

**WICHURA Z HURAGANOWYMI PORYWAMI WIATRU W  
DNIACH 18 I 19 STYCZNIA 2007 JAKO PRZYKŁAD NISZCZĄCEJ  
DZIAŁALNOŚCI CYKLONALNEJ W PÓŁROCZU CHŁODNYM W  
EUROPIE I W POLSCE**

**Autor:**

Maksymilian Antoniów

Stowarzyszenie Skywarn Polska (Polscy Łowcy Burz)

Styczeń 2015

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>WSTĘP .....</b>                                                                                                 | <b>3</b>  |
| <b>1. Geneza wichur z huraganowymi porywami wiatru na obszarze Polski .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>2. Pogoda w Polsce i w Europie w styczniu 2007 .....</b>                                                        | <b>6</b>  |
| <b>3. Analiza synoptyczna dynamiki rozwoju i przemieszczania się niżu <i>Kyrrill</i> .....</b>                     | <b>9</b>  |
| 3.1 Sytuacja synoptyczna nad Ameryką Północną i północnym Atlantykiem - 16.01.2007:.....                           | 9         |
| 3.1.1 Godzina 00:00 UTC, 16 stycznia 2007, Kanada, USA i północny Atlantyk.....                                    | 9         |
| 3.1.2. Okres od 06:00 UTC do 12:00 UTC, 16 stycznia 2007, Nowa Szkocja, północny Atlantyk i Europa.....            | 11        |
| 3.2 Sytuacja synoptyczna nad północnym Atlantykiem 17 stycznia 2007 i w nocy z 17/18 stycznia 2007 .....           | 16        |
| 3.2.2. Godzina 00:00 UTC, 17 stycznia 2007, północny Atlantyk .....                                                | 16        |
| 3.2.3. Godzina 12:00 UTC, 17 stycznia 2007, północny Atlantyk .....                                                | 17        |
| 3.2.4. 18:00 UTC, 17 stycznia 2007, północny Atlantyk .....                                                        | 19        |
| 3.2.5. Godzina 00:00 UTC, 18 stycznia – cyklogeneza w punkcie okluzji .....                                        | 20        |
| 3.3. Sytuacja synoptyczna nad północnym Atlantykiem i Europą 18 stycznia 2007 i w nocy z 18/19 stycznia 2007 ..... | 23        |
| 3.3.1. Godzina 06:00 UTC, 18 stycznia 2007, północny Atlantyk i Europa .....                                       | 23        |
| 3.3.2. 12:00 UTC, 18 stycznia 2007, Europa .....                                                                   | 26        |
| 3.3.3. Godzina 18:00 UTC, 18 stycznia 2007, Europa .....                                                           | 28        |
| 3.3.4. Godzina 00:00 UTC, 19 stycznia 2007, Europa .....                                                           | 30        |
| 3.3.5. Godzina 06:00 UTC, 19 stycznia 2007, Europa .....                                                           | 33        |
| <b>4. Pogoda w Polsce w dniach 18.01.2007 i 19.01.2007: .....</b>                                                  | <b>36</b> |
| 4.1. Okres do 06:00 UTC, 18 stycznia 2007, Polska .....                                                            | 36        |
| 4.2. Okres od 06:00 UTC do 12:00 UTC, 18 stycznia 2007, Polska .....                                               | 37        |
| 4.3. Okres od 12:00 UTC do 18:00 UTC, 18 stycznia 2007, Polska .....                                               | 39        |
| 4.4. Okres od 18:00 UTC do 00:00 UTC, 18/19 stycznia 2007, Polska.....                                             | 43        |
| 4.5. Okres od 00:00 UTC do 06:00 UTC, 19 stycznia 2007, Polska .....                                               | 45        |
| 4.6. Godziny 06:00 UTC – 12:00 UTC, 19 stycznia 2007, Polska.....                                                  | 47        |
| <b>5. Warunki w strefie frontu chłodnego i ich wpływ na rozwój burz.....</b>                                       | <b>49</b> |

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1. Analiza synoptyczna warunków w strefie frontu chłodnego. Godzina 12:00 UTC, 18 stycznia 2007 ..... | 50        |
| 5.2. Rozwój i przebieg zjawisk w strefie chłodnego frontu atmosferycznego .....                         | 53        |
| 5.2.1. Okres od 12:00 UTC do 15:00 UTC, 18 stycznia 2007, Europa Zachodnia .....                        | 53        |
| 5.2.2. Okres od 15:00 UTC do 18:00 UTC, 18 stycznia 2007, Niemcy .....                                  | 56        |
| 5.2.3. Okres od 18:00 UTC do 00:00 UTC – 18/19 stycznia 2007, Niemcy, Czechy i Polska.....              | 60        |
| 5.2.4. 00:00 UTC – 03:00 UTC, 19 stycznia 2007 .....                                                    | 76        |
| <b>6. Podsumowanie.....</b>                                                                             | <b>79</b> |
| <b>7. Spis Literatury oraz stron internetowych .....</b>                                                | <b>80</b> |
| <b>8. Spis rycin i tabel.....</b>                                                                       | <b>81</b> |

## WSTĘP

18 i 19 stycznia 2007 nad znaczną częścią Europy Zachodniej, Północnej i Środkowej przemieszczał się bardzo głęboki niż, któremu *Freie Universität Berlin* nadał nazwę *Kyrill*. Pierwotna cyklogeneza miała miejsce 16 stycznia w pierwszej części dnia u wybrzeży Nowej Szkocji, następnie, w trakcie kolejnych 36 godzin, nad wodami północnego Atlantyku powstały niż szybko pogłębiał się. 17 stycznia układ zaczął okludować się i wypełniać nad Atlantykiem, ale 18 stycznia w nocy w jego punkcie okluzji powstał nowy, pogłębiający się ośrodek niskiego ciśnienia, który w ciągu dnia dotarł nad Europę, przemieszczając się bardzo szybko znad Wysp Brytyjskich nad Morze Północne, wieczorem 18 stycznia docierając nad Cieśniny Duńskie i Bałtyk, a w nocy z 18 na 19 stycznia wychodząc dalej nad Kraje Nadbałtyckie i zachodnią Rosję. Przejściu niżu zarówno w Polsce, jak i w pozostałych krajach dotkniętych wichurą, towarzyszył bardzo silny, w wielu miejscach huraganowy wiatr, którego prędkość maksymalna w porywach znacznie przekraczała 33 m/s, a wysoko w górach średnia prędkość wiatru dochodziła do 60 m/s. Dodatkowo, 18 stycznia po południu nad Morzem Północnym, Holandią i Niemcami w strefie aktywnego chłodnego frontu atmosferycznego utworzyły się silne burze, przemieszczające się następnie wraz z frontem w kierunku południowo-wschodnim, w nocy z 18 na 19 stycznia 2007 docierając także nad Polskę, Czechy i Słowację, którym towarzyszyły bardzo silne porywy wiatru, ulewy, gdzieniegdzie opady gradu, lokalnie nawet trąby powietrzne. Wichura przyczyniła się do śmierci ponad 40 osób w całej Europie, w tym 6 w Polsce<sup>1</sup>. Poniższe opracowanie zawiera analizę synoptyczną niżu *Kyrill* i zjawisk mu towarzyszących, poprzedzoną ogólną charakterystyką sytuacji meteorologicznych sprzyjających występowaniu wiatru huraganowego nad Polską, a także wprowadzeniem, w którym zawarto ogólny zarys pogody panującej w pierwszym miesiącu 2007 roku, ze szczególnym naciskiem na pierwsze dwie dekady stycznia. Ostatni rozdział opracowania poświęcony jest chłodnemu frontowi atmosferycznemu związanemu z niżem *Kyrill*, w którym również dokonano jego analizy synoptycznej oraz prześledzono dokładnie dynamikę przemieszczania się frontu i zjawisk mu towarzyszących.

---

<sup>1</sup> <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/6277537.stm> „Polska sponiewierana przez zabójczą wichurę”, BBC

## 1. Geneza wichur z huraganowymi porywami wiatru na obszarze Polski

Wieloletnie obserwacje meteorologiczne wskazują, że występowanie wiatrów huraganowych na obszarze Polski w półroczu chłodnym związane jest z:

- cyklami przemieszczania się w pobliżu Polski głębokich układów niskiego ciśnienia;
- wiatrami katabatycznymi (fen występujący w Tatrach i Karkonoszach).

W tym drugim przypadku największe prędkości wiatru związane z efektem fenowym odnotowuje się w cyrkulacjach południowo-zachodnich i południowych. W sytuacjach tych izobary przyjmują kierunek południkowy bądź bliski południkowemu. Oczywiście najwięcej wiatrów fenowych, których prędkość w porywach osiąga lub przekracza 33 m/s, występuje wysoko w górach, jednak już niejednokrotnie zdarzało się, że tak duże prędkości odnotowywane były nawet poniżej wysokości 400 m n.p.m. Taka sytuacja miała miejsce na przykład 30 października 2008 w Bielsku-Białej.

W półroczu ciepłym silne wiatry o szczególnie wysokich prędkościach, związane z głębokimi niżami nad Polską, pojawiają się relatywnie rzadko – niże rozwijające się w okresie kwiecień–wrzesień i docierające nad kontynent europejski nie są zwykle bardzo głębokie, pole ciśnienia cechuje mniejszy gradient baryczny, a porywy wiatru o prędkości 30 m/s i więcej, wyjąwszy obszary wysokogórskie, występują tylko podczas zjawisk konwekcyjnych, głównie w postaci burz i są związane z cyrkulacją silnie rozwiniętych chmur Cumulonimbus.

Zmienia się to w półroczu chłodnym, kiedy gradient termiczny w strefie frontów głównych wzrasta, podobnie jak i prędkość prądu strumieniowego, na skutek czego powstające niży są głębsze. Dynamiczny rozwój cyklonów umiarkowanych szerokości geograficznych zachodzi na froncie polarnym lub arktycznym, gdzie pozioma różnica temperatury pomiędzy ciepłą a chłodną masą powietrza dochodzi niekiedy do kilkudziesięciu stopni Celsjusza. Polska najbardziej narażona na bardzo silny wiatr jest w momencie przechodzenia głębokich układów niskiego ciśnienia nad Cieśninami Duńskimi i nad Bałtykiem (zwłaszcza nad jego południową częścią), wtedy gradient baryczny pomiędzy nimi a wyżem azorskim, zwykle dobrze rozbudowanym, dochodzi do kilkudziesięciu hektopaskali i prędkość wiatru znacząco wzrasta.

Według danych z okresu 1900 – 1990, nad Atlantykiem, na północ od 50. równoleżnika, tworzyło się średnio 76 niżów rocznie, w których ciśnienie spadało poniżej 970 hPa.

Przykładami takich niżów mogą być *Xaver* z 5 i 6 grudnia 2013, *Pia* z 18 listopada 2004 i właśnie omawiany przypadek – *Kyrill*.

## 2. Pogoda w Polsce i w Europie w styczniu 2007

Przez pierwsze dwie dekady stycznia 2007 cała Polska znajdowała się w dobrze rozwiniętej cyrkulacji strefowej, obejmującej przeważającą część kontynentu europejskiego. Przemieszczające się z reguły dość szybko wtórne ośrodki niskiego ciśnienia nad północną Europą i nad Bałtykiem skutkowały częstym występowaniem porywistego wiatru. Taka sytuacja synoptyczna i dominacja silnego strumienia zachodniego sprzyjała adwekcji polarno-morskich mas powietrza z obszarem źródłowym nad Atlantykiem.

Dopiero w III dekadzie stycznia przebudowa pola barycznego nad europejskim obszarem synoptycznym doprowadziła do przejściowego napływu zimnych mas powietrza pochodzenia arktycznego z północnego wschodu i północy.

Silnie rozwinięta cyrkulacja o odmianie cyklonalnej i adwekcja ciepłych, choć wilgotnych mas powietrza polarno-morskiego, determinowały częste przemieszczanie się nad Polską frontów atmosferycznych związanych z aktywnymi ośrodkami niżowymi wędrującymi znad Atlantyku nad Skandynawię i dalej na wschód, w kierunku północno-wschodniej części kontynentu. W pierwszych dwóch dekadach stycznia brak charakterystycznego dla okresu zimowego wyżu kontynentalnego na wschodzie Europy umożliwiał swobodny transport mas powietrza o rodowodzie atlantyckim nie tylko nad Polskę, ale również nad Europę Wschodnią. Wpływ dobrze rozwiniętej cyrkulacji zachodniej, zwłaszcza w I i II dekadzie miesiąca, potwierdzają poniższe grafiki, w których opracowano typy cyrkulacji w Polsce w styczniu 2007 w oparciu o rozmieszczenie układów barycznych, kierunek wiatru geostroficznego i dane obserwacyjne ze stacji synoptycznych IMGW I i II rzędu, a także, wzorem Czeskiego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego (ČHMÚ)<sup>2</sup>, sporządzono zestawienie frontów atmosferycznych, które przechodziły nad Warszawą w tym miesiącu.

---

<sup>2</sup>[http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_11\\_Fronty\\_pres\\_Prahu&nc=1&portal\\_lang=cs#PP\\_Fronty\\_pres\\_Prahu](http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_11_Fronty_pres_Prahu&nc=1&portal_lang=cs#PP_Fronty_pres_Prahu)



| <b>Dzień</b>     | <b>Typy cyrkulacji w Polsce w styczniu 2007</b> |
|------------------|-------------------------------------------------|
| 1 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 2 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 3 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 4 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 5 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 6 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 7 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 8 stycznia 2007  | południowo-zachodnia cykloniczna                |
| 9 stycznia 2007  | zachodnia cykloniczna                           |
| 10 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 11 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 12 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 13 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 14 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 15 stycznia 2007 | zachodnia antycykloniczna                       |
| 16 stycznia 2007 | zachodnia antycykloniczna                       |
| 17 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 18 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 19 stycznia 2007 | północno-zachodnia cykloniczna                  |
| 20 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 21 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 22 stycznia 2007 | zachodnia cykloniczna                           |
| 23 stycznia 2007 | brak dominującego typu cyrkulacji               |
| 24 stycznia 2007 | centrum niżu nad Polską                         |
| 25 stycznia 2007 | północno-wschodnia cykloniczna                  |
| 26 stycznia 2007 | klin wyżu nad Polską                            |
| 27 stycznia 2007 | północno-zachodnia cykloniczna                  |
| 28 stycznia 2007 | północno-zachodnia cykloniczna                  |
| 29 stycznia 2007 | centrum niżu nad Polską                         |
| 30 stycznia 2007 | północno-zachodnia cykloniczna                  |
| 31 stycznia 2007 | północno-zachodnia cykloniczna                  |

Tab.1. Typy cyrkulacji w styczniu 2007 w Polsce. Opracowanie własne.

W powyższym zestawieniu wyraźnie widoczny jest długotrwale utrzymujący się naturalny okres synoptyczny z dominacją cyrkulacji strefowej, obejmujący koniec grudnia 2006, pierwsze dwie i sam początek III dekady stycznia 2007. Należy zwrócić uwagę, że zdecydowana większość rozpatrywanego okresu to dominacja cyrkulacji cyklonalnej. Właściwie tylko przez kilka dni większa część kraju znajdowała się na skraju wyżu. Potwierdzeniem tego może być zestawienie frontów atmosferycznych przechodzących przez Warszawę w trakcie całego miesiąca.

| Fronty atmosferyczne przechodzące przez Warszawę w styczniu 2007 |                                |                  |                           |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| Data                                                             | Godzina przejścia frontu (UTC) | Charakter frontu | Kierunek nadejścia frontu |
| 01.01.2007                                                       | 09:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
|                                                                  | 12:00 UTC                      | chłodny          | W                         |
| 02.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 03.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 04.01.2007                                                       | 11:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
|                                                                  | 21:00 UTC                      | chłodny          | W                         |
| 05.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 06.01.2007                                                       | 05:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
|                                                                  | 11:00 UTC                      | chłodny          | W                         |
| 07.01.2007                                                       | 09:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
|                                                                  | 11:00 UTC                      | chłodny          | W                         |
|                                                                  | 13:00 UTC                      | zokludowany      | NW                        |
| 08.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 09.01.2007                                                       | 00:00 UTC                      | chłodny          | W                         |
|                                                                  | 15:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
| 10.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 11.01.2007                                                       | 03:00 UTC                      | chłodny          | W                         |
| 12.01.2007                                                       | 00:00 UTC                      | zokludowany      | W                         |
| 13.01.2007                                                       | 02:00 UTC                      | ciepły           | NW                        |
|                                                                  | 06:00 UTC                      | chłodny          | NW                        |
| 14.01.2007                                                       | 06:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
|                                                                  | 10:00 UTC                      | chłodny          | NW                        |
| 15.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 16.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 17.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 18.01.2007                                                       | 13:00 UTC                      | ciepły           | SW                        |
|                                                                  | 23:00 UTC                      | chłodny          | NW                        |
| 19.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 20.01.2007                                                       | 16:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
|                                                                  | 23:00 UTC                      | chłodny          | NW                        |
| 21.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 22.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 23.01.2007                                                       | 00:00 UTC                      | chłodny          | NW                        |
| 24.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 25.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 26.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 27.01.2007                                                       | 08:00 UTC                      | zokludowany      | NW                        |
| 28.01.2007                                                       | 15:00 UTC                      | ciepły           | W                         |
| 29.01.2007                                                       | 05:00 UTC                      | chłodny          | N                         |
| 30.01.2007                                                       |                                |                  |                           |
| 31.01.2007                                                       | 04:00 UTC                      | ciepły           | W                         |

Tab.2. Zestawienie frontów atmosferycznych przechodzących przez Warszawę w styczniu 2007. Opracowanie własne

Taka sytuacja sprzyjała często pojawiającemu się w Polsce w rozpatrywanym okresie porywistemu wiatrowi. Na stacji synoptycznej Warszawa-Okęcie w całym miesiącu odnotowano aż 22 doby z porywami wiatru, w tym 6 dni z porywami wiatru przekraczającymi prędkość 20 m/s<sup>3</sup>. Jeszcze gorzej sytuacja wyglądała ta w północnej Polsce, zwłaszcza w rejonach nadmorskich, najbardziej narażonych w podobnej, długo utrzymującej się sytuacji synoptycznej. Na stacji w Ustce porywy wiatru występowały **każdego dnia stycznia**, dób z porywami przekraczającymi prędkość 20 m/s było

<sup>3</sup> <http://ogimet.com/cgi-bin/gsynres?ind=12375&ano=2007&mes=1&day=31&hora=18&min=0&ndays=31>



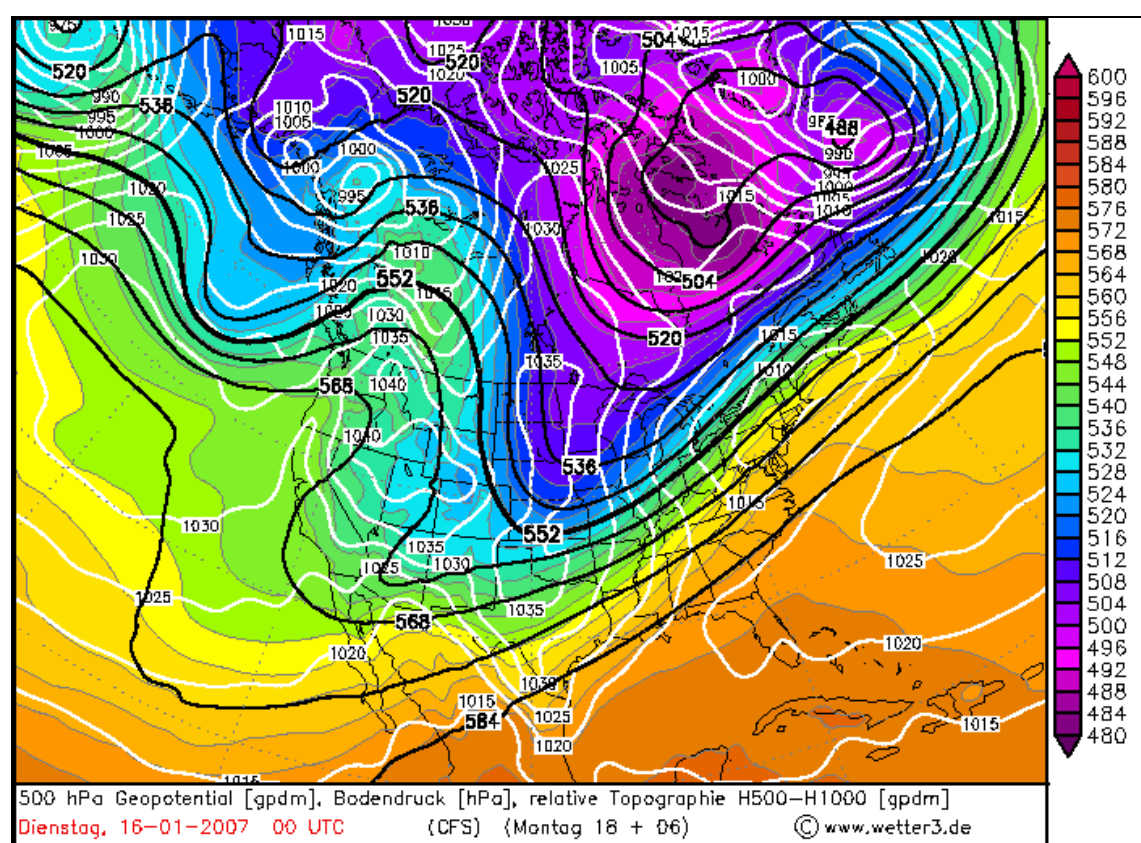
aż 14<sup>4</sup>. Na południu kraju miesiąc ten był tylko trochę spokojniejszy, w Krakowie wystąpiło wtedy 13 dni z porywami wiatru, w tym 5 dób z porywami o prędkości maksymalnej >20 m/s<sup>5</sup>.

### 3. Analiza synoptyczna dynamiki rozwoju i przemieszczania się niżu *Kyrill*

### **3.1 Sytuacja synoptyczna nad Ameryką Północną i północnym Atlantykiem - 16.01.2007:**

Analiza synoptyczna niżej *Kyrill* obejmować będzie okres od 16 stycznia 2007 – momentu, w którym niż znajdował się w stadium fali, do 19 stycznia – jego wyjścia nad Rosję i znalezienia się Polski w tylnej części układu.

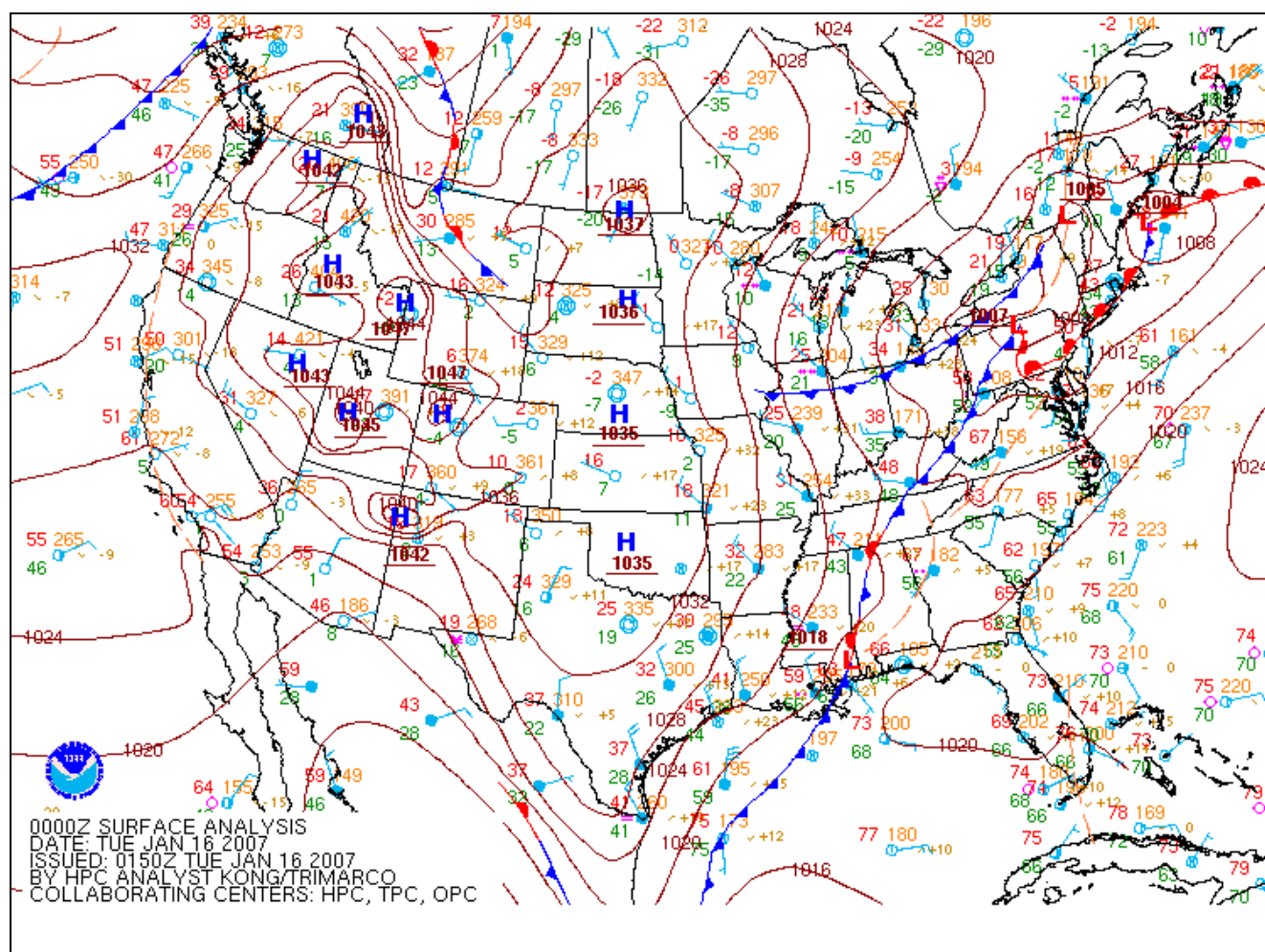
### 3.1.1 Godzina 00:00 UTC, 16 stycznia 2007, Kanada, USA i północny Atlantyk



Ryc. 1. Mapa górna z 00:00 UTC, 16 stycznia 2007. Analiza CFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS\\_Global/2007011600\\_1\\_na.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS_Global/2007011600_1_na.gif)

<sup>4</sup> <http://ogimet.com/cgi-bin/gsynres?ind=12115&ano=2007&mes=1&day=31&hora=18&min=0&ndays=31>

<sup>5</sup> <http://ogimet.com/cgi-bin/gsynres?ind=12566&ano=2007&mes=1&day=31&hora=18&min=0&ndays=31>



Ryc. 2. Synoptyczna mapa dolna obejmująca część Ameryki Północnej z godziny 00:00 UTC 16 stycznia 2007. Źródło: [http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web\\_pages/sfc/sfc\\_archive\\_maps.php?arcdte=01/16/2007&selmap=2007011600&maptype=namussfc](http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web_pages/sfc/sfc_archive_maps.php?arcdte=01/16/2007&selmap=2007011600&maptype=namussfc)

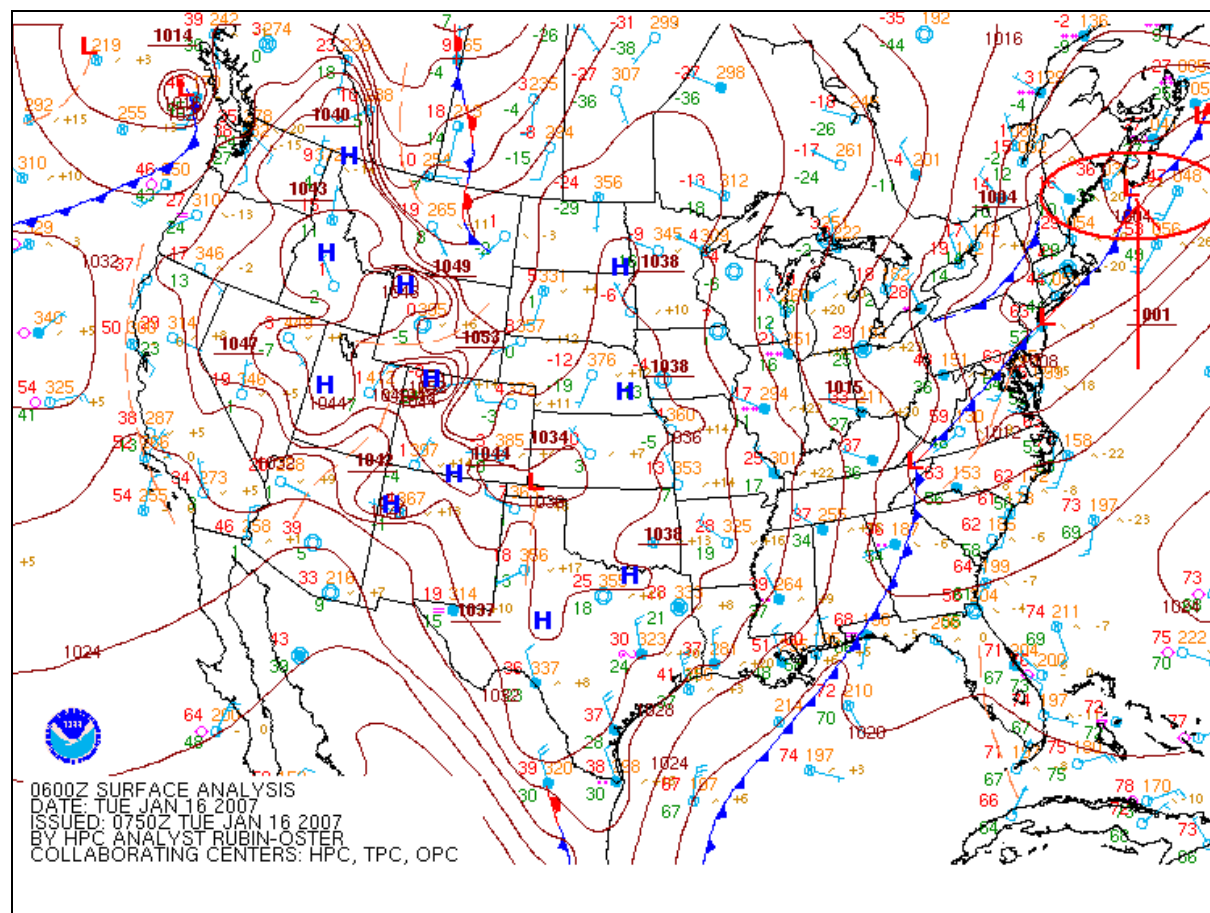
Nad Zachodem Stanów Zjednoczonych umiejscowiony jest silny układ wysokiego ciśnienia rozbudowany w mroźnym i suchym, a zatem i ciężkim powietrzu kontynentalnym. Nad wschodnią część USA napływa natomiast bardzo ciepła i dość wilgotna masa powietrza; widoczny jest tam obszar obniżonego ciśnienia. Obie te masy, różniące się znacząco cechami fizycznymi, oddziela falujący front atmosferyczny, rozciągający się od wschodniej części Stanów Zjednoczonych, przez wybrzeża południowo-wschodnich prowincji Kanady, po północny Atlantyk. Fragment tego frontu znajduje się u wybrzeży Nowej Szkocji.

Na mapach dolnych z tego samego okresu, z obszaru północnej Europy i północnego Atlantyku, widoczna jest dominacja rozległych, dobrze rozbudowanych układów niskiego ciśnienia.

Na mapach górnych natomiast o tej samej porze dnia widoczne są rozległe układy niskiego ciśnienia ze związanymi z nimi licznymi i często dynamicznie rozwijającymi się zatokami. Jeden z wyraźniej odznaczających się w polu ciśnienia niżów górnych widoczny jest na południowy zachód od Grenlandii. Nad centralną część USA sięga związana z nim z nim bardzo rozległa zatoka.

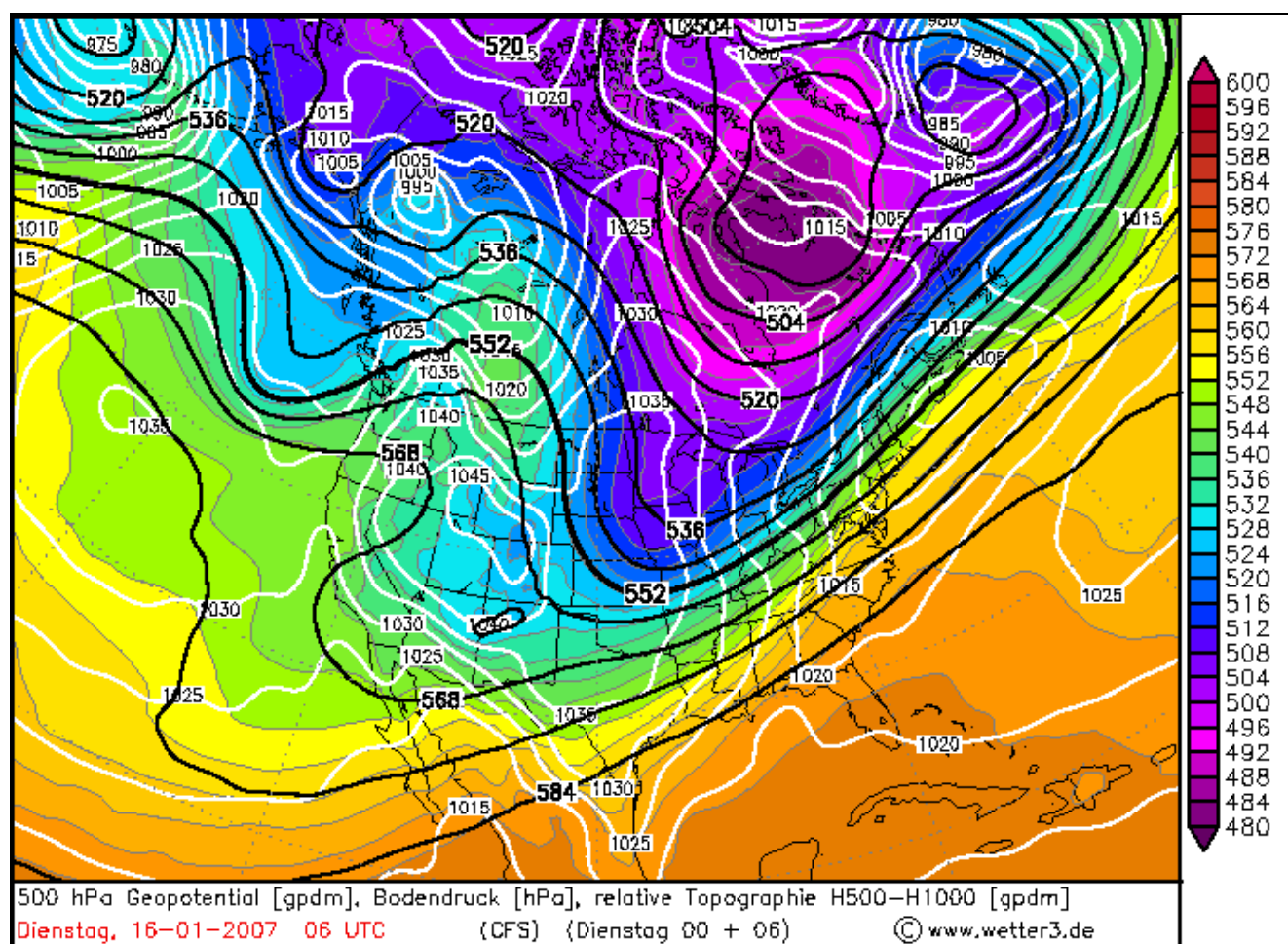
Utrzymujący się duży gradient termiczny nad wschodnim wybrzeżem USA, Nową Szkocją i znaczną częścią północnego Atlantyku sprzyja zwiększonej prędkości przepływu w prądzie strumieniowym. Ta natomiast, wraz z umiejscowieniem frontu głównego w przedniej części zatoki górnej, przyczynia się do dalszego falowania frontu i powstawania na nim nowych ośrodków niżowych.

### 3.1.2. Okres od 06:00 UTC do 12:00 UTC, 16 stycznia 2007, Nowa Szkocja, północny Atlantyk i Europa



Ryc. 3. Synoptyczna mapa dolna obejmująca część Ameryki Północnej z godziny 06:00 UTC 16 stycznia 2007 dostosowana na potrzeby opracowania przez autora. Źródło:  
[http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web\\_pages/sfc/sfc\\_archive\\_maps.php?arcdate=01/16/2007&selmap=2007011606&maptype=namussfc](http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web_pages/sfc/sfc_archive_maps.php?arcdate=01/16/2007&selmap=2007011606&maptype=namussfc)



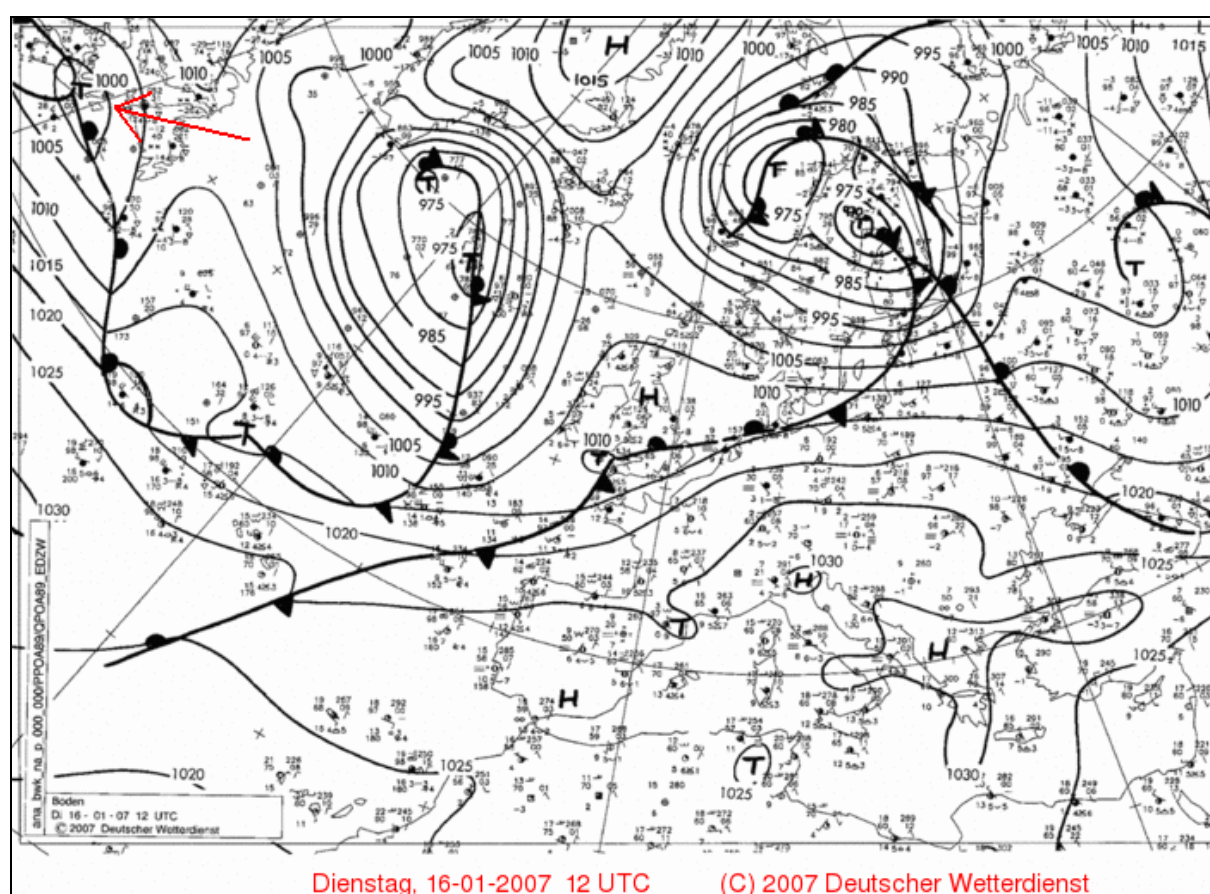


Ryc. 4. Mapa górna z 06:00 UTC, 16 stycznia 2007. Analiza CFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS\\_Global/2007011606\\_1\\_na.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS_Global/2007011606_1_na.gif)

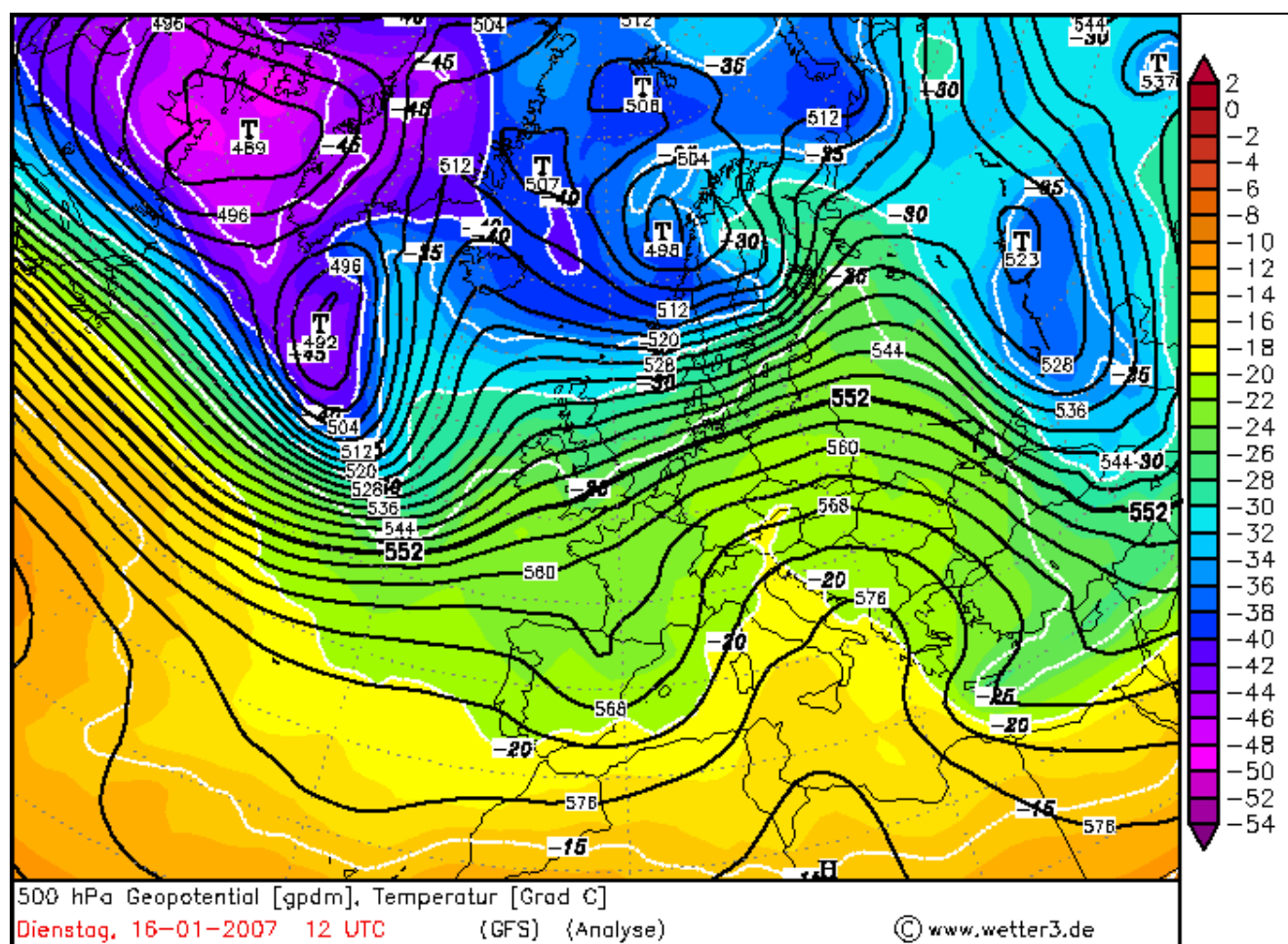
O godzinie 06:00 UTC w rejonie Nowej Szkocji na falującym froncie atmosferycznym widoczny jest płytki ośrodek niskiego ciśnienia (zaznaczony kolorem czerwonym). Ośrodek na chwilę obecną jest w stadium fali, ciśnienie w jego centrum też nie jest bardzo niskie i wynosi 1004 hPa.

Najbardziej istotne w tej chwili są jednak zmiany zachodzące na mapach górnych. Widać bowiem, że położenie widocznej na mapach powierzchni 500 mb zatoki wyraźnie zmieniło się względem okresów minionych i od tego momentu rozpoczyna się jej zdecydowany ruch w kierunku wschodnim. Procesowi temu towarzyszy wyraźne zagęszczenie izohips i wzrost gradientu termicznego. To ma swoje odbicie w prędkości prądu strumieniowego, która również wzrasta i – co za tym idzie – nasila się wirowość dodatnia w przedniej części zatoki górnej. Zachodzące zmiany w polu geopotencjału sprzyjać będą wzrostowi prędkości przemieszczania się powstającego niżu dolnego zgodnie z kierunkiem strumienia w środkowej troposferze (prawie tożsamym z kierunkiem izohips), a także jego szybkiemu pogłębianiu się. **To właśnie w jego punkcie okluzji dojdzie do cyklogenezy**

wtórnej – powstanie niż, który dotrze nad Europę za około dwie doby i to właśnie ich rozwój będzie analizowany w kolejnych częściach opracowania.



Ryc. 5. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD) dostosowana przez autora na potrzeby opracowania. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612_0.gif)



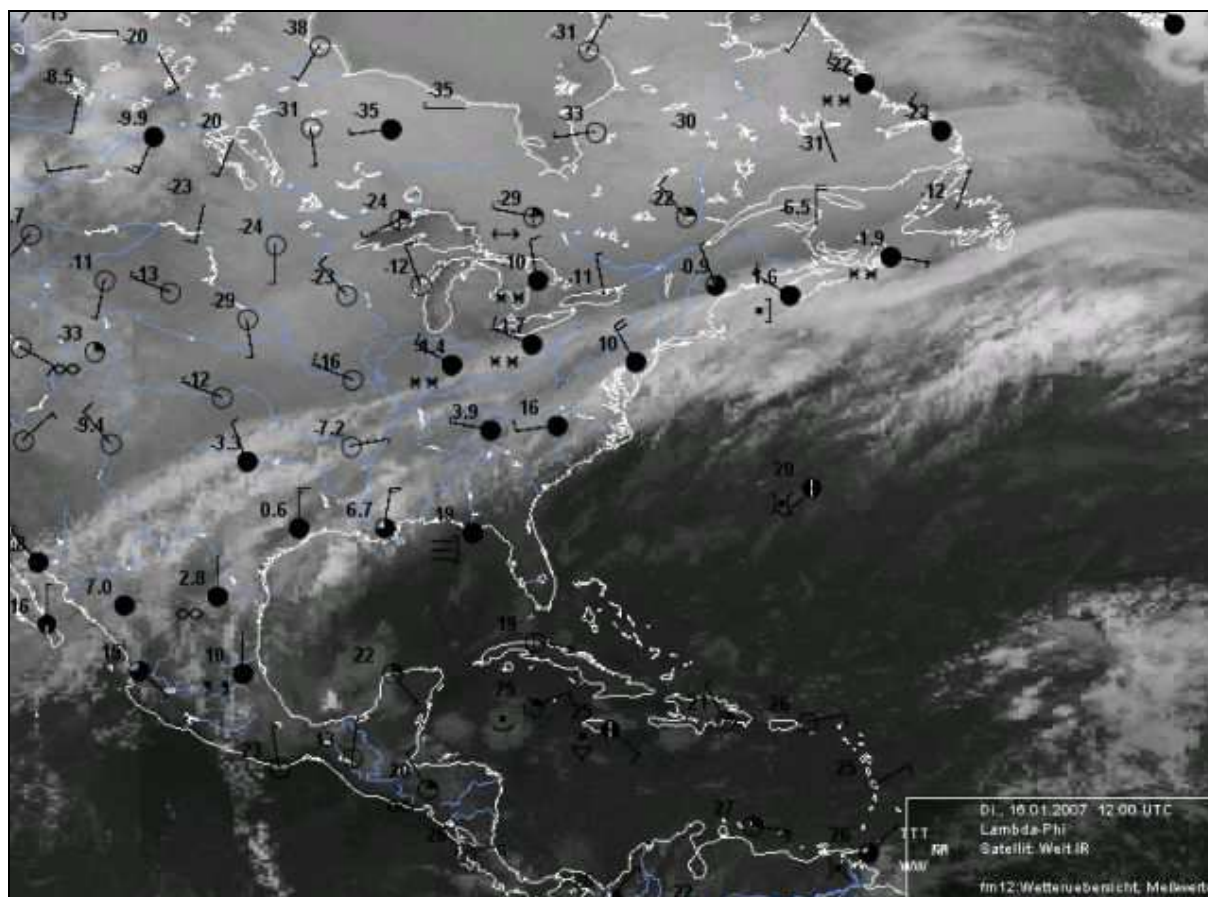
Ryc. 6. Mapa górna z 12:00 UTC, 16 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612_1.gif)

O godzinie 12:00 UTC powstały ośrodek niżowy pojawia się na mapie synoptycznej dolnej Deutscher Wetterdienst (DWD). Od tej pory analizom dolnym służyć będą właśnie mapy Niemieckiej Służby Meteorologicznej.

Na podstawie mapy widzimy, że powstała fala przechodzi bardzo szybko w stadium młodego niżu (zaznaczony czerwoną strzałką). Przemieszcza się on w pobliżu południowych wybrzeży Nowej Fundlandii i Labradoru nad wodami północnego Atlantyku. Przechodzeniu w stadium młodego cyklonu umiarkowanych szerokości geograficznych towarzyszy wyraźne wyodrębnienie się ciepłego wycinka niżu, który oczywiście na tym etapie jego rozwoju jest bardzo rozległy, i jego tylnej części.

Różnica temperatur pomiędzy ciepłą i chłodną masą powietrza w obrębie tworzącego się niżu jest bardzo wysoka. W ciepłej masie powietrza temperatura dochodzi do ponad 20 °C nad Atlantykiem, natomiast w chłodnej spada nawet poniżej -30 °C.



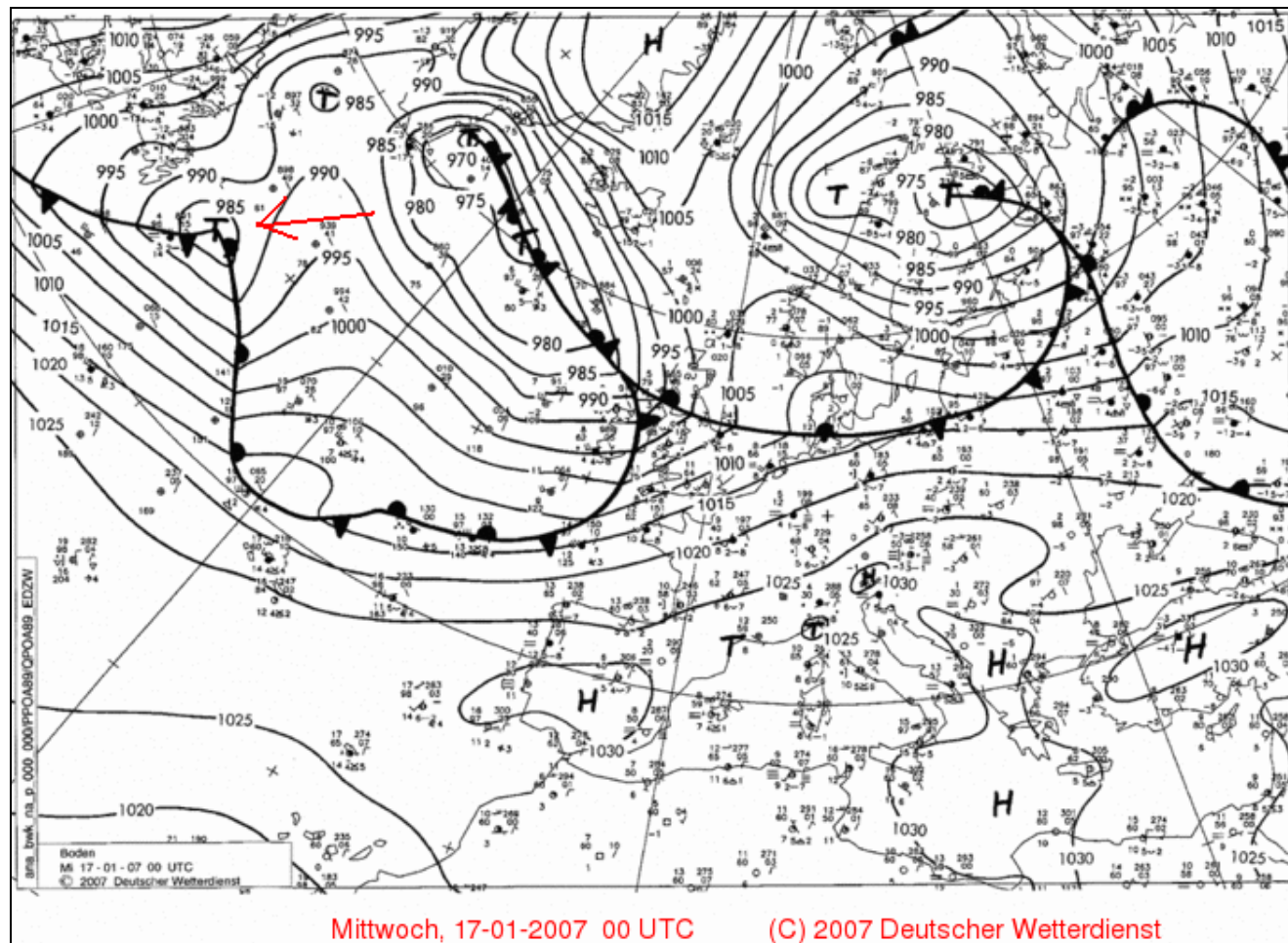


Ryc. 7. Zdjęcie satelitarne obejmujące część Ameryki Północnej i północnego Atlantyku z naniesionymi wybranymi danymi obserwacyjnymi ze stacji synoptycznych. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=354>

Jednocześnie zasygnalizowane wcześniej zmiany na mapach górnych zachodzą w dalszym ciągu (rozległa zatoka górna przemieszcza się na wschód). Tak duży kontrast termiczny i dalszy wzrost prędkości prądu strumieniowego przyczyni się do nasilania się wirowości dodatnich i – co za tym idzie - bardzo szybkiego pogłębiania się niżu dolnego i jego przemieszczaniu się na wschód. Już pomiędzy godziną 06:00 UTC a 12:00 UTC ciśnienie w centrum dynamicznie rozwijającego się niżu spadło z 1004 hPa do 999 hPa. W warunkach opisanych powyżej, w kolejnych godzinach należy spodziewać się jeszcze szybszego spadku ciśnienia wewnątrz układu.

### 3.2 Sytuacja synoptyczna nad północnym Atlantykiem 17 stycznia 2007 i w nocy z 17/18 stycznia 2007

#### 3.2.2. Godzina 00:00 UTC, 17 stycznia 2007, północny Atlantyk



Ryc. 8. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011700\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011700_0.gif)

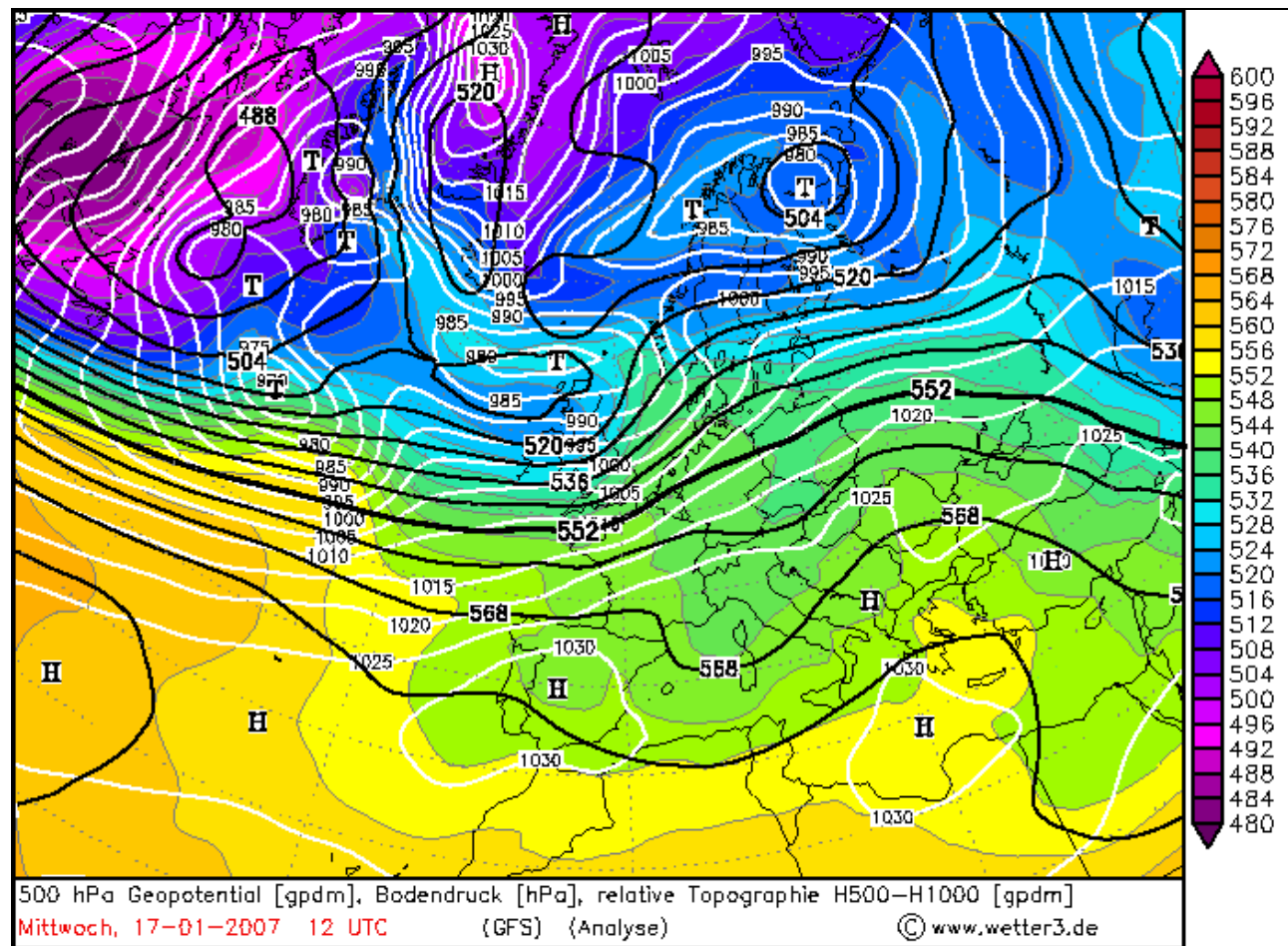
Zachodzące zmiany na mapach dolnych okazują się zgodne z założeniami. W godzinach nocnych 17 stycznia 2007 niż znajduje się już nad północnym Atlantykiem i ciśnienie w jego centrum zmieniło się w sposób taki jak przewidywano. O tej porze dnia spadło ono już do 983 hPa, co oznacza **spadek o 16 hPa w ciągu 12 godzin**.

W obrębie niżu dolnego wciąż panuje spory poziomy gradient termiczny, nie rozpoczął się jeszcze jego proces okluzji. Potwierdza to zamieszczona powyżej mapa synoptyczna DWD, na której front okluzji nie jest jeszcze rysowany, a wycinek ciepły niżu jest wciąż stosunkowo rozległy.

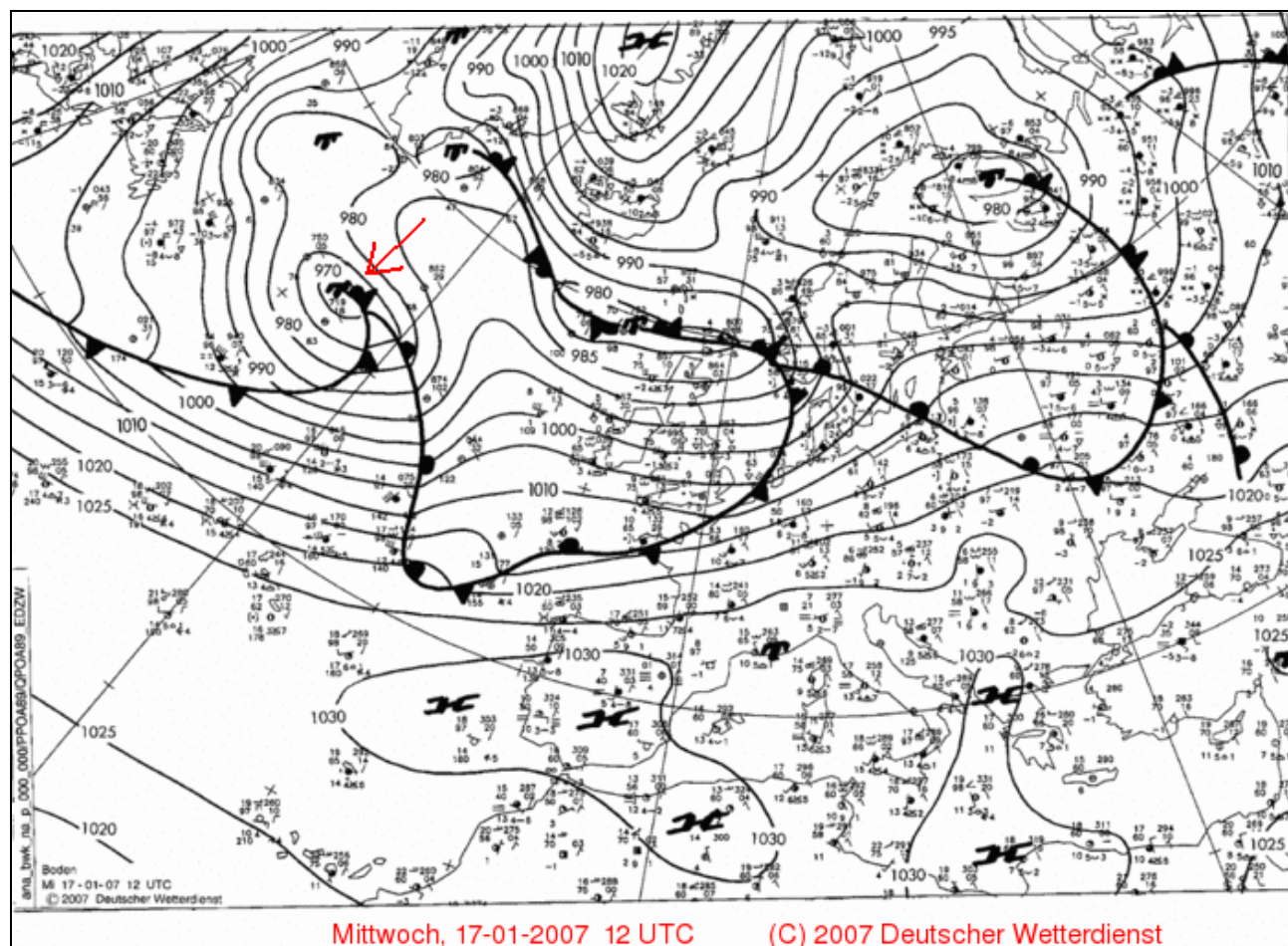


Analiza map poziomu 500 mb z tego samego okresu wskazuje, że niż dolny znajduje się wciąż w przedniej części – na wschód od osi zatoki górnej. Tym samym układ wciąż poddany jest oddziaływaniu silnej, cyklonalnej - dodatniej adwekcji wirowości, co w kolejnych godzinach sprzyjać będzie jego dalszemu pogłębianiu się i przemieszczaniu się w kierunku wschodnim.

### 3.2.3. Godzina 12:00 UTC, 17 stycznia 2007, północny Atlantyk



Ryc. 9. Geopotencjał 500 hPa, topografia względna 500 hPa – 1000 hPa, ciśnienie na poziomie morza. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712_1.gif)



Ryc. 10. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712_0.gif)

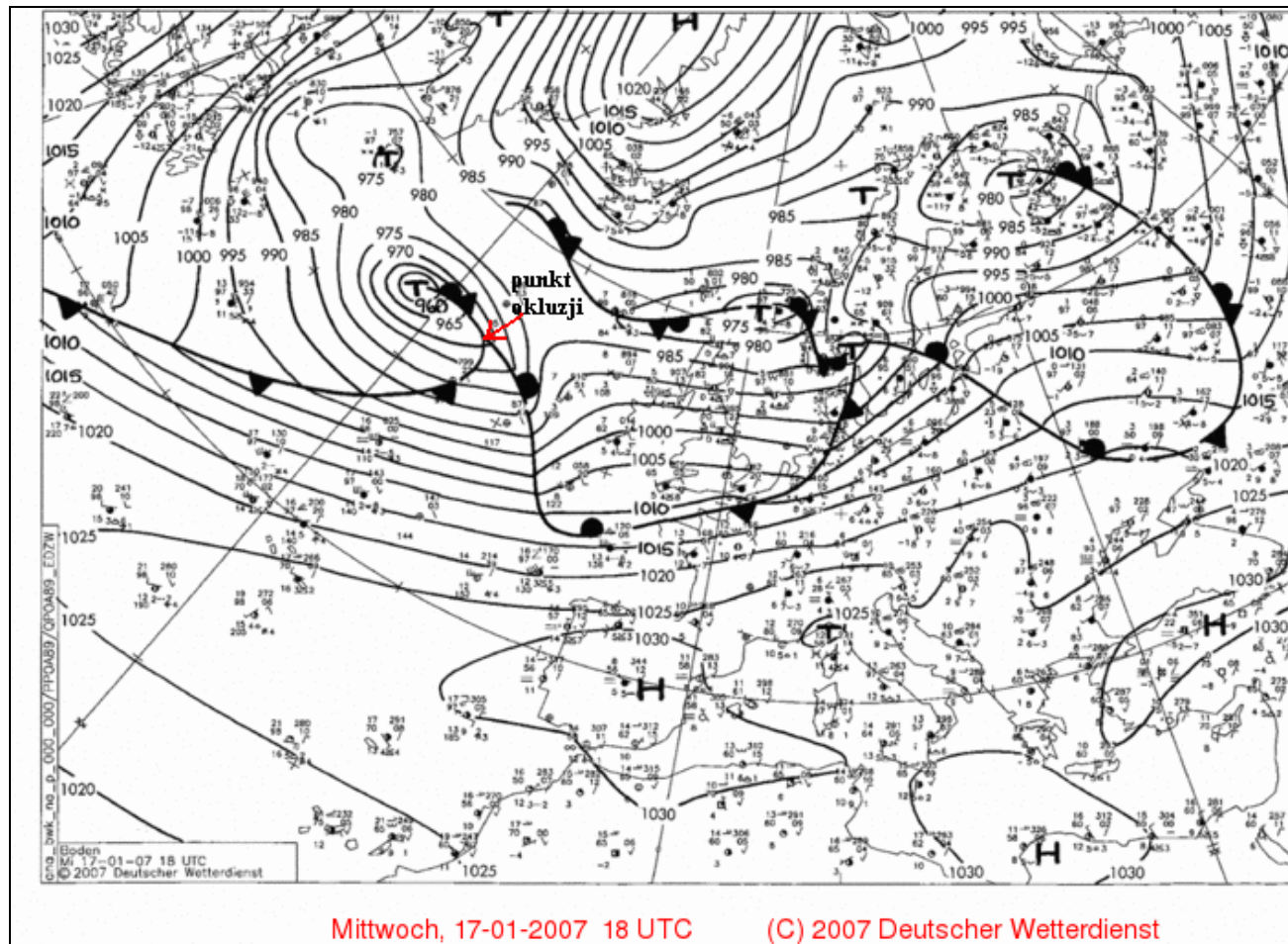
Dwanaście godzin później ciśnienie w centrum niżu dolnego spadło o 15 hPa i o godzinie 12:00 UTC wynosi już **968 hPa**. Jednak, co dość istotne, na mapach temperatury ekwiwalentno-potencjalnej poziomu 850 mb zauważalna jest już postępująca okluzja niżu. Front okluzji zaczyna być rysowany na mapach dolnych DWD (zaznaczony czerwoną strzałką).

Na mapach 500 hPa widoczna jest kolejna, pogłębiająca się w ostatnich godzinach zatoka górna nad północnym Atlantykiem. W kolejnym okresie odegra ona kluczową rolę przy rozwoju niżu wtórnego.

Na podstawie zamieszczonych map widać, że pierwotny ośrodek dolny przemieścił się w kierunku wschodnim, jednak, co bardzo istotne, o godzinie 12:00 UTC znajduje się on już **nieznacznie na zachód względem osi nowopowstałej, głębokiej zatoki górnej**. Taka sekwencja zdarzeń nakazuje spodziewać się, że w kolejnych kilku godzinach pierwotny ośrodek niżowy jeszcze zdoła pogłębić się, gdyż wciąż znajduje się w obszarze oddziaływania PVA, ale osiągnięcie przez

niego fazy dojrzałości jest bardzo bliskie. W perspektywie najbliższych dwunastu godzin ośrodek ten powinien przestać już pogłębiać się, zważywszy na numeryczną prognozę zmian w polu geopotencjału na kolejne terminy, która sugerowała, że niż dolny będzie znajdował się do tego czasu już bardzo wyraźnie na zachód względem osi nowopowstałej zatoki górnej, w obszarze z coraz wyraźniej zaznaczającymi się obszarami ujemnej adwekcji wirowości (NVA), a także ze względu na postępującą okluzję układu.

#### 3.2.4. 18:00 UTC, 17 stycznia 2007, północny Atlantyk



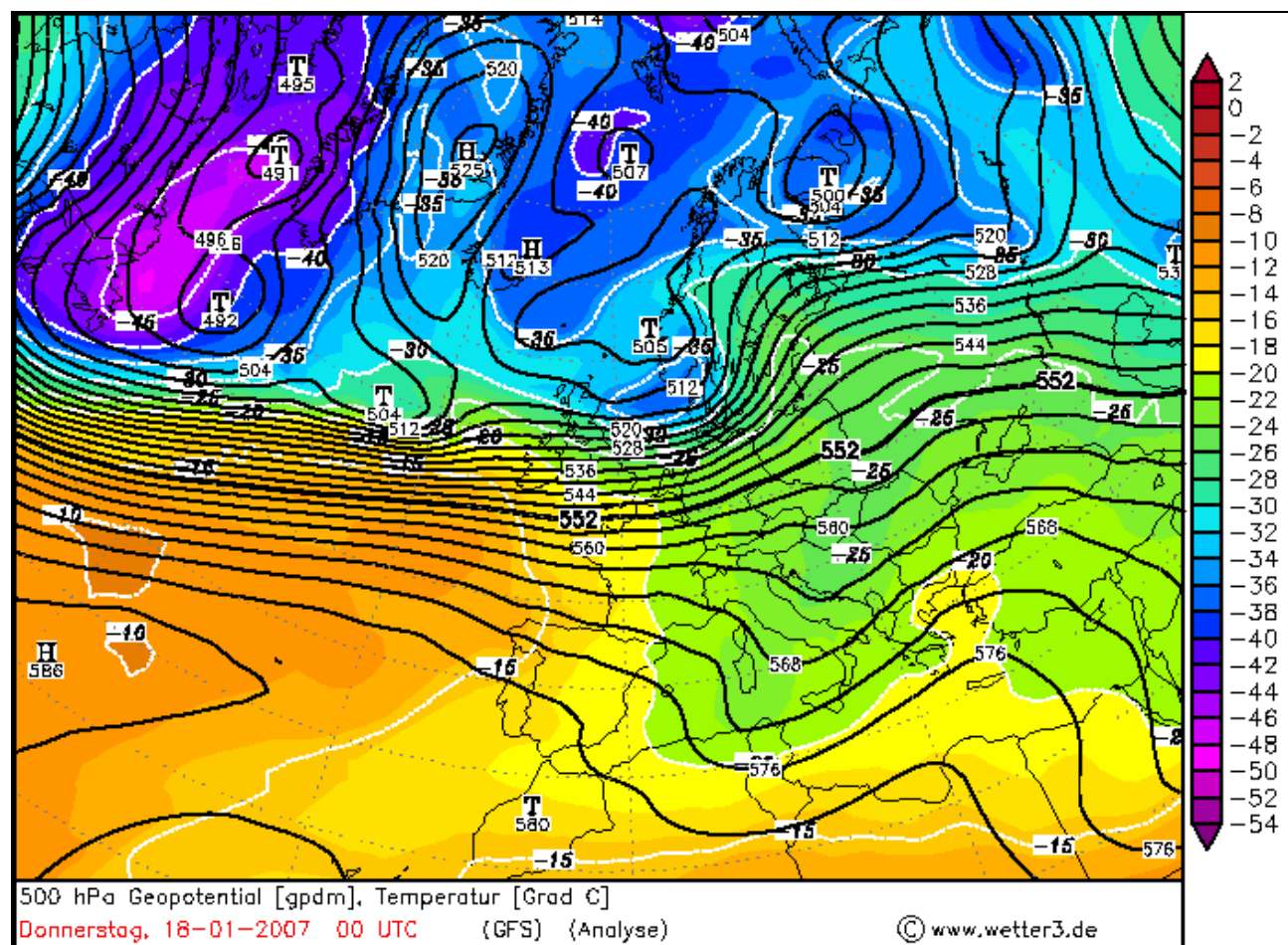
Ryc. 11. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD) dostosowana przez autora na potrzeby opracowania. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011718\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011718_0.gif)

Około godziny 18:00 UTC 17 stycznia niż znajduje się już w fazie dojrzałości i mniej więcej wtedy kończy się proces jego pogłębiania. Ośrodek nadal okluduje się, kontrast termiczny w pobliżu jego centrum nie jest już tak duży jak do tej pory. Mimo to, jak wykazuje analiza synoptyczna dolna DWD – pomiędzy 12:00 UTC a 18:00 UTC ciśnienie spadło wewnątrz układu do **960 hPa**.

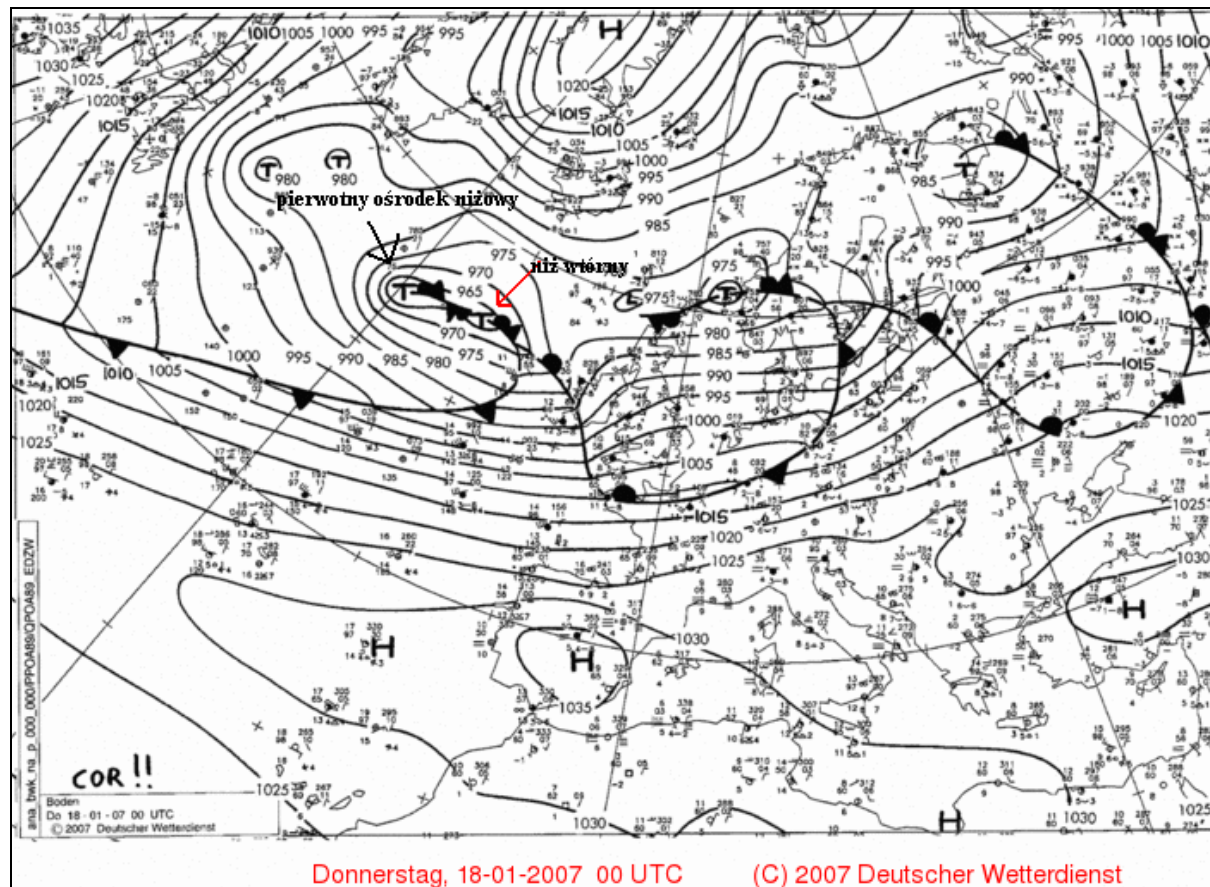


Na mapach 500 mb widać, że niż na poziomie morza znajduje się już w tylnej części zatoki górnej, wskutek czego poddany jest oddziaływaniu antycyklonalnej (ujemnej) adwekcji wirowości. Wykaże to również mapa powierzchni 500 hPa z godziny 00:00 UTC 18 stycznia. Oznacza to, że **proces rozwoju niżu pierwotnego dobiegł końca, teraz ośrodek zacznie się wypełniać, tzn. ciśnienie w jego centrum zacznie wzrastać.**

### 3.2.5. Godzina 00:00 UTC, 18 stycznia – cyklogeneza w punkcie okluzji



Ryc. 12. Mapa górna z 00:00 UTC, 18 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło:  
[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800_27.gif)



Ryc. 13. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD) dostosowana przez autora na potrzeby opracowania. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800_0.gif)

Nad północnym Atlantykiem wciąż widoczna jest ta sama, dość głęboka zatoka górna. Na zamieszczonej mapie należy ją lokalizować w miejscu litery „T”, w niedalekiej odległości od izohipsy 504 gpm, na północ od największego gradientu geopotencjału. Zatoka co prawda nie pogłębiła się już względem rozpatrywanego wcześniej okresu, ale na południe od niej występuje bardzo duże zagęszczenie izohips, co wpływa na bardzo silny przepływ występujący w środkowej troposferze. Zatoka przemieszcza się szybko w kierunku wschodnim.

Co istotne w tym przypadku, niż dolny, będący przedmiotem dotychczasowej analizy, znajduje się nadal na zachód od zatoki górnej, gdzie dominuje ujemna adwekcja wirowości. Podobnie jak w poprzednim okresie, oddziaływanie wirowości antycyklonalnej i położenie na zachód względem osi zatoki górnej powoduje, po pierwsze – spadek prędkości przemieszczania się niżu dolnego, po drugie – jego dalsze wypełnianie się. Ciśnienie w centrum ośrodka pierwotnego wynosi już 964 hPa, co oznacza wzrost o 4 hPa w ciągu 6 godzin.



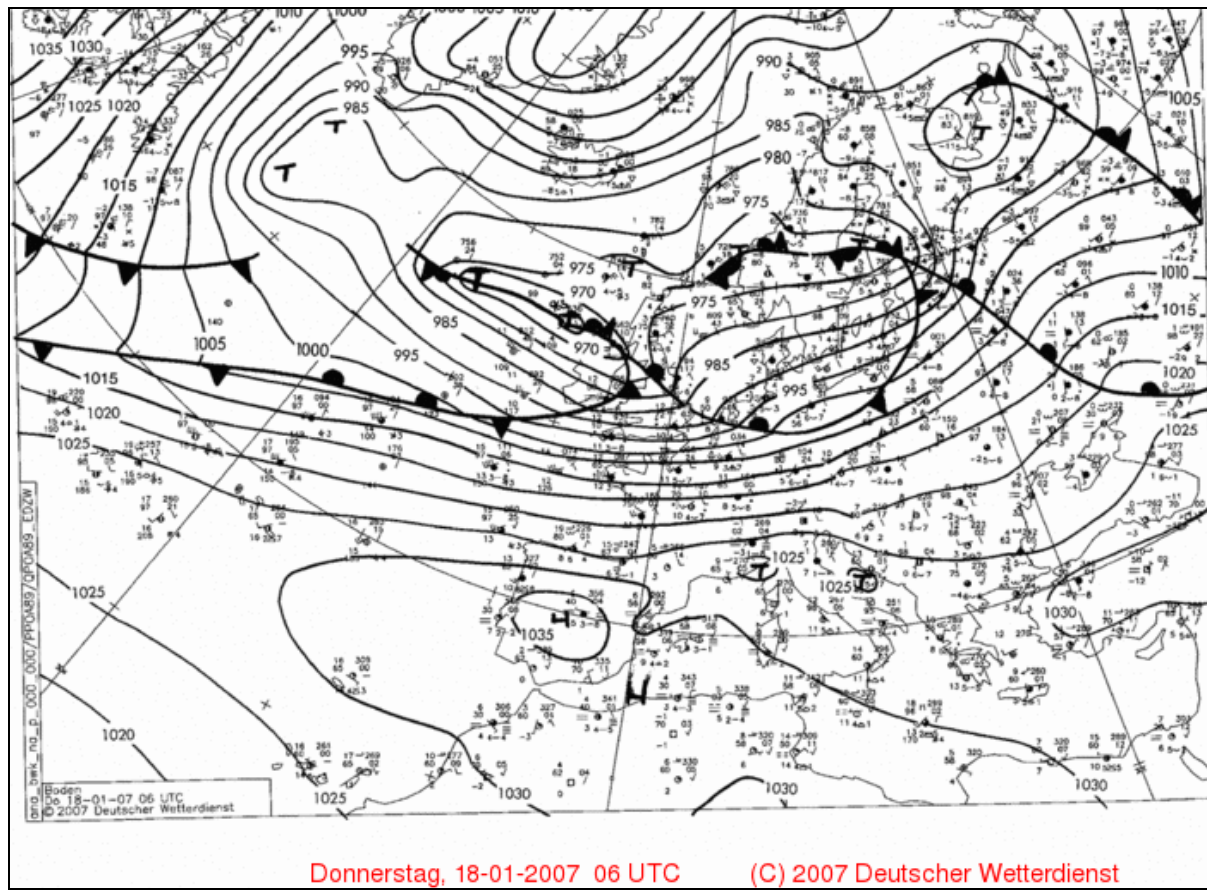
Należy jednak zwrócić uwagę na miejsce, w którym znajduje się punkt okluzji. Punkt okluzji to najbardziej oddalone od centrum niżu miejsce na froncie zokludowanym z nim związanym. Jego lokalizację możemy dostrzec na przykład na podstawie wcześniejszej analizy dolnej Deutscher Wetterdienst (ryc. 14).

Widzimy, że pomimo iż pierwotny niż dolny znajduje się w tylnej części zatoki górnej, to w przypadku punktu okluzji jest już inaczej. **On wciąż znajduje się w przedniej części zatoki widocznej na mapie TB 500 hPa (po jej stronie wschodniej) oraz w lewym obszarze wyjścia silnego prądu strumieniowego.** Na skutek tego punkt okluzji znajduje się w obszarze oddziaływania dodatniej adwekcji wirowości i dywergencji w górnej troposferze. Takie warunki sugerują, że **łada moment powstanie nowy ośrodek niżowy, który będzie przemieszczał się w kierunku wschodnim, a więc obejmie kurs na Europę.** To przejście tego ośrodka skutkować będzie niszczycielskimi wichurami w znacznej części kontynentu europejskiego.

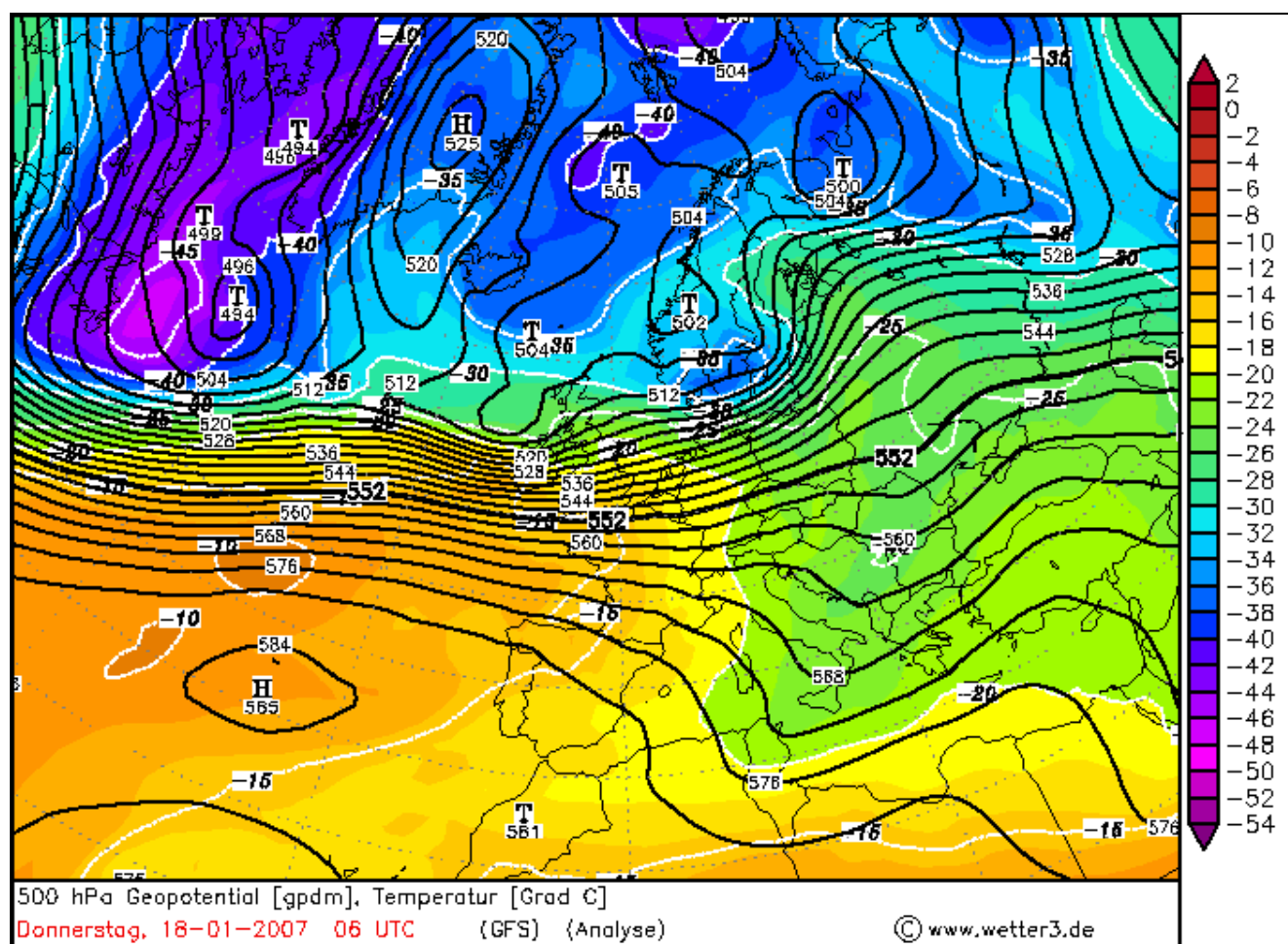
Zachodzące procesy zachodzą zgodnie z powyższymi założeniami, o godzinie 00:00 UTC analiza dolna DWD pokazuje już powstanie nowego ośrodka niskiego ciśnienia, który będzie zmierzał nad Europę. Pod jego wpływ jako pierwsza dostaje się Irlandia, gdzie od zachodu wchodzi ciepły front atmosferyczny niżu *Kyrill*. Ciśnienie w jego centrum w tej chwili wynosi około 965 hPa.

### 3.3. Sytuacja synoptyczna nad północnym Atlantykiem i Europą 18 stycznia 2007 i w nocy z 18/19 stycznia 2007

#### 3.3.1. Godzina 06:00 UTC, 18 stycznia 2007, północny Atlantyk i Europa



Ryc. 14. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806_0.gif)



Ryc. 15. Mapa górna z 06:00 UTC, 18 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło:  
[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806_27.gif)

W pierwotnie rozpatrywanym ośrodku, który jest już dla nas nieistotny, ciśnienie wzrasta. O godzinie 06:00 UTC wynosi już 969 hPa, czyli odnotowano jego wzrost o 5 hPa w ciągu ostatnich sześciu godzin. Natomiast w nowopowstałym ośrodku, będącym właściwym przedmiotem opracowania, ciśnienie w trakcie ostatnich sześciu godzin bardzo nieznacznie obniżyło się - z 965 hPa do **964 hPa**.

Omawiany niż znajduje się w dalszym ciągu w przedniej części zatoki górnej, oddalony jest od niej bardzo nieznacznie na wschód. Centrum niżu znajduje się jeszcze nad północnym Atlantykiem, ale szybko zacznie wchodzić nad Europę. Przepływ w prądzie strumieniowym, z uwagi na bardzo duży gradient geopotencjału na poziomach górnych, jest bardzo silny.

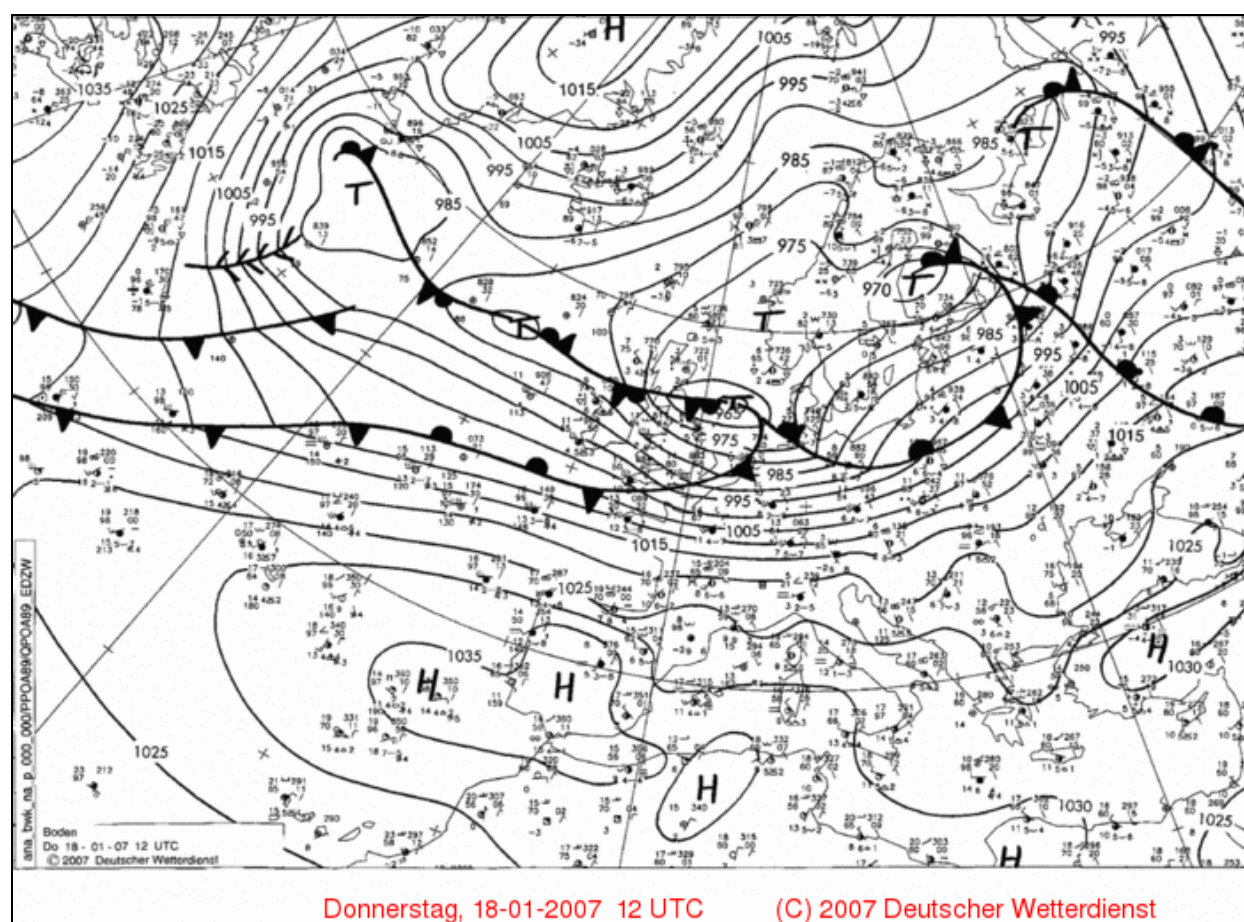
Ulokowanie niżu dolnego bardzo nieznacznie na wschód względem zatoki górnej spowoduje, że ciśnienie w najbliższych godzinach w centrum niżu albo nieznacznie spadnie, albo pozostanie bez zmian. Przewiduje się także jego szybkie przemieszczanie się w kierunku wschodnim.

Na mapie dolnej widzimy, że zwiększa się obszar objęty wpływem niżu *Kyrill*. W tej chwili pod jego całkowitym wpływem znajdują się Wyspy Brytyjskie, z tym że Irlandia jest już w tylnej części niżu, a na przykład Anglia jeszcze w jego wycinku ciepłym. Nad Anglię zmierza już jednak szybko przemieszczający się chłodny front atmosferyczny, gdzie na wielu stacjach występuje maksimum prędkości wiatru (opis w dalszej części opracowania). Front ciepły natomiast wchodzi powoli nad Morze Północne, Kraje Beneluksu i Niemcy, wypierając chłodne, a wprowadzając ciepłe powietrze polarno-morskie.

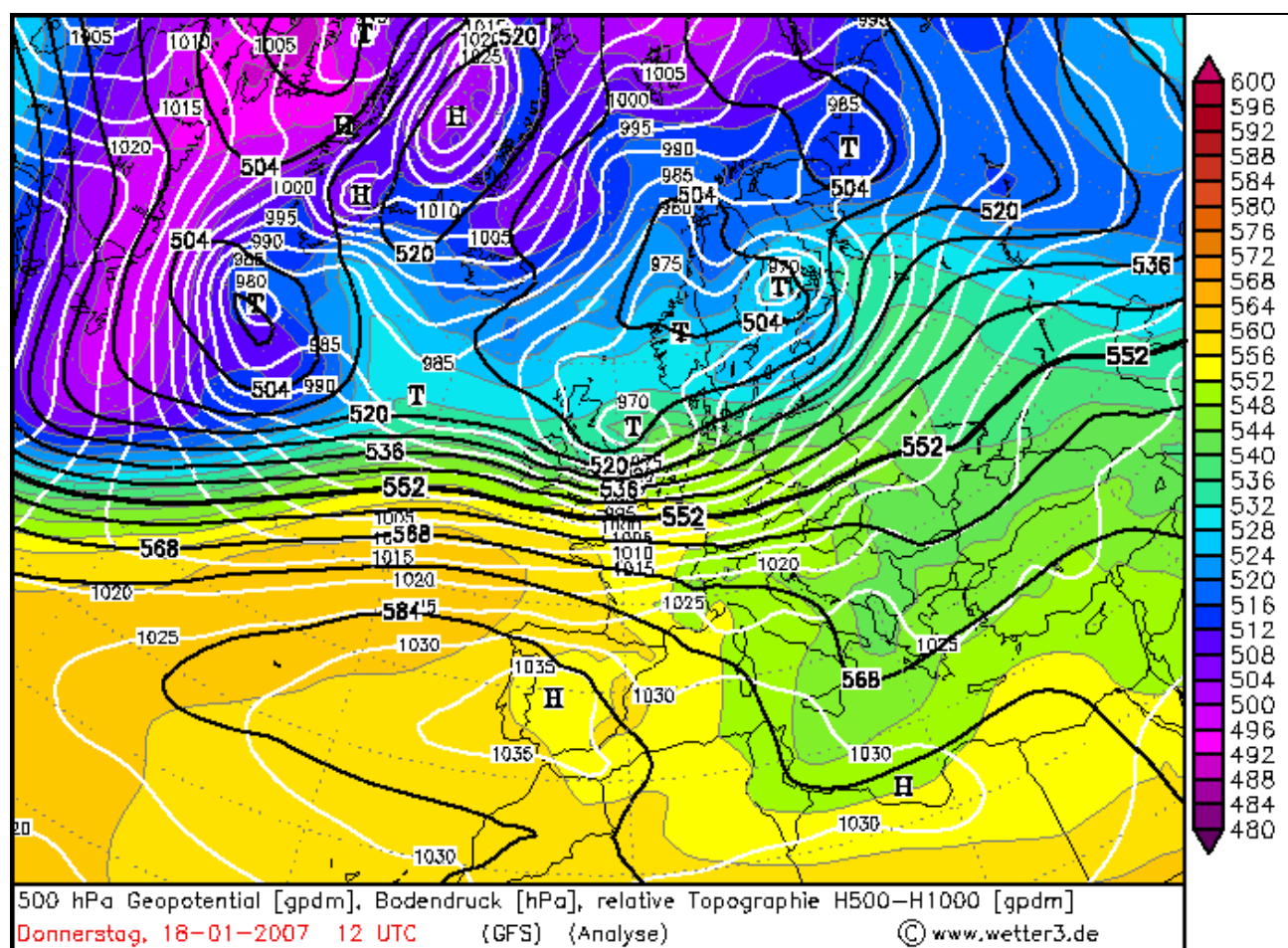
Od razu rzuca się w oczy narastający gradient baryczny pomiędzy opisywanym niżem, a silnym i rozległym układem wysokiego ciśnienia obejmującym niemal całą południową Europę. Centrum silnego i rozległego wyżu znajduje się nad Płw. Iberyjskim, konkretniej nad zachodnią Hiszpanią, gdzie ciśnienie nad ranem osiąga prawie 1038 hPa (stacja Cáceres). To oznacza, że różnica w ciśnieniu po redukcji do poziomu morza pomiędzy oboma układami wynosi aż **74 hPa**. Należy pamiętać, że w rejonie niżu wieje bardzo silny prąd strumieniowy, którego prędkość przekracza 80 m/s (dochodząc do blisko 300 km/h!) i że część tych prędkości schodzi do powierzchni ziemi, zwłaszcza w tylnej części niżu, gdzie powietrze dynamicznie osiada i energia kinetyczna jest największa. W takiej sytuacji bardzo silne, nawet huraganowe porywy wiatru, nie powinny dziwić.



### 3.3.2. 12:00 UTC, 18 stycznia 2007, Europa



Ryc. 16. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_0.gif)

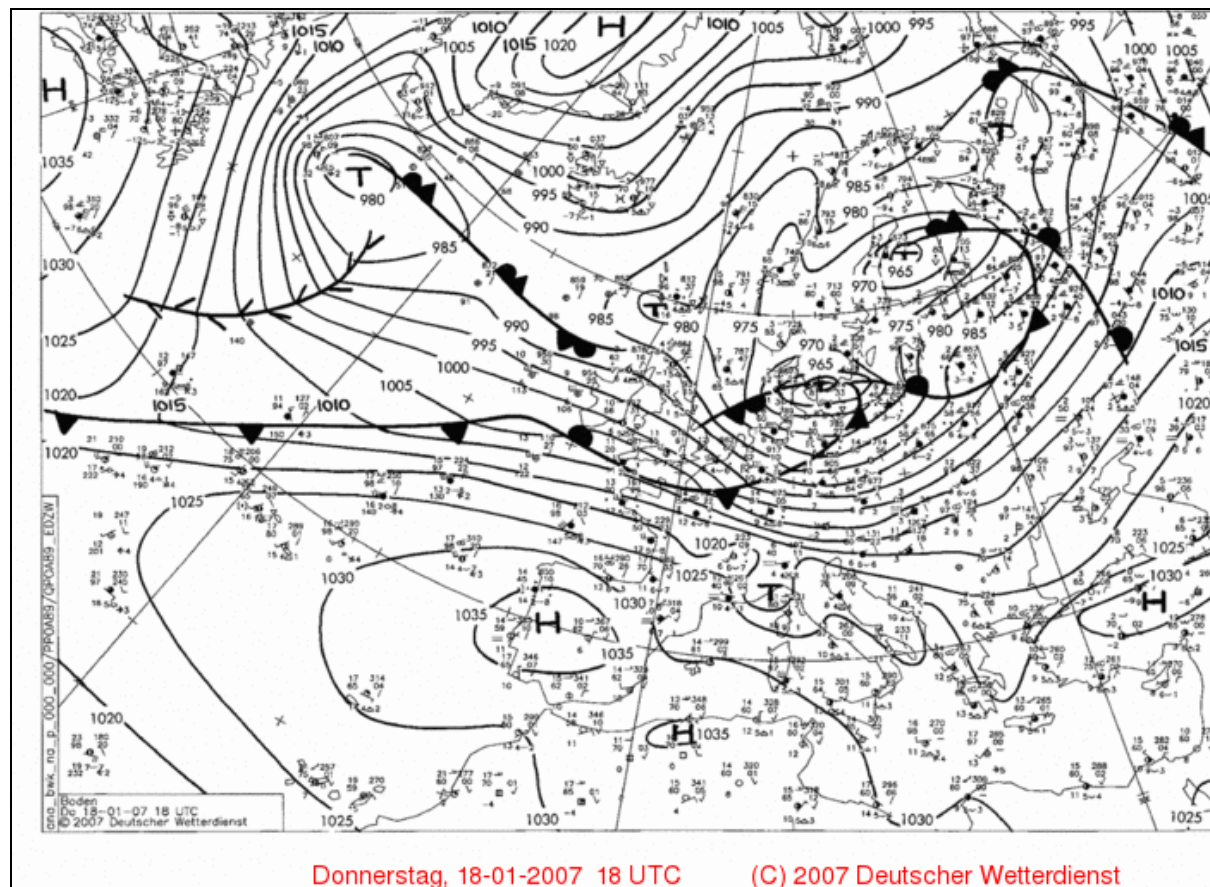


Ryc. 17. Geopotencjał 500 hPa, topografia względna 500 hPa – 1000 hPa, ciśnienie na poziomie morza. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_1.gif)

Pomiędzy godzinami 06:00 UTC a 12:00 UTC niż przemieszcza się na wschód z niewielką składową południową, wędrując znad północnego Atlantyku, przez północną część Wielkiej Brytanii, stamtąd docierając nad Morze Północne. W tym okresie ciepły front atmosferyczny przeszedł już przez znaczną część Niemiec (wyjawszy północno-wschodnie krańce) i od zachodu wszedł także nad Polskę. Rozległy obszar od Polski Południowej, przez znaczną część Niemiec, Czechy, kraje alpejskie po północną Francję i Kraje Beneluksu, jest o 12:00 UTC w ciepłym wycinku niżu. Wielka Brytania od jest już w tylnej części układu (za frontem chłodnym) i następuje tam wzrost ciśnienia. Wczesnym popołudniem panuje tam pogoda typowa dla chłodnej i chwiejnej masy powietrza – duże ścinanie wiatru determinuje dużą jego porywistość przy ziemi, jego prędkość średnia jednak stopniowo zaczyna spadać. Występują opady przelotne. Na obszarach będących w wycinku ciepłym panuje inny typ pogody – przemieszczaniu się niżu i spadkowi ciśnienia towarzyszy postępujący wzrost prędkości wiatru i rozszerzenie się strefy opadów ciągłych.

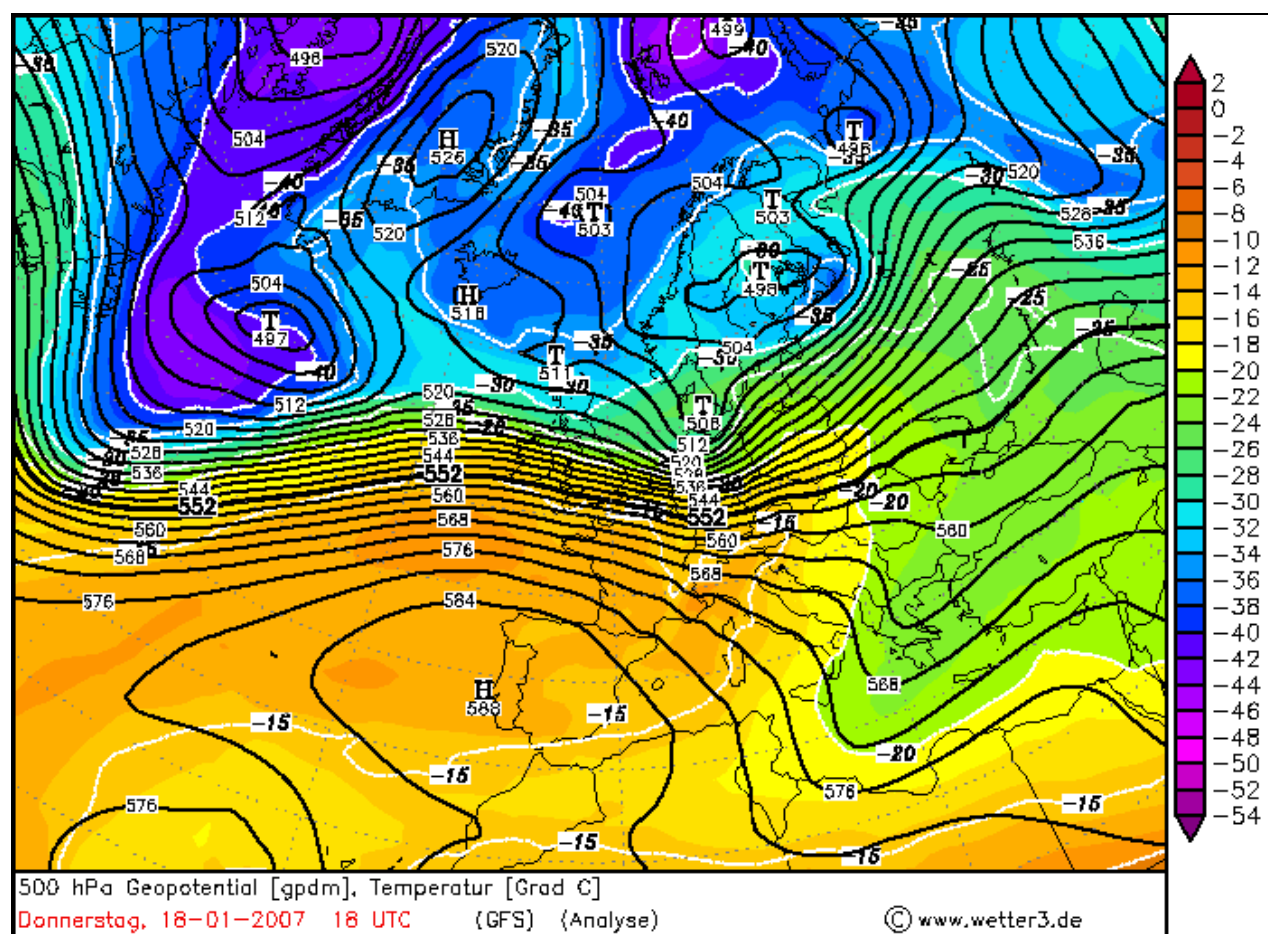
Sytuacja baryczna natomiast zmieniła się o tyle, że zarówno ośrodek dolny, jak i odpowiadająca mu górna zatoka, są już nad Europą. Co niezwykle istotne – niż dolny wciąż znajduje się na wschód od zatoki górnej, czyli w jej przedniej części. Utrzymuje się bardzo silny przepływ w prądzie strumieniowym, wywołany dużym gradientem geopotencjału, co implikuje dalsze szybkie przemieszczanie się niżu dolnego, jego głębokość jednak w perspektywie najbliższych godzin powinna albo pozostać bez zmian, albo ośrodek nieznacznie pogłębi się. Na godzinę 12:00 UTC ciśnienie w jego centrum wynosi **964 hPa**, czyli w trakcie ostatnich 6 godzin nie zmieniło się.

### 3.3.3. Godzina 18:00 UTC, 18 stycznia 2007, Europa



Ryc. 18. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818_0.gif)





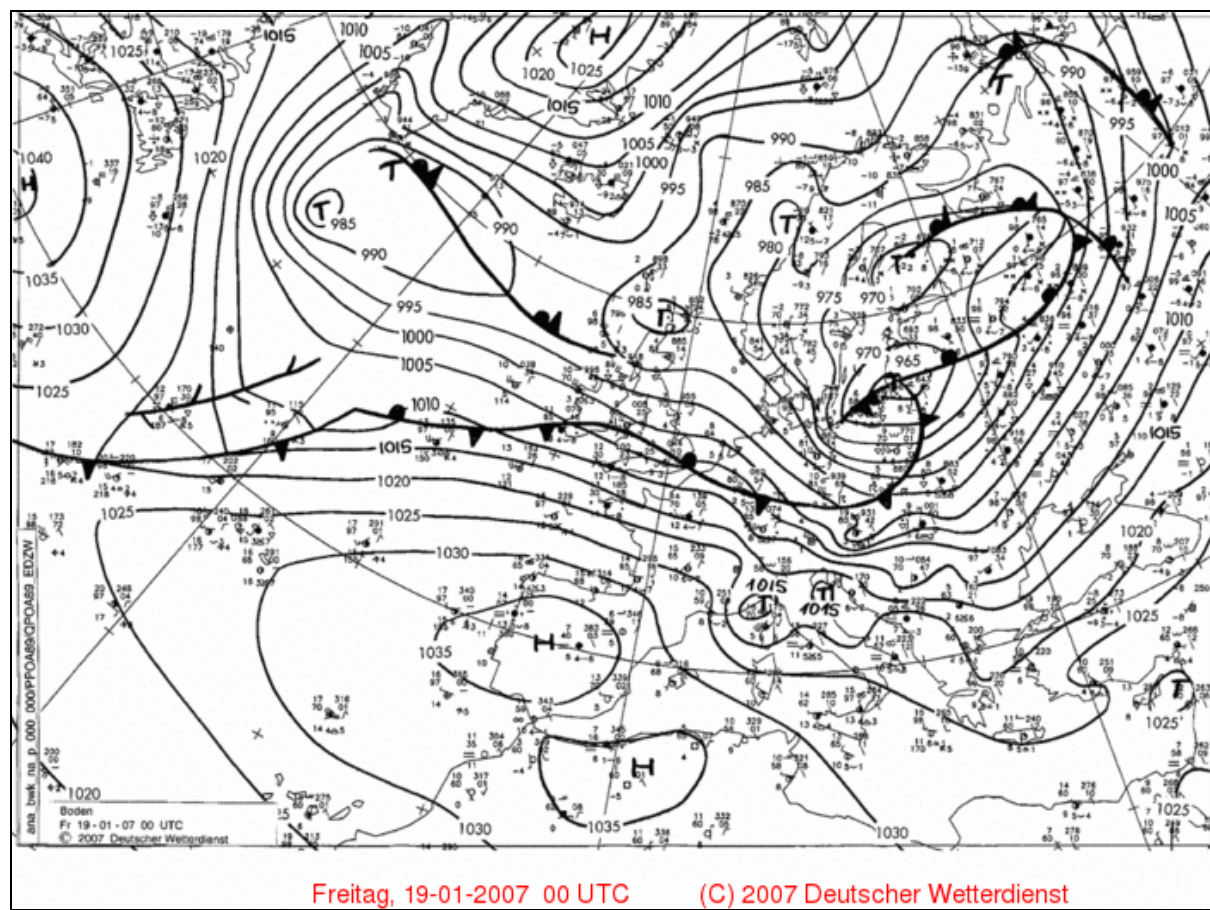
Ryc. 19. Mapa górna z 18:00 UTC, 18 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło:  
[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818_27.gif)

Pomiędzy godziną 12:00 UTC a 18:00 UTC niż przemieszcza się nadal w kierunku wschodnim - znad Morza Północnego docierając nad Cieśniny Duńskie. Zestawiając mapę dolną z mapą górną poziomu 500 mb z 18:00 UTC widzimy, że głęboka zatoka górna znajduje się w bliskim sąsiedztwie ośrodka przyziemnego – wciąż jednak umiejscowiona jest nieznacznie na zachód od niego i prognozy numeryczne sugerują, że taka sytuacja utrzyma się też w kolejnych godzinach. Zarówno przy ziemi, jak i w wyższych partiach troposfery, utrzymuje się bardzo duży gradient baryczny pomiędzy analizowanym układem niskiego ciśnienia a silnym i stabilnym wyżem z centrum nad Półwyspem Iberyjskim. O godzinie 18:00 UTC największy gradient ciśnienia obserwowany jest nad Niemcami. Nad znaczną częścią tego kraju przemieścił się już chłodny front atmosferyczny (rozciągający się od polskiego Pomorza i Brandenburgii, przez zachodnią część Niemiec, po północną Francję), jeszcze południowo-wschodnia część Niemiec jest w ciepłym wycinku niżu, w którym znajduje się także, między innymi, przeważająca część Polski. W strefie frontu chłodnego występują już bardzo aktywne zjawiska konwekcyjne w postaci burz (szczegóły w dalszej części opracowania). To wszystko

powoduje, że o 18:00 UTC największe średnie prędkości wiatru i najsilniejszy wiatr w porywach występuje właśnie na obszarze Niemiec. Bardzo porywisty wiatr notuje się jeszcze w Krajach Beneluksu, wyraźnie wzrasta prędkość wiatru w ciepłym wycinku niżu, m.in. w Polsce.

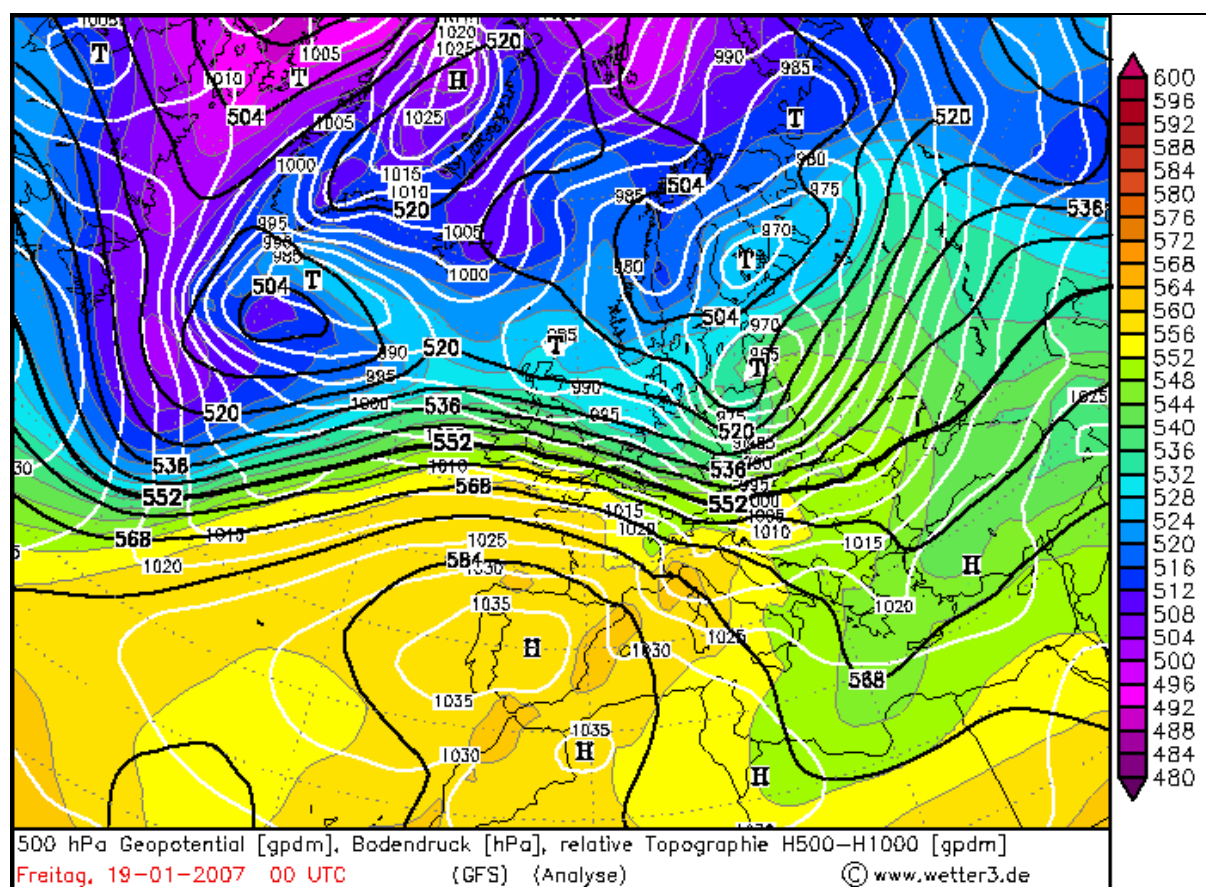
O godzinie 18:00 UTC w centrum niżu, znajdującego się nad Kattegat, ciśnienie spadło do **963 hPa**, czyli przez 6 godzin zmieniło się bardzo nieznacznie. Na stacji synoptycznej w Kopenhadze wynosi ono 964 hPa. Analiza sytuacji termo-barycznej w środkowej i dolnej troposferze wykazuje, że ośrodek będzie nadal przemieszczał się na wschód, wchodząc dalej nad Morze Bałtyckie. Zmiana ciśnienia w jego centrum, zważywszy na fakt, że niż dolny znajduje się w niedalekiej odległości na wschód od zatoki górnej, powinna być taka sama jak w okresie wcześniejszym. Strefa najsilniejszego wiatru powoli zbliża się więc do Polski.

#### 3.3.4. Godzina 00:00 UTC, 19 stycznia 2007, Europa



Ryc. 20. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_0.gif)



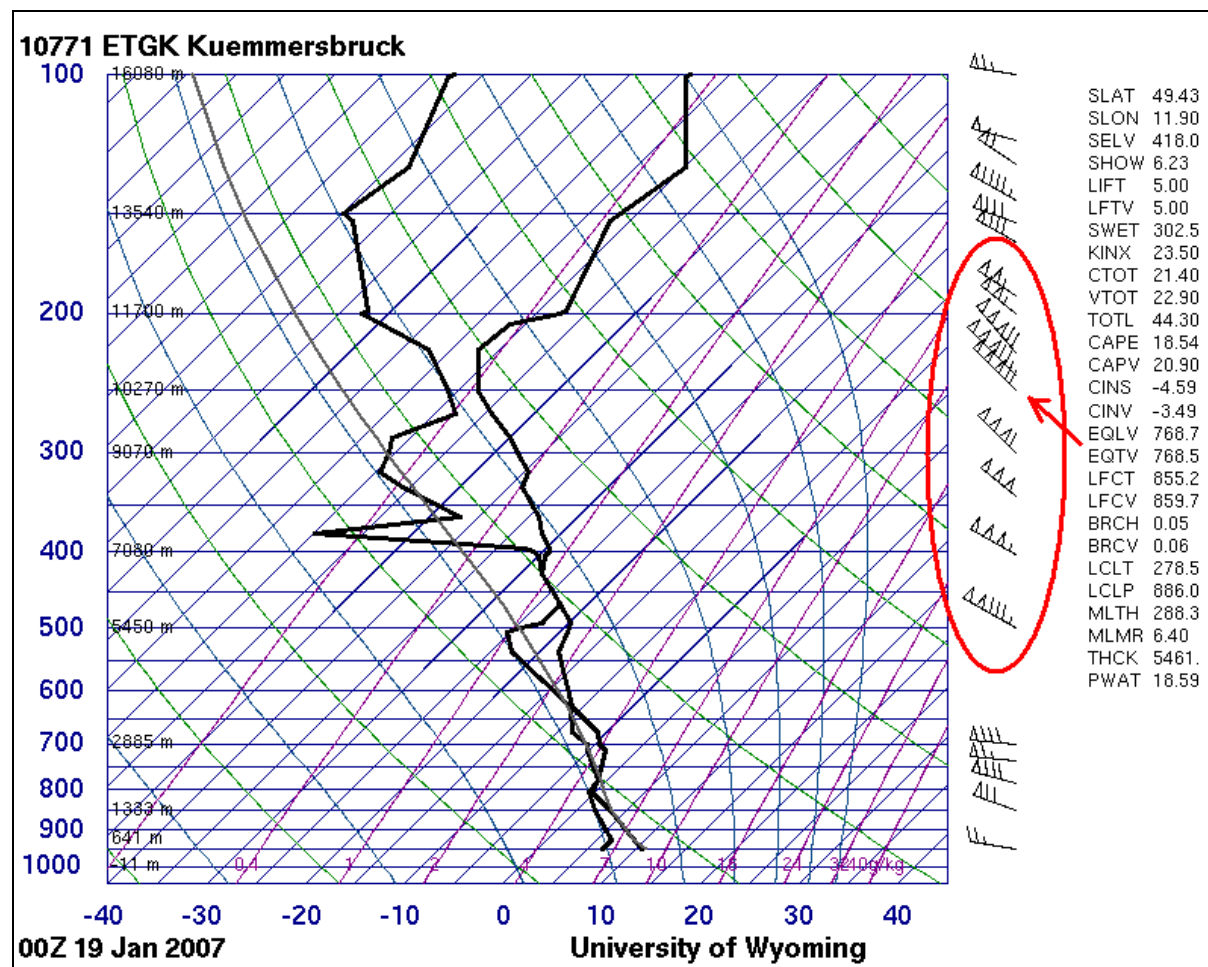


Ryc. 21. Geopotencjał 500 hPa, topografia względna 500 hPa – 1000 hPa, ciśnienie na poziomie morza. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_1.gif)

W pierwszej połowie nocy z 18 stycznia 2007 na 19 stycznia 2007 zmiany zachodzą w spodziewany sposób – ośrodek niżowy dociera nad południowy Bałtyk, a wraz z nim bardzo szybko przemieszcza się układ frontów atmosferycznych z nim związany. Na froncie chłodnym (do godziny 00:00 UTC docierającym nad obszar od Podlasia po wschodnią Małopolskę) w wielu miejscach występuje maksimum prędkości wiatru oraz towarzyszące mu silne przelotne opady deszczu, licznie pojawiają także burze, które najsilniejsze porywy wiatru przyniosły 18 stycznia wieczorem na Dolnym Śląsku, Ziemi Lubuskiej i w centrum kraju. Strefa największego gradientu barycznego jest o godzinie 00:00 UTC nad Polską. Gradient baryczny nad Europą Zachodnią stopniowo zmniejsza się, co determinuje spadek prędkości wiatru tamże.

Analiza map dolnych i map powierzchni 500 hPa wykazuje, że ośrodek na poziomie morza oddalony jest nieco bardziej na wschód względem osi zatoki górnej, w porównaniu do okresu sprzed 6 godzin i tym samym umiejscowiony jest nadal w jej przedniej części, dzięki czemu niż dolny jest poddany oddziaływaniu adwekcji wirowości dodatniej. Przepływ powietrza w prądzie strumieniowym

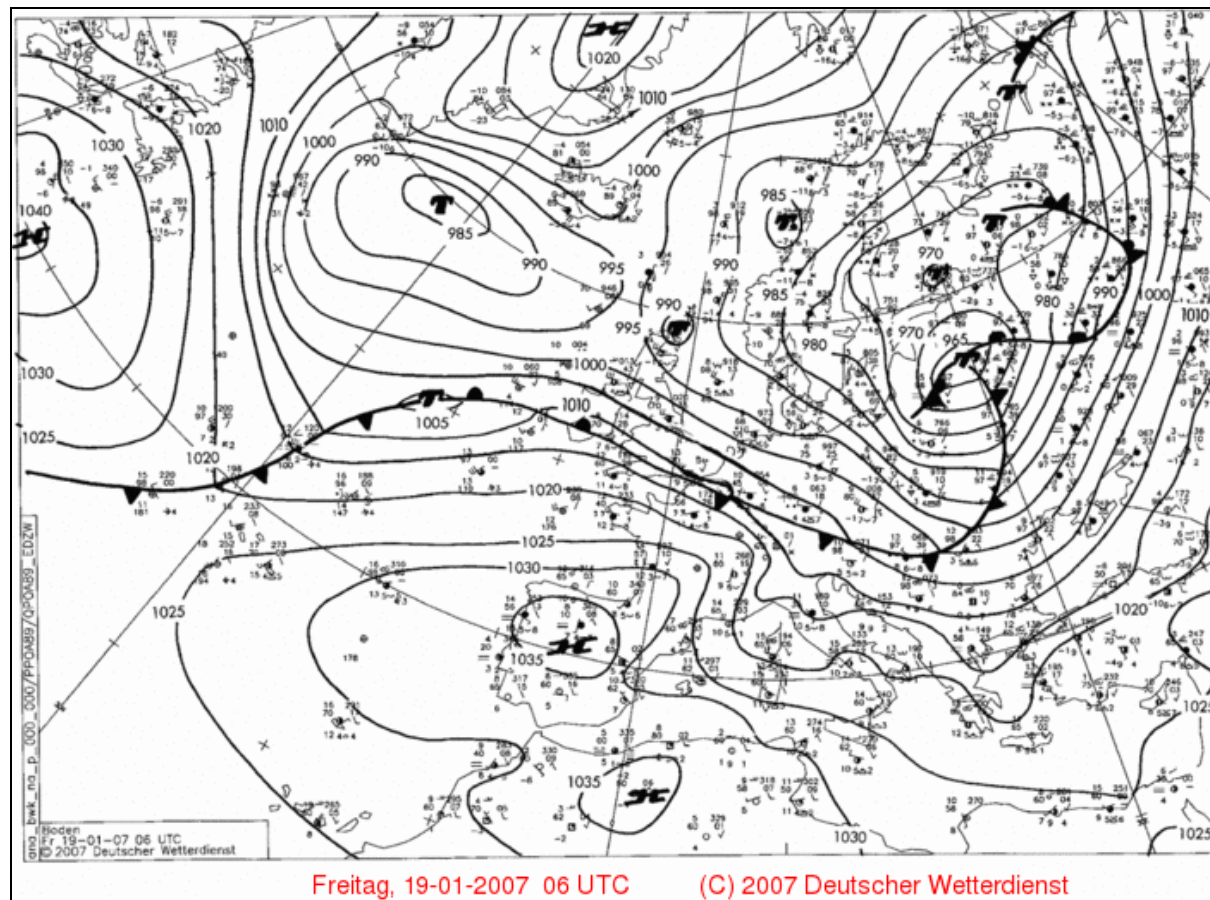
jest bardzo silny – nad Bawią o godzinie 00:00 UTC na powierzchni izobarycznej 500 hPa wieje z prędkością ponad 250 km/h – 136 kt, tuż nad powierzchnią 300 hPa prędkość wiatru przekracza 320 km/h, wynosząc 175 kt).



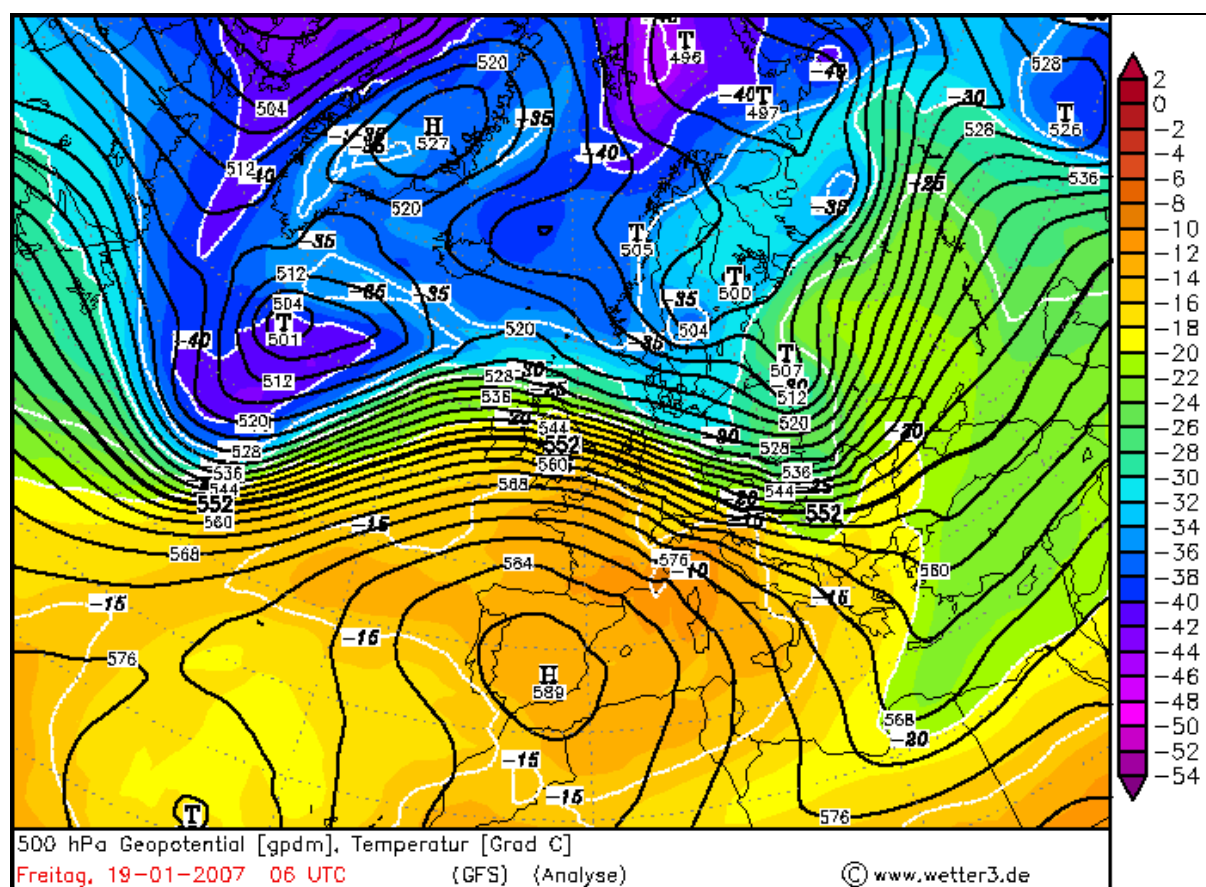
Ryc. 22. Diagram Skew-T z Kuemmersbruck z 00:00 UTC, 19 stycznia 2007, dostosowany do potrzeb opracowania. Źródło: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

Ciśnienie w centrum niżu w połowie nocy wynosi około **962 hPa**. Sytuacja baryczna, którą opisano powyżej, sprzyjać będzie dalszemu pogłębianiu się niżu w trakcie przemieszczania się nad Bałtykiem, w krótkim czasie po wejściu nad ląd jednak ciśnienie w układzie przestanie spadać.

### 3.3.5. Godzina 06:00 UTC, 19 stycznia 2007, Europa



Ryc. 23. Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906_0.gif)



Ryc. 24. Mapa górna z 06:00 UTC, 19 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906_27.gif)

Podczas przemieszczania się nad Morzem Bałtyckim kończy się proces pogłębiania niżu. Tuż po jego wejściu nad Kraje Nadbałtyckie ciśnienie na krótko spada w ośrodku do około 960 hPa. O godzinie 03:00 UTC (04:00 czasu polskiego) na stacji synoptycznej Dyneburg na Łotwie ciśnienie zredukowane do poziomu morza wynosi **959,8 hPa<sup>6</sup>** i jest to najniższe zanotowane ciśnienie po redukcji do poziomu morza zaobserwowane na stacjach meteorologicznych podczas przechodzenia tego niżu. Podczas przemieszczania się nad lądem ośrodek już nie pogłębia się.

Dodatkowo, na mapach górnych widzimy stopniowo zmniejszającą się prędkość przepływu w prądzie strumieniowym i zmniejszający się kontrast termiczny w obrębie ośrodka dolnego. To, wraz z tarcieniem o podłoże oraz odcięcie od zasobów pary wodnej znad morza, **prowadzić będzie do stopniowego wypełniania się niżu**, czyli wzrostu ciśnienia w jego centrum.

<sup>6</sup> <http://ogimet.com/cgi-bin/gsynres?ind=26544&lang=en&decoded=yes&ndays=2&ano=2007&mes=01&day=19&hora=06>



O godzinie 06:00 UTC cała Polska i Europa Środkowa znajduje się kilka godzin po przejściu chłodnego frontu atmosferycznego, w tylnej części niżu. Gradient baryczny zmniejsza się, ale wciąż jest relatywnie duży. W tylnej części niżu, gdzie energia kinetyczna jest większa niż w wycinku ciepłym i gdzie napływa chłodna i chwiejna masa powietrza z rozwijającymi się w niej licznie zjawiskami konwekcyjnymi w postaci opadów przelotnych, spora jest porywistość wiatru, ale porywy przekraczające prędkość 25 m/s (90 km/h) są już rzadkością. To oznacza, że **cykl przejścia niżu Kyrill nad Europą Zachodnią i Środkową stopniowo dobiega końca** i na tym etapie zakończona zostaje również jego analiza synoptyczna.

W wyniku przebudowy pola termo-barycznego nad Europą niż ten przez najbliższe dni będzie znajdował się nad Rosją, prędkość jego przemieszczania się znacznie spadnie. Ostatecznie *Kyrill* wypełni się nad Morzem Karskim w III dekadzie stycznia, a jego wpływ na pogodę w Polsce całkowicie zakończy się już 20 stycznia w nocy, kiedy to od zachodu zaczną nasuwać się kolejny, jednak już nie tak głęboki i przemieszczający się innym torem niż.

#### **4. Pogoda w Polsce w dniach 18.01.2007 i 19.01.2007:**

Pod wpływ niżu *Kyryll* najwcześniej dostały się zachodnie rejony Polski, gdzie jego oddziaływanie zaczęło odznaczać się już nad ranem 18 stycznia. Niż wpływał na pogodę w kraju do nocy z 19 na 20 stycznia, kiedy to Polska znajdowała się w jego tylnej części.

Analizą objęty zostanie okres od wczesnych godzin porannych czwartku 18 stycznia do godzin porannych dnia następnego. Największe prędkości wiatru notowane były w nocy z 18 na 19 stycznia 2007.

##### **4.1. Okres do 06:00 UTC, 18 stycznia 2007, Polska**

Polska od zachodu stopniowo dostaje się pod wpływ niżu. Nad zachodnie krańce kraju już niebawem dotrze ciepły front atmosferyczny. W strefie frontu na obszarze Niemiec występują opady deszczu, miejscami o natężeniu umiarkowanym i silnym. W całej troposferze wieje silny, zachodni wiatr i to razem z nim przemieszczają się chmury (przeważnie warstwowe z opadami ciągłymi typu Nimbostratus), które przynoszą już i przyniosą w kolejnych godzinach miejscami umiarkowane i silne opady deszczu także w Polsce.

Południowa i wschodnia część kraju jest we względnie ciepłej masie powietrza polarno-morskiego. Nad północną część kraju napływa natomiast chłodne, choć także polarno-morskie powietrze.

Jest na ogół pochmurno, chociaż miejscami w regionach południowo-wschodnich i w rejonie Helu występują niewielkie przejaśnienia. Gdziekolwiek, w strefie przedfrontowej frontu ciepłego, pada deszcz – są to, w zależności od regionu, opady ciągłe, miejscami przelotne, związane jeszcze z poprzednim niżem. W Wielkopolsce lokalnie opad deszczu ma natężenie umiarkowane (stacja synoptyczna Poznań).

Gradient baryczny nad Polską o 06:00 UTC wynosi około 19 - 20 hPa. Najniższe ciśnienie na stacjach synoptycznych (po redukcji do poziomu morza) notuje się w Łebie - 996,4 hPa, najwyższe w Krośnie – 1015,8 hPa. W całej Polsce trzygodzinna tendencja barometryczna jest ujemna. Spadek ciśnienia jest jeszcze umiarkowanie szybki, pomiędzy 03:00 UTC a 06:00 UTC wynosił na obszarze Polski od 0,8 hPa/3h w Pile do 3,3 hPa/3 h w Kłodzku.

Gradient ciśnienia jest już więc spory, ale stratyfikacja termiczna napływających mas powietrza i ogólna sytuacja synoptyczna na przeważającym obszarze kraju nie sprzyja jeszcze występowaniu bardzo silnego i porywistego wiatru. W chłodnej masie powietrza natomiast, w której znajduje się między innymi Pomorze, duży gradient baryczny ma już większe odzwierciedlenie w prędkości wiatru. W Łebie wieje silny wiatr o średniej prędkości 13 m/s (47 km/h), a pomiędzy 03:00 UTC a 06:00 UTC wystąpił poryw wiatru o prędkości dochodzącej do 23 m/s (83 km/h), choć tu rolę odgrywa także fakt, że wiatr wchodzi znad morza bezpośrednio nad ląd, stąd jest tam silniejszy. Izobary przebiegają przez Polskę z WSW na ENE, przez co niemal w całej Polsce wieje wiatr z południowy lub południowo-zachodni.

#### **4.2. Okres od 06:00 UTC do 12:00 UTC, 18 stycznia 2007, Polska**

O godzinie 12:00 UTC niemal cała Polska jest już pod wpływem nasuwającego się od zachodu bardzo głębokiego niżu. Przez kraj przemieszcza się ciepły front atmosferyczny, który wprowadza napływające z południowego zachodu ciepłe powietrze polarno-morskie, a wypiera chłodne, także polarno-morskie o rodowodzie północnoatlantyckim.

Cała południowa połowa Polski jest już w ciepłym wycinku niżu, w masie PPmc. Jedynie północna część kraju wciąż znajduje się w chłodniejszej masie PPm.

Front ciepły, oddzielający te dwie masy powietrza, rozciąga się w godzinach okołopołudniowych na obszarze od północnych Niemiec, przez Kotlinę Gorzowską po północną część województwa lubelskiego.

W strefie pre-frontowej i frontowej występują opady deszczu, miejscami o natężeniu umiarkowanym i silnym, a spadki widzialności do umiarkowanej, lokalnie nawet słabej i bardzo słabej. W Zielonej Górze podczas przechodzenia frontu odnotowano mgłę ograniczającą widzialność do 400 metrów przy występujących ciągłych opadach deszczu. Nisko zawieszona jest także podstawa chmur (najczęściej Stratus fractus pod Nimbostratusem), miejscami znajdująca się poniżej 100 metrów nad poziomem gruntu. Za frontem ciepłym widzialność jest na ogół dobra, gdziekolwiek nawet bardzo dobra, nawet pomimo występujących opadów deszczu.

W całym kraju panuje już pochmurna, miejscami deszczowa pogoda. Zachmurzenie jest duże i całkowite (stopień zachmurzenia większy niż 7/8 lub 8/8), deszcz nie pada jeszcze w regionach południowo-wschodnich. Opady mają charakter ciągły, charakterystyczny dla środowiska ciepłego

frontu i wycinka ciepłego w półroczu chłodnym – wypadają głównie z chmur Altostratus opacus i Nimbostratus.

Na południu i południowym wschodzie kraju obserwowany jest szybki wzrost temperatury, na który składają się: po pierwsze – czynnik adwekcyjny (szybki napływ ciepłej masy powietrza), po drugie – słaby efekt fenowy. We wschodniej Małopolsce i na Podkarpaciu notuje się o 12:00 UTC 12 - 14 °C. Bardzo ciepło jak na drugą dekadę stycznia i środek zimy jest też na Dolnym Śląsku (tu nie występuje efekt fenowy, wpływ szybkiego napływu ciepłego powietrza) i na Kielecczyźnie, gdzie temperatury osiągają 11 °C, miejscami nawet 12 °C i więcej.

Najistotniejsze są jednak zmiany ciśnienia. W całym kraju ciśnienie spada już szybko i bardzo szybko. Pomiędzy 09:00 UTC a 12:00 UTC najwolniejszy spadek ciśnienia obserwowany był na Suwalszczyźnie (-3,2 hPa/3h). Najszybciej natomiast ciśnienie spadało w tym okresie w Świnoujściu, które znajdowało się najbliżej centrum niżu (-8,5 hPa/3h).

Gradient baryczny nad Polską wynosi około 22 hPa. Najniższe ciśnienie po redukcji do poziomu morza notowane jest na wyspie Uznam (około 985 hPa), najwyższe na południu Podkarpacia (około 1007 hPa).

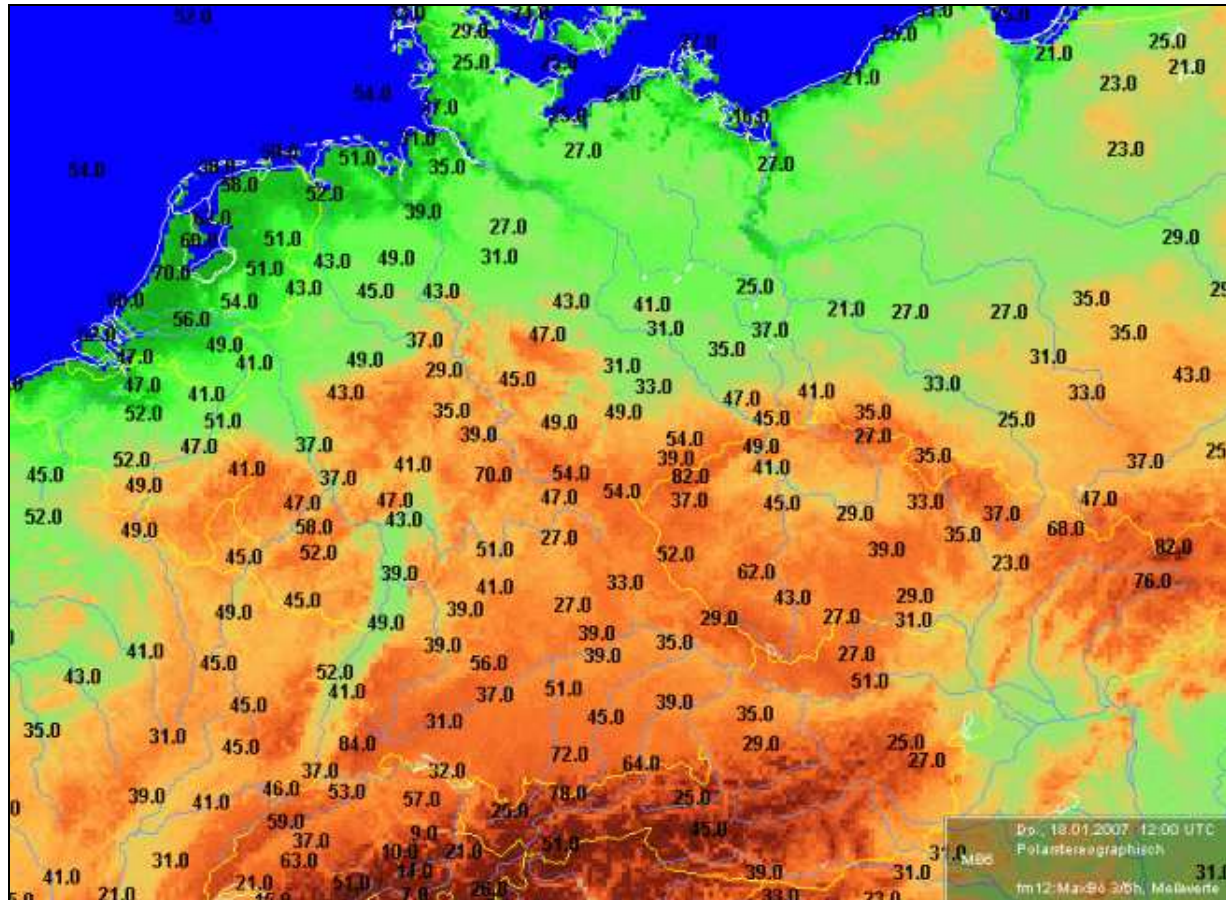
Przez ostatnie 6 godzin gradient ciśnienia w skali całej Polski wzrósł o 2 hPa. Jego przyrost nie rozkłada się równo w całym kraju. Co więcej – miejscami przejściowo gradient baryczny nawet zmniejszył się. Dla przykładu – o godzinie 06:00 UTC różnica pomiędzy ciśnieniem zredukowanym do poziomu morza między Gdańskiem a Toruniem (oba miasta jeszcze w chłodnej masie powietrza) wynosiła 4,5 hPa, a o godzinie 12:00 UTC tylko 2,1 hPa. Potwierdzają to także zamieszczane w poprzednim rozdziale analizy dolna DWD (ryciny 14. i 16.). Konsekwencją tego jest przejściowy spadek prędkości wiatru względem godziny 06:00 UTC w północnej Polsce.

Zgoła odmienna sytuacja występuje w południowej połowie kraju, gdzie gradient ciśnienia **istotnie wzrósł**. O godzinie 06:00 UTC pomiędzy Katowicami a Łodzią wynosił on 4,9 hPa, a o 12:00 UTC już 6,9 hPa. Dodatkowo, nasuwającemu się od zachodu głębokiemu niżowi towarzyszy wzrost prędkości wiatru w niemal całej troposferze. Stacja aerologiczna we Wrocławiu zanotowała wzrost prędkości wiatru na powierzchni 850 mb pomiędzy 00:00 UTC a 12:00 UTC z 24 m/s do 31 m/s. Taka sytuacja wywołuje **wzrost średniej prędkości wiatru i jego porywistości** w południowej połowie Polski, znajdującej się już w ciepłym wycinku niżu, tj. za ciepłym frontem atmosferycznym.



Izobary przebiegają przez Polskę z WSW na ENE, a w Polsce Północnej z SW na NE. To sprawia, że nad większością kraju, znajdującą się w przedniej części niżu, dominuje wiatr południowo-zachodni. Jedynie w północnej Polsce wiatr skręca na południowy i południowo-wschodni.

W południowej połowie kraju wiatr jest już miejscami dość silny i silny, a także porywisty. Najsilniejsze porywy wiatru występują na Kielecczyźnie i na Górnym Śląsku, gdzie jego porywy osiągają prędkość 22 – 24 m/s (79 – 86 km/h). Porywy o prędkości powyżej 60 km/h (17 m/s i więcej) notowane są także gdzieś na Dolnym Śląsku, w Małopolsce i na Podkarpaciu.



Ryc. 25. Najsilniejsze porywy wiatru (w węzłach) notowane na wybranych stacjach synoptycznych Europy Zachodniej i Środkowej w godzinach od 06:00 UTC do 12:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: Java-MAP, DWD. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=355>

#### 4.3. Okres od 12:00 UTC do 18:00 UTC, 18 stycznia 2007, Polska

Po południu i wieczorem ciepły front atmosferyczny przemieszcza się w kierunku północno-wschodnim wraz z cyrkulacją cyklonalną w niżu. W całej Polsce jest pochmurno. Na froncie ciepłym wciąż występują opady deszczu o natężeniu umiarkowanym i silnym. Nadal są to opady ciągłe,

wypadające z mocno uwodnionych chmur *Nimbostratus*. Deszcz, miejscami o umiarkowanym natężeniu, pada także gdzieś w ciepłym wycinku niżu, tam też wypada on głównie z chmur *Nimbostratus* lub *Altostratus opacus*. Opady przelotne obserwowane są tylko lokalnie.

Notowany spadek ciśnienia, występujący wszędzie w Polsce, jest szybki i bardzo szybki. Pomiędzy godziną 12:00 UTC a 15:00 UTC najwolniej ciśnienie spada na Podkarpaciu (tendencja barometryczna -3,4 hPa/3h na stacji synoptycznej Przemyśl), zdecydowanie najszybciej natomiast na Pomorzu Zachodnim, gdzie tendencja barometryczna wyniosła nawet -11,4 hPa/3h (stacja synoptyczna Świnoujście).

**O 15:00 UTC** najniższe ciśnienie zredukowane do poziomu morza wciąż występuje na wyspie Uznam (stacja Świnoujście, poniżej 974 hPa), najwyższe na południu Podkarpacia (1004 hPa). Widzimy więc, że względem ostatnich 3 godzin gradient baryczny nad Polską wzrósł aż o około 8 hPa i teraz **wynosi aż 30 hPa**.

W tym okresie najsłabszy wiatr występuje na północy i północnym wschodzie kraju. Tam izobary przebiegają z SW na NE, miejscami nawet z SSW na NNE, wskutek czego wieje tam wiatr południowy i południowo-wschodni, a energia kinetyczna nie jest duża. To nie sprzyja występowaniu w tych regionach bardzo silnego i porywistego wiatru, choć gradient baryczny z godziny na godzinę wzrasta – podobnie jak i w całym kraju. W pozostałej części Polski krzywizna izobar nie zmienia się istotnie i dlatego tam wciąż dominuje wiatr południowo-zachodni, co przyczynia się do silniejszego wiatru tam występującego.

**Pomiędzy godzinami 15:00 UTC a 18:00 UTC** większa część Polski znajduje się nadal w ciepłym wycinku niżu, w masie Ppmc. Przemieszczaniu się głębokiego niżu znad Morza Północnego w rejon Cieśniny Kattegat towarzyszy więc dalszy, szybki i bardzo szybki spadek ciśnienia. Strefa najszybszego spadku ciśnienia przemieściła się nad wschodnią część Wybrzeża (ze względu na dotarcie frontu chłodnego nad Pomorze Zachodnie). W powyższym okresie ciśnienie najszybciej spadało na Helu, gdzie tendencja barometryczna wyniosła -11,3 hPa/3h. Najwolniejszy spadek ciśnienia obserwowany był natomiast na południu i południowym wschodzie Polski – tam ciśnienie spadało o nieco ponad 4 hPa w 3 godziny.

**O godzinie 18:00 UTC** najniższe ciśnienie (po redukcji do poziomu morza) notowano na stacji synoptycznej Łeba, gdzie spadło ono do poniżej 969 hPa. Najwyższe ciśnienie występowało w Bieszczadach, gdzie wynosiło nieznacznie poniżej 1000 hPa. Gradient baryczny 18 stycznia

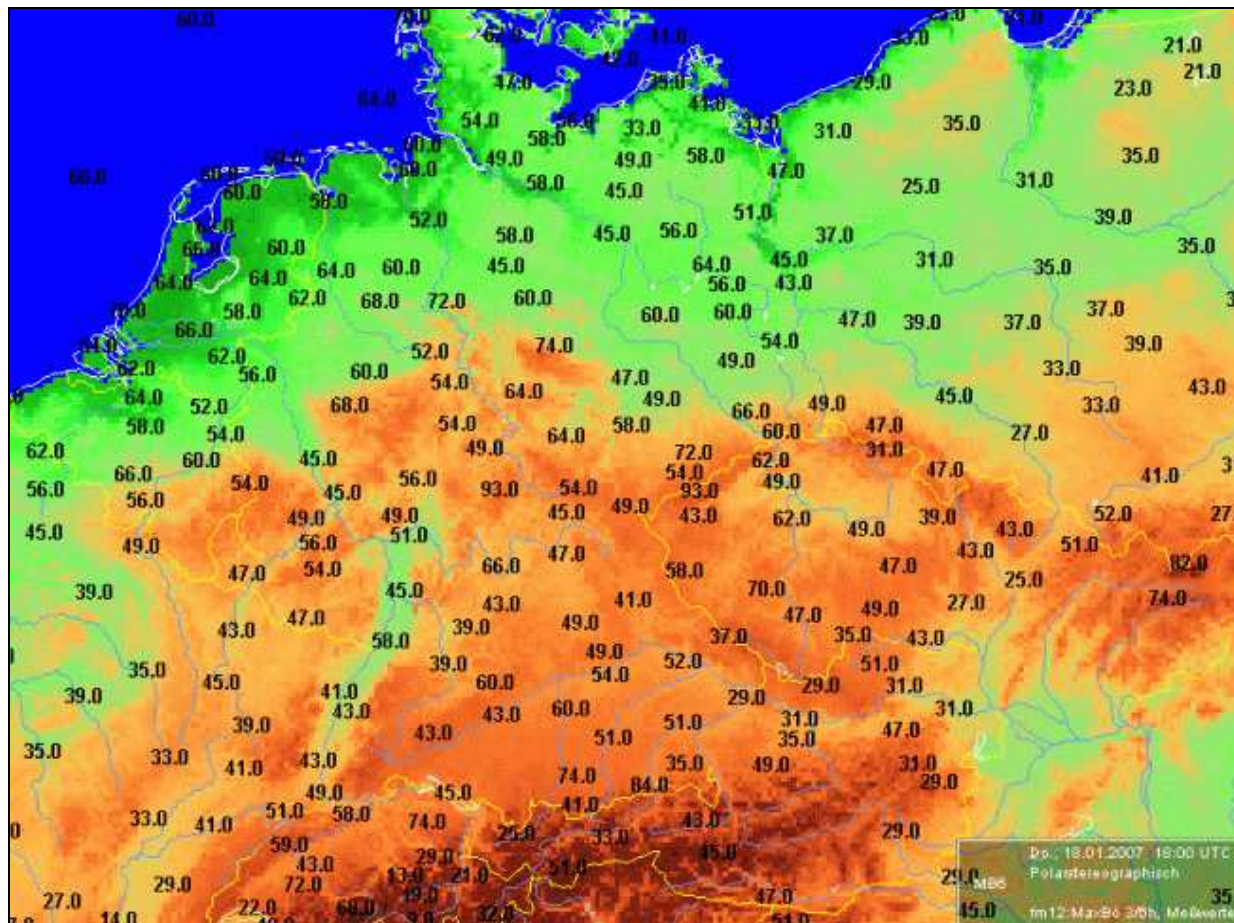
wieczorem osiągał więc **31 hPa**, względem ostatnich 3 godzin nieznacznie wzrósł. Właśnie w tym momencie różnica ciśnienia na obszarze Polski jest największa.

Do godziny 18:00 UTC ciepły front wychodzi nad kraje nadbałtyckie, tym samym wczesnym wieczorem większa część naszego kraju jest w ciepłym wycinku niżu, w masie powietrza polarno-morskiego ciepłego.

Oczywiście należy pamiętać, że w głębokich niżach z reguły maksimum wiatru występuje albo na froncie chłodnym, albo w tylnej części niżu - w chłodnej masie powietrza. Oznacza to, że szczytowy moment wichury jest dopiero przed Polską, ale nieuchronnie się zbliża.

Mimo to, wzrost gradientu barycznego w rozpatrywanym okresie nie pozostał w żadnym wypadku bez wpływu na prędkość wiatru. Późnym popołudniem i wieczorem bardzo znacząco wzrosła jego prędkość na południowym zachodzie i południu kraju, gdzie miał miejsce duży wzrost prędkości wiatru w całej troposferze.

O godzinie 18:00 UTC bardzo silny wiatr odnotowuje się na Śląsku. **W Legnicy i Bielsku-Białej średnia prędkość wiatru osiąga 16 m/s (tj. 58 km/h), a porywy dochodzą do 27 m/s (97 km/h).** Wiatr bardzo silny (o średniej prędkości przynajmniej 14 m/s – 50 km/h) odnotowują także stacje synoptyczne Kłodzko i Wrocław. Tam porywy osiągają odpowiednio 24 m/s i 23 m/s (86 km/h i 83 km/h).



Ryc. 26. Najsilniejsze porywy wiatru (w węzłach) notowane na wybranych stacjach synoptycznych Europy Zachodniej i Środkowej w godzinach od 12:00 UTC do 18:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: Java-MAP, DWD. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=355>

Dość silny lub silny i porywisty wiatr występuje już w znacznej części Polski, wyraźnie słabszy jest jedynie miejscami na Pomorzu i na północnym wschodzie kraju.

W dalszym ciągu jest pochmurno, stopień zachmurzenia przekracza 7/8 albo osiąga 8/8, jedynie w Jeleniej Górze wynosi 6/8. Opady ciągłe o umiarkowanym natężeniu występują miejscami w centrum, ale przede wszystkim północnym wschodzie i wschodzie Polski, gdzie przemieszcza się jeszcze strefa opadów związana z odchodzącym ciepłym frontem atmosferycznym.

**W Polsce Zachodniej zaczynają być obserwowane chmury Cumulonimbus, a stacje synoptyczne kodują deszcz przelotny. To znak, że nad tę część Polski nasunął się chłodny front atmosferyczny.** Wkroczył on już nad zachodnią część woj. zachodniopomorskiego, ta część Polski jest już w chłodnej masie powietrza.



#### 4.4. Okres od 18:00 UTC do 00:00 UTC, 18/19 stycznia 2007, Polska

Krótko po godzinie 18:00 UTC nad Polskę od północnego zachodu wgląd kraju wchodzi bardzo aktywny, chłodny front atmosferyczny. Jako pierwsze pod jego wpływ dostają się Pomorze Zachodnie i województwo lubuskie. W strefie frontu chłodnego obserwuje się opady przelotne (pochodzenia konwekcyjnego), a miejscami burze. Silnie rozbudowane jak na porę zimową chmury Cumulonimbus przynoszą wyładowania najpierw na zachodzie Ziemi Lubuskiej, potem także w pozostałej części województwa. Następnie, pomiędzy 19:00 UTC a 20:00 UTC, burze docierają na zachód Dolnego Śląska, bardzo szybko przemieszczając się z północnego zachodu na południowy wschód, już o 21:00 UTC docierając nad Ziemię Kłodzką i wschodnią część województwa, a przed 22:00 UTC opuszczając je i przemieszczając się nadal w kierunku południowo-wschodnim. Wyładowania odnotowuje się miejscami także w południowej Wielkopolsce i w centrum kraju. Pomiedzy 22:00 UTC a 23:00 UTC burza opuszcza przeważającą część Śląska i wchodzi nad zachodnią Małopolskę. Do godziny 00:00 UTC dociera do jej południowo-wschodnich krańców, w rejon Nowego Sącza.

Przejście frontu chłodnego, a zwłaszcza zjawisk konwekcyjnych z nim związanych, **ma bardzo gwałtowny przebieg**. Front poddany jest adwekcji wirowości dodatniej, a w jego pobliżu wieje bardzo silny prąd strumieniowy, co przyczynia się do nasilenia zjawisk w jego strefie. Właśnie dzięki niemu także bardzo szybko (z prędkością około 100 km/h) front chłodny wchodzi wgląd kraju. Opadom przelotnym i burzom towarzyszą miejscami huraganowe porywy wiatru o prędkości wyraźnie przekraczającej 115 km/h.

Na Ziemi Lubuskiej i Dolnym Śląsku pomiędzy 18:00 UTC a 21:00 UTC **stacje synoptyczne odnotowały porywy przekraczające 130 km/h**. Najsilniejsze z nich zanotowano w Słubicach, Legnicy i we Wrocławiu. Tam osiągnęły one prędkość **37 m/s (tj. 133 km/h)**. W dalszej części nocy porywy wiatru w strefie frontu chłodnego w dalszym ciągu były bardzo silne lub huraganowe. **Na Śnieżce średnia prędkość wiatru wzrosła o 21:00 UTC do 60 m/s (216 km/h) i jest to bezdyskusyjnie najwyższa średnia prędkość wiatru zanotowana na stacjach synoptycznych w Europie podczas przechodzenia tego niżu.**

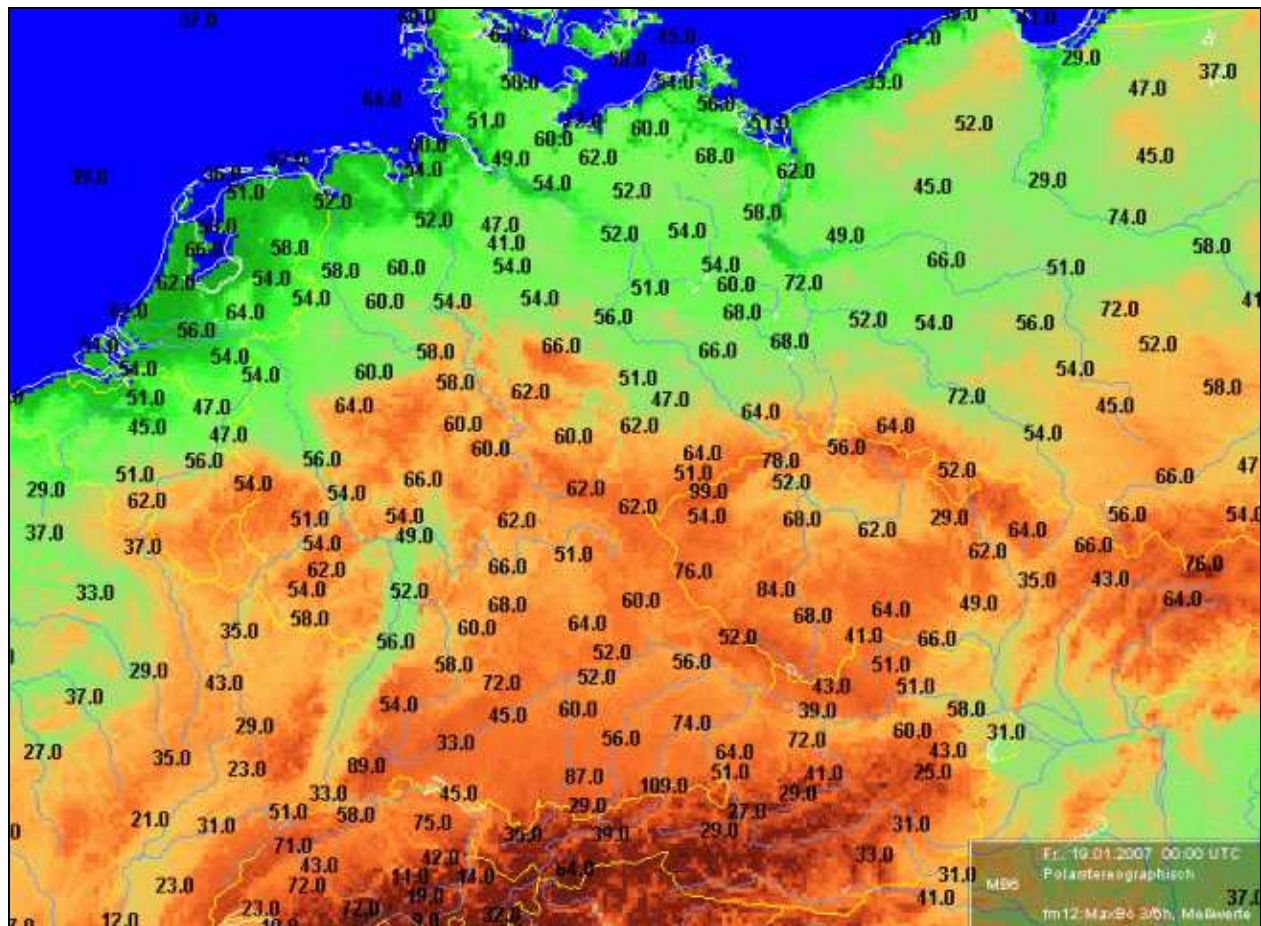
Krótko po 21:00 UTC w Płocku, gdzie burza nie wystąpiła, podczas przechodzenia frontu chłodnego i opadu przelotnego zanotowano wiatr w porywach osiągający **38 m/s (137 km/h)**. To z kolei najsilniejszy zanotowany na stacjach synoptycznych poryw wiatru w Polsce wyjąwszy obszary



górskie, chociaż stacja lotniskowa Wrocław o 20:30 UTC zakodowała taką samą prędkość wiatru w porywie w depeszy METAR. Na Ziemi Łódzkiej porywy wiatru osiągają 37 m/s (133 km/h).

Front chłodny jest bardzo łatwo identyfikowalny za sprawą opadów przelotnych, miejscami burz, wzrostu prędkości wiatru i zmianie jego kierunku – z południowo-zachodniego na zachodni lub nawet północno-zachodni. Do godziny 00:00 UTC dociera on do obszaru od Podlasia po wschodnią Małopolskę. Obszary położone na zachód od tej linii **znajdują się już w tylnej części niżu**. W wycinku ciepłym pozostają już tylko województwo podkarpackie i wschodnia część województwa lubelskiego.

W tylnej części niżu ma miejsce adwekcja chłodnej masy powietrza polarno-morskiego z północnego zachodu. W tym obszarze niżu następuje wzrost ciśnienia. Wzrasta energia kinetyczna, chłodne PPM dynamicznie osiada, co sprzyja dużej porywistości wiatru, zwłaszcza w okresie do kilku godzin po przejściu frontu chłodnego, kiedy to gradient ciśnienia jest największy.



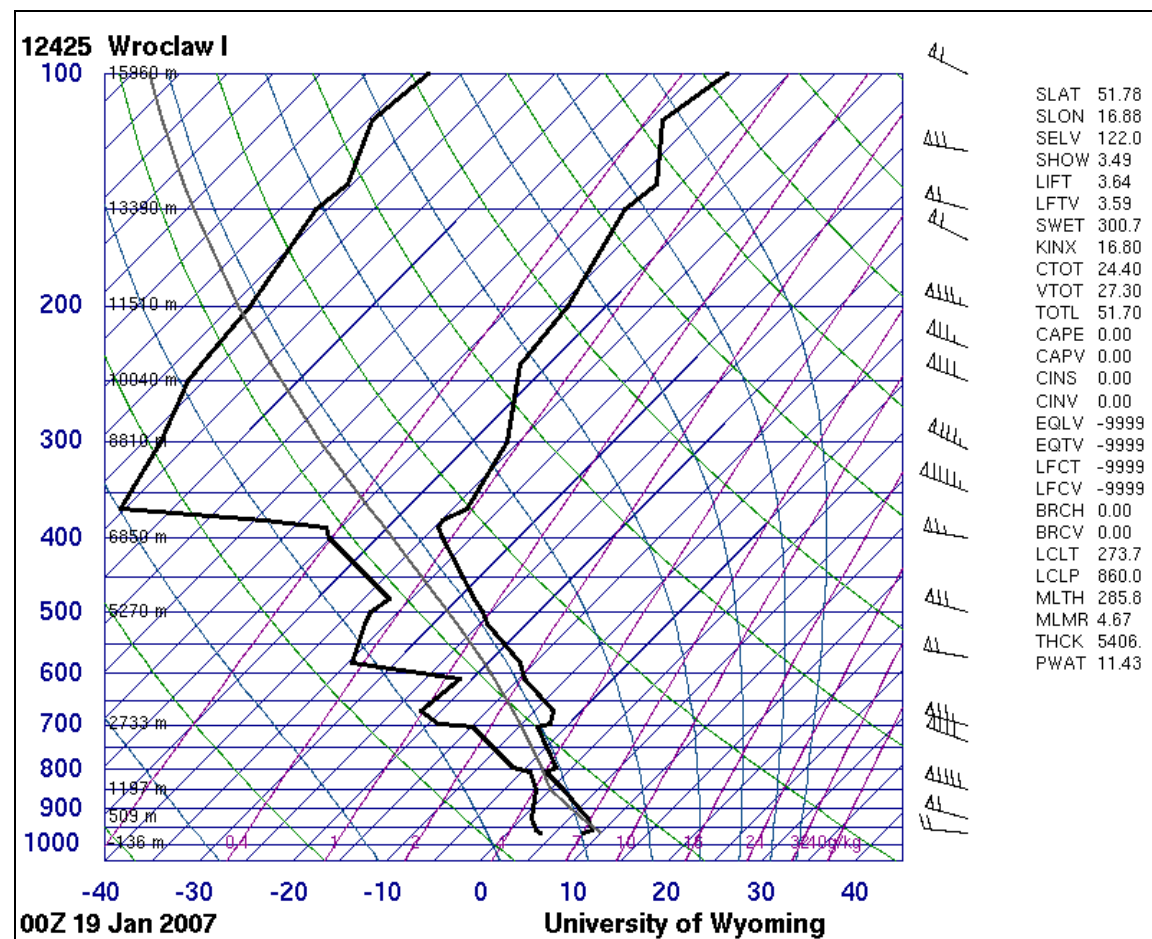
Ryc. 27. Najsilniejsze porywy wiatru (w węzłach) notowane na wybranych stacjach synoptycznych Europy Zachodniej i Środkowej w godzinach od 18:00 UTC do 00:00 UTC 18/19 stycznia 2007. Źródło: Java-MAP, DWD. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=355>

#### 4.5. Okres od 00:00 UTC do 06:00 UTC, 19 stycznia 2007, Polska

Pomiędzy 02:00 UTC a 03:00 UTC chłodny front atmosferyczny, a także burze i zjawiska konwekcyjne z nim związane ostatecznie opuszczają wschodnie granice Polski, a cały kraj znajduje się już w tylnej części niżu, w chłodnym powietrzu polarno-morskim. Następuje wzrost ciśnienia. O godzinie 03:00 UTC najniższe ciśnienie zredukowane do poziomu morza występuje w Suwałkach (968,3 hPa), najwyższe w rejonie Bogatyni i Zgorzelca (ponad 994 hPa). Tendencja baryczna jest z reguły dodatnia, miejscami osiąga nawet 15 hPa na 3 godziny (stacja Koszalin, +14,9 hPa/3h). Gradient baryczny nad Polską wynosi więc około **26 hPa**.

Po przejściu frontu chłodnego wyraźnie zmienił się kierunek izobar, teraz przebiegają one z NW na SE, jedynie na krańcach wschodnich z WNW na ESE. Dominuje zatem wiatr zachodni i północno-zachodni przy ziemi, jedynie na wschodzie i południu występuje gdzieś wiatr południowo-zachodni.

Dynamicznie osiadające, chłodne powietrze o chwiejnej stratyfikacji sprzyja dużej porywistości wiatru. W niektórych miejscach w Polsce dopiero teraz wiatr jest najsilniejszy. W wyższych warstwach troposfery przepływ wciąż jest bardzo silny. Na powierzchni 850 hPa o 00:00 UTC we Wrocławiu wiatr osiągał prędkość 46 m/s, w Legionowie 29 m/s, a w Łebie 23 m/s. Stacje aerologiczne przeprowadzające pomiary nad Niemcami, w pobliżu granicy z Polską, notowały o tej samej porze wiatr na powierzchni 850 mb osiagający 39 m/s (Lindenberg) i 35 m/s (Greifswald).



Ryc. 28. Diagram aerologiczny Skew-T z Wrocławia z godziny 00:00 UTC, 19 stycznia 2007. Źródło: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

Dodatkowo, adwekcja chłodnej masy powietrza o sporej jak na okres zimowy chwiejności w tylnej części niżu, sprzyjała rozwojowi już mniej gwałtownych zjawisk konwekcyjnych, głównie w postaci opadów przelotnych. Jedynie w okresie późniejszym (19 stycznia wieczorem) na północy i wschodzie kraju występowały krótkotrwałe i o wiele słabsze burze.

Taka sytuacja nakazuje wnioskować, że potencjał do gwałtownych, lecz już nie huraganowych porywów wiatru, jeszcze przez kilka godzin będzie duży.

Dla Pomorza olbrzymie znaczenie ma w drugiej połowie nocy zmiana kierunku wiatru na północno-zachodni – przy wietrze od morza wchodzący strumień szybko pędzącego powietrza zyskuje na porywistości w wyniku tarcia o ląd. Tam dopiero teraz więc osiągnięte zostanie maksimum prędkości wiatru. W wyniku zmiany kierunku wiatru silny sztorm znad Morza Bałtyckiego wszedł także nad część lądową Pomorza.

W Gdańsku o godzinie 03:00 UTC wiał północno-zachodni wiatr o średniej prędkości 24 m/s (86 km/h), porywy wiatru osiągały natomiast 31 m/s (112 km/h). Porywy o takiej samej prędkości wystąpiły w Świnoujściu, jednak tam prędkość średnia była nieco mniejsza. W Ustce zmianie kierunku wiatru na północno-zachodni towarzyszyły porywy osiągające 26 m/s (94 km/h). Na Helu natomiast notowano porywy wiatru do 32 m/s (115 km/h).

Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że bardzo silny i porywisty wiatr w tylnej części niżu nie ograniczał się jedynie do Wybrzeża. Pomiędzy 00:00 UTC a 03:00 UTC porywy o prędkości 27 m/s – 32 m/s (97 km/h – 115 km/h) notowały także stacje synoptyczne Jelenia Góra, Koło, Kalisz, Poznań, Leszno, Legnica, Sulejów, Płock, Piła, Wrocław. Przed 00:00 UTC poryw 32 m/s zaobserwowano w Szczecinie. Najsilniejszy wiatr w chłodnej masie powietrza (oprócz Wybrzeża), wystąpił więc w Polsce Południowo-Zachodniej, Zachodniej i Centralnej, czyli tam, gdzie prędkość przepływu w całej warstwie granicznej była największa.

**Pomiędzy 03:00 UTC a 06:00 UTC** większa część kraju od kilku godzin znajduje się już w tylnej części niżu. W powyższym przedziale czasowym już cały kraj, bez wyjątku, jest za chłodnym frontem atmosferycznym. Oznacza to, że niebawem szczytowy moment wichury dobiegnie końca.

Na mapach dolnych i górnych widać postępujący spadek gradientu geopotencjału i oddalanie się niżu od Polski. Gradient baryczny wciąż jest jednak duży, co powoduje utrzymywanie się porywistego wiatru w całym kraju jeszcze przez kilka godzin.

#### **4.6. Godziny 06:00 UTC – 12:00 UTC, 19 stycznia 2007, Polska**

**O 06:00 UTC** gradient baryczny nad Polską wynosi od 973 hPa na Podlasiu do 1001 hPa w Sudetach Zachodnich. Różnica ciśnienia nad Polską to **28 hPa**. W skali całego kraju zatem wciąż jest bardzo duża, ale prędkość wiatru w wyższych partiach troposfery stopniowo zmniejsza się. Mimo to nadal występują bardzo silne porywy wiatru.

W chwiejnej masie powietrza powstają chmury pochodzenia konwekcyjnego, przynoszące przelotne opady deszczu, na Podhalu i w górach także deszczu ze śniegiem i śniegu. Ich przemieszczaniu się, ze względu na silny przepływ w troposferze, także towarzyszą silne, gwałtowne wzrosty prędkości wiatru. Tym samym zagrożenie silnymi porywami wiatru wciąż jest duże.

Po godzinie 06:00 UTC gradient baryczny jednak w całej Polsce zaczyna szybko zmniejszać się. O 12:00 UTC jego spadek względem wczesnych godzin porannych jest bardzo znaczący.

Najniższe ciśnienie notowane jest 19 stycznia wczesnym popołudniem w Suwałkach (niecałe 987 hPa), najwyższe w Jeleniej Górze (1003 hPa). To oznacza, że o tej porze dnia wynosi już 17 hPa – 18 hPa w skali całej Polski. W całym kraju ciśnienie wzrasta. Zmniejsza się także prędkość wiatru w całej troposferze.

Na poziomie 850 mb nad Wrocławiem i Legionowem prędkość wiatru wynosi 22 m/s, a nad Łebą 23 m/s. Ostatnie porywy o prędkości >25 m/s zanotowano na stacjach synoptycznych w Warszawie (28 m/s – 101 km/h) i w Siedlcach (27 m/s – 97 km/h), krótko po 06:00 UTC.

**Taka sekwencja zdarzeń oznacza, że cykl przejścia głębokiego niżu dobiega końca i 19 stycznia po południu nie będą już występowały porywy przekraczające prędkość 90 km/h.**



## 5. Warunki w strefie frontu chłodnego i ich wpływ na rozwój burz

Ostatni rozdział opracowania poświęcony jest analizie warunków występujących w strefie frontu chłodnego niżu *Kyrrill*. To właśnie tam notowano w wielu miejscach maksimum prędkości wiatru i to na nim rozwinęły się rzadko spotykane w okresie zimowym bardzo aktywne burze z opadami gradu i huraganowymi porywami wiatru. Obok analizy synoptycznej prześlędzona zostanie dokładnie dynamika przemieszczania się frontu chłodnego i zjawisk mu towarzyszących.

Front chłodny zaczął wyraźnie uaktywniać się wczesnym popołudniem 18 stycznia nad Morzem Północnym i krajami Europy Zachodniej. Największą aktywność osiągał w godzinach od 15:00 UTC 18 stycznia do 00:00 UTC 19 stycznia nad Niemcami i krajami Europy Środkowej, w tym nad Polską. Niemiecka Służba Meteorologiczna (DWD) potwierdziła nawet oficjalnie przypadek trąby powietrznej w kraju związkowym Sachsen-Anhalt w Wittenberdze<sup>7</sup>.

W Polsce po przejściu frontu chłodnego również gdzieś odnotowano szkody charakterystyczne dla trąb powietrznych (Andrespol, łódzkie, 18 stycznia, późne godziny wieczorne).

Poza huraganowymi porywami wiatru i pojedynczymi przypadkami trąb powietrznych, w wielu miejscach burzom towarzyszyły opady gradu i ten fakt był odnotowywany przez stacje synoptyczne przeprowadzające pomiary przyziemne na terenie Europy Środkowej i Zachodniej.

Analiza synoptyczna przeprowadzona zostanie dla godzin od 12:00 UTC 18 stycznia do 00:00 UTC 19 stycznia. Analiza dynamiki przemieszczania się frontu chłodnego przeprowadzona zostanie dla okresu od 12:00 UTC 18 stycznia do 03:00 UTC 19 stycznia.

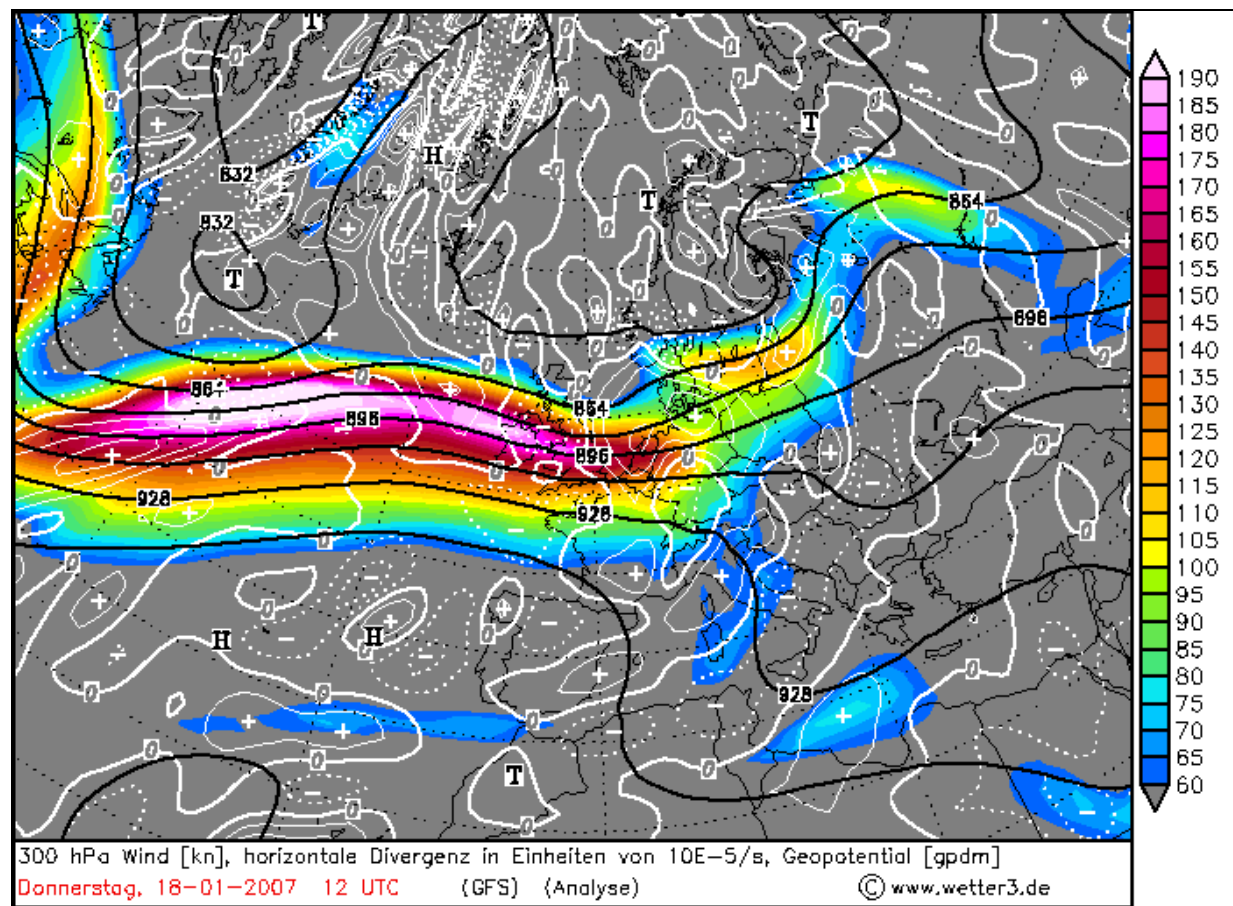
---

<sup>7</sup>

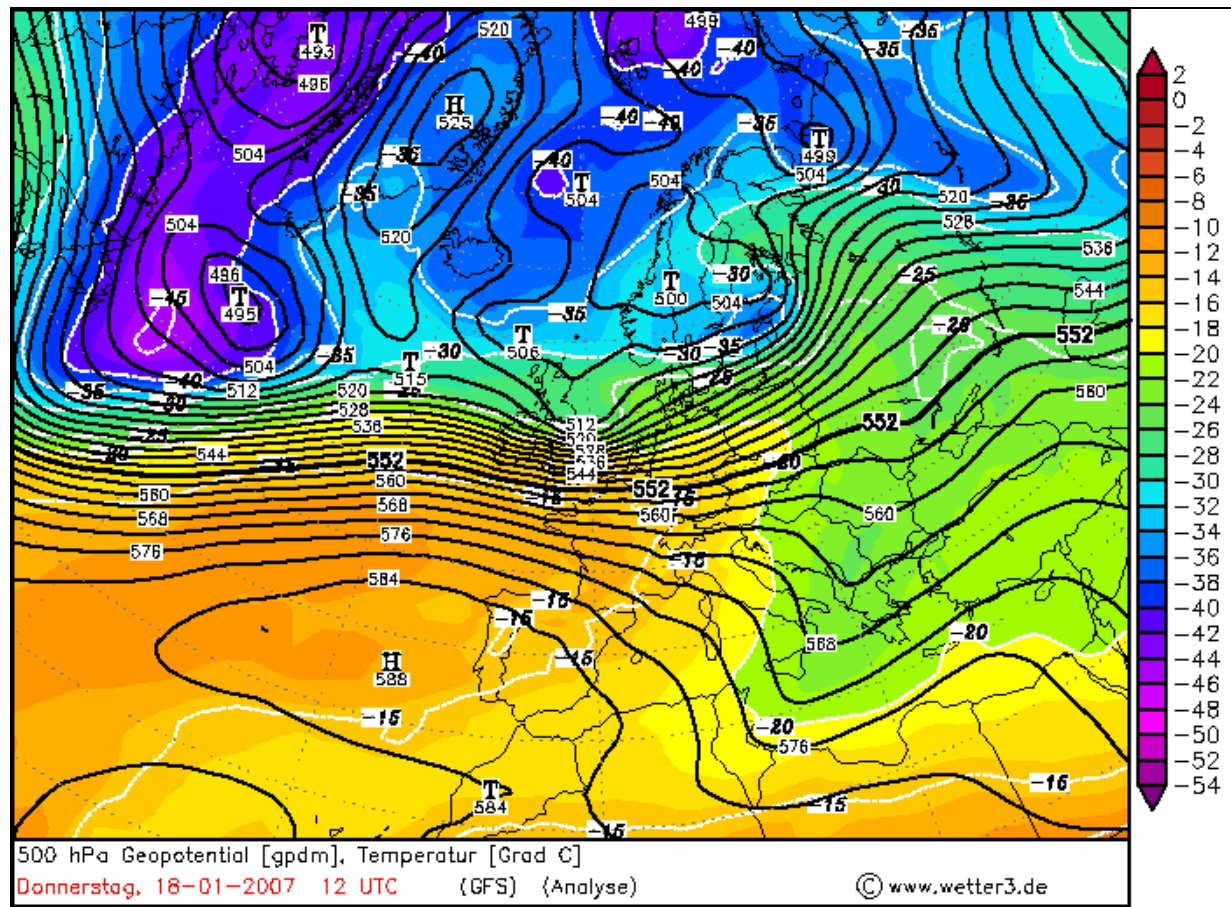
[http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU23/besondere\\_\\_ereignisse\\_\\_deutschland/stuerme/orkan\\_\\_kyrill\\_\\_18012007,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/orkan\\_kyrill\\_18012007.pdf](http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU23/besondere__ereignisse__deutschland/stuerme/orkan__kyrill__18012007,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/orkan_kyrill_18012007.pdf)

**5.1. Analiza synoptyczna warunków w strefie frontu chłodnego. Godzina  
12:00 UTC, 18 stycznia 2007**

**12:00 UTC, 18 stycznia 2007**



Ryc. 29. Geopotencjał 300 hPa i prędkość wiatru na poziomie 300 mb. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de  
[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_38.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_38.gif)



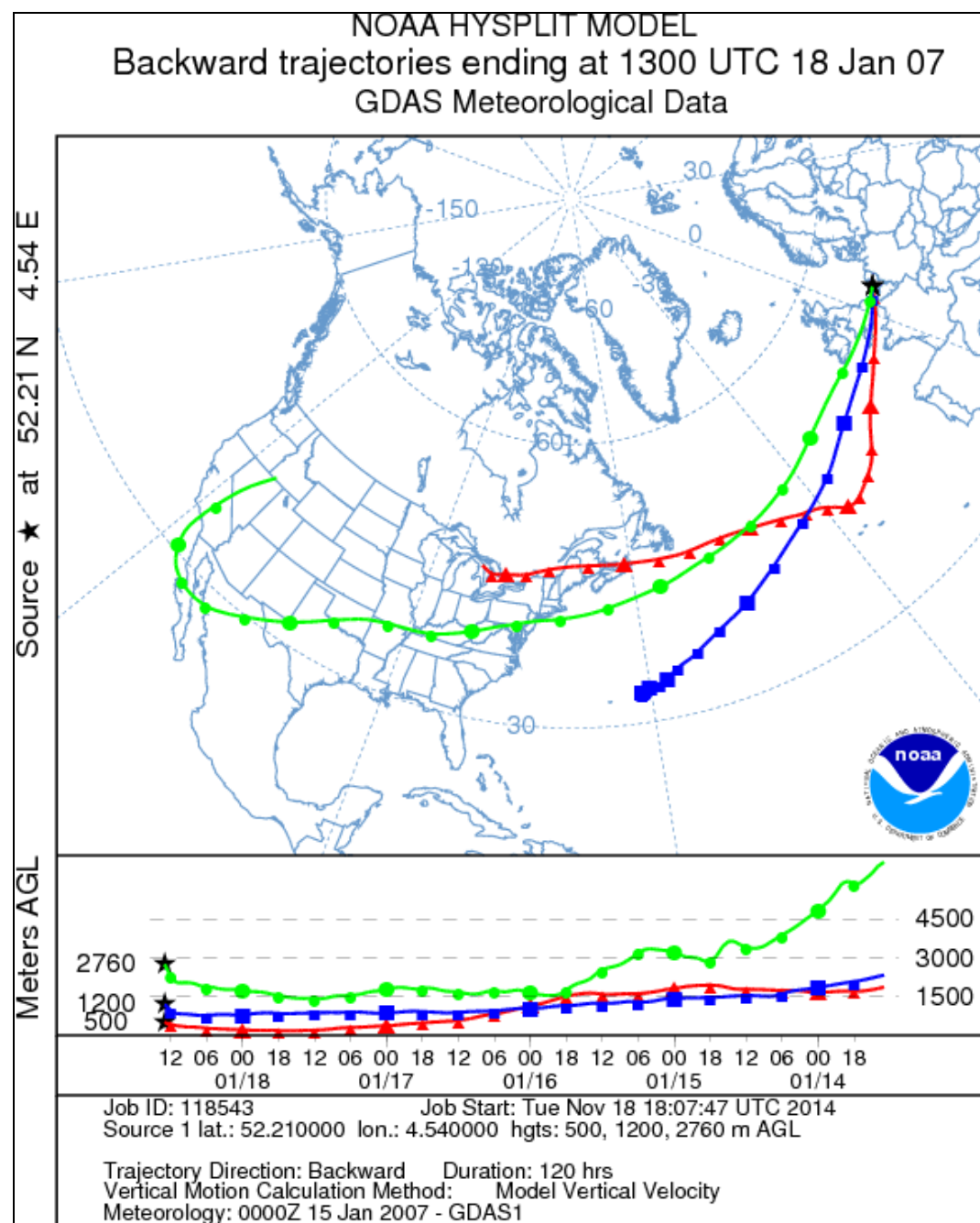
Ryc. 30. Geopotencjał i temperatura na poziomie 500 hPa. Analiza GFS dostępna na Wetter3.de. Źródło:  
[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_27.gif)

Powyższe mapy przedstawiają prędkość wiatru na poziomie 300 mb, a także rozkład izohips i temperatury na poziomie 500 mb.

Wiemy, że o 12:00 UTC chłodny front atmosferyczny, będący przedmiotem tej części analizy, znajdował się nad Morzem Północnym. W godzinach dopołudniowych front z uwagi na obecność silnego przepływu w troposferze był aktywny, lecz przynosił głównie huraganowe porywy wiatru. Zjawiska konwekcyjne występowały, nie były jednak jeszcze silnie rozwinięte - dominowały przelotne opady deszczu bez burz.

Front chłodny oddzielał dwie masy powietrza polarno-morskiego – ciepłą, napływającą po jego południowo-wschodniej stronie i chłodną – po stronie północno-zachodniej. Na poziomie 850 mb pozioma różnica temperatur pomiędzy nimi o 12:00 UTC wynosiła około 9 °C. Na terenie północno-zachodnich Niemiec, Holandii, Belgii temperatura na poziomie 850 mb wynosiła około 5 °C. Tymczasem w Nottingham, które jest już za chłodnym frontem, w tylnej części niżu, na tym samym

poziomie wynosiła -3,6 °C. Różnica w temperaturze ekwiwalentno-potencjalnej pomiędzy Essen a Nottingham wynosiła na powierzchni 850 hPa około 12 °C.



Ryc. 31. Trajektorie wsteczne napływu mas powietrza dla 0,5 km AGL (kolor czerwony), 1,2 km AGL (kolor niebieski) i 2,76 km AGL (kolor zielony) dla Amsterdamu. Koniec trajektorii: 13:00 UTC, 18 stycznia 2007. Źródło: NOAA.  
<http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajsrcm.pl>

Co istotne – front szybko przemieszczał się na południowy wschód, tym samym znajdując się w przedniej części zatoki górnej. Zarówno na poziomie 500 hPa jak i 300 hPa nad Morzem

Północnym widoczny był znaczny wzrost adwekcji wirowości dodatnich. Zaistniałe warunki prowadziły do wzrostu aktywności frontu chłodnego.

Co także istotne – **tuż przed nim zalega chwiejna masa powietrza** poddana oddziaływaniu ruchów wstępujących. Niestabilność występuje i przy ziemi i na wyższych poziomach. Na samym froncie obserwuje się zmianę kierunku wiatru z SW i WSW na W i NW. Dodatkowym czynnikiem wpływającym wysoką aktywność strefy oddzielającej dwie masy powietrza jest bardzo duże ścinanie wiatru, wywołane oddziaływaniem silnego prądu strumieniowego. Tuż przed nasunięciem się strefy frontu obserwowany jest napływ nieco wilgotniejszego powietrza. Wszystkie te czynniki nakazują spodziewać się już niebawem **rozwoju groźnych zjawisk konwekcyjnych**.

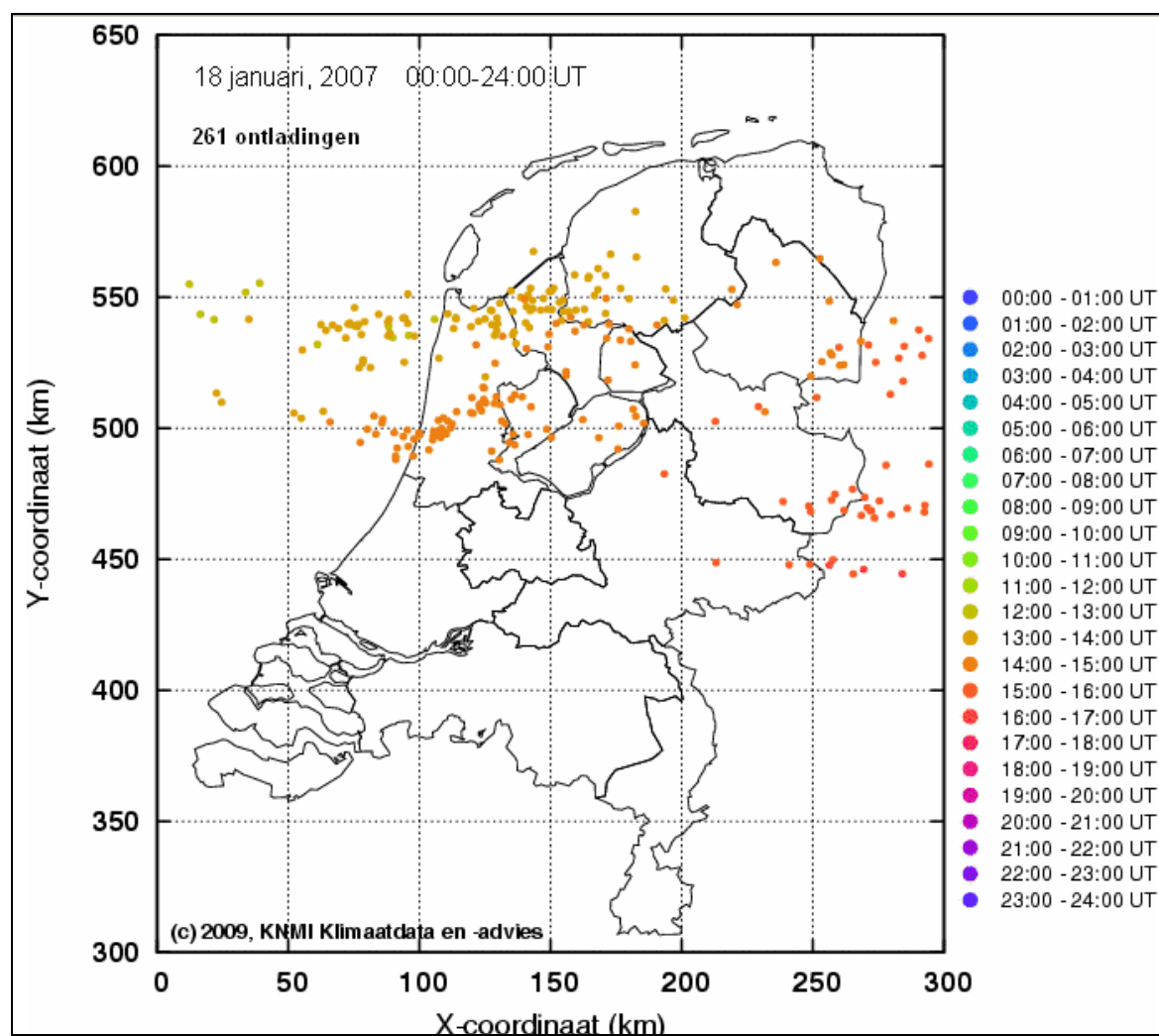
Pionowe ścinanie wektora wiatru w warstwie do 1 km (ang. *low level wind shear*) osiągające miejscami powyżej 25 m/s i w warstwie do 6 km (ang. *deep layer shear*) dochodzące lokalnie do 35 m/s przy warunkach opisanych powyżej sugeruje inicjację burz na froncie chłodnym, które przy wskaźnikach kinematycznych o takich wartościach przybiorą formę bardzo szybko przemieszczającej się, dobrze zorganizowanej linii szkwału. Bardzo wysokie wartości DLS, a w szczególności LLS nakazują spodziewać się, że rozległa chmura burzowa generować będzie silne prądy zstępujące (to z nimi przede wszystkim wiązać się będą huraganowe porywy wiatru), mogą pojawiać się również opady gradu. Uwagę zwracają także wysokie wartości skreću wiatru w dolnej troposferze. W takich warunkach na linii szkwału będą mogły dodatkowo występować wbudowane w nią superkomórki burzowe, w których nasilenie się zjawisk konwekcyjnych będzie ekstremalne.

## **5.2. Rozwój i przebieg zjawisk w strefie chłodnego frontu atmosferycznego**

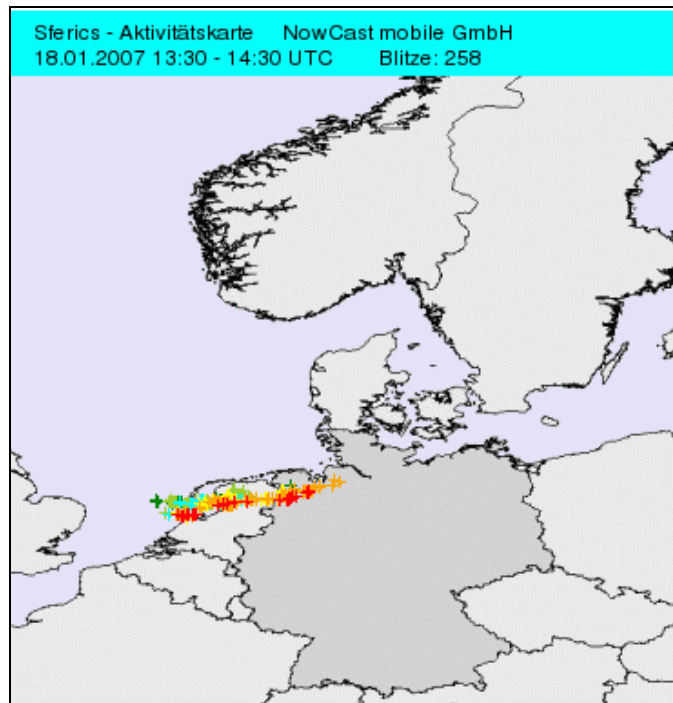
### **5.2.1. Okres od 12:00 UTC do 15:00 UTC, 18 stycznia 2007, Europa Zachodnia**

W warunkach opisanych powyżej, zgodnie z założeniami, ma miejsce wzrost aktywności chłodnego frontu atmosferycznego. Na samym początku widoczny jest wzrost natężenia opadów przelotnych i coraz wyższe wypiętrzanie się chmur Cb. Obserwowana jest wyraźna tendencja do łączenia się strefy opadów pochodzenia konwekcyjnego w strukturę liniową. Środowisko frontu atmosferycznego, przy bardzo wysokich wartościach parametrów kinematycznych i napływie niestabilnej masy powietrza w końcu prowadzi do elektryzacji chmur. **Pojawiają się więc burze**. Na początku wyładowania występują nad Morzem Północnym i na terenie Holandii, jednak krótko potem burze pojawiają się też nad północno-zachodnimi Niemcami.





Ryc. 32. Wyładowania atmosferyczne notowane na obszarze Morza Północnego, Holandii i północno-zachodnich Niemiec dnia 18 stycznia 2007. Źródło: KNMI - <http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/onweer/index.cgi>



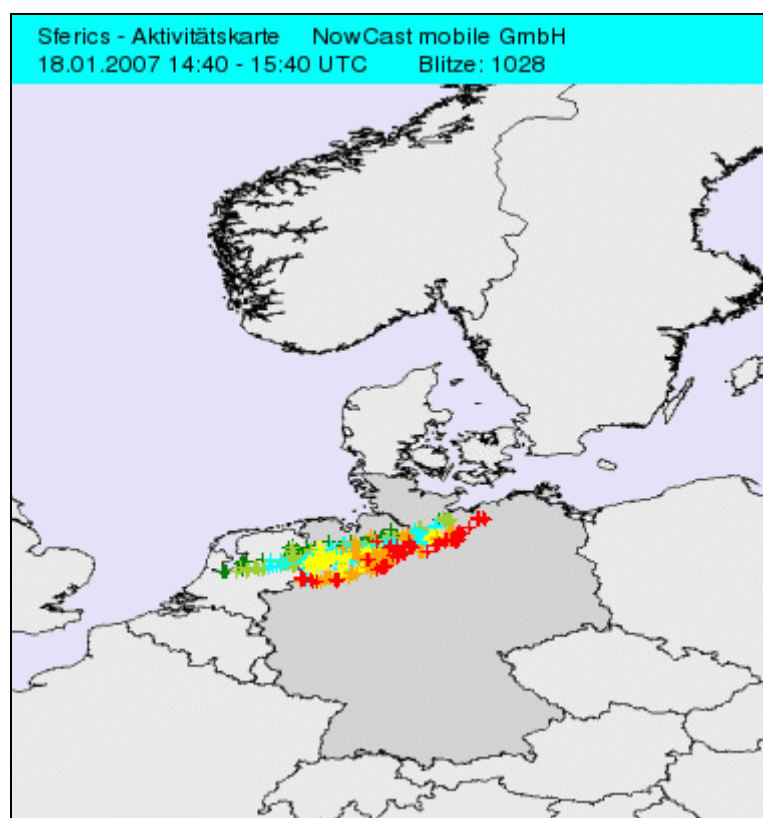
Ryc. 33. Skan systemu detekcji wyładowań Nowcast Mobile GmbH. Autor skanu: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

W okresie 60 minut pomiędzy 13:30 UTC a 14:30 UTC system detekcji Nowcast Mobile GmbH zarejestrował 258 wyładowań. Należy mieć na uwadze, że systemy detekcji nie są w stanie zarejestrować wszystkich wyładowań, a jedynie ich przeważającą część (większą lub mniejszą, w zależności od jakości systemu detekcyjnego i metody detekcyjnej), w rzeczywistości mogło być ich zatem jeszcze więcej. Rozwój burz zachodzi więc bardzo szybko jak na środek zimy. Zgodnie z przypuszczeniami, przyjmują one formę linii szkwału. Najistotniejsze są jednak zjawiska towarzyszące opadom przelotnym i burzom.

Liczne stacje synoptyczne w Holandii, głównie w depeszach SYNOP z 14:00 UTC i 15:00 UTC, kodują burze. W trakcie przechodzenia frontu chłodnego prędkość średnia wiatru wzrasta miejscami do ponad 25 m/s i pojawiają się porywy wiatru osiągające nawet >35 m/s, przy zmianie jego kierunku z południowo-zachodniego na zachodni. Na niektórych stacjach kodowany jest opad gradu.

W Niemczech burze kodowane w depeszach SYNOP pojawiają się o godzinie 15:00 UTC. W Bremie podczas jej trwania wiał wiatr o prędkości w porywach dochodzącej do 27 m/s.

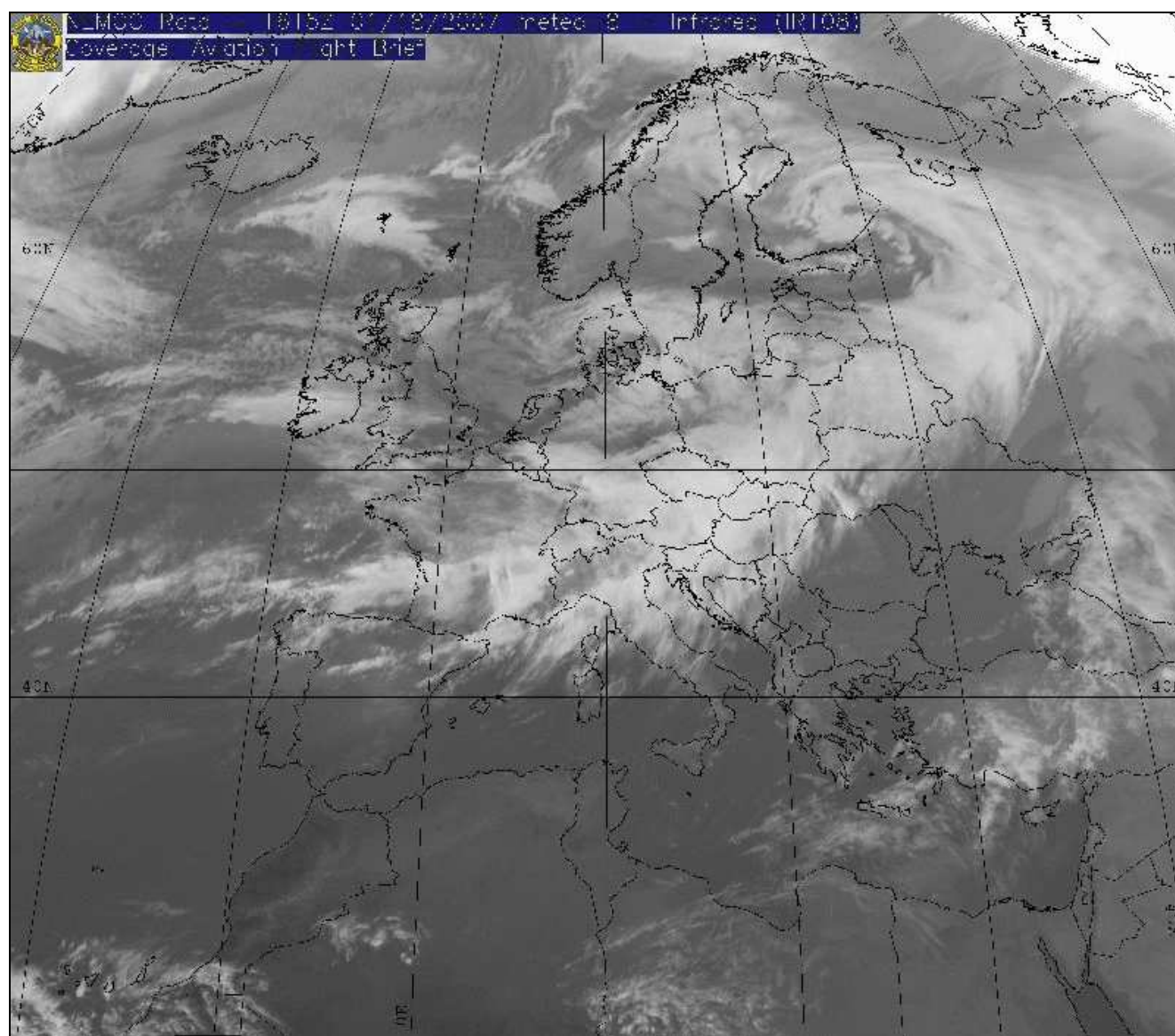
### 5.2.2. Okres od 15:00 UTC do 18:00 UTC, 18 stycznia 2007, Niemcy



Ryc. 34. Dane systemu detekcji wyładowań Nowcast GmbH. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

W trakcie kolejnej godziny strefa burz rozszerza się. Lokalizacja wyładowań jest niemal tożsama z lokalizacją chłodnego frontu atmosferycznego. Przed 16:00 UTC jego fragment rozciąga się od Dolnej Saksonii, przez północne Niemcy, po Meklemburgię-Pomorze Przednie. Rozpoznania radarowe wykazują, że uformowała się wyraźna linia szkwału.

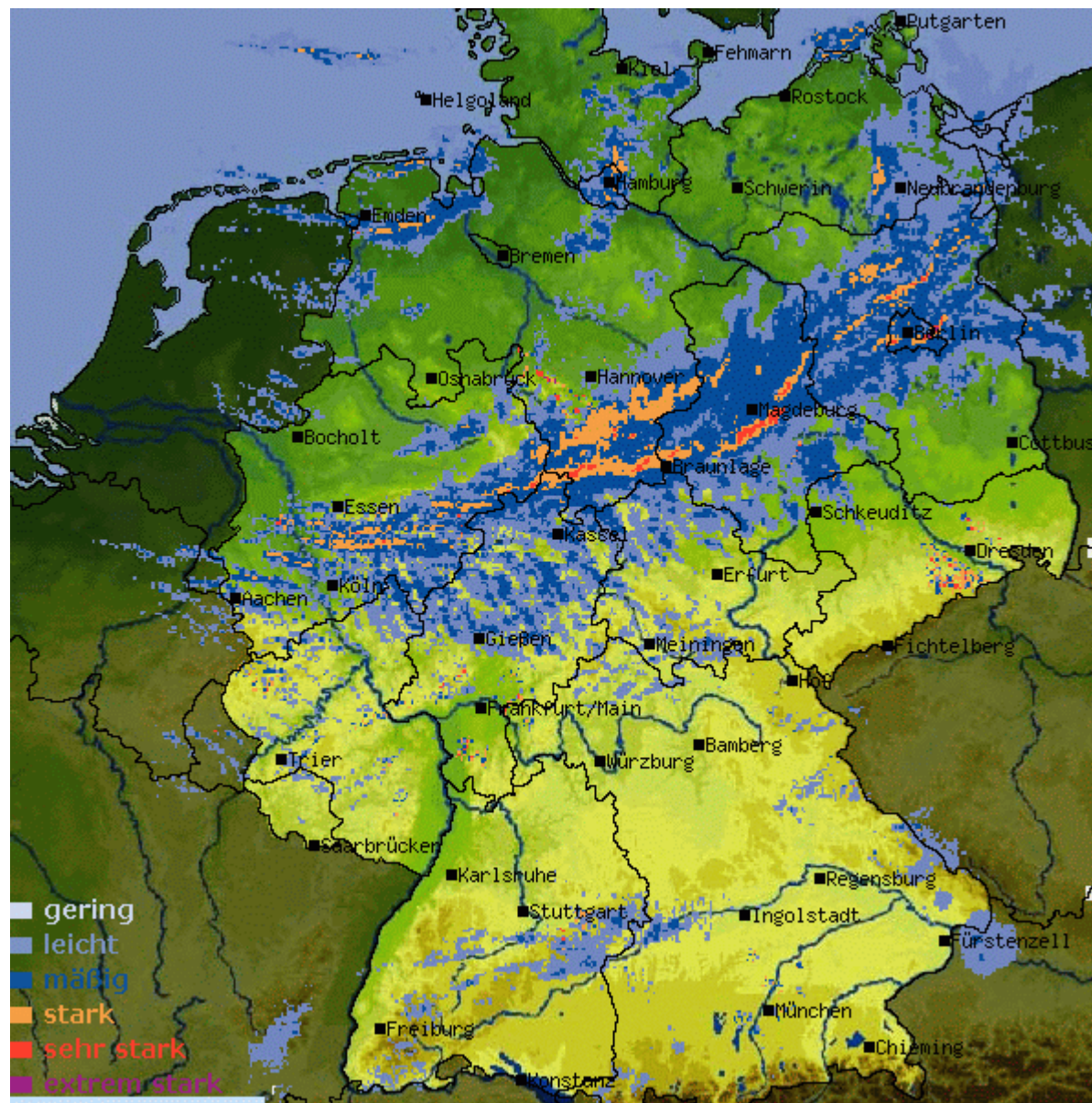
Front i burze z nim związane są łatwo identyfikowane również na zdjęciach satelitarnych z godziny 16:15 UTC:



Ryc. 35. Zdjęcie satelitarne Europy z godziny 16:15 UTC, 18 stycznia 2007. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

Pomiędzy godzinami 17:00 UTC a 18:00 UTC zachodni fragment rozległej linii szkwału traci na aktywności jeśli chodzi o wyładowania. Nie oznacza to jednak, że nie towarzyszą mu już groźne zjawiska – jest wręcz przeciwnie. Gdziekolwiek w Dolnej Saksonii występują huraganowe porywy wiatru osiągające 40 m/s (144 km/h), czego przyczyną jest wysokie ścinanie wiatru. Równie groźne zjawiska występują w strefie aktywnych pod względem ilości wyładowań burz.





Ryc. 36. Skan radarowy z obszaru Niemiec. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

Przed 18:00 UTC burze docierają do obszaru od Brandenburgii, przez Magdeburg, po środkową część Niemiec. Rozpoznania radarowe wykazują, że rozległa burza ma formę liniową. Dodatkowo można w niej zauważyć sygnatury świadczące o tym, że w niektórych jej fragmentach występują opady gradu oraz duże zagrożenie trąbami powietrznymi lub wyjątkowo silnymi porywami wiatru prostoliniowego. Szczególnie niepokojąco wygląda sygnatura znajdująca się w rejonie Magdeburga i przemieszczająca się dalej w kierunku południowo-wschodnim. Widoczne jest tam wyraźnie wyostrzające się wygięcie na linii szkwału - wyodrębnia się wyraźna sygnatura *Line Echo*



*Wave Pattern* (brak odpowiednika w nomenklaturze polskiej)<sup>8</sup>, charakterystyczna dla derecho typu seryjnego. W takie sygnatury często wbudowane są superkomórki burzowe, które, zwłaszcza w środowisku bardzo dużego ścinania i skrętu wiatru (warunki w tym przypadku spełnione), zdolne są do wytworzenia trąby powietrznej.

Stacje synoptyczne z obszaru Niemiec kodują burze i opady przelotne, którym towarzyszą huraganowe porywy wiatru nawet do 35 – 40 m/s (126 – 144 km/h). Lokalnie pojawiają się opady gradu.

Zjawiska przemieszczają się bardzo szybko i znajdują się już blisko Polski. Front przemieszcza się na południowy wschód, należy spodziewać się dalszego przemieszczania burz w tym samym kierunku. Oznacza to, że **burze zbliżają się do Saksonii, Czech i Polski.**

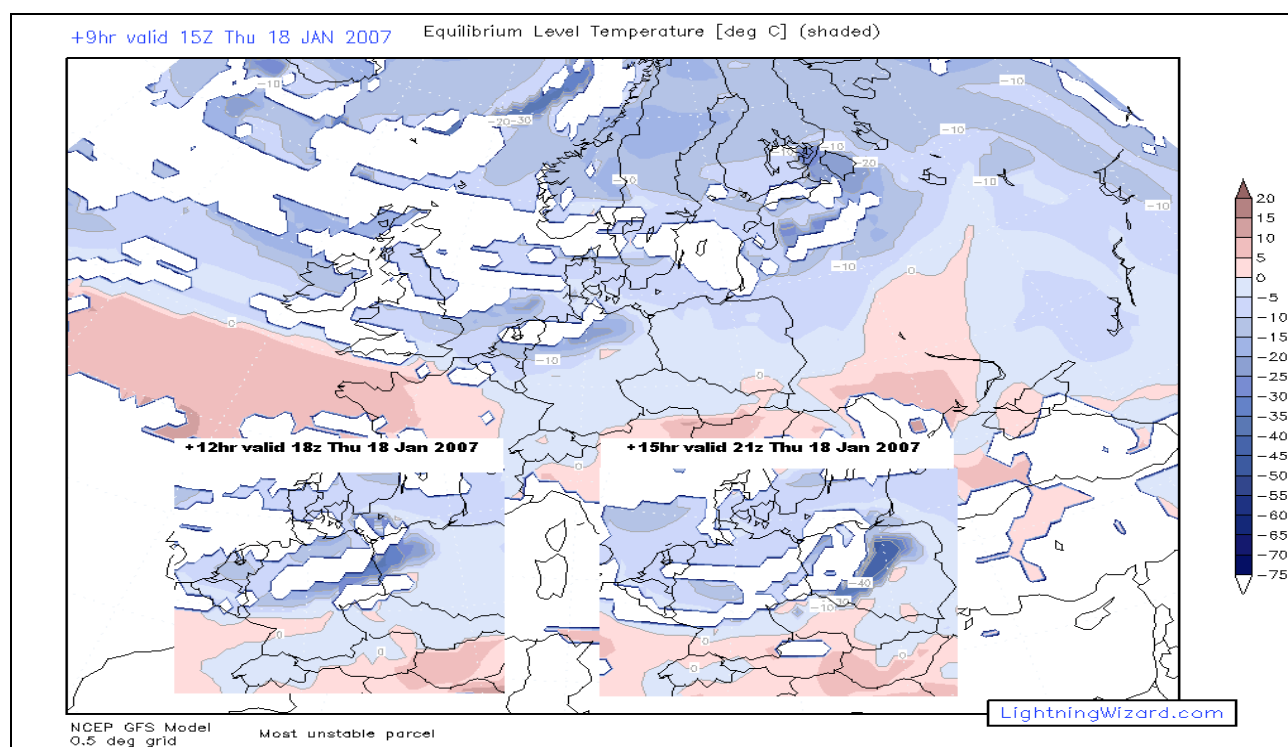
### **5.2.3. Okres od 18:00 UTC do 00:00 UTC – 18/19 stycznia 2007, Niemcy, Czechy i Polska**

#### **5.2.3.1. Okres od 18:00 UTC do 20:00 UTC, Niemcy, Czechy i Polska**

18 stycznia wieczorem utrzymuje się bardzo wysoka jak na okres zimowy liczebność wyładowań. Dane systemów detekcyjnych wykazują, że w trakcie jednej godziny występuje ponad trzy tysiące wyładowań. Nie dziwi to jednak, gdy spojrzeć na prognozę temperatury równowagi sporządzoną przez model GFS na okres wieczorny i pierwszą część nocy.

---

<sup>8</sup> <http://www.spc.noaa.gov/misc/AbtDerechos/derechosqlns.htm>



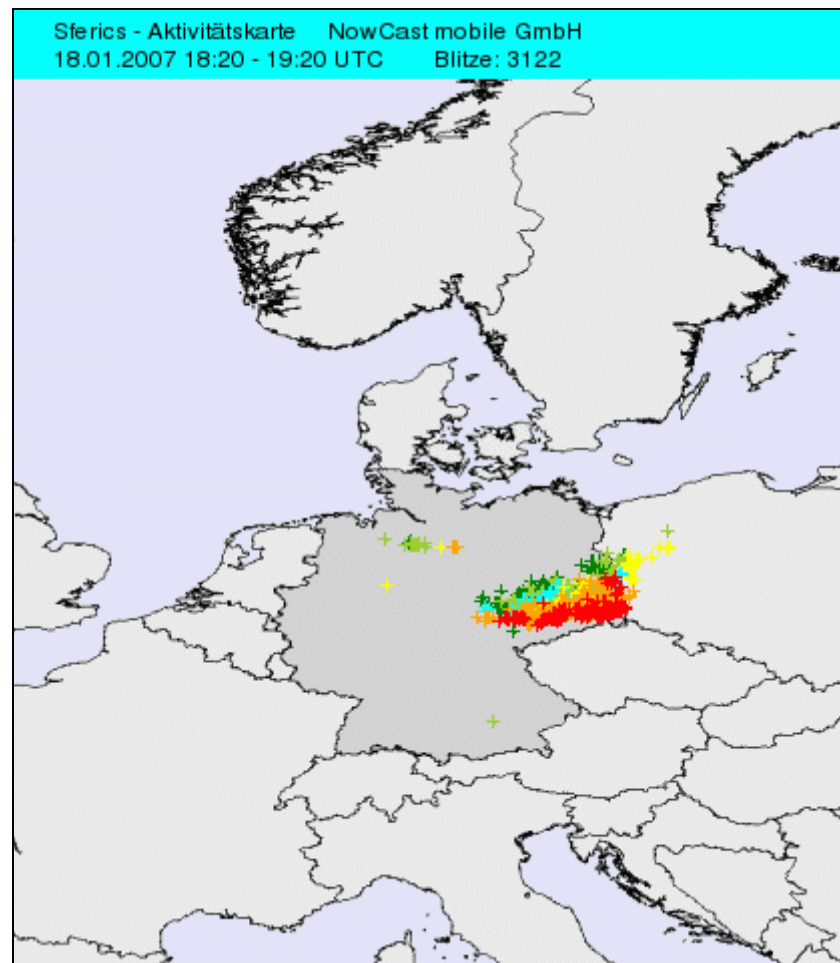
Ryc. 37. Prognoza temperatury poziomu równowagi na godz. 15:00 UTC, 18:00 UTC i 21:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: <http://www.wetteran.de/images/content/storms/sturmtiefs/kyrill/cf/3.png> , <http://lightningwizard.com/>. Autor: Felix Welzenbach

Na powyższych mapach widać, że temperatura poziomu równowagi dochodzi o 18:00 UTC do  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  we wschodnich Niemczech. Im niższa temperatura poziomu równowagi, tym wyżej wypiętrzają się chmury burzowe przy założeniach, że pozostałe warunki sprzyjające ich rozbudowie są korzystne. Zwykle do pojawienia się opadów przelotnych związanych z konwekcją głęboką wystarcza temperatura poziomu równowagi  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  lub nieznacznie poniżej. Przy wartościach poniżej  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  zachodzi już elektryzacja chmur Cb. Mamy więc odpowiedź, skąd tak duża aktywność elektryczna burz mimo zaawansowanych godzin wieczornych styczniowego dnia.

Krótko po godzinie 18:00 UTC strefa burz rozciąga się od środkowo-wschodnich Niemiec **po zachodnią Polskę**. Jako pierwsze spośród stacji synoptycznych w Polsce burze kodują stacje: Gorzów Wielkopolski i Słubice. Podczas jej przejścia stacja w Słubicach zanotowała huraganowy poryw wiatru o prędkości  $37\text{ m/s}$  ( $133\text{ km/h}$ ). W Gorzowie Wlkp. odbyło się ono o wiele spokojniej – poryw wiatru nie przekroczył tam  $19\text{ m/s}$  ( $68\text{ km/h}$ ).

O 18:30 UTC strefa opadów konwekcyjnych i burz związanych z frontem chłodnym rozciąga się od środkowo-wschodnich Niemiec, przez północno-zachodnią część Saksonii, południowo-wschodnie rejony Brandenburgii i województwo lubuskie.

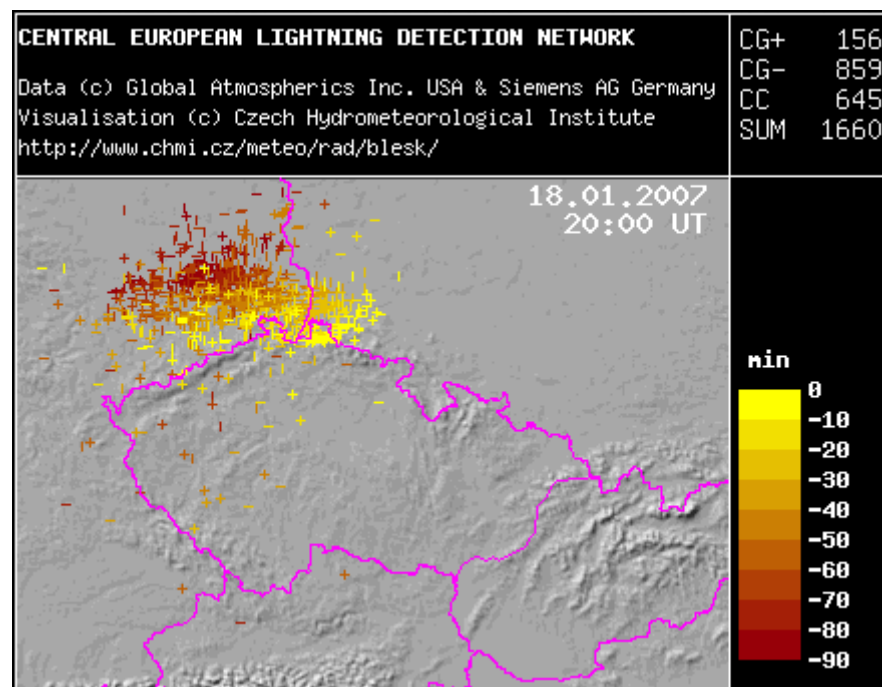
Na podstawie rozpoznania radarowych widzimy, że szczególnie niebezpieczny fragment burzy, w postaci najaktywniejszej sygnatury *Line Echo Wave Pattern* znajduje się na pograniczu Saksonii i Brandenburgii. Rozpoznanie danych radaru dopplerowskiego DWD wykazały, że w sygnaturę tę wbudowana była superkomórka burzowa, której przejście w rejonie niemieckiej miejscowości Lauchhammer pozostawiło szkody typowe dla trąby powietrznej<sup>9</sup>. Na stacjach synoptycznych w Niemczech podczas burz prędkość wiatru na znacznym obszarze przekracza w porywach 100 km/h. Front chłodny i związane z nim burze nadal przemieszczają się w kierunku południowo-wschodnim, nad Rudawy i południowo-zachodnią Polskę. Docierają tam po godzinie 19:00 UTC.



Ryc. 38. Dane systemu detekcji wyładowań Nowcast GmbH. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

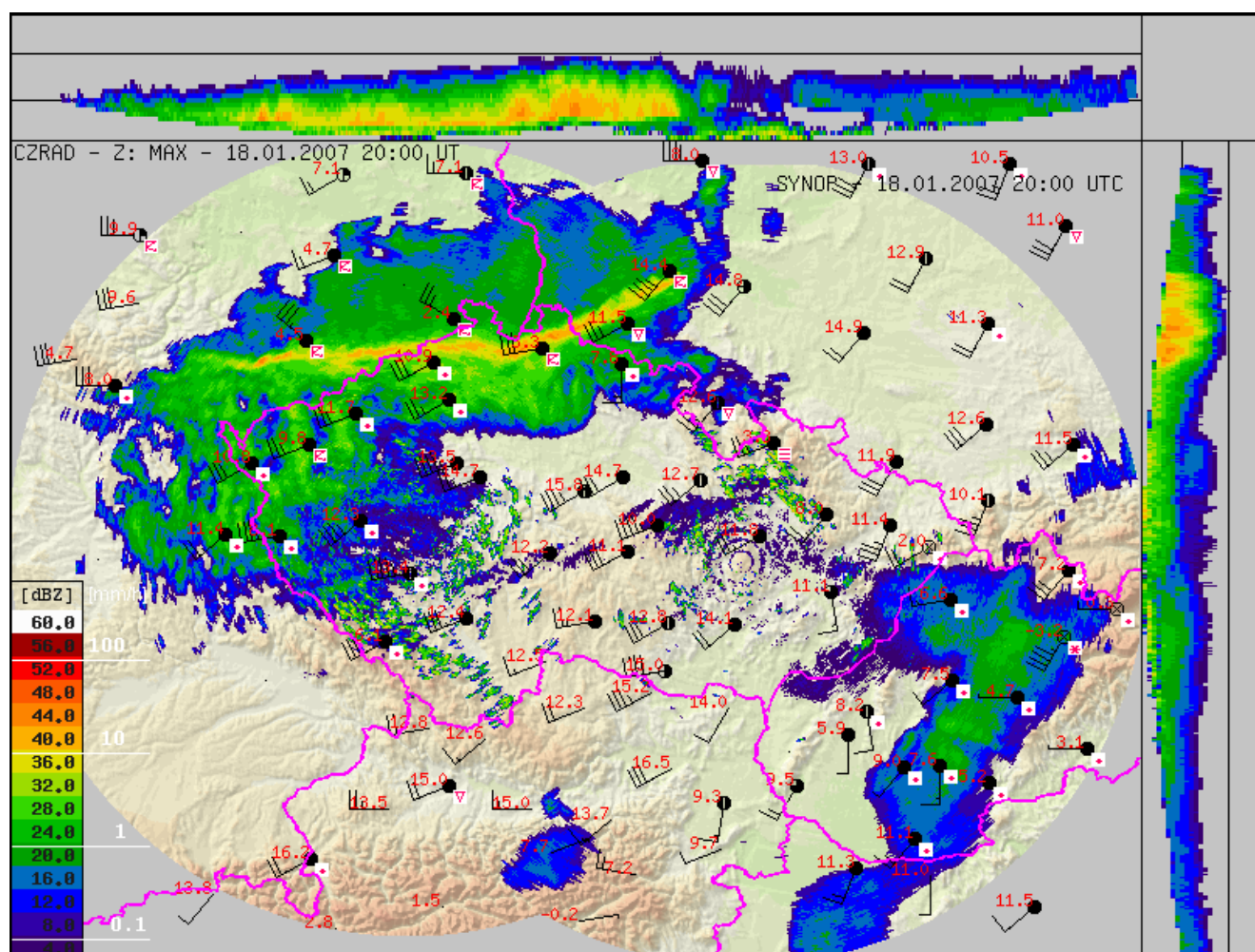
Do godziny 20:00 UTC strefa burz obejmuje już całą zachodnią połowę Dolnego Śląska, a także Sudety Zachodnie. Burze rozciągają się od pogranicza czesko-niemieckiego po południowo-zachodnią Polskę.

<sup>9</sup> Christoph Gatzen, „Wichura Kyrill nad Środkową Europą”. Slajdy 19. i 20. [http://www.estofex.org/files/ecss\\_gatzen.ppt](http://www.estofex.org/files/ecss_gatzen.ppt)



Ryc. 39. Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 18:30 UTC – 20:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>

W dalszym ciągu utrzymuje się nadzwyczajna jak na środek zimy aktywność burz. System detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego (ČHMÚ) odnotował około 1660 wyładowań atmosferycznych wszystkich rodzajów w trakcie dziewięćdziesięciu minut (od 18:30 UTC do 20:00 UTC). Burza nadal ma formę rozległej linii szkwału, w której rdzeniu występuje maksimum intensywności opadów i prędkości wiatru.



Ryc. 40. Skan radarowy z godziny 20:00 UTC 18 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>

W strefie frontu chłodnego występuje nadal zmiana kierunku wiatru z południowo-zachodniego na zachodni i północno-zachodni. Mimo późnych godzin wieczornych w ciepłym wycinku niżu temperatura w wielu miejscach przekracza wyraźnie  $15^{\circ}\text{C}$  – w północno-wschodnich rejonach Austrii dochodzi prawie do  $17^{\circ}\text{C}$  przy silnym wietrze z kierunków południowo-zachodnich. Natomiast bezpośrednio za układem konwekcyjnym, i co za tym idzie od razu po przejściu chłodnego frontu atmosferycznego, spadki temperatury są znaczne. W Saksonii spadki temperatury w ciągu niewiele ponad jednej godziny potrafiły osiągnąć  $12^{\circ}\text{C}$  i więcej. Na stacji w Dreźnie pomiędzy 18:00 UTC a 19:30 UTC temperatura spadła z  $14,7^{\circ}\text{C}$  do  $2,3^{\circ}\text{C}$ , co oznacza spadek temperatury w tym okresie o  $12,4^{\circ}\text{C}$ <sup>10</sup>. W trakcie trzydziestu minut natomiast (od 19:00 UTC do 19:30 UTC) obniżyła się o ponad 10 stopni.

<sup>10</sup> <http://ogimet.com/cgi-bin/gsynres?ind=10488&decoded=yes&ndays=2&ano=2007&mes=01&day=19&hora=06>



NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectories ending at 2000 UTC 18 Jan 07  
GDAS Meteorological Data

Source ★ at 51.21 N 16.16 E

Meters AGL

2760  
1200  
500

2500  
2000  
1500  
1000  
500

18 12 06 00 18 12 06 00 18 12 06 00 18 12 06 00 18 12 06 00

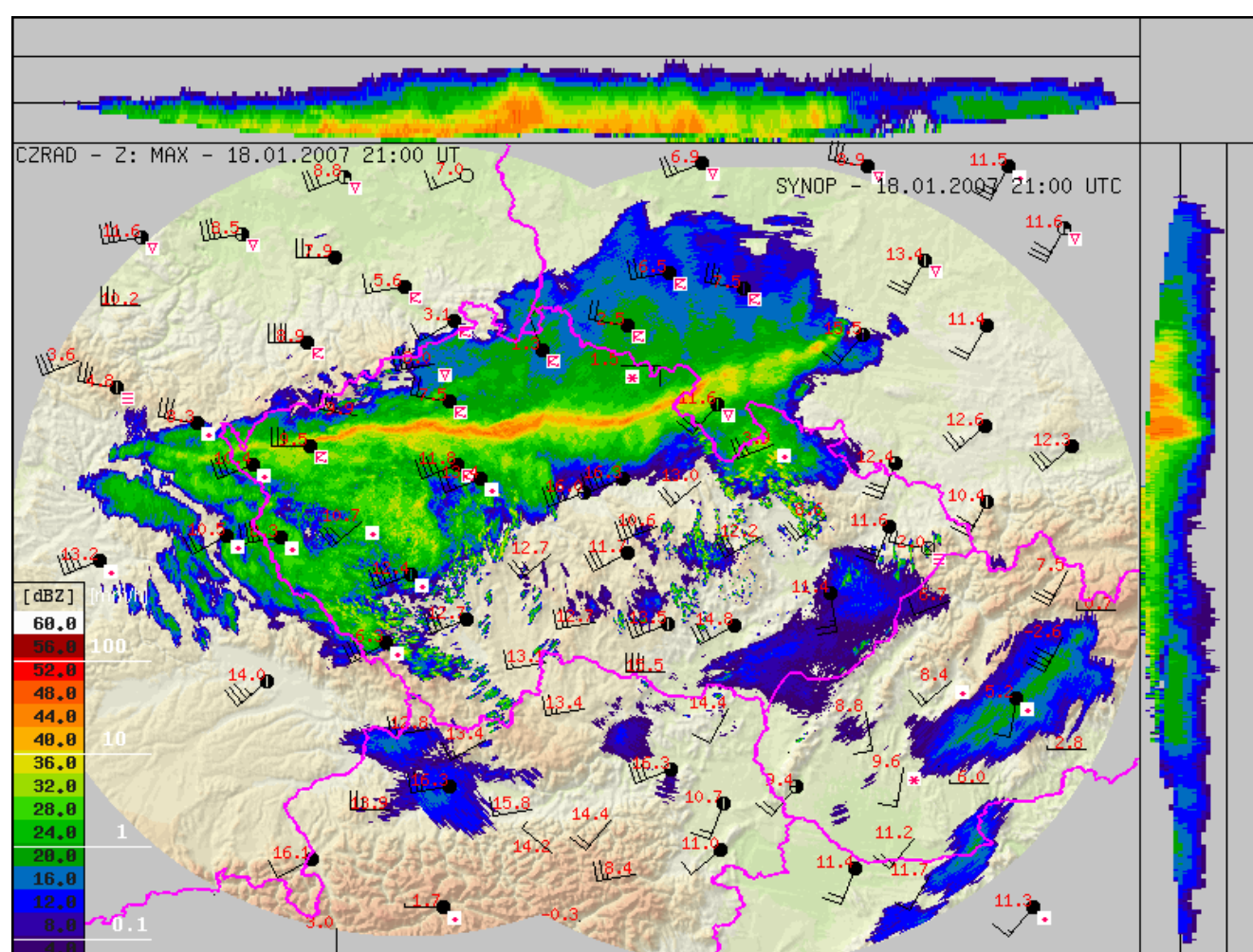
01/18 01/17 01/16 01/15 01/14

Job ID: 124753 Job Start: Tue Nov 18 18:54:55 UTC 2014  
Source 1 lat.: 51.210000 lon.: 16.160000 hghts: 500, 1200, 2760 m AGL

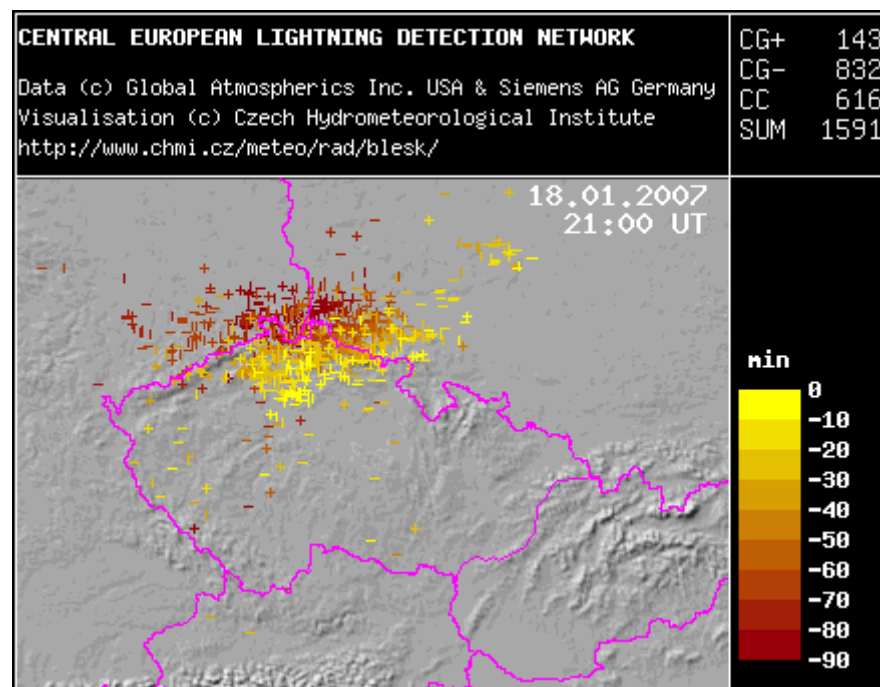
Trajectory Direction: Backward Duration: 120 hrs  
Vertical Motion Calculation Method: Model Vertical Velocity  
Meteorology: 0000Z 15 Jan 2007 - GDAS1

64

### 5.2.3.2 21:00 UTC



Ryc. 42. Skan radarowy z godziny 21:00 UTC 18 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>



Ryc. 43. Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 19:30 UTC – 21:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>

O godzinie 21:00 UTC fragment frontu chłodnego umiejscowiony jest na obszarze od zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego, przez środkową Polskę, Dolny Śląsk, po północne i zachodnie Czechy. Burze występują na południu i wschodzie Dolnego Śląska i w województwie łódzkim. Pomiędzy 20:00 UTC a 21:00 UTC nieliczne wyładowania atmosferyczne pojawiły się również na południu Wielkopolski.

Do tego czasu burze przeszły m.in. przez Legnicę, Wrocław i Jelenią Górę. Wszędzie tam zaobserwowano huraganowe porywamy wiatru. W Legnicy i Wrocławiu wiało w porywach do 37 m/s (133 km/h), a w Jeleniej Górze do 33 m/s (119 km/h).

Porównując umiejscowienie strefy opadów i burz z godziny 20:00 UTC i 21:00 UTC widzimy, że front chłodny przemieszcza się bardzo szybko, z prędkością około 100 km/h, w kierunku południowo-wschodnim.

W związku z utrzymującym się dużym gradientem ciśnienia, silnym wiatrem w całej troposferze oraz wysokimi wartościami wektorów ścinania wiatru, zjawiskom konwekcyjnym w strefie frontu towarzyszą bardzo silne i huraganowe porywy wiatru, nawet jeśli burze nie występują. Tak było na przykład w Poznaniu, gdzie wymianie mas powietrza z polarno-morskiej ciepłej na polarno-morską chłodną towarzyszyły porywy o prędkości 34 m/s (122 km/h). Obszary z wiatrem

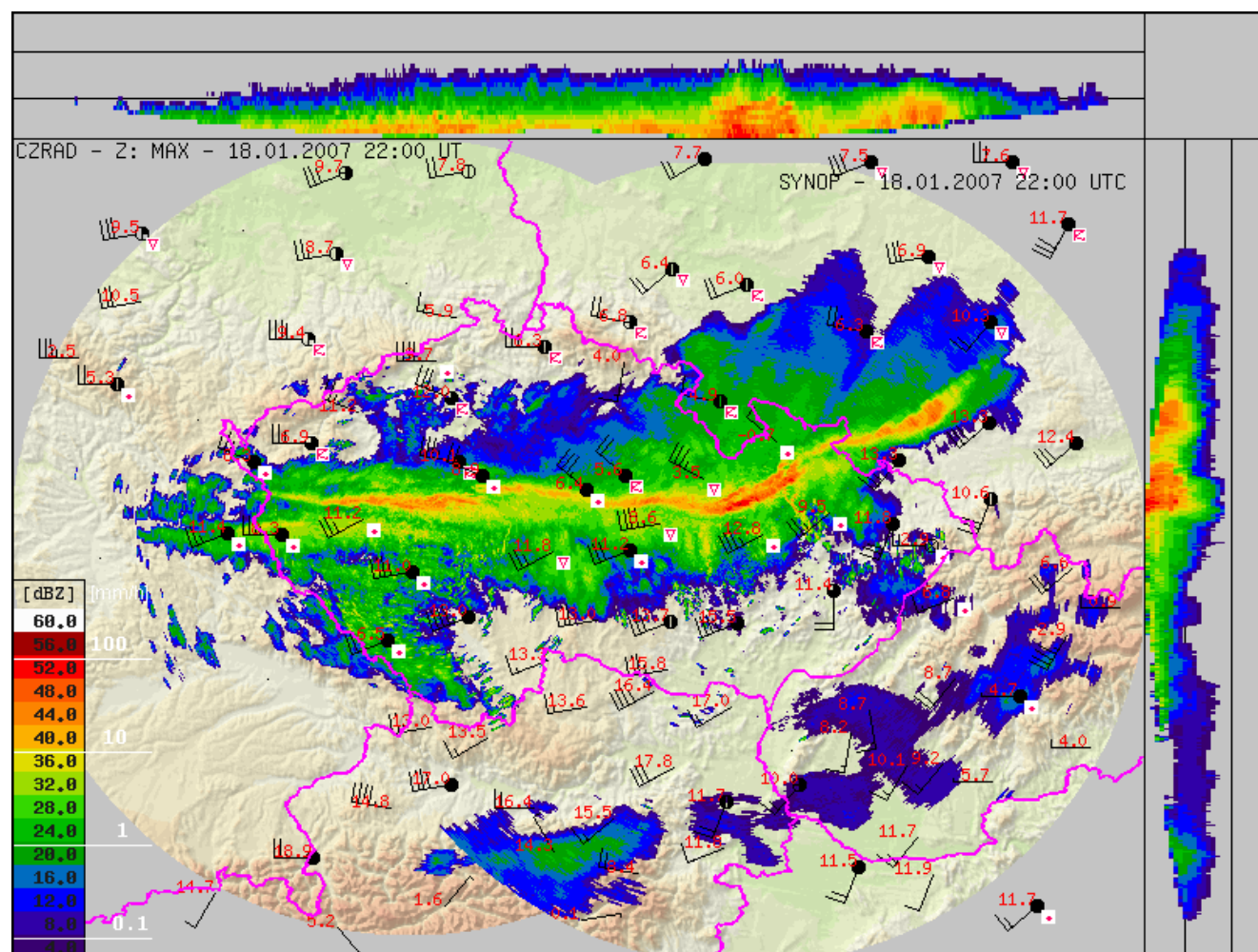


maksymalnym o prędkości poniżej 100 km/h w strefie frontu są nieliczne i występują głównie w północnej części kraju, gdzie jego przejście odbywa się spokojniej.

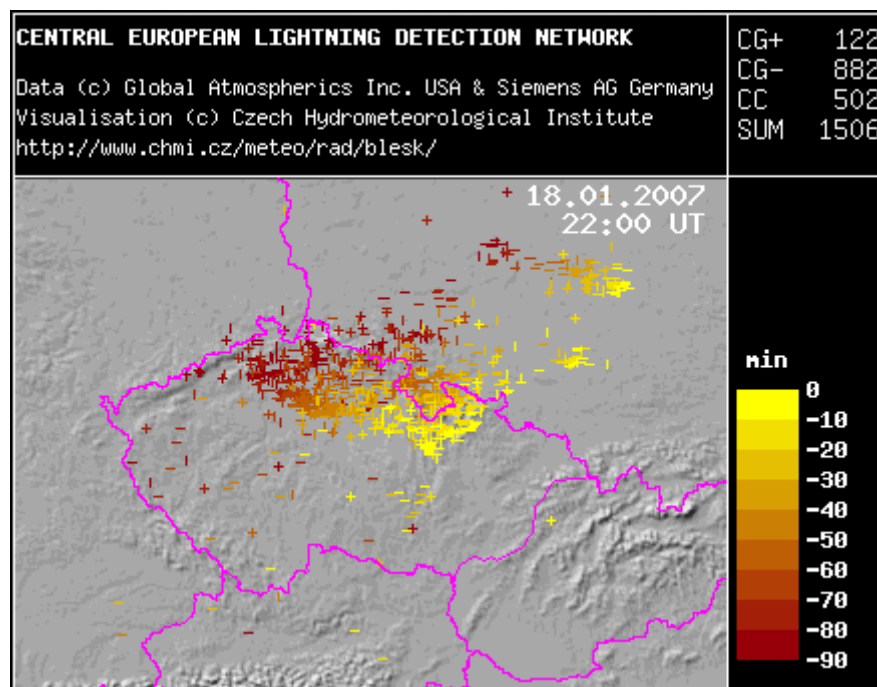
O godzinie 21:00 UTC podczas burzy na Śnieżce średnia prędkość wiatru osiągała 60 m/s (216 km/h).

W wielu miejscach przejściu burzy towarzyszą duże spadki temperatury. W Jeleniej Górze w ciągu godziny temperatura spadła z 11,5 °C do 2,5 °C. W części nizinnej województwa dolnośląskiego spadek temperatury podczas burzy był również znaczący (na ogół z 15 °C do 6 °C).

### 5.2.3.3 22:00 UTC



Ryc. 44. Skan radarowy z godziny 22:00 UTC 18 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>



Ryc. 45. Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 20:30 UTC – 22:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>

Pomiędzy 21:00 UTC a 22:00 UTC odcinek frontu, na którym występowały burze, szybko przemieścił się przez całą Ziemię Kłodzką, a także zachodnią i środkową część województwa opolskiego, o 22:00 UTC opuszczając te rejony i rozciągając się od zachodnich i środkowych Czech, przez Morawy, Płaskowyż Głubczycki, północno-zachodnią część woj. śląskiego i południową województwa łódzkiego.

Utrzymuje się wysoka aktywność burz pod względem wyładowań, mimo godzin nocnych. System detekcji wyładowań ČHMÚ odnotował od 20:30 UTC do 22:00 UTC ponad 1500 wyładowań atmosferycznych, w tym ponad 1000 wyładowań doziemnych.

Na rozpoznaniach radarowych widoczna jest rozległa linia szkwału, z najaktywniejszym jej fragmentem na północy Moraw. Odbiciowość radarowa w tym fragmencie burzy osiągała nawet 56 dBZ, co odpowiada natężeniu opadów ok. 115 mm/h. To wartość rzadko spotykana w styczniu w naszych szerokościach geograficznych, sugerująca także w zaistniałych warunkach meteorologicznych występowanie opadów gradu (co potwierdziły depesze SYNOP z Czech).

Burzom na terenie Polski pomiędzy 21:00 UTC a 22:00 UTC towarzyszyły porywy wiatru o prędkości dochodzącej do 100 km/h oraz ją przekraczające. Na stacji synoptycznej Sulejów zarejestrowano poryw 27 m/s (97 km/h), w Opolu 28 m/s (101 km/h). Należy mieć oczywiście na uwadze, że lokalnie porywy te były silniejsze.

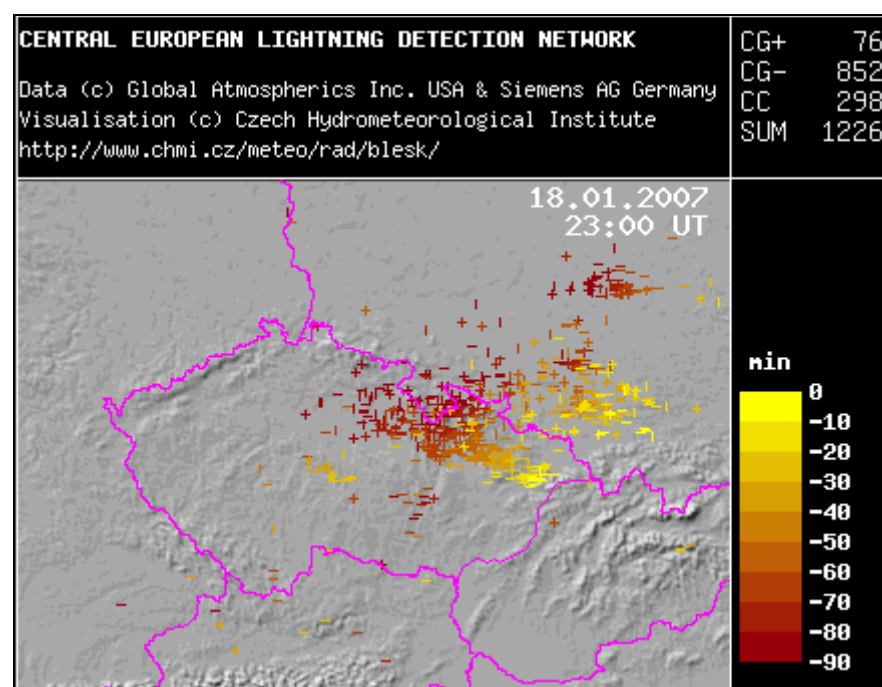


Strefa burz nadal przemieszcza się z prędkością około 100 kilometrów na godzinę w kierunku południowo-wschodnim.

Wciąż utrzymuje się spory spadek temperatury po przejściu burz w odniesieniu do tej notowanej w wycinku ciepłym, tuż przed frontem chłodnym. W Opolu o 21:00 UTC (jeszcze w ciepłej masie powietrza) temperatura powietrza na wysokości 2 metrów osiągała niemal 16 °C, godzinę później była o prawie 10 °C niższa i wyniosła 6 °C.

Poza strefą burz na froncie chłodnym, w trakcie przechodzenia związanych z nim opadów przelotnych także wieje bardzo porywisty wiatr. W Płocku porywy wiatru dochodziły do 38 m/s (137 km/h) i jest to najwyższa zanotowana prędkość wiatru na terenach nizinnych w Polsce. W Łodzi porywy wiatru osiągały niewiele mniejszą prędkość, 37 m/s (133 km/h). Na północy kraju przejście frontu chłodnego odbywa się nieco spokojniej, na Kujawach, Warmii i Pomorzu nie odnotowuje się porywów przekraczających prędkość 25 m/s.

#### 5.2.3.4 23:00 UTC



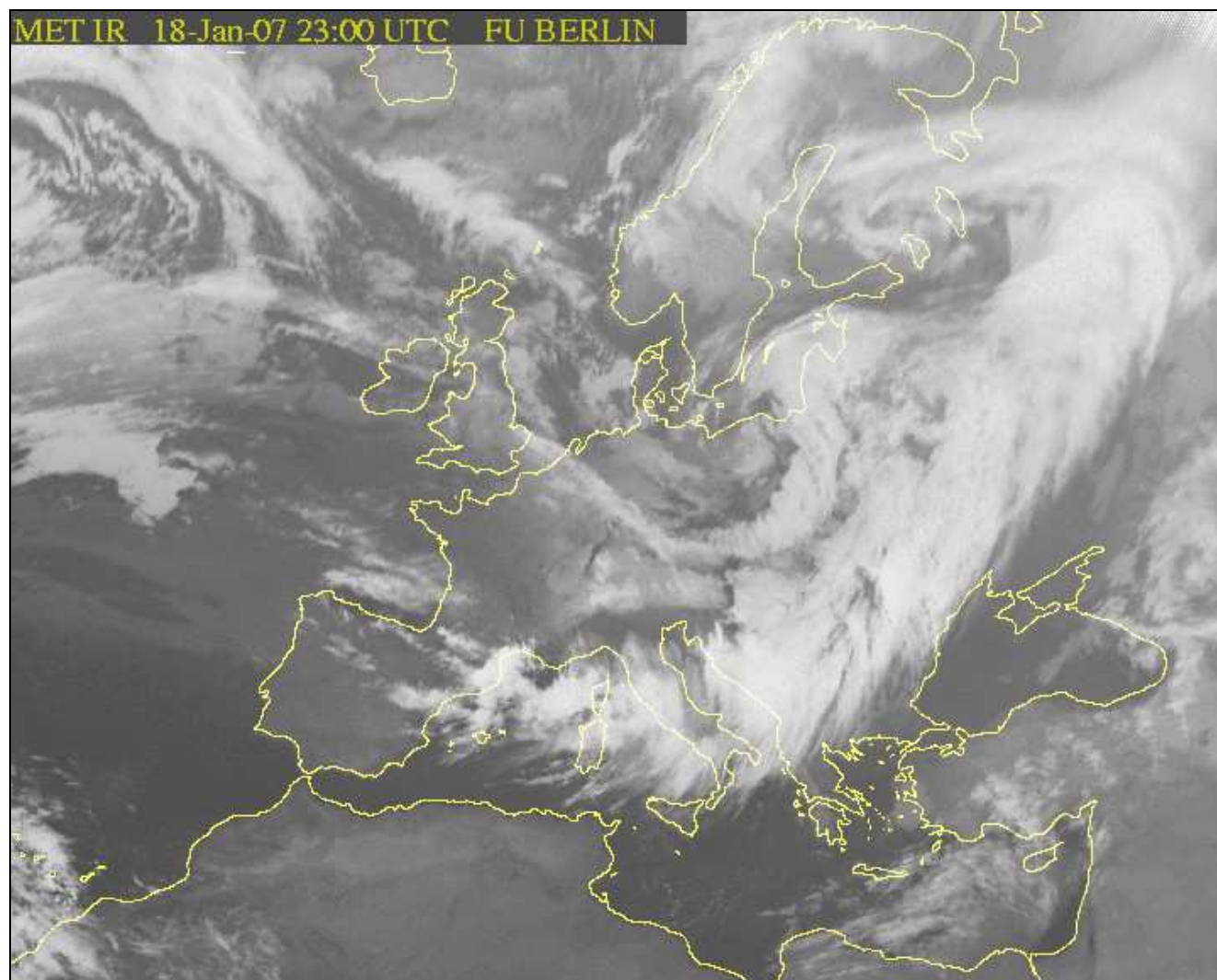
Ryc. 46. Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 21:30 UTC – 23:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>

O godzinie 23:00 UTC widoczne są już pierwsze oznaki spadku aktywności burzy. Jej główny fragment o tej porze dnia przechodzi przez wschodnią część Czech i dociera nad Śląsk i zachodnią Małopolskę. Pojedyncze wyładowania odnotowuje się także na południowym zachodzie województwa świętokrzyskiego, lokalnie nawet w województwie mazowieckim. W okresie od 21:30 UTC do 23:00

UTC system detekcji wyładowań ČHMÚ rejestruje ponad 1200 wyładowań wszystkich rodzajów na obszarze Czech i Polski. Względem ostatniej godziny spadek aktywności elektrycznej burz jest więc dość znaczący. Mimo to, burza przynosi jeszcze lokalnie huraganowe porywy wiatru – nad frontem chłodnym wciąż utrzymuje się bardzo silny, choć słabnący przepływ w prądzie strumieniowym. Ostatnią stacją synoptyczną z obszaru Polski odnotowującą poryw huraganowy, związany z omawianą burzą, jest stacja Kraków-Balice, gdzie wieje w porywach do 34 m/s (122 km/h). Strefa frontu chłodnego rozciąga się przez Polskę od Mazur, przez Mazowsze, województwo świętokrzyskie, po Beskid Śląski.

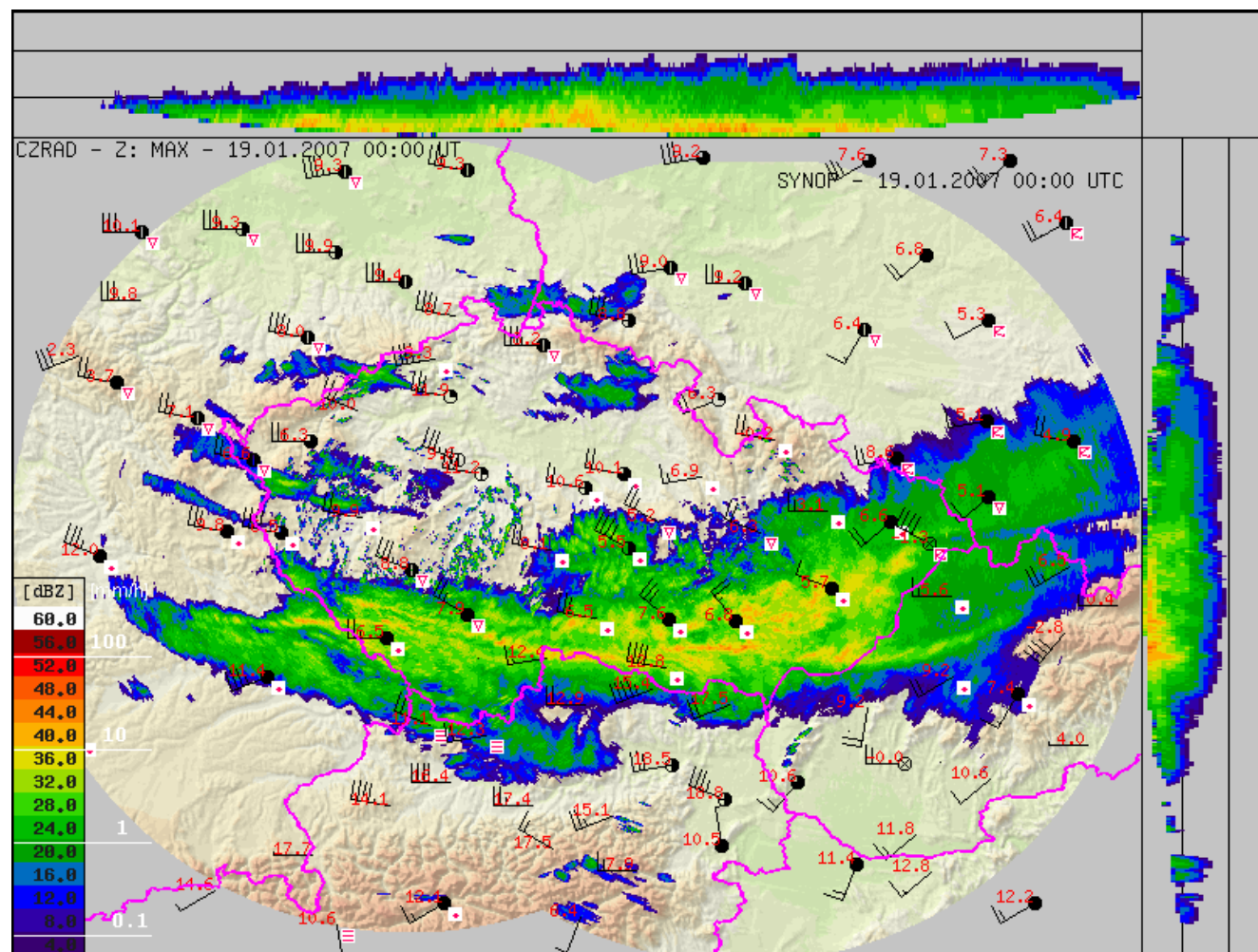
Porywy przekraczające 100 km/h występują również podczas burzy w Katowicach (wiatr maksymalny 29 m/s – 104 km/h) i poza strefą burz, w opadach przelotnych związanych z frontem chłodnym, na Mazowszu. Stacja Warszawa-Okęcie odnotowuje poryw o prędkości 30 m/s – 108 km/h. Nadal utrzymuje się bardzo szybkie przemieszczanie strefy frontowej w kierunku południowo-wschodnim.

Za frontem powietrze dynamicznie osiada, wskutek czego zejście suchego powietrza aż znad rejonów tropopauzy w dolne warstwy troposfery ma swoje odzwierciedlenie w stopniu zachmurzenia. W wielu miejscach w tylnej części niżu, tuż za frontem chłodnym, występują krótkotrwałe przejaśnienia, a nawet rozpogodzenia, gdzieśniedzie do nieba bezchmurnego. Stacja Jelenia Góra o 23:00 UTC notowała niebo bezchmurne. Wcześniej taka sama sytuacja występowała miejscami na obszarze Niemiec. Sytuacja ta dobrze widoczna jest na zdjęciach satelitarnych, gdzie bezpośrednio za strefą chmur Cumulonimbus związanych z frontem pojawia się niewielki obszar całkowicie wolny od chmur.



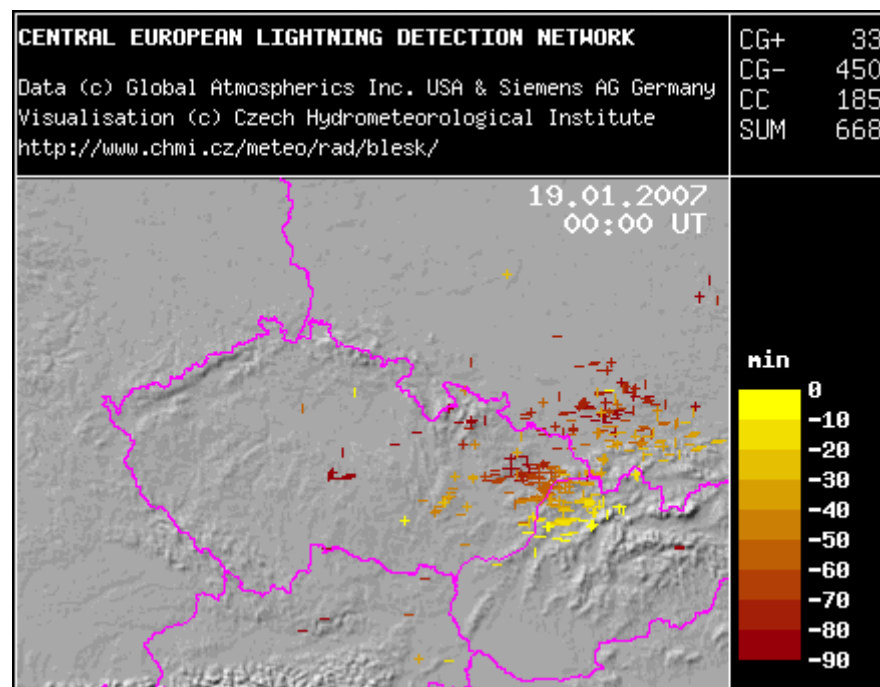
Ryc. 47. Zdjęcie satelitarne obejmujące Europę, część północnego Atlantyku i Afryki Północnej. Źródło: Freie Universität Berlin. Autor skanu: Marco Puckert. <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

#### **5.2.3.5. 00:00 UTC, 19 stycznia 2007**



Ryc. 48. Skan radarowy z godziny 00:00 UTC 19 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>



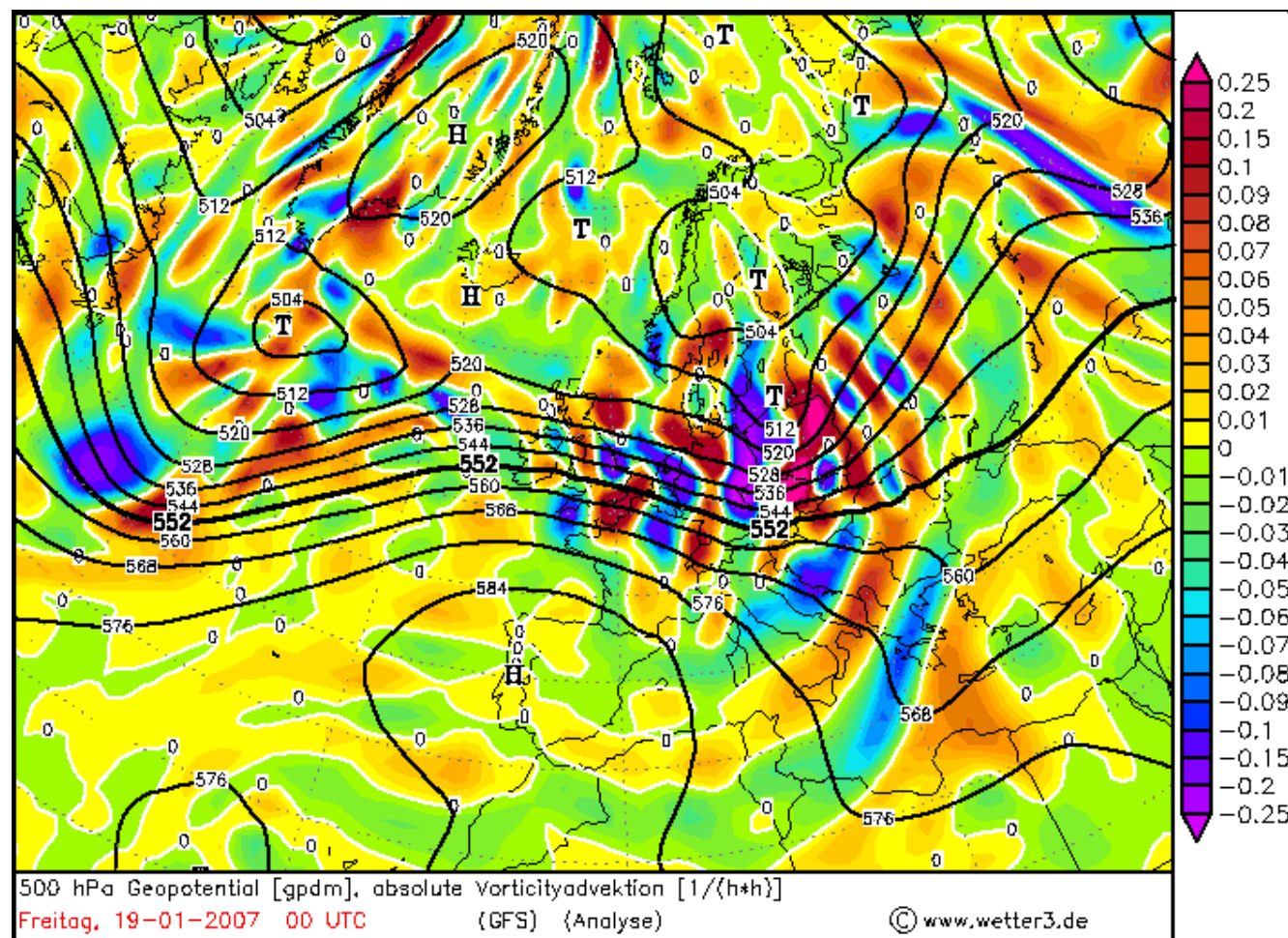


Ryc. 49. Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 22:30 UTC – 00:00 UTC 18/19 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ - <http://www.chmi.cz/>

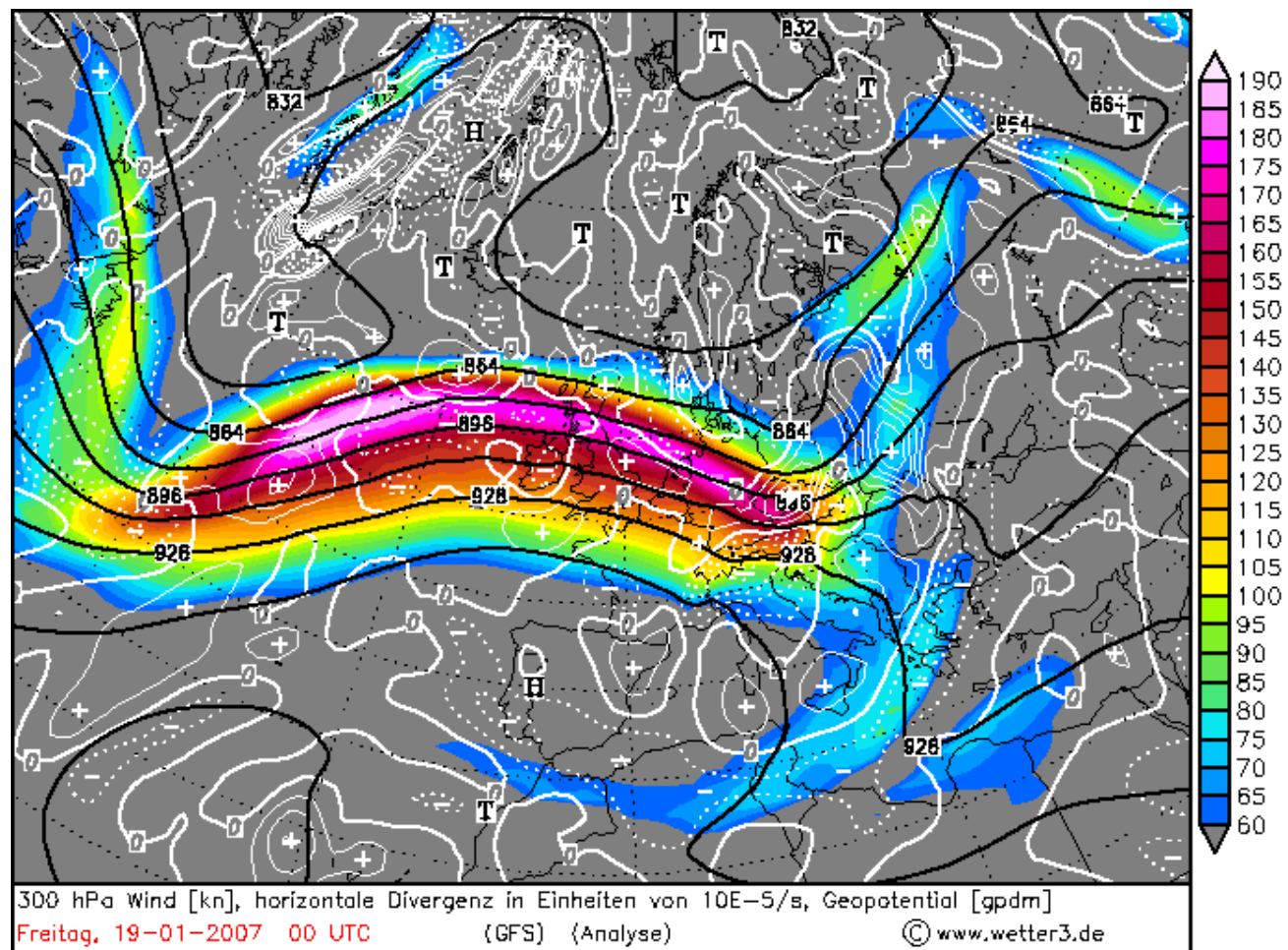
Do godziny 00:00 UTC 19 stycznia 2007 burze przechodzą przez większą część Małopolski, jednak zaczynają coraz wyraźniej słabnąć. Widoczne jest to zarówno na podstawie rozpoznaw radarowych i spadku natężenia opadów zarówno w Polsce i w Czechach, jak i na podstawie danych systemów detekcji wyładowań dotyczących ich liczebności. W strefie burz wciąż występują bardzo silne porywy wiatru, ale nie obserwuje się już porywów przekraczających ani nawet osiągających 33 m/s. Stacje synoptyczne w Tarnowie i Nowym Sączu notują porywy wiatru podczas burzy osiągające odpowiednio 24 m/s i 28 m/s (86 km/h i 101 km/h).

Dolny Śląsk wraz ze Śląskiem Opolskim w tym czasie są już w tylnej części niżu, gdzie powstają opady deszczu pochodzenia konwekcyjnego wewnątrz chłodnej i chwiejnej masy powietrza polarno-morskiego.

Front chłodny znajduje się na obszarze od Podlasia, przez Lubelszczyznę, po pogranicze Małopolski i Podkarpacia. Burze z nim związane dotarły również nad Słowację, jednak i tam nie są już tak groźne. Synoptycznych przyczyn tego procesu nie trzeba długo się doszukiwać.



Ryc. 50. Geopotencjał i adwekcja wirowości całkowitej. Powierzchnia izobaryczna 500 hPa. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_7.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_7.gif)



Ryc. 51. Geopotencjał 300 hPa i prędkość wiatru na powierzchni 300 mb. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de.  
 Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_38.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_38.gif)

Niżowi dolnemu wciąż odpowiada dobrze rozwinięta, głęboka zatoka górna umiejscowiona nad południowym Bałtykiem. Front chłodny wciąż znajduje się w obszarze z cyklonalną krzywizną izohips. Strefa burz i frontu wychodzi jednak poza obszar z najsilniejszym przepływem w prądzie strumieniowym.

Taka sytuacja przyczynia się do stopniowego spadku wirowości dodatnich w przedniej części zatoki i – co za tym idzie – spadku aktywności frontu chłodnego.

W tylnej części zatoki górnej występuje oczywiście antycyklonalna krzywizna izohips, ich ułożenie przyjmuje kierunek NW-SE, co powoduje wzrost składowej północnej przepływu w tej części układu względem okresów poprzednich i pojawianiu się rozległych obszarów z wirowością ujemną tamże.

#### 5.2.4. 00:00 UTC – 03:00 UTC, 19 stycznia 2007

Do godziny 03:00 UTC **front chłodny opuszcza już całą Polskę**, pozostawiając kraj w tylnej części niżu, w chłodnej masie powietrza polarno-morskiego. W tym okresie burze przemieszczały się głównie przez Pogórze Karpackie, na obszarze południowej Małopolski i Podkarpacia.

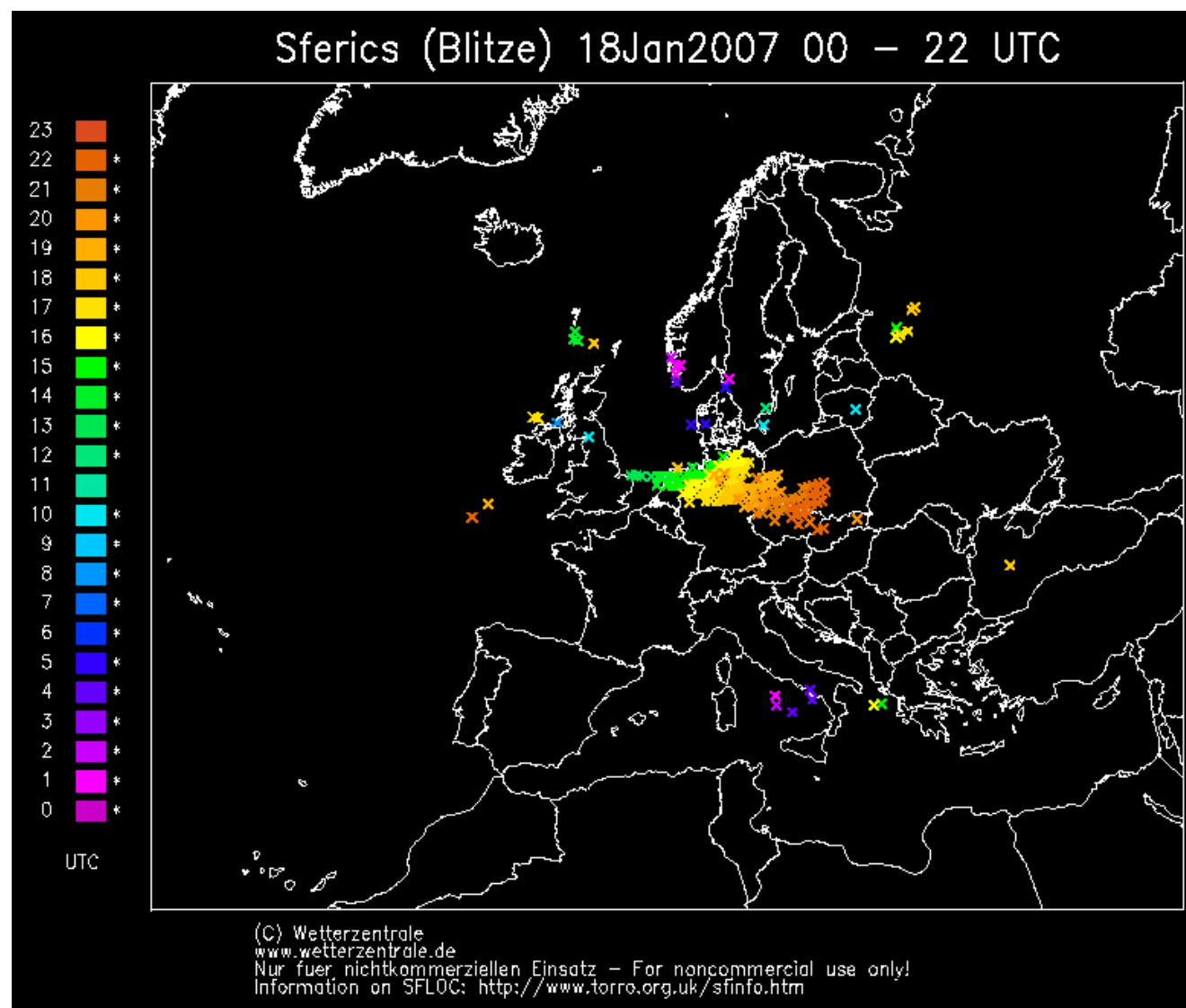
Na podstawie danych systemów detekcji wyładowań, danych radarowych i obserwacji ze stacji synoptycznych można stwierdzić, że aktywność burz pod względem aktywności elektrycznej, porywów wiatru i natężenia opadów znacząco osłabła, choć nadal towarzyszyły jej bardzo silne, jednak już nie huraganowe porywy wiatru.

W powyższym okresie burze zanotowano na 3 stacjach meteorologicznych i na żadnej z nich nie zaobserwowano już porywu osiągającego ani przekraczającego prędkość 25 m/s. Zarówno w Zakopanem, w Krośnie jak i w Lesku porywy maksymalne podczas przechodzenia burz wyniosły 24 m/s (86 km/h).

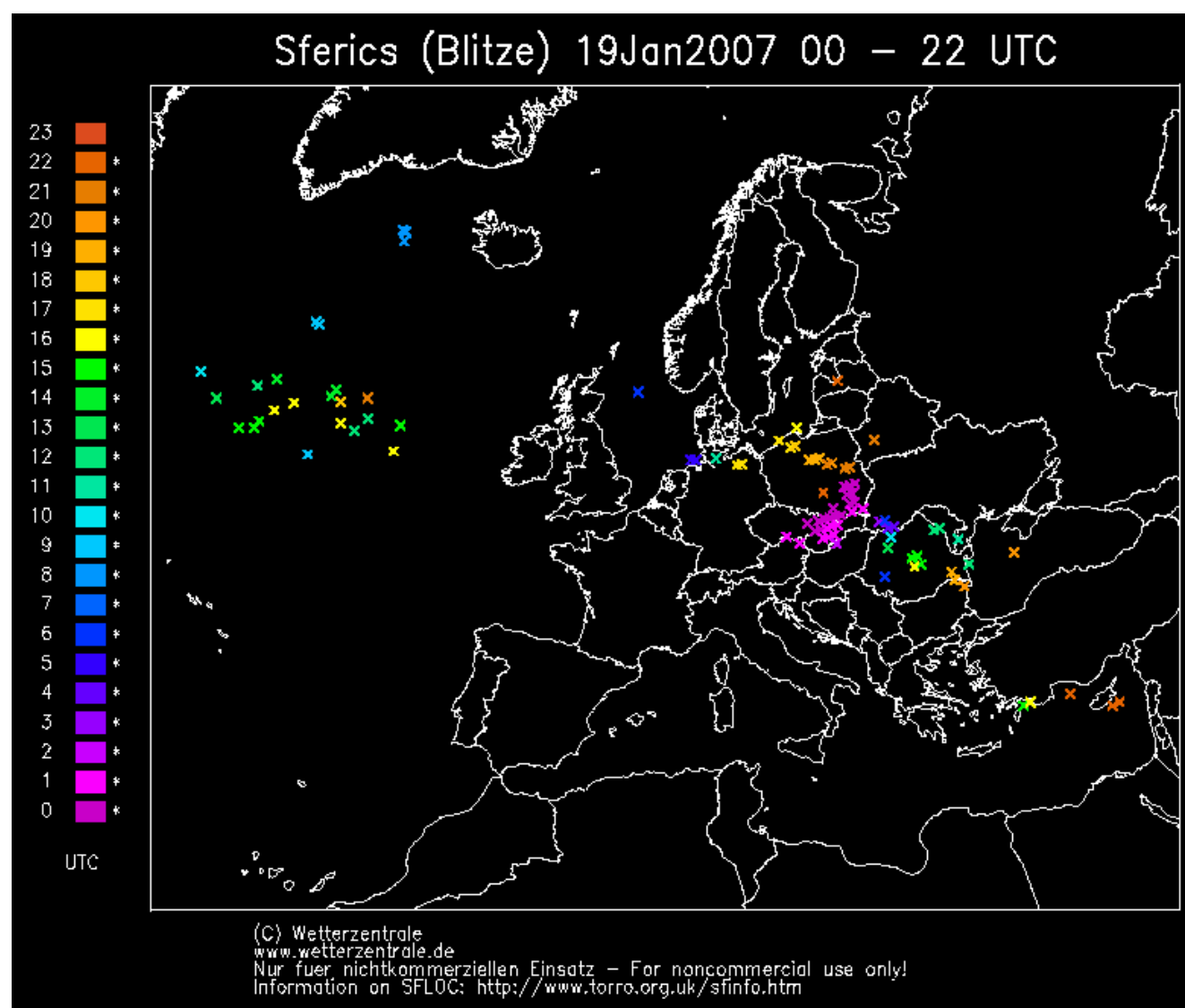
W Bieszczadach silniejszy wiatr niż na froncie chłodnym obserwowano w ciepłym wycinku niżu, a w Beskidzie Niskim w jego tylnej części. O godzinie 03:00 UTC nigdzie w Polsce już nie występują burze.

Lokalne burze wewnątrz-masowe typu adwekcyjnego pojawiały się co prawda jeszcze 19 stycznia wieczorem na północy, w centrum i wschodzie Polski wewnątrz chłodnej i chwiejnej masy powietrza polarno-morskiego napływającego z północnego zachodu, jednak nie towarzyszyły im już tak groźne zjawiska jak nocy poprzedniej.





Ryc. 52. Wyładowania atmosferyczne zarejestrowane w okresie od 00:00 UTC 18 stycznia 2007 do 23:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: Wetterzentrale.de



Ryc. 53. Wyładowania atmosferyczne zarejestrowane w okresie od 00:00 UTC 19 stycznia 2007 do 22:00 UTC 19 stycznia 2007. Źródło: Wetterzentrale.de

## 6. Podsumowanie

Niż *Kyrill* przyniósł największe pod względem prędkości wiatru i zasięgu terytorialnego wichury od początku XXI wieku w Polsce. O ile silne wichury pojawiały się także w latach poprzedzających rok 2007 i po nim następujących, o tyle nie zdarzyło się jeszcze w tym stuleciu, aby wiatr w osiagający i przekraczający w porywach 30 m/s występował na tak dużym obszarze kraju. Najspokojniej przejście niżu odbyło się na Podlasiu i na Mazurach, największe szkody wichura poczyniła natomiast w Polsce Zachodniej, Południowej i w centrum kraju.

Należy bez wątpienia podkreślić bardzo istotną rolę zjawisk konwekcyjnych w obszarach, na których zanotowano najsilniejsze porywy wiatru. Na terenie Polski porywy wiatru o największej prędkości (33 m/s i więcej) występowały w obszarze rozległego liniowego układu konwekcyjnego, z którym związane były gwałtowne burze i intensywne opady przelotne, związane ze strefą chłodnego frontu atmosferycznego. Rozwinęły się one w środowisku głębokiego niżu i bardzo groźnych warunków kinematycznych - ścinanie wiatru w warstwie 0-1 km osiągało miejscami nawet około 25 m/s, w warstwie 0-6 km gdzieśkolwiek przekraczało 35 m/s; obserwowano ponadto wysokie wartości skreću wiatru w warstwie granicznej atmosfery. Z tych przyczyn generowane przez zjawiska konwekcyjne porywy wiatru miały w wielu miejscach niszczącą siłę, a gdzieśkolwiek odnotowano nawet szkody charakterystyczne dla przejścia trąb powietrznych.

Następnego dnia lokalne burze pojawiły się także w tylnej części niżu - w chłodnej i chwiejnej masie powietrza polarno-morskiego napływającego z północnego zachodu. Występowały one na północy, w centrum i wschodzie kraju, jednak obszar burz był o wiele mniejszy i nie towarzyszyły im już tak groźne zjawiska.

Podczas przemieszczania się głębokich niżów bardzo ważna jest więc także prawidłowa prognoza rozwoju zjawisk konwekcyjnych oraz uwzględnienie dodatkowych zagrożeń z nimi związanych.

To głównie na froncie chłodnym oraz w tylnej części niżu notowano porywy wiatru o najwyższej prędkości na wielu stacjach. Znalazły się jednak także obszary, w których maksimum prędkości wiatr osiągał w ciepłym wycinku niżu. Było tak między innymi w Beskidzie Śląskim (stacja Bielsko-Biała – poryw 29 m/s odnotowany w ciepłej masie powietrza) i w Bieszczadach (stacja Lesko – poryw 27 m/s odnotowany również długo przed nadejściem frontu chłodnego). Porywy osiagające

lub przekraczające 30 m/s odnotowano na 21 stacjach synoptycznych w Polsce, włączając obszary wysokogórskie - 10 spośród nich rejestrowało huraganowe porywy wiatru (33 m/s lub więcej).

## **7. Spis Literatury oraz stron internetowych**

<http://news.bbc.co.uk>

<http://ogimet.com>

<http://www2.wetter3.de>

<http://www.wpc.ncep.noaa.gov/>

<http://www.wetterzentrale.de/>

<http://weather.uwyo.edu/>

<http://www.knmi.nl/>

<http://www.dwd.de/>

<http://www.wetter-express.de>

<http://www.wetteran.de/>

<http://www.chmi.cz/>



## 8. Spis rycin i tabel

**Ryc. 1.** Mapa górna z 00:00 UTC, 16 stycznia 2007. Analiza CFS dostępna na stronie Wetter3.de.

Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS\\_Global/2007011600\\_1\\_na.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS_Global/2007011600_1_na.gif)

**Ryc. 2.** Synoptyczna mapa dolna obejmująca część Ameryki Północnej z godziny 00:00 UTC 16 stycznia 2007.

Źródło: [http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web\\_pages/sfc/sfc\\_archive\\_maps.php?arcdte=01/16/2007&selmap=2007011600&maptype=namussfc](http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web_pages/sfc/sfc_archive_maps.php?arcdte=01/16/2007&selmap=2007011600&maptype=namussfc)

**Ryc. 3.** Synoptyczna mapa dolna obejmująca część Ameryki Północnej z godziny 06:00 UTC 16 stycznia 2007 dostosowana na potrzeby opracowania przez autora. Źródło:

[http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web\\_pages/sfc/sfc\\_archive\\_maps.php?arcdte=01/16/2007&selmap=2007011606&maptype=namussfc](http://www.wpc.ncep.noaa.gov/archives/web_pages/sfc/sfc_archive_maps.php?arcdte=01/16/2007&selmap=2007011606&maptype=namussfc)

**Ryc. 4.** Mapa górna z 06:00 UTC, 16 stycznia 2007. Analiza CFS dostępna na stronie Wetter3.de.

Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS\\_Global/2007011606\\_1\\_na.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS_Global/2007011606_1_na.gif)

**Ryc. 5.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD) dostosowana przez autora na potrzeby opracowania. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612_0.gif)

**Ryc. 6.** Mapa górna z 12:00 UTC, 16 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de.

Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011612_1.gif)

**Ryc. 7.** Zdjęcie satelitarne obejmujące część Ameryki Północnej i północnego Atlantyku z naniesionymi wybranymi danymi obserwacyjnymi ze stacji synoptycznych. Źródło:

<http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=354>

**Ryc. 8.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło:

[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011700\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011700_0.gif)

**Ryc. 9.** Geopotencjał 500 hPa, topografia względna 500 hPa – 1000 hPa, ciśnienie na poziomie morza. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło:

[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712_1.gif)

**Ryc. 10.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło:

[http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011712_0.gif)

**Ryc. 11.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD) dostosowana przez autora na potrzeby opracowania. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011718\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011718_0.gif)

**Ryc. 12.** Mapa górna z 00:00 UTC, 18 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de.

Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800_27.gif)

**Ryc. 13.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD) dostosowana przez autora na potrzeby opracowania. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011800_0.gif)

**Ryc. 14.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806_0.gif)

**Ryc. 15.** Mapa górna z 06:00 UTC, 18 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011806_27.gif)

**Ryc. 16.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_0.gif)

**Ryc. 17.** Geopotencjał 500 hPa, topografia względna 500 hPa – 1000 hPa, ciśnienie na poziomie morza. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_1.gif)

**Ryc. 18.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818_0.gif)

**Ryc. 19.** Mapa górna z 18:00 UTC, 18 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011818_27.gif)

**Ryc. 20.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_0.gif)

**Ryc. 21.** Geopotencjał 500 hPa, topografia względna 500 hPa – 1000 hPa, ciśnienie na poziomie morza. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_1.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_1.gif)

**Ryc. 22.** Diagram Skew-T z Kuemmersbruck z 00:00 UTC, 19 stycznia 2007, dostosowany do potrzeb opracowania. Źródło: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

**Ryc. 23.** Analiza dolna Deutscher Wetterdienst (DWD). Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906\\_0.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906_0.gif)

**Ryc. 24.** Mapa górna z 06:00 UTC, 19 stycznia 2007. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011906_27.gif)

**Ryc. 25.** Najsilniejsze porywy wiatru (w węzłach) notowane na wybranych stacjach synoptycznych Europy Zachodniej i Środkowej w godzinach od 06:00 UTC do 12:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: Java-MAP, DWD. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=355>

**Ryc. 26.** Najsilniejsze porywy wiatru (w węzłach) notowane na wybranych stacjach synoptycznych Europy Zachodniej i Środkowej w godzinach od 12:00 UTC do 18:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: Java-MAP, DWD. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=355>

**Ryc. 27.** Najsilniejsze porywy wiatru (w węzłach) notowane na wybranych stacjach synoptycznych Europy Zachodniej i Środkowej w godzinach od 18:00 UTC do 00:00 UTC 18/19 stycznia 2007. Źródło: Java-MAP, DWD. Źródło: <http://www.wetterzentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=355>

**Ryc. 28.** Diagram aerologiczny Skew-T z Wrocławia z godziny 00:00 UTC, 19 stycznia 2007. Źródło: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

**Ryc. 29.** Geopotencjał 300 hPa i prędkość wiatru na poziomie 300 mb. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_38.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_38.gif)

**Ryc. 30.** Geopotencjał i temperatura na poziomie 500 hPa. Analiza GFS dostępna na Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812\\_27.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011812_27.gif)

**Ryc. 31.** Trajektorie wsteczne napływu mas powietrza dla 0,5 km AGL (kolor czerwony), 1,2 km AGL (kolor niebieski) i 2,76 km AGL (kolor zielony) dla Amsterdamu, na około godzinę przed nadejściem frontu chłodnego. Źródło: NOAA. <http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajsrcm.pl>

**Ryc. 32.** Wyładowania atmosferyczne notowane na obszarze Morza Północnego, Holandii i północno-zachodnich Niemiec dnia 18 stycznia 2007. Źródło: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

**Ryc. 33.** Skan systemu detekcji wyładowań Nowcast Mobile GmbH. Autor skanu: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

**Ryc. 34.** Dane systemu detekcji wyładowań Nowcast GmbH. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

**Ryc. 35.** Zdjęcie satelitarne Europy z godziny 16:15 UTC, 18 stycznia 2007. Autor Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

**Ryc. 36.** Skan radarowy z obszaru Niemiec. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

**Ryc. 37.** Prognoza temperatury poziomu równowagi na godz. 15:00 UTC, 18:00 UTC i 21:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: <http://www.wetteran.de/images/content/storms/sturmtiefs/kyrill/cf/3.png> , <http://lightningwizard.com/>

**Ryc. 38.** Dane systemu detekcji wyładowań Nowcast GmbH. Autor: Marco Puckert. Źródło: <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>

- Ryc. 39.** Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 18:30 UTC – 20:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 40.** Skan radarowy z godziny 20:00 UTC 18 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ  
<http://www.chmi.cz/>
- Ryc. 41.** Napływające przed frontem chłodnym nad Legnicę bardzo ciepłe powietrze polarno-morskie. Wieczorem na krótko temperatura wzrosła tam do 15,5 °C. Jeszcze cieplej, 15,8 °C, było w Opolu. Źródło: NOAA
- Ryc. 42.** Skan radarowy z godziny 21:00 UTC 18 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 43.** Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 19:30 UTC – 21:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 44.** Skan radarowy z godziny 22:00 UTC 18 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 45.** Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 20:30 UTC – 22:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 46.** Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 21:30 UTC – 23:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 47.** Zdjęcie satelitarne obejmujące Europę, część północnego Atlantyku i Afryki Północnej. Źródło: Freie Universität Berlin. Autor skanu: Marco Puckert. <http://www.wetter-express.de/Artikel/Kyrill/kyrill01.htm>
- Ryc. 48.** Skan radarowy z godziny 00:00 UTC 19 stycznia 2007, obejmujący część obszaru Europy Środkowej, z naniesionymi wybranymi danymi ze stacji synoptycznych. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 49.** Dane systemu detekcji wyładowań Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego z okresu 22:30 UTC – 00:00 UTC 18/19 stycznia 2007. Źródło: ČHMÚ
- Ryc. 50.** Geopotencjał i adwekcja wirowości całkowitej. Powierzchnia izobaryczna 500 hPa. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_7.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_7.gif)
- Ryc. 51.** Geopotencjał 300 hPa i prędkość wiatru na powierzchni 300 mb. Analiza GFS dostępna na stronie Wetter3.de. Źródło: [http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900\\_38.gif](http://www2.wetter3.de/Archiv/GFS/2007011900_38.gif)
- Ryc. 52.** Wyładowania atmosferyczne zarejestrowane w okresie od 00:00 UTC 18 stycznia 2007 do 23:00 UTC 18 stycznia 2007. Źródło: Wetterzentrale.de
- Ryc. 53.** Wyładowania atmosferyczne zarejestrowane w okresie od 00:00 UTC 19 stycznia 2007 do 22:00 UTC 19 stycznia 2007. Źródło: Wetterzentrale.de

**Tab.1.** Typy cyrkulacji w styczniu 2007 w Polsce. Opracowanie własne

**Tab.2.** Zestawienie frontów atmosferycznych przechodzących przez Warszawę w styczniu 2007.

Opracowanie własne