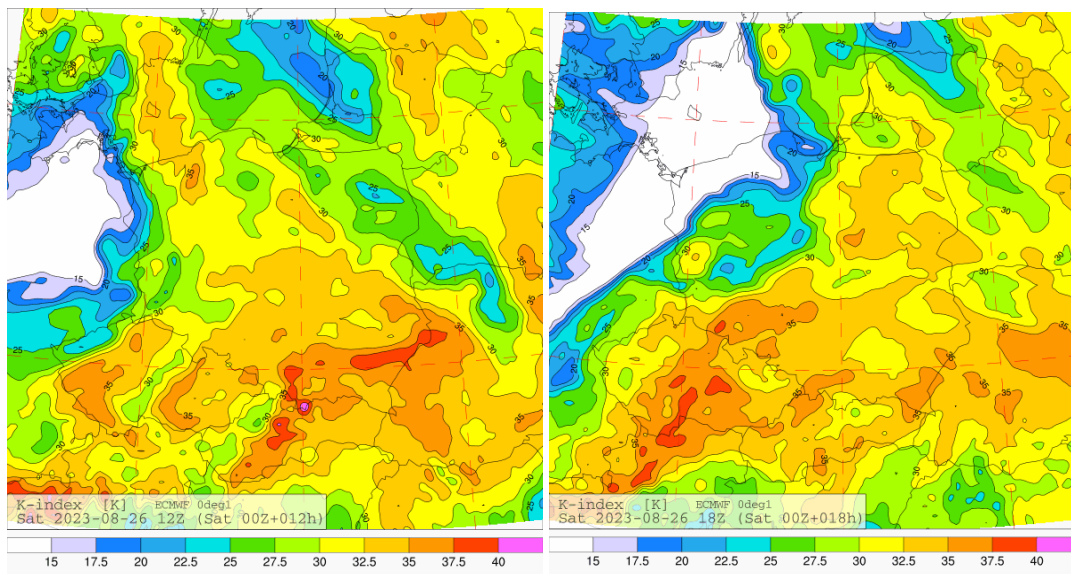
Rys. 57. a) Numeryczna prognoza MUCAPE na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Z symulacji numerycznych MUCAPE wynikało, że najwyższe wartości prognozowane były na południu kraju, a wartość MUCAPE wzrastała i osiągnęła wartość 3500-4000 J/kg o godzinie 18 UTC na południu kraju. W południowo wschodniej, północno wschodniej i środkowej części kraju MUCAPE prognozowane było przez model IFS na poziomie 1600-3000 J/kg. W północno zachodniej i zachodniej części kraju prognozowane wartości MUCAPE wynosiły 100-1200 J/kg. Z prognozowanych wartości CAPE wskazywały na wystąpienie na południu kraju bardzo silnej intensywności konwekcji.



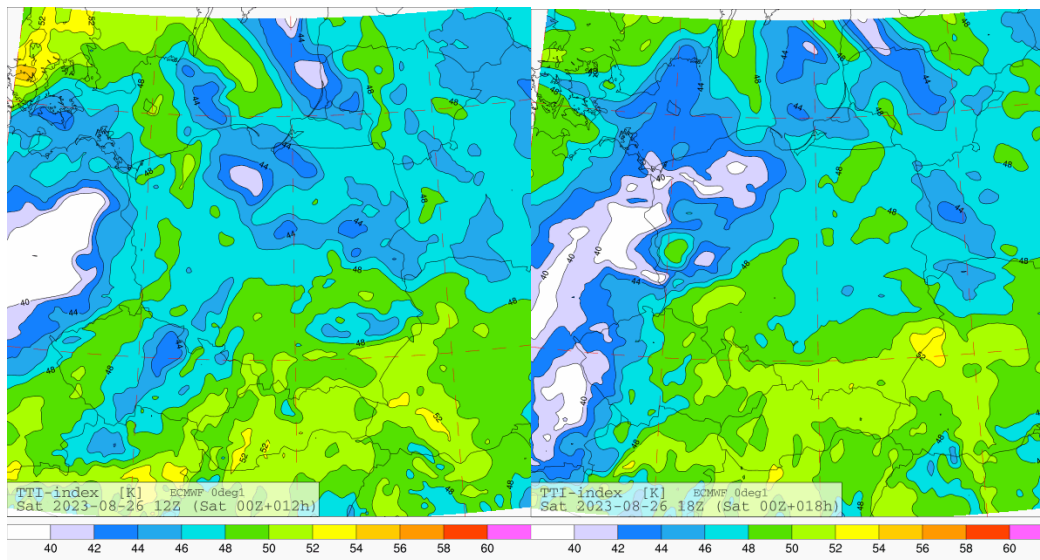
Rys. 58. a) Numeryczna prognoza Lifted indeks na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Z symulacji numerycznych wynikało w godzinach południowych w południowo wschodniej Polsce wskaźnik Lifted indeks (LI) wynosił od  $-5^{\circ}\text{C}$  do  $-7^{\circ}\text{C}$ . W północno zachodniej Polsce prognozowana wartość wskaźnika Lifted indeks wynosiła od  $-3^{\circ}\text{C}$  do  $-6^{\circ}\text{C}$ . W godzinach wieczornych wartość wskaźnika Lifted indeks wzrosła. Prognozowane wartości Lifted indeksu wskazywały na występowanie umiarkowanej i silnej niestabilności w dolnej połowie troposfery.



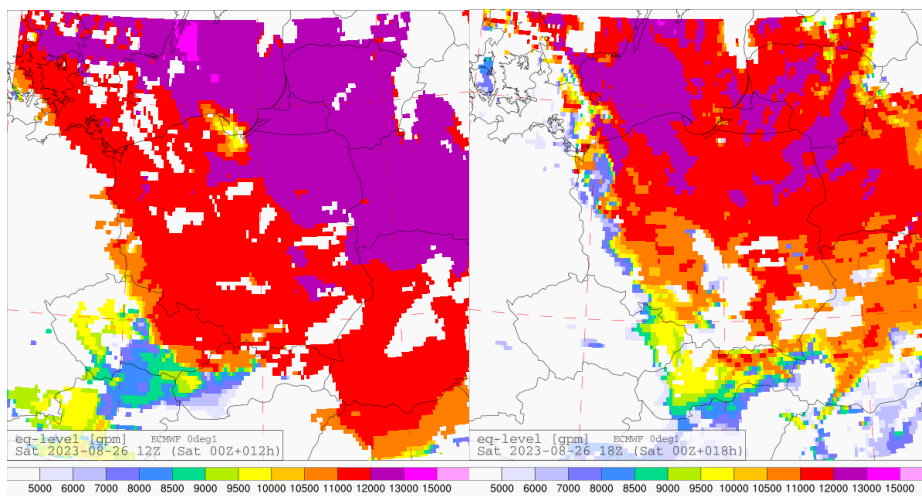
Rys. 59. a) Numeryczna prognoza K-indeksu na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Z symulacji numerycznych wynikało, że najwyższe wartości K-indeksu prognozowane były w południowej i południowo wschodniej części kraju. Wartość indeksu w ww. rejonie wynosiła 35-37,5°C. W ciągu dnia również dość duże wartości K-indeksu prognozowane były w centrum i w południowo zachodniej części kraju. Wraz z upływem czasu strefa dużych wartości K-indeksu przemieściła się do Polski północno wschodniej. Z prognozowanych wartości K-indeksu wynikało, że należało oczekiwać burz rozproszonych a na południu Polski również rozproszonych lub licznych burz oraz możliwy intensywny deszcz.



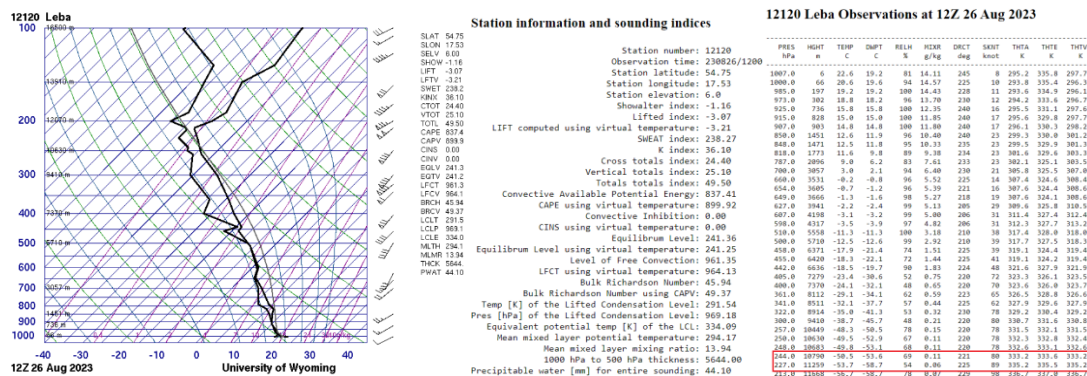
Rys. 60. a) Numeryczna prognoza TT-indeksu na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Najwyższe prognozowane wartości indeksu TT miały występować na południu kraju i wynosić 48-50°C. W ciągu dnia na zachodzie kraju TT-indeks miał osiągnąć wartość na poziomie 48-50°C. W godzinach wieczornych także w północno wschodniej części kraju prognozowana wartość TT-indeksu miała wynosić 48°C. Z prognozowanych wartości TT-indeksu wynika, że burze umiarkowane oraz możliwe także pojedyncze intensywne i groźne burze.



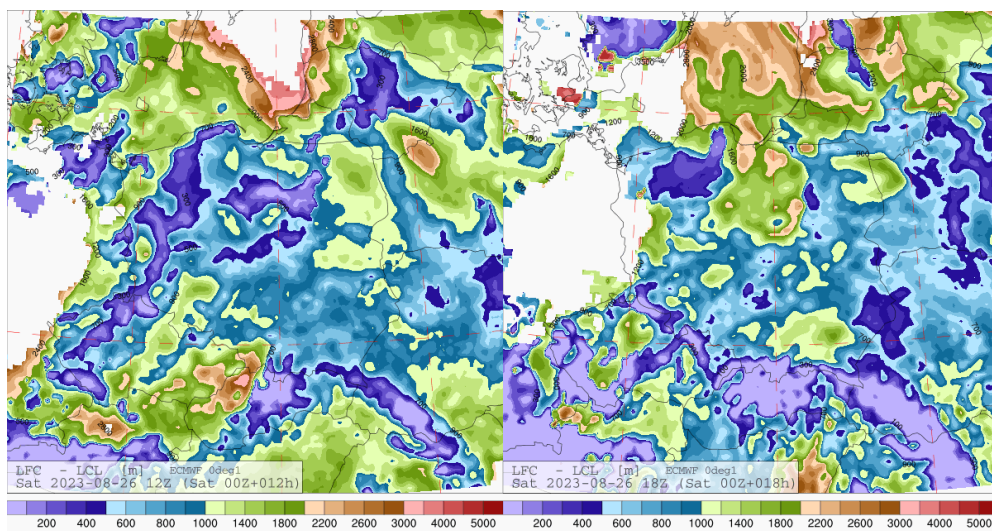






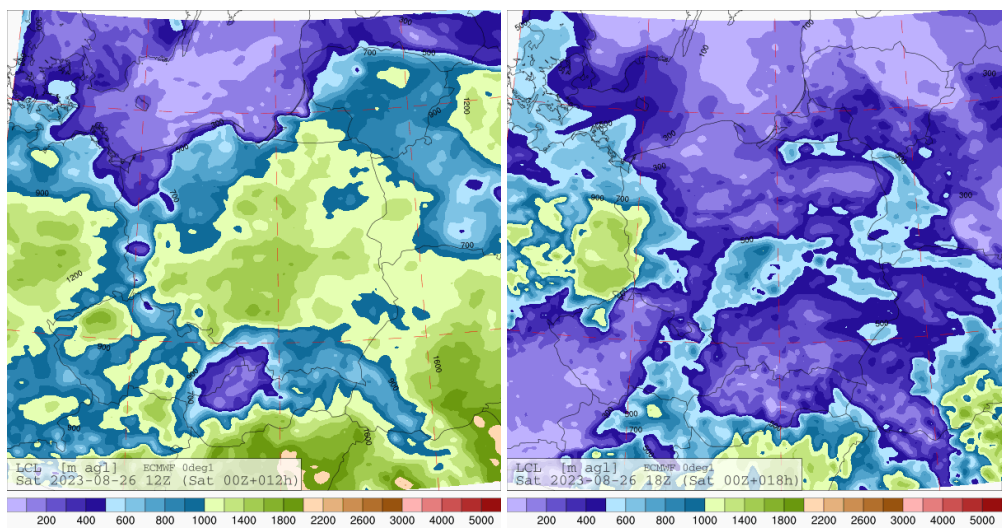
Rys. 62. Sondaż aerologiczny z Łeby, Legionowa oraz Wrocławia z godz. 12 UTC, 26 VIII 2023 roku.

Prognozowana wysokość poziomu równowagi i temperatury na tym poziomie z dużym przybliżeniem zgodna z pomiarami sondażami. Brak zgodności prognostycznej zawartości pary wodnej w pionowym słupie powietrza o przekroju  $1 \text{ m}^2$  z wartościami zmierzonymi. Brak zgodności prognostycznej wartości K-indeksu z wartościami wyznaczonymi z sondażu. Przybliżona zgodność prognostycznej wartości TT-indeksu we Wrocławiu i Legionowie oraz rozbieżność w Łebie. Prognostyczne wartości CAPE zgodne z wartością CAPE wyznaczoną z pomiarów w Legionowie oraz Łebie oraz brak zgodności we Wrocławiu.



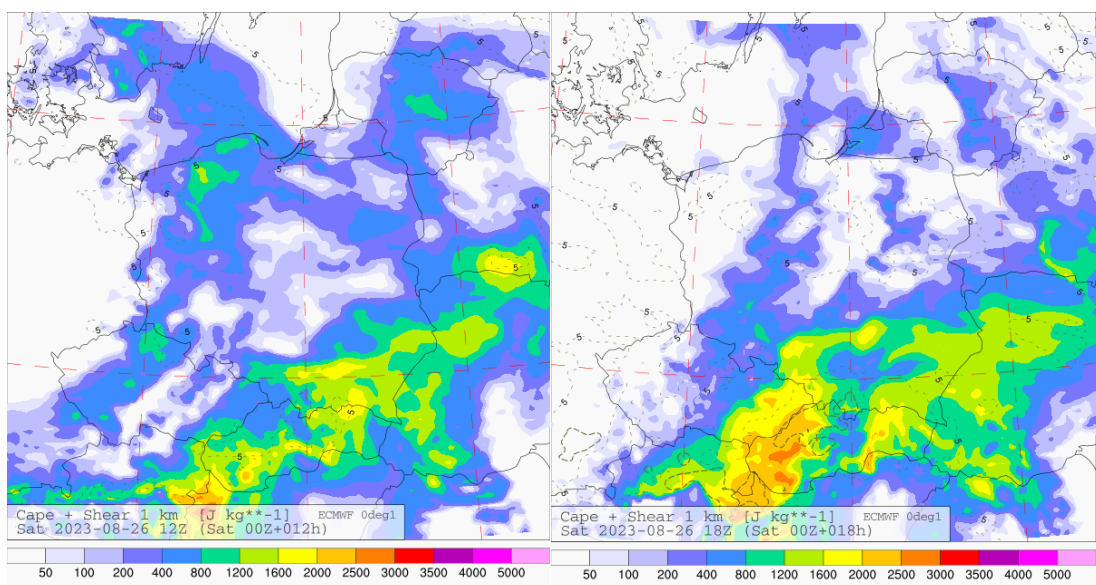
Rys. 63. a) Numeryczna prognoza różnicy w wysokości poziomów LFC-LCL na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

W ciągu dnia małe różnice w wysokości (300 metrów i mniej) poziomów LFC i LCL prognozowane były na południu kraju oraz na zachodzie kraju, lokalnie w centrum i na północy kraju. W godzinach wieczornych jedynie na południu kraju. Im mniejsze są różnice w wysokości poziomów LFC i LCL tym wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia głębokiej konwekcji oraz groźnej pogody.



Rys. 64. a) Numeryczna prognoza wysokości poziomu LCL na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

Z numerycznej prognozy wysokości poziomu LCL wynikało, że od godzin południowych następowało obniżenie się poziomu LCL. Obniżanie się poziomu LCL oznacza, że w warstwie granicznej atmosfery gromadzi się coraz więcej pary wodnej.



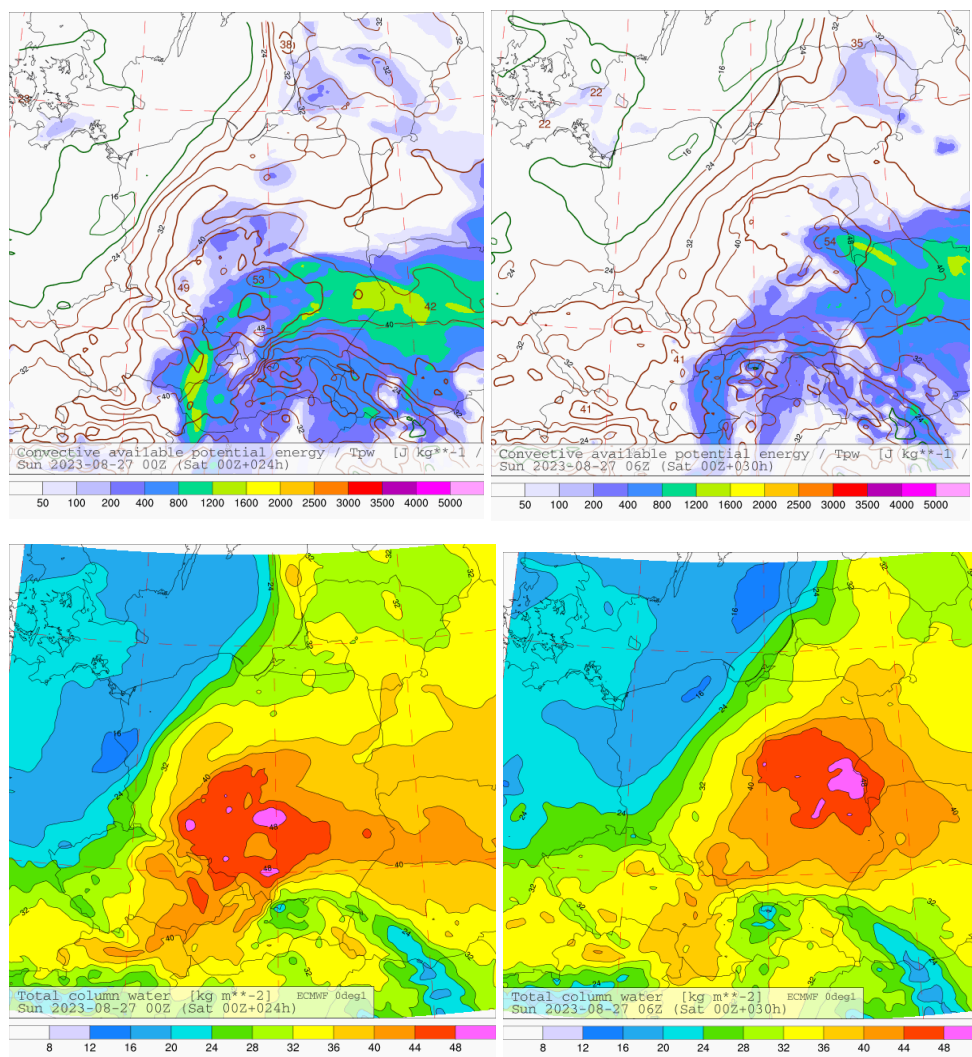
Rys. 65. a) Numeryczna prognoza ścinania wiatru w warstwie od 0 do 1 km na godzinę 12 UTC oraz 18 UTC w dniu 26 VIII 2023 roku.

W rejonie obniżonego poziomu LCL prognozowane były również w warstwie od 0 do 1 km ścięcia wiatru na poziomie 5m/s. Prognozowane wartości ścięcia wiatru były niższe niż 30 km/h, zatem nie należało oczekiwać superkomórek i tornad. Prognozować można było burze z opadami gradu oraz dość silnych porywów wiatru do 32,5 m/s lub więcej.



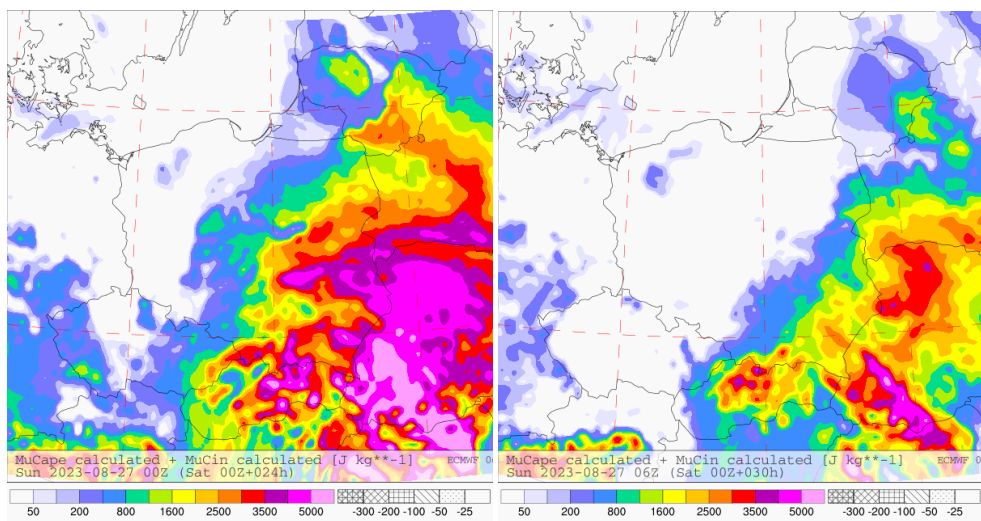
## Analiza prognozy numerycznej (model IFS) wybranych pól meteorologicznych

27 VIII 2023 roku, godzina 00 UTC oraz 06 UTC.



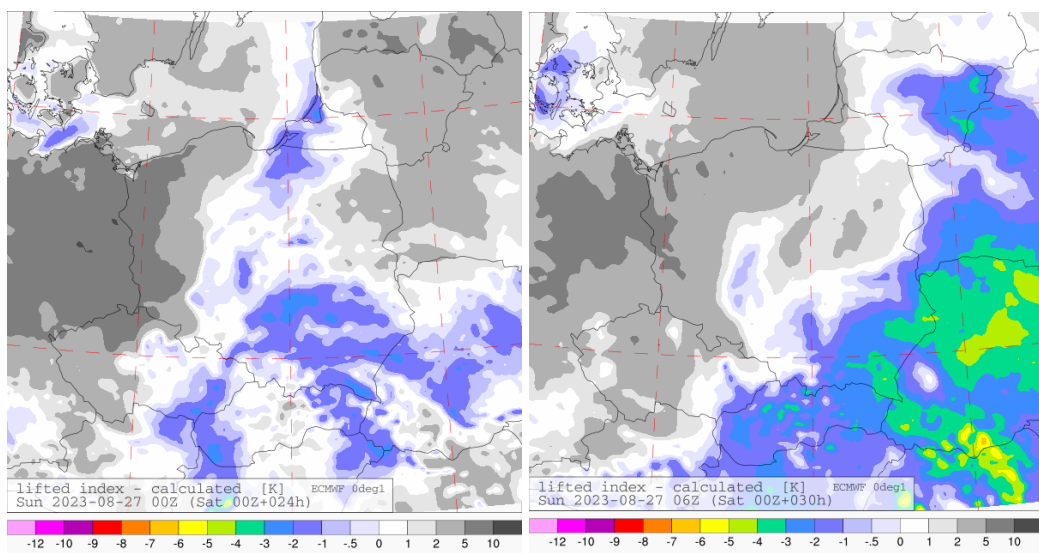
Rys. 66. a) Numeryczna prognoza CAPE oraz TPW na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

W godzinach nocnych 27 VIII 2023 roku, jedynie na południu kraju prognozowane wartości CAPE wynosiły na poziomie 200-800 J/kg. W południowo wschodniej części kraju prognozowane wartości CAPE były wyższe i lokalnie osiągały wartość 1200 J/kg. Również w ww. obszarach prognozowana była dość duża ilość wody w pionowym słupie powietrza o przekroju 1 m<sup>2</sup> i wynosiła od 40 do 54 mm. O godzinie 06 UTC TPW nadal wysokie w południowo wschodniej części kraju. Prognozowane wartości CAPE miały być niższe ww. rejonie i wynosić od 50 J/kg do 400 J/kg. Z prognozowanych wartości CAPE wynika, że intensywność konwekcji powinna być od bardzo słabej po lokalnie umiarkowaną w południowo wschodniej części kraju.



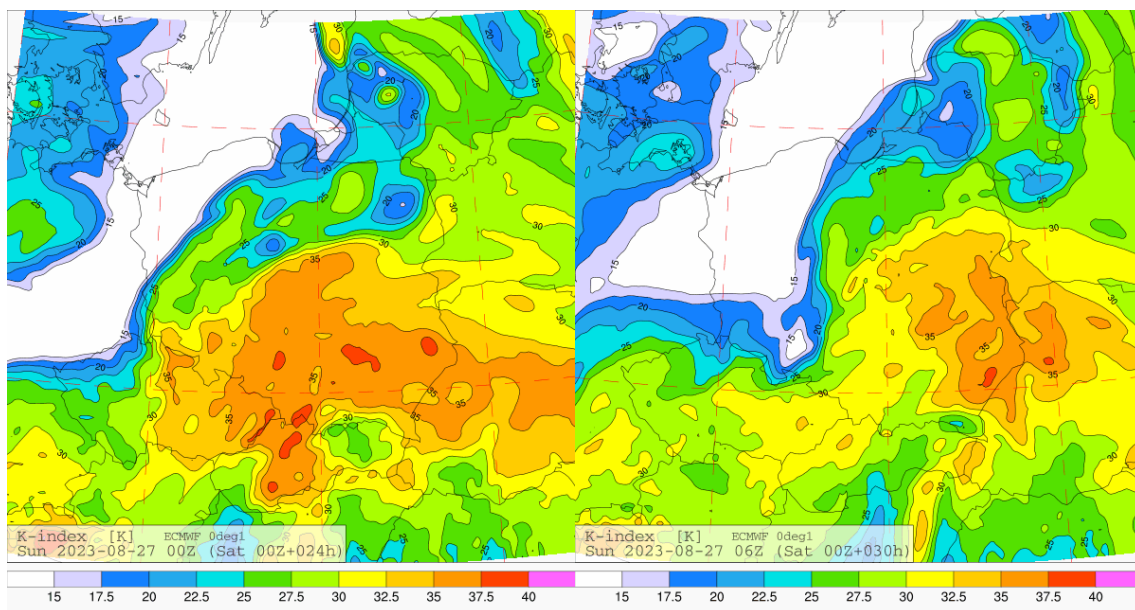
Rys. 67. a) Numeryczna prognoza MUCAPE na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

W nocy z soboty na niedzielę, prognozowany MUCAPE wynosiły jeszcze w południowo wschodniej części kraju 3500-4000 J/kg. W niedzielę rano prognozowane wartości MUCAPE wynosiły do 2500-3000 J/kg.



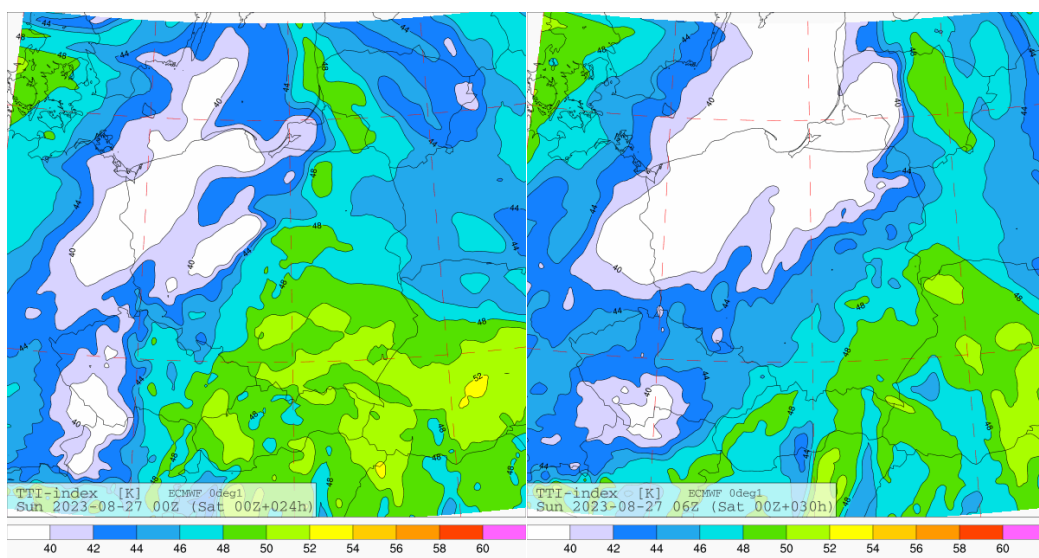
Rys. 68. a) Numeryczna prognoza Lifted indeks na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

W godzinach nocnych, z soboty na niedzielę, prognozowane wartości Lifted indeks wynosiły około  $-2^{\circ}\text{C}$  w woj. warmińsko-mazurskim i  $-2^{\circ}\text{C}$  i  $-3^{\circ}\text{C}$  w południowo wschodniej i lokalnie w centralnych rejonach kraju, co wskazuje na słabą lub lokalnie umiarkowaną niestabilność dolnej połowy troposfery. Na pozostałym obszarze kraju prognozowana wartość Lifted indeks wynosiła od 0 do  $2-5^{\circ}\text{C}$ . W godzinach porannych, w południowo wschodniej części kraju prognozowane wartości Lifted indeks wynosiły od  $-2^{\circ}\text{C}$  do  $-4^{\circ}\text{C}$  co wskazywało na umiarkowaną niestabilność dolnej połowy troposfery.



Rys. 69. a) Numeryczna prognoza Lifted indeks na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

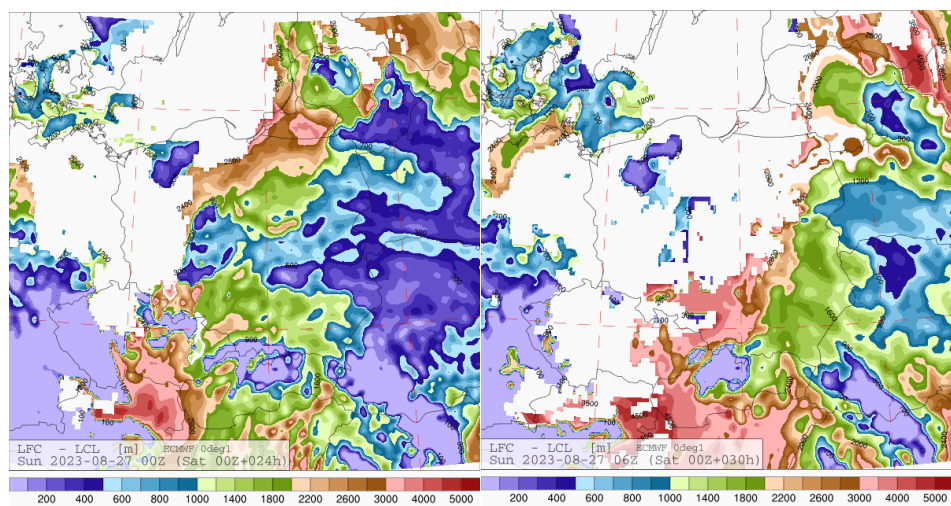
W godzinach nocnych, z soboty na niedzielę, prognozowane wartości K-indeksu były najwyższe na południu i w centrum kraju, i wynosiły 35-37,5°C. Na pozostałym obszarze prognozowane wartości K - indeksu były niższe a w północno zachodniej części Polski wynosiły 0. W godzinach porannych strefa zwiększonych wartości K-indeksu (35-37,5°C) prognozowana była w południowo wschodniej części kraju. Prognozowane wartości K-indeksu wskazują na możliwość występowania burz rozproszonych oraz licznych, możliwy także intensywny deszcz.



Rys. 70. a) Numeryczna prognoza TT-indeks na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

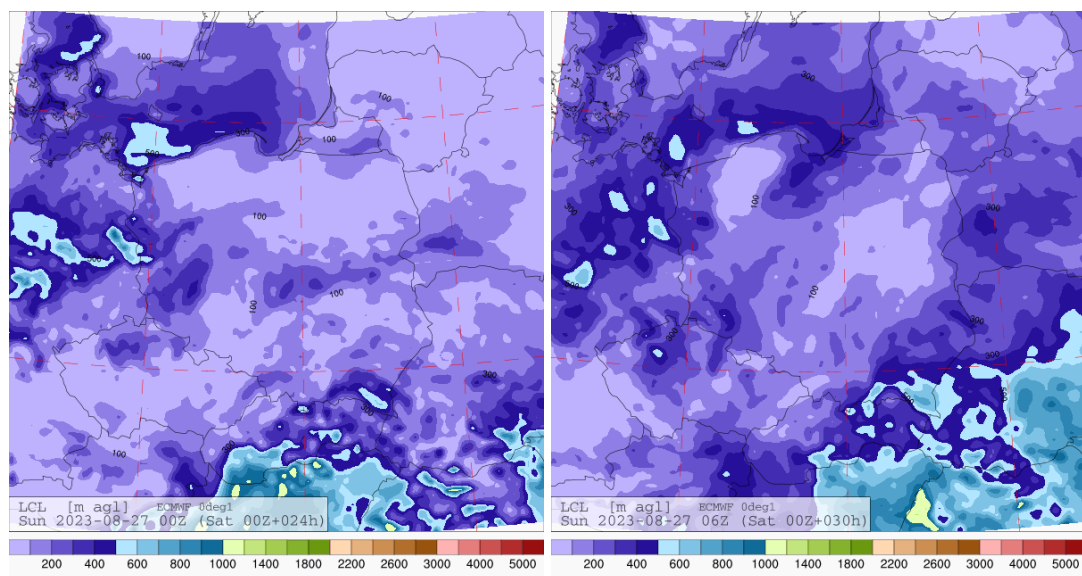
W godzinach nocnych prognozowane były wyższe wartości TT-indeksu w południowo wschodniej części kraju i wynosiły 48-50 °C. Na pozostałym obszarze kraju wartości wskaźnika TT były niższe, a w północno zachodniej Polsce wynosiły 0. Nad ranem prognozowane wartości TT – indeksu zmniejszyły się. Na północy Polski zwiększył się obszar z zerową wartością TT-indeksu. Jedynie na południowym wschodzie kraju model prognozował wartość TT-indeksu na poziomie 48°C. Prognozowane wartości wskazywały na możliwość wystąpienie umiarkowanych burz rozproszonych oraz lokalnie można spodziewać się groźnych burz na południu i w południowo wschodniej części kraju.





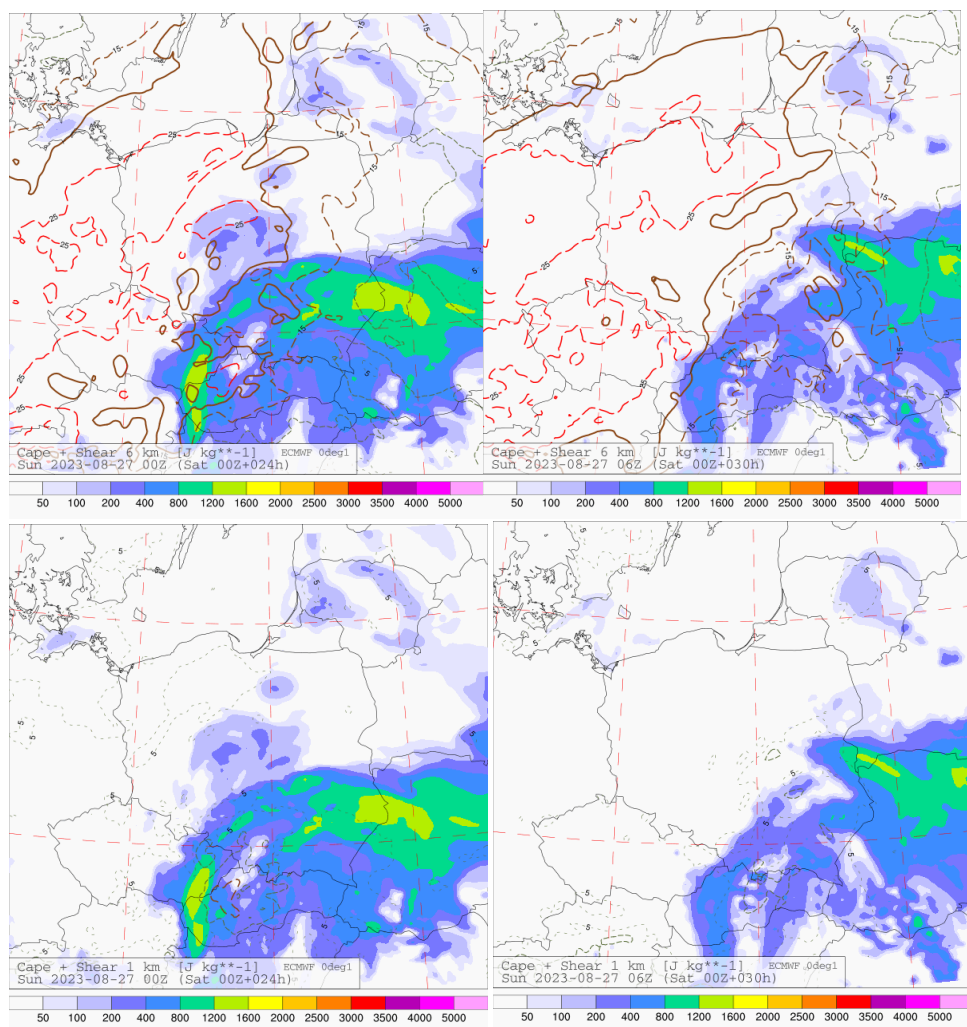
Rys. 71. a) Numeryczna prognoza różnicy poziomów LFC-LCL na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

Najmniejsze różnice w wysokości LFC i LCL były prognozowane na wschodzie kraju (poniżej 500 metrów). W centrum oraz w woj. wielkopolskim a także w północno zachodniej części kraju również możliwe lokalnie małe odległości między poziomami LFC i LCL (około 300 metrów). Nad ranem w całej Polsce prognozowana była duża różnica w wysokości poziomów LFC i LCL. Z tych wartości nie można było oczekiwać wystąpienia groźnych zjawisk burzowych. Jedynie w nocy na wschodzie kraju można byłoby oczekiwać burz nieco silniejszych.



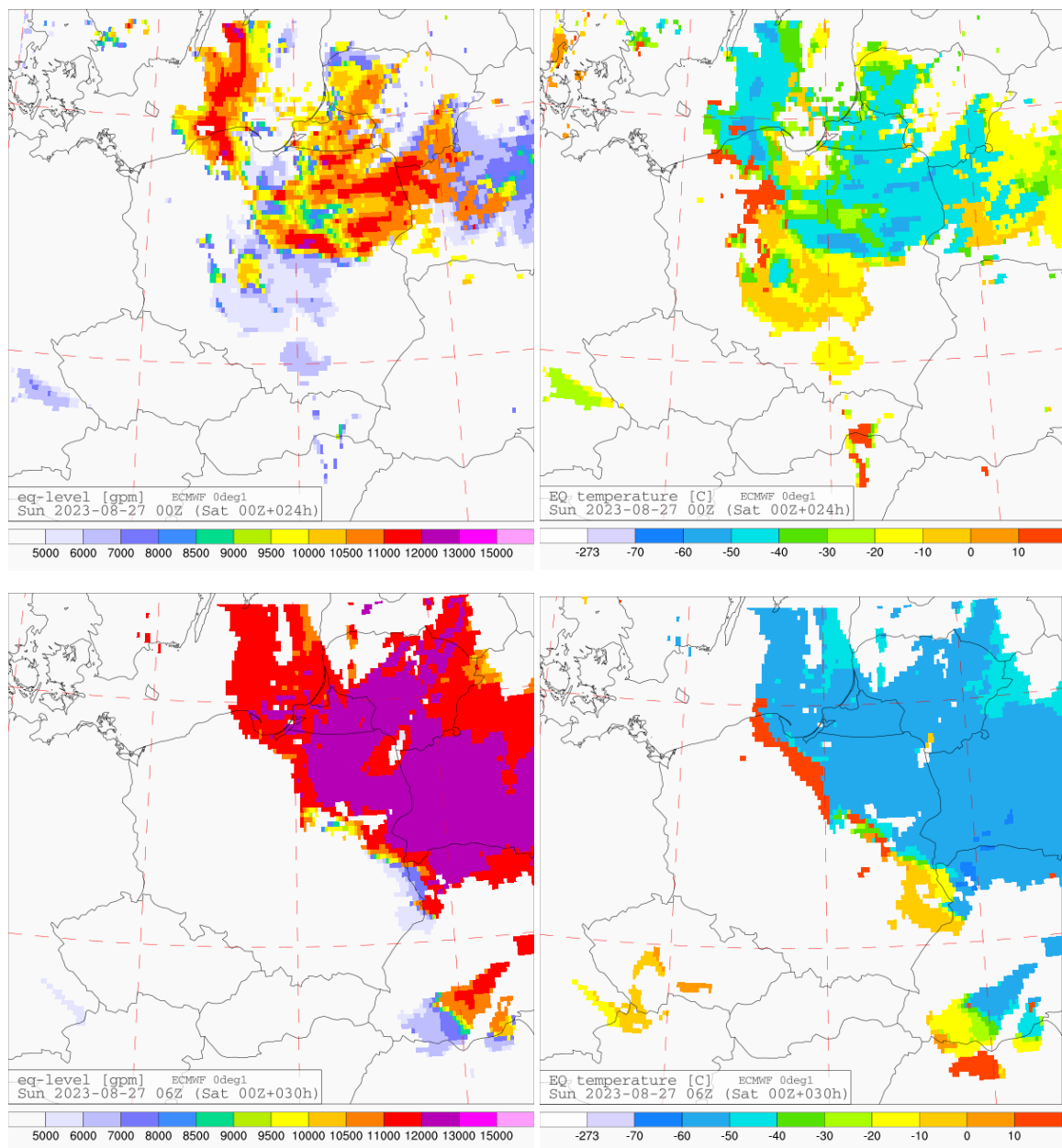
Rys. 72. a) Numeryczna prognoza wysokości poziomu LCL na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

Zarówno w nocy z soboty na niedzielę oraz w niedzielę rano model prognozował niską wysokość poziomu LCL co wskazywało na dużą zawartość pory wody w warstwie granicznej.



Rys. 73. a) Numeryczna prognoza ścięcia wiatru w warstwie od 0 do 1 km oraz w warstwie 6 km na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

Model prognozował ścięcie wiatru w warstwie 6 km na poziomie 15-25 m/s, zaś w warstwie 1 km ścięcie wiatru miało wynosić do 5 m/s.



Rys. 74. Numeryczna prognoza *equilibrium level* (wysokość poziomu równowagi) oraz temperatury na poziomie równowagi na godzinę 00 UTC oraz 06 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

W nocy z soboty na niedzielę wysokość poziomu równowagi prognozowana była na poziomie 7-11 km w północno wschodniej części kraju, zaś temperatura na poziomie równowagi prognozowana była na poziomie -50°C/-60°C. Nad ranem poziomu równowagi prognozowany był na wysokości 11-12 km zaś temperatura na poziomie -60°C.

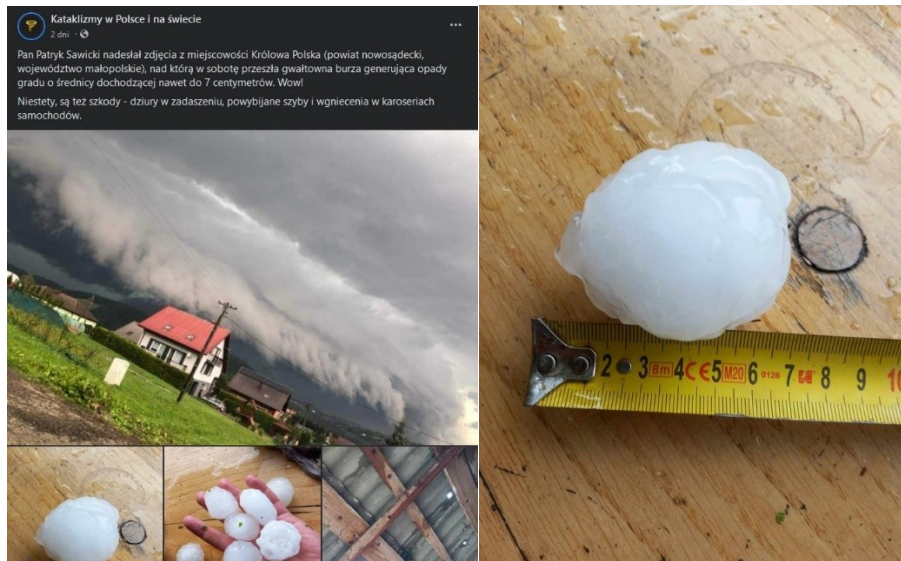


| Station information and sounding indices                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Station information and sounding indices                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Station information and sounding indices                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Station number: 12425<br>Observation time: 230827/0000<br>Station latitude: 51.13<br>Station longitude: 16.98<br>Station elevation: 116.0<br>Showalter index: -0.34<br>Lifted index: -1.63<br>LIFT computed using virtual temperature: -1.71<br>SWEAT index: 206.05<br>K index: 36.30<br>Cross totals index: 23.50<br>Vertical totals index: 23.50<br>Totals totals index: 47.00<br>Convective Available Potential Energy: 353.81<br>CAPE using virtual temperature: 378.62<br>Convective Inhibition: -0.05<br>CINS using virtual temperature: -0.01<br>Level of Free Convection: 938.92<br>LFCT using virtual temperature: 940.45<br>Bulk Richardson Number: 24.64<br>Bulk Richardson Number using CAPV: 26.37<br>Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 291.21<br>Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 954.96<br>Equivalent potential temp [K] of the LCL: 334.90<br>Mean mixed layer potential temperature: 295.08<br>Mean mixed layer mixing ratio: 13.85<br>1000 hPa to 500 hPa thickness: 5672.00<br>Precipitable water [mm] for entire sounding: 47.60 | Station number: 12374<br>Observation time: 230827/0000<br>Station latitude: 52.40<br>Station longitude: 20.96<br>Station elevation: 96.0<br>Showalter index: 1.06<br>Lifted index: 1.17<br>LIFT computed using virtual temperature: 0.89<br>SWEAT index: 160.45<br>K index: 26.50<br>Cross totals index: 20.50<br>Vertical totals index: 26.50<br>Totals totals index: 47.00<br>Convective Available Potential Energy: 0.00<br>CAPE using virtual temperature: 0.57<br>Convective Inhibition: 0.00<br>CINS using virtual temperature: -280.24<br>Equilibrium Level using virtual temperature: 525.50<br>LFCT using virtual temperature: 541.90<br>Bulk Richardson Number: 0.00<br>Bulk Richardson Number using CAPV: 0.02<br>Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 284.47<br>Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 851.02<br>Equivalent potential temp [K] of the LCL: 327.19<br>Mean mixed layer potential temperature: 297.91<br>Mean mixed layer mixing ratio: 10.10<br>1000 hPa to 500 hPa thickness: 5684.00<br>Precipitable water [mm] for entire sounding: 31.94 | Station number: 12120<br>Observation time: 230827/0000<br>Station latitude: 54.75<br>Station longitude: 17.53<br>Station elevation: 6.0<br>Showalter index: 1.84<br>Lifted index: 4.02<br>LIFT computed using virtual temperature: 3.83<br>SWEAT index: 176.27<br>K index: 0.40<br>Cross totals index: 23.20<br>Vertical totals index: 23.70<br>Totals totals index: 46.90<br>Convective Available Potential Energy: 0.00<br>CAPE using virtual temperature: 0.00<br>Convective Inhibition: 0.00<br>CINS using virtual temperature: 0.00<br>Bulk Richardson Number: 0.00<br>Bulk Richardson Number using CAPV: 0.00<br>Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 282.94<br>Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 897.36<br>Equivalent potential temp [K] of the LCL: 316.34<br>Mean mixed layer potential temperature: 291.84<br>Mean mixed layer mixing ratio: 8.58<br>1000 hPa to 500 hPa thickness: 5595.00<br>Precipitable water [mm] for entire sounding: 19.31 |

Rys. 75. Dane z sondażu aerologicznego (lewy – Wrocław, środkowy – Legionowo, prawy – Łeba), z godziny 00 UTC w dniu 27 VIII 2023 roku.

Z analizy danych pomiarowych wykonanych we Wrocławiu, w Legionowie oraz w Łebie wynika, że wartości wskaźników prognostycznych Lifted indeks są zgodne z wartościami wyznaczonymi z danych pomiarowych. Prognostyczne wartości K – indeks wykazywały zgodność we Wrocławiu oraz Łebie, natomiast brak zgodności w rejonie Legionowa z wartościami wskaźników otrzymanych z pomiarów. Prognostyczne wartości TT – indeks wykazywały zgodność z pomiarami we Wrocławiu, w Legionowie. W Łebie natomiast występuje brak zgodności. Brak zgodności prognostycznej wartości CAPE z wartościami otrzymanymi z pomiarów. Przybliżona zgodność prognostycznej zawartości pary wodnej w pionowym słupie powietrza w przekroju 1 m<sup>2</sup> z wartościami TPW otrzymanymi z pomiarów w Łebie, z dużym przybliżeniem w Legionowie oraz brak zgodności we Wrocławiu.

### 3. Dokumentacja zjawiska i doniesienia medialne.



<https://www.pap.pl/aktualnosci/skutki-nawalnic-ktore-przeszly-nad-polska-zerwane-linie-energetyczne-uszkodzone-budynki>

<https://www.pap.pl/aktualnosci/straz-pozarna-tysiace-zgloszen-w-zwiazku-z-silnym-wiatrem-i-deszczem-nasze-wideo>

<https://www.pap.pl/aktualnosci/szkwal-na-jeziorze-roznowskim-wywrocil-dziewiec-zaglowek>

<https://tvn24.pl/polska/malopolska-przerwany-final-meskiego-grania-w-zwiazku-ze-zla-sytuacja-pogodowa-7309239>

<https://bielskobiala.naszemiasto.pl/armagedon-w-wisle-gwaltowna-nawalnica-podtopila-miasto/ar/c1-9434253>

<https://www.radio90.pl/nawalnica-w-wisle-zalane-drogi-parkingi-podwyszony-stan-wody-w-wisle.html>

[Intensywne opady i lokalne podtopienia na południu Polski](#)



<https://tvn24.pl/tvnmeteo/polska/burze-w-polsce-podkarpackie-slaskie-malopolskie-ranni-ewakuacja-pacjentow-szpitala-uszkodzone-dachy-7308759>

### 4. Wnioski końcowe

W oparciu o przeprowadzoną analizę komparatystyczną wyników prognoz meteorologicznych oraz danych pomiarowych oraz w oparciu o analizę prognoz numerycznych wnioskuje się:

- a) problemy w poprawnym odwzorowaniu pola opadowego oraz intensywności opadu;
- b) problem z poprawnym prognozowaniem pola wyładowań atmosferycznych;
- c) zdarzają się rozbieżności w zakresie prognozowanych wartości wskaźników konwekcyjnych tj. CAPE, K-indeks, TT-indeks, Lifted indeks;
- d) zdarzają się rozbieżności w zakresie wysokości poziomu równowagi oraz temperatury na ww. poziomie;
- e) pomimo niedoskonałości modelu otrzymane symulacje numeryczne w połączeniu z wiedzą i intuicją synoptyka były pomocne w procesie prognostycznym i prawidłowym zaprognozowaniem zdarzeń meteorologicznych.