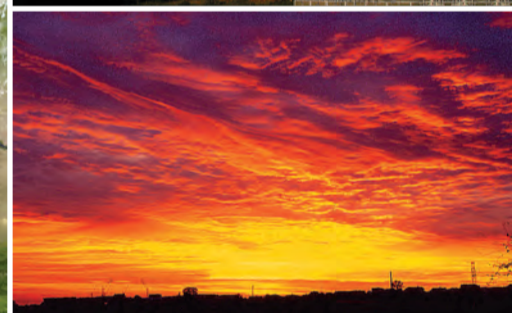
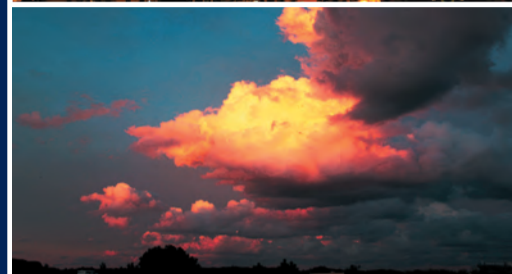


# ATLAS

ekstremalnych zjawisk meteorologicznych  
oraz sytuacji synoptycznych w Polsce  
of extreme meteorological phenomena  
and synoptic situations in Poland

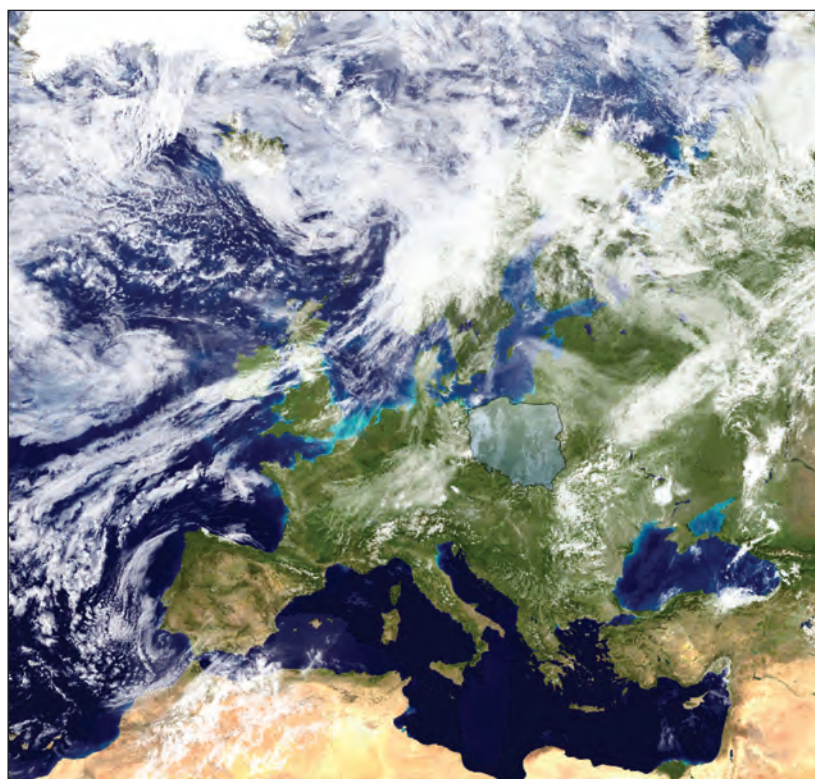


Zbigniew Ustrnul  
Danuta Czekierda



# ATLAS

ekstremalnych zjawisk meteorologicznych  
oraz sytuacji synoptycznych w Polsce  
of extreme meteorological phenomena  
and synoptic situations in Poland



## **SERIA: ATLASY**

### **Autorzy/Authors**

Zbigniew USTRNUL

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

e-mail: zbigniew.ustrnul@uj.edu.pl

zbigniew.ustrnul@imgw.pl

Danuta CZEKIERDA

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

e-mail: danuta.czekierda@imgw.pl

### **Recenzenci/Reviewers**

Halina Lorenc, IMGW, Warszawa

Peter Bissolli, DWD, Offenbach

### **English translation**

Edyta Ciszewska, Zbigniew Ustrnul

### **English editing**

Grzegorz Zębik

### **Projekt okładki/Cover design**

Wojciech Skrzypiec

### **Redakcja/Editors**

Maria Storożyńska, Elżbieta Waškowska

© Copyright by Authors & Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej WARSZAWA 2009

All rights reserved

KOMITET REDAKCYJNY WYDAWNICTW IMGW

prof. dr inż. Jan Zieliński – przewodniczący, prof. dr hab. inż. Maciej Maciejewski – z-ca przewodniczącego,

mgr Elżbieta Waškowska – sekretarz

dr Rafał Bąkowski, mgr Barbara Cygan, prof. dr hab. inż. Jan Dojlido, doc. dr Alfred Dubicki,

dr Andrzej Kruczała, mgr Łukasz Legutko, dr hab., prof. IMGW Halina Lorenc, inż. Jan Orłowski,

prof. dr hab. inż. Maria Ozga-Zielińska, dr inż. Bogdan Ozga-Zieliński,

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rózdżyński, mgr Jan Sadoń, mgr inż. Edmund Sieński,

mgr inż. Maria Storożyńska, dr hab. inż. Jan Winter, mgr inż. Janusz Wiśniewski

ISBN 978-83-61102-22-9

ADRES REDAKCJI: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

01-673 Warszawa, ul. Podleśna 61, tel. 022 56-94-510 fax 022 56-94-511

### **Przygotowanie do druku i druk / Prepress and press**

Attyka s.c.

www.attyka.net.pl

### **Autorzy zdjęć/Photo authors (strony/pages)**

Rafał Bletek 159, 161

Danuta Czekierda 13, 23, 43, 52, 82, 88, 91, 110, 134, 135, 144

Andrzej Kotarba 66, 132

Maciej Maciejewski 24, 29, 57, 109, 124, 136, 148

Tomasz Nodzyński 76, 147, 155

Katarzyna Piotrowicz 122

Wojciech Skrzypiec 105

Zbigniew Ustrnul 49, 62, 77, 81, 123, 145

Sebastian Wypych 3, 21, 27, 28, 56, 72, 103, 127, 142

Image Science & Analysis Laboratory, NASA Johnson Space Center (<http://eol.jsc.nasa.gov>): 35, 48

Stock.xchng 40, 46, 49, 50, 58, 60, 73, 79, 92, 97, 137, 139, 166

# Spis treści Contents

Przedmowa.....	5	Foreword.....	5
1. Wstęp.....	7	1. Introduction.....	7
1.1. Wprowadzenie.....	7	1.1. Preface.....	7
1.2. Cel opracowania i zarys treści.....	8	1.2. Research goals and outline of contents ...	8
1.3. Obszar badań.....	9	1.3. Research area.....	9
1.4. Dane i materiały.....	11	1.4. Data and materials.....	11
1.5. Metody.....	16	1.5. Methods.....	16
2. Ciśnienie atmosferyczne i wiatr.....	25	2. Atmospheric pressure and wind.....	25
3. Temperatura powietrza.....	55	3. Air temperature.....	55
3.1. Maksymalna temperatura powietrza.....	55	3.1. Maximum air temperature.....	55
3.2. Minimalna temperatura powietrza.....	75	3.2. Minimum air temperature.....	75
4. Opady atmosferyczne.....	101	4. Atmospheric precipitation.....	101
5. Inne elementy meteorologiczne.....	133	5. Other meteorological elements.....	133
5.1. Mgła.....	133	5.1. Fog.....	133
5.2. Widzialność.....	141	5.2. Visibility.....	141
5.3. Pokrywa śnieżna.....	146	5.3. Snow cover.....	146
5.4. Burze.....	157	5.4. Thunderstorms.....	157
6. Podsumowanie i wnioski.....	171	6. Summary and conclusions.....	171



# Przedmowa Foreword

W ostatnich latach na całym świecie trwa zagorzała dyskusja dotycząca pogody i klimatu. Ludzie stawiają sobie pytanie, co ich czeka w najbliższej przyszłości i jak zmieni się życie ze względu na zmiany klimatyczne oraz ekstremalne zjawiska meteorologiczne. Tu i ówdzie podnoszą się alarmujące opinie, jakoby zjawiska te były udowodnionym argumentem, że grozi nam swoisty paraliż cywilizacyjny. Prawie codziennie mass media informują o niszczycielskich żywiołach pogodowych, które niweczą nie tylko wytwory materialne człowieka, ale niekiedy bywają też bezpośrednią lub pośrednią przyczyną jego śmierci. Trudno nie znaleźć takich przykładów w poszczególnych częściach świata w ciągu całego roku. O występowaniu ekstremalnych zjawisk meteorologicznych można też mówić w Polsce, która jest położona w wydawałoby się wolnej od nich strefie klimatu umiarkowanego.

Na temat ekstremalnych zjawisk meteorologicznych powstały zarówno na świecie, jak i w Polsce setki, a nawet tysiące różnych prac i doniesień, ale ciągle odczuwa się pewien niedosyt publikacji opartych na stosunkowo długich jednorodnych ciągach danych, których uwzględnienie wydaje się wręcz konieczne. Bez tego trudno mówić o rzetelności informacji, oceniać tendencje występowania, nie wspominając już o stawianiu jakichkolwiek prognoz. Z samym zagadnieniem występowania meteorologicznych zjawisk ekstremalnych wiąże się nierozdzielnie problem bezpośrednich przyczyn, które leżą u ich podstaw. Być może wyjaśnienie, jaka jest zasadnicza naturalna ich geneza, rozwiązałoby część wątpliwości. Bezsparnie, wśród podstawowych przyczyn występowania ekstremów pogodowych wymienia się czynniki cyrkulacyjne.

Przedstawione wątpliwości i problemy stały się głównymi przesłankami, które skłoniły autorów do opracowania „Atlasu ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i sytuacji synoptycznych w Polsce”. Atlas ten zawiera informacje o wybranych ekstremach pogodowych, jakie zdarzyły się w Polsce w okresie 1951-2006, oraz obrazuje sytuacje synoptyczne zaistniałe nad Europą, które mogły mieć zasadniczy wpływ na ich wystąpienie.

Przy przygotowywaniu niniejszej publikacji autorzy nie mieli możliwości wzorowania się na podobnych opracowaniach. Ponadto prace nad *Atlasem*, choć trwały długo, musiały mieć swój nieubłagany koniec w związku z terminem zakończenia projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) pt. „Zastosowanie współczesnych metod detekcji cyrkulacji atmosferycznej dla celów oceny stanu środowiska oraz monitoringu klimatu” (Nr COST/2/2006), dzięki któremu mógł on powstać. Stąd też zapewne w publikacji tej mogą się zdarzyć usterki i niedociągnięcia, za które autorzy z góry przepraszają. Mimo to mamy nadzieję, że informacje zawarte w *Atlasie* będą przydatne dla szerokiego kręgu Odbiorców i spotkają się z życzliwym przyjęciem.

A heated debate about weather and climate has been going on in recent years all over the world. People are asking themselves what is going to happen in the nearest future and how life is going to change due to the climate change and extreme weather phenomena that are taking place. There are calls for alarm that even our civilisation may be endangered by a state of paralysis, as though the climatic change was a proven theory. Every day the media bring the news of destructive weather phenomena destroying property and harming or even killing people. It would be difficult not to find examples of that in the course of a year in every part of the world. Extreme weather phenomena are also observed in Poland which is located in the moderate climate zone, which is seemingly free of such extreme weather phenomena. Hundreds or even thousands of publications and media reports on extreme weather phenomena have been produced so far in Poland and all over the world, but a shortage of publications based on long-term homogenous data series still can be felt, and having that kind of publications seems necessary. It is difficult to speak of the quality of information or to determine the existence of any trends without it, not even mentioning making forecasts. Equally important are the causes of extreme weather phenomena, not just their existence. Among the basic causes of extreme weather phenomena are the air circulation patterns. The knowledge of underlying root causes of extreme weather phenomena may help finding answers on their formation and possibly solve some problems they are creating.

The issues described above were the reasons for the authors to produce the “Atlas of extreme weather phenomena and synoptic situations in Poland”. The Atlas contains selected information on extreme weather phenomena that happened in Poland in the time period from 1951 to 2006, and presents the synoptic situations over Europe, which might have significantly influenced their formation.

The Atlas is an original work and is not based on any precedent-setting edition. The work on publication of this Atlas was extensive but it had to come to an end as the project time was limited. This was a research project funded by the Ministry of Science and Higher Education (MNiSW, Warsaw, Poland) entitled “Application of modern atmospheric circulation detection methods to environment condition evaluation and climate monitoring” (Nr COST/2/2006). The authors apologise for any errors that may be found in this publication. We hope that information found in this Atlas will be useful and embraced by a wide circle of Readers.

The preparation and publication of this Atlas was possible thanks to an MNiSW research program and previous research programs the authors were able to draw on (mainly at the Institute of Meteorology and Water Management – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – IMGW). The first of the authors was able to draw upon numerous experiences associated with the European Union Program COST 733 called „Harmonisation and Application of Weather Types Classifications

Choć, jak już wspomniano, przygotowanie i wydanie *Atlasu* było możliwe dzięki projektowi badawczemu MNiSW, to przy jego przygotowaniu wykorzystano wcześniejsze doświadczenia autorów nabyte podczas prac nad wieloma innymi projektami badawczymi wykonywanymi przede wszystkim w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Znaczące były doświadczenia pierwszego z autorów zebrane dzięki pracom realizowanym w ramach Akcji Unii Europejskiej COST 733 „Harmonisation and Application of Weather Types Classifications for European Regions”, jak też w wielu innych mniejszych projektach międzynarodowych i krajowych. Dotyczy to zwłaszcza projektu badawczego zamawianego przez MNiSW (Nr PBZ-KBN-086/P04/2003) oraz projektu „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Niniejsze opracowanie nie powstałoby bez życzliwej pomocy wielu osób, którym autorzy serdecznie dziękują. Dotyczy to Koleżanek i Kolegów z Centralnego Biura Prognoz Meteorologicznych IMGW w Krakowie za wiele uwag na temat zarówno zjawisk ekstremalnych, jak i sytuacji synoptycznych je wywołujących. Na szczególne uznanie zasłużyła tutaj mgr Monika Kaseja, która przejrzała manuskrypt od strony synoptycznej. Za konsultacje należy się też podziękowanie dr Agnieszce Wypych z Zakładu Klimatologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego.

W *Atlasie* wykorzystano liczne źródła i materiały archiwalne. Zdjęcia satelitarne zostały udostępnione przez Ośrodek Teledetekcji Satelitarnej IMGW w Krakowie, natomiast informacja radarowa oraz dotycząca wyładowań atmosferycznych pochodziła z Ośrodka Teledetekcji Naziemnej IMGW w Warszawie. Dostęp do niektórych materiałów synoptycznych, w tym map, był możliwy dzięki uprzejmości Katedry Klimatologii Uniwersytetu Śląskiego. W opracowaniu uwzględniono też kilka kalendarzy typów cyrkulacji. Kalendarze Osuchowskiej-Klein oraz Lityńskiego we współczesnej formie były możliwe do wykorzystania dzięki realizacji wspomnianego projektu MNiSW (COST/2/2006).

W *Atlasie* wykorzystano też liczne materiały publikowane. Za pomoc w ich udostępnieniu składamy szczególne podziękowanie zespołowi z Biblioteki Niemieckiej Służby Meteorologicznej (Deutscher Wetterdienst) w Offenbachu, a zwłaszcza Paniom Britcie Bolzmann i Andrei Nussbaum.

Autorzy

for European Regions”. Many other smaller international and domestic projects were of use as well. This especially applies to a research program ordered by the MNiSW (project no. PBZ-KBN-086/P04/2003) and a project that is currently underway called “The influence of climate on the environment, the economy, and society”, and is being co-financed by the EU as part of the European Regional Development Fund.

This work would not have come into being without the help of many people whom the authors would like to thank immensely. This especially applies to colleagues at the IMGW Central Office for Meteorological Forecasting (Kraków) for their helpful remarks on extreme meteorological phenomena and synoptic situations. Monika Kaseja (M.Sc.) is another person who must be acknowledged for reviewing the synoptic side of the manuscript. We are also grateful to Agnieszka Wypych (Ph.D.) from the Department of Climatology at the Institute of Geography and Spatial Management of the Jagiellonian University for her consulting work.

Numerous sources and archival materials have been used in this Atlas. Satellite images were made available by the IMGW Satellite Remote Sensing Center in Kraków. Radar information on electrical storms came from the IMGW Ground-Based Remote Sensing Centre in Warsaw. Several circulation type calendars have been taken into consideration in this work. The Osuchowska-Klein and Lityński calendars, in their modern form, were available thanks to the mentioned above project (MNiSW, COST/2/2006).

Numerous published materials have also been used in this Atlas. We would like to express our special thanks to the team from the Library of the German Weather Service (Deutscher Wetterdienst) in Offenbach for their help. We would like to extend a special thank you to Ms. Britta Bolzmann and Ms. Andrea Nussbaum.

The Authors

# 1

## Wstęp Preface

### 1.1. Wprowadzenie

Pogodowe zjawiska ekstremalne od zawsze stanowiły ważny temat wielu rozważań zarówno naukowców, jak i prostych ludzi. Powody tego były i są do dziś w zasadzie takie same – zjawiska te są przede wszystkim bardzo groźne, powodują ogromne straty materialne, nie wspominając już o zdrowiu i życiu ludzkim. Dodatkowo ich przewidywanie nie jest łatwe nawet dziś, mimo współczesnego stanu wiedzy i istnienia wielu wyrafinowanych metod prognozowania. Dlatego też ekstremalne zjawiska meteorologiczne są ciągłym obiektem zainteresowań całego współczesnego świata. Nabrały one jeszcze większego znaczenia w ostatnich kilkunastu latach, kiedy dzięki mass mediom i szeroko rozbudowanym systemom telekomunikacyjnym można dowiedzieć się prawie natychmiast o występujących ekstremalnych zjawiskach meteorologicznych i klimatycznych na całym świecie. Oczywiście wśród rzeczywistych faktów, wiele informacji na temat ekstremów pogodowych nie jest prawdziwych lub są one nierzetelnie przekazywane. Wynika to z dwóch przyczyn. Jedną jest chęć relacjonowania sensacji, drugą brak wiarygodnych źródeł wiedzy i informacji dotyczących ekstremalnych zjawisk pogodowych. Ta pierwsza kwestia jest w zasadzie poza bezpośrednim zainteresowaniem meteorologów i klimatologów, lecz druga niewątpliwie należy do bardzo istotnych zagadnień naukowych.

Obecnie na całym świecie istnieją liczne bardzo poważne publikacje dotyczące meteorologicznych zjawisk ekstremalnych (np. Nicholls 1995, Milly i in. 2002, Stephenson 2008). Widoczne jest globalne zainteresowanie nimi ze strony różnych grup społecznych i zawodowych. Na ich temat realizuje się dużo projektów badawczych, a powołane zespoły oraz całe ośrodki naukowe próbują odpowiedzieć na pytania związane z występowaniem, trendami i prognozą ekstremów (np. Klein Tank i in. 2002, Koźmiński, Michalska 2004). Problemów do rozwiązania przez badaczy jest bardzo wiele. Po pierwsze istnieje szereg wątpliwości, jak definiować i określać wartości ekstremalne w pogodzie. Po drugie pojawia się wiele metodycznych problemów, jak wyróżnione już zjawiska analizować oraz przedstawiać w czasie i przestrzeni. Po trzecie, może najważniejsze, pozostaje kwestia wskazania, jakie są bezpośrednie przyczyny ich występowania. Ten ostatni wątek jest szczególnie istotny, gdyż przy jego pozytywnym rozwiązaniu można upatrywać szanse na określenie wiarygodnych prognoz i scenariuszy dotyczących występowania zjawisk ekstremalnych w przyszłości.

### 1.1. Introduction

Extreme meteorological phenomena have always been an important topic of discussion among both scientists and people in general. The reasons have always been the same. Extreme phenomena are very dangerous; they cause material losses, not to mention the loss of health and human life. Furthermore, their forecasting is not easy even today, despite advances in science and many sophisticated forecasting methods. Therefore, extreme meteorological phenomena are a constant subject of interest in the modern world. They have become even more significant in the last few years when, thanks to the mass media and widespread telecommunications systems, we can almost instantly learn about extreme meteorological and climatic phenomena taking place all over the world. Obviously, among many facts, a lot of information about extreme phenomena is not true or it is improperly publicized. There are two reasons for this. One of these is the urge to report sensational news; the second is the lack of reliable sources and information regarding extreme meteorological phenomena. The former issue lies beyond the direct interest of meteorologists and climatologists. The latter, undoubtedly, is an extremely significant scientific issue.

Today, there are a lot of serious publications concerning extreme meteorological phenomena (e.g. Nicholls 1995, Milly et al. 2002, Stephenson 2008). Many social and professional groups take interest in these phenomena on a global scale. Numerous research programs are being carried out. Special work teams together with research centers are trying to answer questions linked with the occurrence, trends, and forecasting of extreme events (e.g. Klein Tank et al. 2002, Koźmiński, Michalska 2004). However, there are many questions which still remain unanswered. First, there are many doubts as to how to define and describe extreme meteorological data. Second, there are many methodological problems connected with the analysis of extreme phenomena and their description in time and space. Third, and most important, there is the issue of the direct causes of their occurrence. By solving this problem, researchers would have the chance to produce reliable forecasts and scenarios predicting the occurrence of extreme meteorological phenomena in the future.

Some of the mentioned above issues will be the subject of consideration in this publication, which focuses on the assessment of synoptic conditions favorable to extreme meteorological phenomena.

Niektóre z wymienionych zagadnień będą przedmiotem rozważań w niniejszej publikacji. Dotyczy to zwłaszcza określenia uwarunkowań synoptycznych występowania ekstremalnych zjawisk meteorologicznych.

## 1.2. Cel opracowania i zarys treści

Zasadniczym celem „*Atlasu ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i sytuacji synoptycznych w Polsce*” jest prezentacja wybranych ekstremalnych zdarzeń i zjawisk meteorologicznych na obszarze Polski oraz ukazanie sytuacji synoptycznych, jakie towarzyszyły ich wystąpieniu. Dlatego też w opracowaniu poświęcono uwagę zarówno samym zdarzeniom ekstremalnym, jak i sytuacjom synoptycznym, w tym przede wszystkim typom cyrkulacji, w czasie ich wystąpienia. W rezultacie tytuł opracowania powinien brzmieć bardziej precyzyjnie, np. „Atlas wybranych ekstremalnych zjawisk meteorologicznych w Polsce i ich sytuacji synoptycznych nad Europą”. Ze względów językowych oraz prostoty tytuł zachowano w obecnym brzmieniu.

Praca prezentuje wybrane ekstremalne zjawiska meteorologiczne na obszarze Polski na podstawie długiego, 56-letniego (1951-2006), okresu pomiarów i obserwacji. W większości przypadków zwrócono uwagę na wielkość zjawiska i rozkład przestrzenny. Służą temu między innymi skonstruowane mapy obrazujące różnice przestrzenne. W pracy wykorzystano dane pochodzące z około 60 stacji meteorologicznych. Liczba ta pozwala na ocenę ekstremalnych zjawisk pogodowych w skali regionalnej, a nie lokalnej. Oznacza to, że przedmiotem badań były zjawiska występujące na obszarze o wymiarach horyzontalnych co najmniej 100-200 km. Zjawiska te musiały być więc rejestrowane na przynajmniej kilku stacjach meteorologicznych.

W efekcie w *Atlasie* brak informacji o zjawiskach lokalnych, których skala przestrzenna jest bardzo ograniczona i nie przekracza kilkunastu, kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych. Uwzględnienie tak małych skal wymagałoby dostępności danych ze znacznie większą rozdzielczością, co było niemożliwe ze względu na ich zupełny brak lub problemy z jednorodnością materiału obserwacyjnego. Tak więc w *Atlasie* można znaleźć przypadki z ekstremalną temperaturą czy opadami występującymi na obszarze jakiegoś regionu, a nie mikroregionu, np. doliny górskiej.

Dla każdego elementu i wielu przypadków ekstremów została przedstawiona dokumentacja synoptyczna w postaci różnych map synoptycznych Europy. W przypadku zjawisk, które wystąpiły w ostatnich latach, zamieszczono również inne materiały, np. zdjęcia satelitarne czy obrazy radarowe. Większości przypadków przypisano też występujący typ cyrkulacji. Został on określony z wykorzystaniem kilku różnych klasyfikacji.

Jak wiadomo dzięki licznym badaniom, to właśnie cyrkulacja atmosferyczna warunkuje w znacznym stopniu występowanie określonych zjawisk i w sprzyjających warunkach osiągnięcie przez elementy meteorologiczne wartości ekstremalnych. Zagadnienie to przewija się we wszystkich znanych publikacjach z zakresu meteorologii i klimatologii synoptycznej (np. Zwieriew 1965, Djurić 1994, Barry, Perry 1973, Yarnal 1993, Barry, Carleton 2001). Znajduje ono również odzwierciedlenie w literaturze polskiej (np. Kaszewski 1992, Niedźwiedź 2000, Wibig 2001, Marsz 2005a,b, Żmudzka 2007). Jak widać z prze-

## 1.2. Research goals and outline of contents

The main objective of the Atlas is to present selected extreme meteorological phenomena in Poland and to show synoptic situations which had accompanied their occurrence. In this work, attention has been drawn to both extreme meteorological phenomena and synoptic situations including circulation types in effect during their occurrence. As a result, the title of this work ought to be more specific: „Atlas of selected meteorological extreme phenomena in Poland and their synoptic situations over Europe”. Taking into consideration issues of language and the need for simplicity, the title is shorter than the one suggested above.

This work presents selected extreme meteorological phenomena taking place across Polish territory based on a long 56-year (1951-2006) period of measurements and observations. In the majority of cases, attention has been drawn to the magnitude of the given phenomenon and its spatial distribution. Maps were constructed showing spatial differences to serve this purpose. Data from about sixty meteorological stations have been used in this work. This number of data sources allows for an assessment of extreme meteorological phenomena on a regional but not a local scale. This means that the subject of the research were phenomena occurring across areas 100-200 km wide. Thus, such large scale phenomena had to be recorded by at least a few meteorological stations across Poland.

As a result, the Atlas lacks information about local phenomena, whose spatial scale is very limited and does not exceed several dozen square kilometers. Considering such small scales would require accessing data of considerably higher resolution, which was impossible due to the lack of, or problems with, the homogeneity of observation data. Thus, in this Atlas we can find cases of extreme temperatures or precipitation occurring within parts of larger regions, and not micro-regions such as mountain valleys.

Synoptic documentation in the form of different European continental synoptic maps has been presented for each element and for many cases of extreme phenomena. Other materials such as satellite or radar images have been included to accompany phenomena which have occurred in recent years. The prevalent circulation type has been assigned to the majority of cases. Circulation type has been described by means of several classification systems.

Research has shown that, to a substantial extent, atmospheric circulation itself determines the frequency of occurrence of particular phenomena and meteorological element values, which under favorable conditions may reach extreme values. More information on this subject can be found in well known publications in synoptic meteorology and climatology (e.g. Zwieriew 1965, Djurić 1994, Barry, Perry 1973, Yarnal 1993, Barry, Carleton 2001) including Polish literature as well (e.g.: Kaszewski 1992, Niedźwiedź 2000, Wibig 2001, Marsz 2005a,b, Żmudzka 2007). Most of the studies address the relationship between circulation and temperature and precipitation, although there are publications concerning other meteorological and hydrological elements (Styszyńska, Marsz 2005, Szto-

glądu literatury, większość prac skupia się na ocenie relacji pomiędzy cyrkulacją a temperaturą i opadami, choć pojawiają się też opracowania innych elementów meteorologicznych lub hydrologicznych (Styszyńska, Marsz 2005, Sztobryn i in. 2005, Wypych 2009). W celu prezentacji cyrkulacyjnych uwarunkowań określonych zjawisk ekstremalnych *Atlas* ukazuje sytuacje synoptyczne, ze szczególnym uwzględnieniem typów cyrkulacji, w czasie trwania rozpatrywanych zjawisk. W takim ujęciu, w wielu przypadkach można doszukiwać się przyczyn w sytuacjach synoptycznych, jakie towarzyszyły tym zdarzeniom.

*Atlas* składa się z 6 zasadniczych części. Pierwsza obejmuje wprowadzające informacje między innymi o wykorzystanych danych, materiałach badawczych oraz zastosowanych metodach. W drugiej przedstawiono ekstrema dotyczące ciśnienia atmosferycznego i wiatru. Kolejne dwie części obejmują dwa przewodnie elementy pogody i klimatu, tj. temperaturę powietrza i opady atmosferyczne. Obie zostały potraktowane priorytetowo z uwagi na ich znaczenie oraz 56-letni jednorodny materiał obserwacyjny. Następny rozdział dotyczy innych groźnych zjawisk atmosferycznych, dla których było możliwe zebranie jednorodnych danych pomiarowych. *Atlas* kończą wnioski i podsumowanie, w którym dokonano syntetycznej oceny wpływu typów cyrkulacji na występowanie meteorologicznych zjawisk ekstremalnych w Polsce. Szczególnie wnikliwej oceny dokonano w przypadku temperatury powietrza i opadów atmosferycznych.

### 1.3. Obszar badań

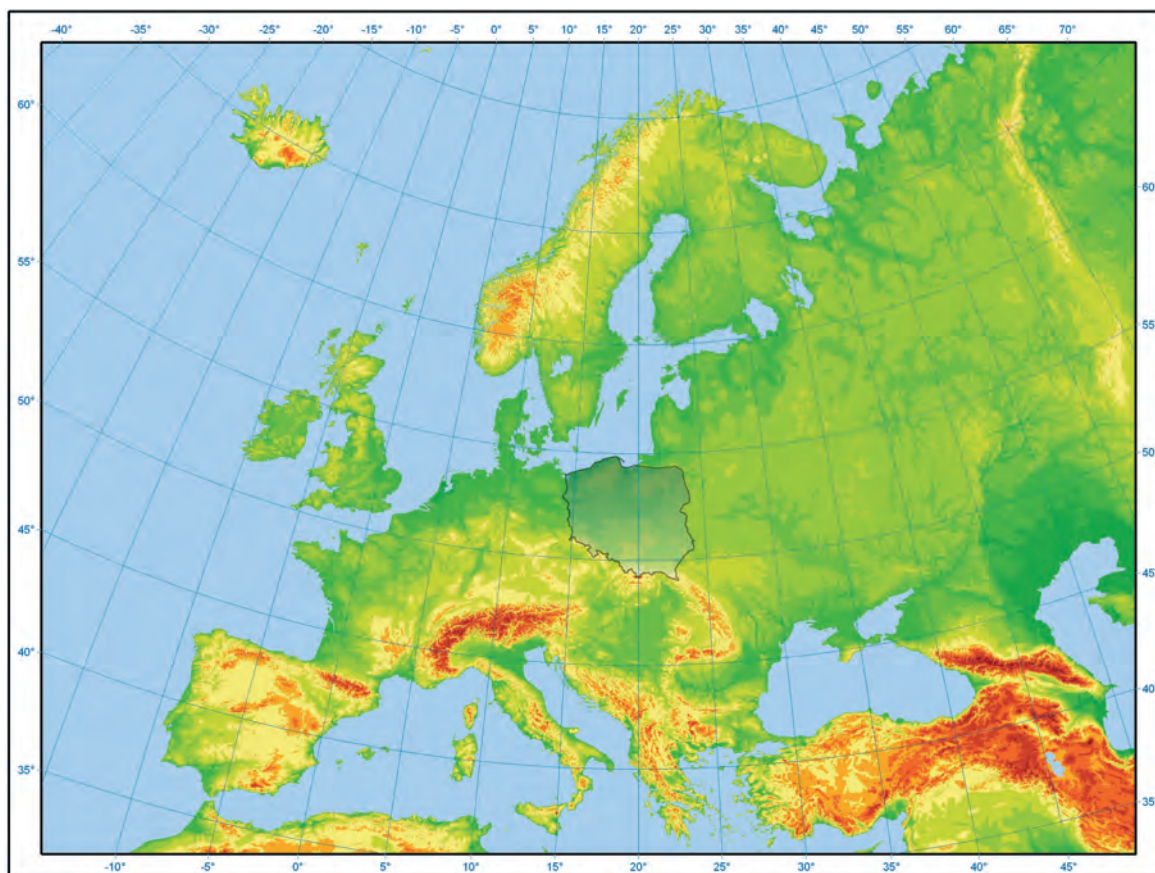
Obszarem badań jest terytorium Polski, kraju położonego w Europie Środkowej o powierzchni około 313 tys. km<sup>2</sup>. Polska zajmuje wschodnią część Niziny Środkowoeuropejskiej pomiędzy Morzem Bałtyckim na północy oraz Karpatami i Sudetami na południu (ryc. 1.3.1). Jej rozciągłość południ-

bryn et al. 2005, Wypych 2009). In order to present circulation conditions of particular extreme phenomena, the Atlas shows synoptic situations with a special consideration of the circulation types present during the phenomena of interest. Using this approach, one can often look for the causes of extreme events in the synoptic situations which had accompanied these events.

The Atlas consists of six parts. Part one includes introductory information concerning data, research materials, and methods. Part two presents baric pressure and wind extremes. The following two parts cover two leading elements of weather and climate: air temperature and atmospheric precipitation. These two parts have been given priority in light of their significance and the available 56-year homogenous observation data. The next chapter illustrates other dangerous atmospheric phenomena, for which it has been possible to collect homogenous measurement data. The Atlas ends with a conclusions section and a summary section, which offer a comprehensive view of the influence of circulation type on extreme meteorological phenomena in Poland. A particularly thorough assessment of air temperature and atmospheric precipitation data has been performed.

### 1.3. Research area

Poland is located in Central Europe and is the principal subject of this Atlas. The country has an area of 313,000 square kilometers. Poland occupies the eastern part of the North European Plain between the Baltic Sea in the north and the Carpathian and the Sudeten Mountains in the south (Fig. 1.3.1). It is 649 km wide from east to west and 689 km long from north to south. Characteristic of Poland's relief is a parallel latitudinal scheme of the principal types of landscape, a situation that mirrors that of Germany to the west.



**Rycina 1.3.1**  
Położenie  
Polski  
w Europie

**Figure 1.3.1**  
Location  
of Poland  
in Europe

kowa wynosi 649 km, a równoleżnikowa 689 km. Podobnie jak w sąsiadujących od zachodu z Polską Niemczech, główną cechą ukształtowania powierzchni kraju jest równoleżnikowy przebieg głównych krain geograficznych.

Średnia wysokość Polski wynosi 173 m n.p.m., najwyższy szczyt Rysów w Tatrach sięga 2499 m n.p.m., natomiast najniższy punkt jest położony w delcie Wisły (1,8 m p.p.m.). Około 91% powierzchni leży poniżej 300 m n.p.m., co wskazuje, że rozpatrywany obszar ma typowo nizinny charakter. Jednak w rzeczywistości warunki hipsometryczne Polski są bardziej zróżnicowane. Na południu rozciągają się Karpaty z najwyższym masywem Tatr oraz niższymi Pieninami i Beskidami, które od północy sąsiadują z Kotlinami Podkarpackimi. Kolejny pas wzniesień tworzą na zachodzie masyw Sudetów, a na wschodzie Wyżyna Małopolska oraz Wyżyna Lubelska z Roztoczem. Środkowy pas stanowią rozległe niziny z Niziną Śląską, Wielkopolską i Mazowiecką. Niziny sąsiadują z polodowcowymi regionami Pojezierza Wielkopolskiego, Pomorskiego i Mazurskiego. Pojezierza te charakteryzują się występowaniem wzniesień będących pozostałościami moren czołowych. Północny kraniec Polski zajmują różnej szerokości niziny nadmorskie, zwane pobeżami. Długość linii brzegowej Bałtyku (wraz z Mierzeją Helską oraz Zalewem Szczecińskim i Wiślanym) wynosi 694 km.

Położenie Polski oraz cechy rzeźby terenu mają istotne znaczenie w kształtowaniu pogody i klimatu. Pasowy rozkład głównych regionów sprzyja swobodnej cyrkulacji strefowej i dlatego na tym obszarze można często obserwować ścieranie się oceanicznych i kontynentalnych mas powietrza. Jednocześnie południowa część kraju ma stosunkowo urozmaiconą rzeźbę, co wpływa na kształtowanie lokalnych warunków pogodowych i klimatycznych. Dotyczy to też Wybrzeża, gdzie oddziaływanie Bałtyku jest widoczne w przebiegu wielu elementów klimatu. Wymienione czynniki i uwarunkowania hipsometryczne powodują, że niekiedy nad obszarem Polski można obserwować znaczne różnice pogodowe.

Ze względu na zróżnicowanie warunków klimatycznych można stwierdzić, że Polska leży w strefie klimatu umiarkowanego ciepłego przejściowego, kształtującego się pod wpływem ścierających się nad jej obszarem różnych mas powietrza. Sprawia to, że klimat charakteryzuje się dużą zmiennością pogody i znacznymi wahaniami w przebiegu pór roku w następujących po sobie latach. Zaznacza się to zwłaszcza w charakterze zim, które są typu oceanicznego bądź kontynentalnego. Biorąc pod uwagę różne czynniki środowiskowe i uwarunkowania klimatotwórcze, można stwierdzić, że pogoda i klimat w Polsce są kształtowane przede wszystkim przez cyrkulację atmosferyczną.

Warunki klimatyczne są zbliżone do tych, które występują we wschodnich Niemczech, w północnych Czechach i Słowacji. Średnia roczna temperatura powietrza waha się (poza obszarami gór) od około 6°C w północno-wschodniej Polsce do ponad 8°C w zachodniej części kraju oraz w Kotlinie Sandomierskiej (Atlas...1973, 1993-1997, 2005, Woś 1999). Średnia najcieplejszego miesiąca lipca sięga 16,5°C na Pojezierzu Kaszubskim oraz prawie 19°C na Nizinie Śląskiej i Ziemi Lubuskiej. W najchłodniejszym miesiącu styczniu różnicowanie temperatury jest większe niż latem i waha się od -1°C w

The average elevation in Poland is 173 meters above sea level. The highest peak is Mount Rysy in the Tatra Mountains (2499 meters above sea level). The lowest point in the country is situated in the Vistula River Delta (1.8 meters below sea level). About 91% of the country's territory lies below 300 meters above sea level, which indicates a typical lowland-type landscape. However, Poland's hypsometric profile is much more diverse than that. The Carpathian Mountains, with the highest Tatra Range, spread across the south. The midsize Pieniny and Beskidy Mountains are located north of Sub-Carpathian basins. Other mountain chains include the Sudeten Range in the west, the Lesser Poland Upland, and the Lublin Upland with Roztocze National Park in the east. The middle land belt running across Poland consists of vast plains called the Silesian, Greater Poland, and Masovian plains. The plains border with the postglacial regions of the Greater Poland, Pomeranian, and Masurian lake districts. The lake districts are characterized by hills, which are the remains of terminal moraines. Poland's northern edge consists of different size coastal plains. The length of the Baltic Sea coastline in Poland is 694 km. This includes the coastline of the Hel Peninsula, Vistula Bay and the Gulf of Szczecin.

Poland's location and its relief features are important in the formation of its weather and climate patterns. The belt-like layout of the main landscape regions is favorable to free zone circulation. For this reason, one can observe the collision of oceanic and continental air masses in this area. At the same time, the southern part of the country possesses relatively diverse relief, which impacts local weather and climate conditions. This is also true of the Polish coast where Baltic Sea activity is apparent in many weather events. The factors mentioned above as well as hypsometric conditions make it possible to observe significant weather differences across Polish territory.

Given the diverse weather conditions present in Poland, one can state that Poland lies in a moderately warm transitional climate zone that is the product of colliding air masses over its territory. Poland's climate is characterized by considerable variability in weather conditions and significant seasonal differences from year to year. This can be easily inferred from the character of winter seasons, which can be of an oceanic or continental type. Taking into consideration different environmental factors and climate forming conditions, one can state that the weather and climate in Poland are shaped first and foremost by atmospheric circulation.

Polish climate conditions are similar to those in eastern Germany as well as in northern Slovakia and Czech Republic. Average annual air temperature differs (excluding mountain areas) from about 6 degrees C in northeastern Poland to over 8 degrees C in the western part of the country and in the Sandomierz Basin (Atlas...1973, 1993-1997, 2005, Woś 1999). The average temperature in the hottest month of July reaches 16.5 degrees C in the Kaszuby Lake District and almost 19 degrees C in the Silesian Plain and the Lubusz Region. In the coldest month of January, the difference in temperature is more significant than that in the summer - differences range from -1 degree C in northwestern Poland to less than -5 degrees C in Suwałki County. The distribution of monthly isotherms that run along meridians confirms the unique transitional nature of the

północno-zachodniej Polsce do poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$  na Suwalszczyźnie. Na uwagę zasługuje rozkład miesięcznych izoterm w ziemi, które przebiegają południkowo i potwierdzają swoistą przejściowość klimatu Polski. Podane wartości wahają się w niewielkim stopniu w zależności od przyjętego do analiz wielolecia. Jednocześnie należy stwierdzić, że wartości te nie obejmują gór oraz samego wybrzeża Bałtyku, na których to obszarach są silnie widoczne wpływy lokalne.

Wpływ warunków lokalnych, zwłaszcza rzeźby terenu, ale także cyrkulacji atmosferycznej wyraża się w zmienności opadów atmosferycznych. Średnie roczne sumy opadów w Polsce wynoszą około 600 mm, przy czym w obszarach górskich przekraczają 1200-1500 mm. Około 60% sumy rocznej opadów przypada na półrocze letnie od maja do października, przy czym aż 40% sumy rocznej występuje od czerwca do sierpnia.

## 1.4. Dane i materiały

### Dane meteorologiczne

Jak już wspomniano, podstawowy materiał badawczy oparto na danych z wielolecia 1951-2006. Okres ten obejmuje możliwie najdłuższy horyzont czasowy, dla którego można było utworzyć jednorodne ciągi obserwacji meteorologicznych ze stosunkowo dużej liczby stacji. Podstawą wszelkich obliczeń i analiz były właśnie codzienne dane meteorologiczne pochodzące z 61 stacji meteorologicznych (synoptycznych) Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (do roku 1972 – Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego), stanowiących zasadniczą sieć obserwacyjno-meteorologiczną Polski (tab. 1.4.1). Jak widać na rycinie 1.4.1, rozmieszczenie

Polish climate. The values stated above slightly differ depending on the analyzed period. At the same time, it must be stated that these values do not cover mountain regions and the Baltic coastline, where local patterns can be quite distinct.

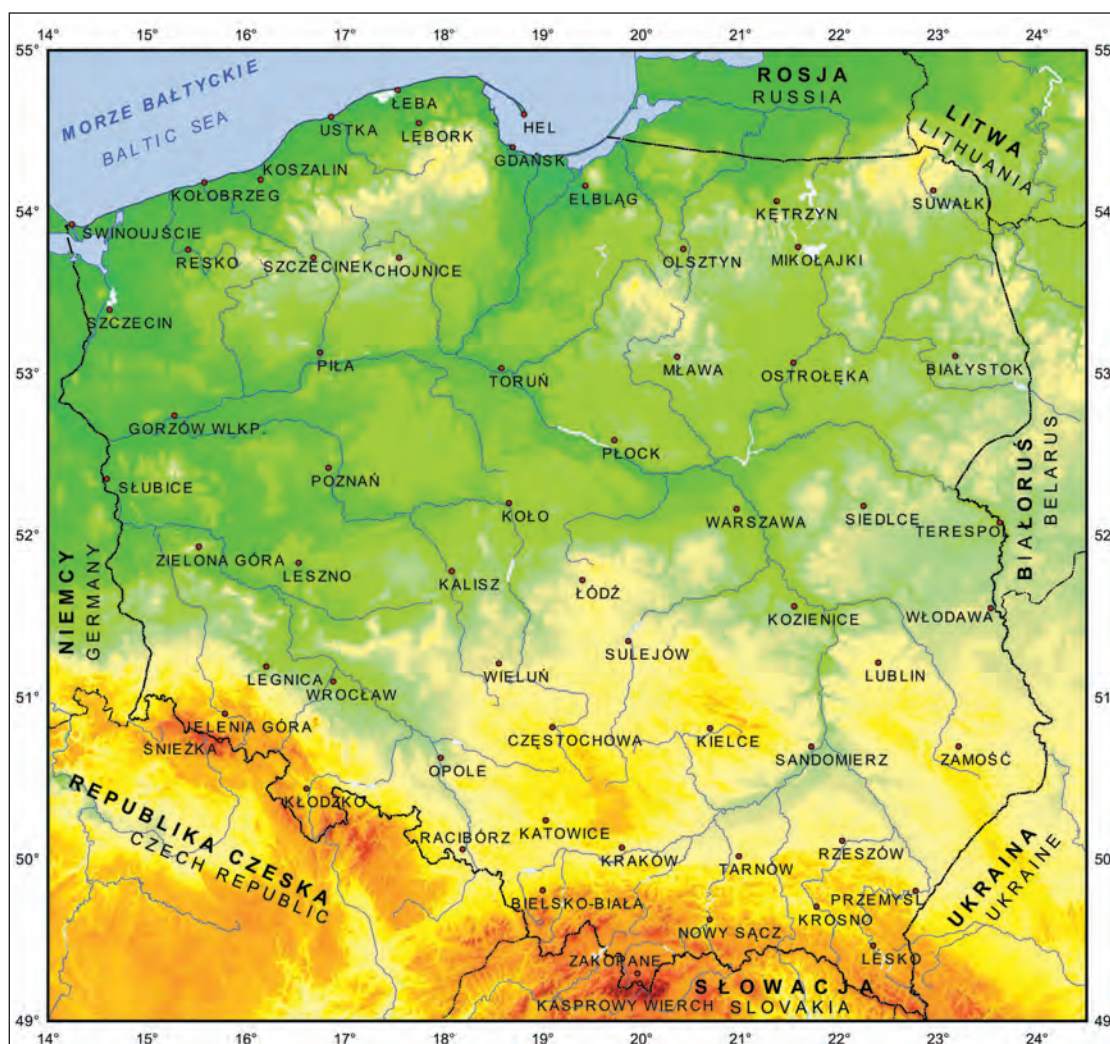
The influence of local conditions, especially relief and atmospheric circulation, is expressed in the variability of atmospheric precipitation. The average total annual precipitation in Poland is about 600 mm, however, in mountain areas, it exceeds 1200-1500 mm. About 60% of annual precipitation takes place from May to October and 40% of the annual total occurs from June to August.

## 1.4. Data and materials

### Meteorological data

As mentioned earlier, the basic research material was based on data from 1951-2006. This period covers the longest time horizon, for which it was possible to create homogenous meteorological observation series, obtained from relatively numerous meteorological stations. The basis for all calculations and analyses were daily meteorological data from 61 IMGW synoptic stations (called the Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny until 1972). The IMGW stations form the Polish main observational-meteorological network (Tab.1.4.1). As seen in Figure 1.4.1, the distribution of the stations is relatively regular – there are slightly more of them in the Carpathian Mountains and on the Baltic coast.

Basic meteorological data were normally recorded daily, although in some cases, 3-hour data were also used. The research period covers 56 years from 1951 to 2006. Most of the



**Rycina 1.4.1**  
Położenie stacji meteorologicznych uwzględnionych w opracowaniu na tle rzeźby terenu

**Figure 1.4.1**  
Location of the meteorological stations used in the study with the relief

**Tabela 1.4.1**  
Wykaz stacji  
meteorologicznych  
(synoptycznych)  
uwzględnionych  
w opracowaniu

**Table 1.4.1**  
List of the meteorological  
(synoptic) stations  
mentioned in the study

Nr-No WMO	STACJA STATION	H m n.p.m. H m a.s.l.	$\phi$	$\lambda$	Okres obserwacji Observation period
12295	BIALYSTOK	148	53°06'30"	23°10'20"	1951-2006
12600	BIELSKO-BIAŁA	398	49°48'29"	19°00'04"	1951-2006
12235	CHOJNICE	164	53°42'55"	17°31'57"	1951-2006
12550	CZĘSTOCHOWA	293	50°48'45"	19°05'33'	1951-2006
12160	ELBLĄG	40	54°09'43"	19°25'53"	1951-2006
12140	GDAŃSK	2	54°23'59"	18°41'52"	1987-2006
12300	GORZÓW WLKP.	72	52°44'28"	15°16'38"	1951-2006
12135	HEL	1	54°36'13"	18°48'42"	1951-2006
12500	JELEŃ GÓRA	342	50°54'01"	15°47'19"	1951-2006
12435	KALISZ	138	51°46'55"	18°04'55"	1951-2006
12650	KASPROWY WIERCH	1991	49°13'57"	19°58'55"	1951-2006
12560	KATOWICE	284	50°14'29"	19°01'56"	1951-2006
12185	KĘTRZYN	108	54°04'06"	21°22'10"	1966-2006
12570	KIELCE	260	50°48'38"	20°41'32"	1951-2006
12520	KŁODZKO	356	50°26'13"	16°36'51"	1951-2006
12345	KOŁO	115	52°12'01"	18°39'41"	1951-2006
12100	KOŁOBRZEG	3	54°10'57"	15°34'47"	1951-2006
12105	KOSZALIN	32	54°12'16"	16°09'20"	1951-2006
12488	KOZIENICE	123	51°33'53"	20°32'34"	1977-2006
12566	KRAKÓW	237	50°04'19"	19°48'07"	1951-2006
12670	KROSNO	326	49°42'24"	21°46'09"	1985-2006
12415	LEGNICA	122	51°11'33"	16°12'27"	1951-2006
12690	LESKO	420	49°27'59"	22°20'30"	1954-2006
12418	LESZNO	91	51°49'40"	16°32'15"	1958-2006
12125	LĘBORK	38	54°33'11"	17°43'25"	1951-2006
12495	LUBLIN	239	51°13'00"	22°23'37"	1951-2006
12120	ŁEBA	2	54°45'13"	17°32'05"	1951-2006
12465	ŁÓDŹ	187	51°43'38"	19°24'08"	1951-2006
12280	MIKOŁAJKI	127	53°47'22"	21°35'18"	1952-2006
12270	MŁAWA	147	53°06'15"	20°21'40"	1966-2006
12660	NOWY SĄCZ	292	49°37'38"	20°41'21"	1951-2006
12272	OLSZTYN	133	53°46'16"	20°25'22"	1951-2006
12530	OPOLE	165	50°37'40"	17°58'12"	1951-2006
12285	OSTROŁĘKA	94	53°04'03"	21°32'07"	1951-2000
12230	PIŁA	72	53°07'52"	16°44'54"	1971-2006
12360	PŁOCK	106	52°35'20"	19°43'28"	1951-2006
12330	POZNAŃ	83	52°25'02"	16°50'09"	1951-2006
12695	PRZEMYŚL	279	49°48'15"	22°46'19"	1954-2000
12540	RACIBÓRZ	205	50°03'42"	18°11'30"	1951-2006
12210	RESKO	52	53°46'18"	15°24'53"	1951-2006
12580	RZESZÓW	195	50°06'55"	22°01'45"	1952-2006
12585	SANDOMIERZ	217	50°41'48"	21°42'57"	1951-2006
12385	SIEDLCE	152	52°10'52"	22°14'41"	1951-2006
12310	SŁUBICE	21	52°20'55"	14°35'38"	1951-2006
12469	SULEJÓW	188	51°21'00"	19°51'59"	1966-2006
12195	SUWAŁKI	184	54°07'51"	22°56'56"	1951-2006
12205	SZCZECIN	1	53°23'43"	14°37'22"	1951-2006
12215	SZCZECINEK	137	53°42'53"	16°44'48"	1951-2000
12510	ŚNIEŻKA	1603	50°44'13"	15°44'29"	1951-2006
12200	ŚWINOUJŚCIE	6	53°55'22"	14°14'28"	1951-2006
12575	TARNÓW	209	50°01'08"	20°59'04"	1951-2006
12399	TERESPOL	133	52°04'42"	23°37'17"	1955-2006
12250	TORUŃ	69	53°02'31"	18°35'42"	1951-2006
12115	USTKA	6	54°35'18"	16°51'44"	1951-2006
12375	WARSZAWA	106	52°09'46"	20°57'40"	1951-2006
12455	WIELUŃ	200	51°12'40"	18°33'28"	1951-2006
12497	WŁODAWA	177	51°33'12"	23°31'51"	1951-2006
12424	WROCŁAW	120	51°06'20"	16°54'04"	1951-2006
12625	ZAKOPANE	855	49°17'38"	19°57'37"	1951-2006
12595	ZAMOŚĆ	212	50°41'52"	23°12'23"	1951-2000
12400	ZIELONA GÓRA	192	51°55'48"	15°31'28"	1951-2006

stacji jest stosunkowo równomierne, nieco tylko większa ich liczba jest w Karpatach oraz na wybrzeżu Bałtyku.

Podstawowe dane meteorologiczne miały w zasadzie rozdzielczość dobową, choć w przypadkach, gdy było to możliwe, korzystano też z danych terminowych 3-godzinnych. Zasadniczy okres obejmuje 56 lat i pochodzi z wielecia 1951-2006. Dla większości stacji materiał ten jest kompletny, w kilku przypadkach długość serii jest krótsza, co zaznaczono w tabeli 1.4.1. Niektóre stacje ulegały też niewielkim relokacjom, co nie mogło być już uwzględnione w analizach. Podane w tabeli współrzędne dotyczą obecnej lokalizacji. W niektórych ciągach brak pojedynczych dni lub miesięcy, przy czym braki te dotyczą tylko poszczególnych elementów.

Wszystkie dane były poddane bardzo drobiazgowej kontroli nie tylko formalnej, ale tam gdzie zachodziła konieczność również przestrzennej. Wielokrotnie dane musiały być poddane weryfikacji, w niektórych przypadkach nawet z nich rezygnowano z braku możliwości pełnej oceny. Dotyczyło to wielu elementów, choć najwięcej takich przypadków było przy kontroli wysokości pokrywy śnieżnej oraz, co warto podkreślić, przy weryfikacji pomiarów ciśnienia. Należy zaznaczyć, że rzetelne wykorzystanie wymienionych danych nie byłoby możliwe bez wcześniejszego ich rozpoznania oraz opracowania, co zostało wykonane dzięki realizowanym wcześniej tematami badawczym, w których borykano się z dostępem do jednorodnych serii danych. Dzięki nim nabyto też wielu doświadczeń, które zostały wykorzystane przy opracowaniu niniejszego *Atlasu*.

Nie trzeba chyba podkreślać, jak ważne do wszelkich rozważań klimatologicznych jest zagadnienie jednorodności danych pomiarowych wykorzystywanych w różnego rodzaju analizach. Jakiegokolwiek nawet najdrobniejsze błędy w danych, które często są nie do wykrycia standardowymi procedurami kontroli, mogą powodować wyciąganie fałszywych wniosków. Dotyczy to także – a może przede wszystkim – zagadnień, w których są oceniane wartości ekstremalne. Stąd przy ich rozpatrywaniu konieczna jest szczególna staranność. Przy wszystkich analizowanych elementach o taką staranność zadbano. Nie można jednak wykluczyć, że tu i ówdzie mogą jeszcze tkwić jakieś błędy, które bez szczegółowej wiedzy na temat różnych lokalnych uwarunkowań i rozpatrywania zjawisk w małej skali nie były możliwe do wykrycia.

W celu zapewnienia jak najlepszej jakości danych, a także ze względu na ich dostępność w wersji cyfrowej wykorzystano tylko dane ze stacji synoptycznych. Stacje te przez cały uwzględniony okres były obsługiwane przez zawodowych obserwatorów, co w dużym stopniu gwarantuje lepszą jakość pozyskiwanego materiału niż na stacjach niższego rzędu. Dotyczy to zwłaszcza wykorzystanych w *Atlasie* danych pochodzących z wizualnych obserwacji elementów i zjawisk, takich jak mgła, widzialność, burza. Niezależnie od tego należy dodać, że stacje synoptyczne zawsze dysponowały też lepszym i często sprawdzanym instrumentarium.

Z konieczności *Atlas* dotyczy tylko wybranych zjawisk ekstremalnych. Po pierwsze jest to związane z dostępem do danych lub też w ogóle ich istnieniem. Dla wielu groźnych zjawisk meteorologicznych, które już same w sobie są eks-

stations provided complete data series. In several cases, the data series have been shorter, as noted in Table 1.4.1. Some of the stations have been slightly relocated, what could not be incorporated into the data analysis. The coordinates included in the table refer to the stations' present locations. In some series, single days or months are missing but they only refer to particular elements.

All the data have been thoroughly checked, not only in a formal sense, but also in spatial terms where necessary. The data had to be checked many times. In some cases, data series were abandoned as they proved to be impossible to fully evaluate. This had to do with many elements but most such cases concerned snow cover height control. Another important factor that sometimes disqualified data was air pressure measurement verification. One has to highlight the fact that thorough use of the mentioned data would not be possible without their prior analysis. This was possible thanks to research efforts carried out earlier. Difficulties arose in attempts to obtain homogeneous data series. Such attempts provided a learning experience, which was later used in the production of this Atlas.

Needles to say, the issue of measurement data homogeneity is crucial in any analysis of climate issues. Even the slightest errors in data used, which are often undetectable by standard control procedures, can lead to completely false conclusions. This also applies to issues where extreme values are being estimated. Special care needs to be taken when analyzing such data and, in fact, special efforts were made to make sure that the data used herein are error free.

However, one cannot exclude the possibility that now and then some errors might surface. It is not possible to detect certain errors without detailed knowledge of local conditions and an analysis of certain phenomena on a small scale. In order to ensure the best quality of data (data available in digital form), only data from synoptic stations has been used. The stations are staffed by professional observers, which guarantees higher quality of collected data than what would be available from stations of lower rank. This mainly applies to data used in the Atlas which comes from in-person observations of phenomena such as fog, visibility, and thunderstorms. Furthermore,



tremalne, jak np. grad, gołoledź, szadź czy trąby powietrzne, dane obserwacyjne są niekompletne lub bardzo złej jakości. W tej sytuacji próba ich homogenizacji wymagałaby niezależnych wnikliwych studiów. To samo dotyczy wszystkich charakterystyk anemologicznych, dla których uzyskanie pełnej jednorodności w całym rozpatrywanym okresie jest prawdopodobnie niemożliwe. Jest to związane ze zmianami wiatromierzy i zwiększaniem ich czułości. Zagadnienie to jest zresztą wnikliwie badane i częściowo omówione w literaturze (Lorenc 1996). W rezultacie w opracowaniu wzięto pod uwagę tylko wybrane elementy, dla których było możliwe zgromadzenie i opracowanie jednorodnych ciągów danych dla całego wielolecia 1951-2006. Wyjątkiem jest ciśnienie atmosferyczne oraz mgła. Posłużono się tu krótszym ciągiem obejmującym wielolecie 1966-2006. Elementy te są na tyle jednak istotne, że mimo braku pełnej 56-letniej serii postanowiono je uwzględnić. Dotyczy to przede wszystkim ciśnienia atmosferycznego, które jest nie tylko elementem pogody i klimatu, ale także istotnym czynnikiem warunkującym cyrkulację atmosferyczną.

Reasumując, w *Atlasie* objęto rozważaniami i wykorzystano dane dla następujących elementów meteorologicznych: ciśnienie atmosferyczne i wiatr geostroficzny, temperatura powietrza, opad atmosferyczny, mgła, widzialność, pokrywa śnieżna, burza.

### **Materiały i źródła synoptyczne**

Wartości ekstremalne, jakie wyznaczono dla wszystkich wymienionych elementów, zgodnie z celem *Atlasu*, rozpatrzono na tle sytuacji synoptycznej panującej nad Polską i Europą, w tym zwłaszcza Europą Środkową. Do tego celu posłużyły różnego rodzaju mapy i inne materiały synoptyczne oraz typologie typów cyrkulacji. Zadanie to, choć wydawałoby się dość proste, w istocie takie nie było. Wynika to z faktu, że dla tak długiego okresu nie można było znaleźć jednakowego rodzaju map synoptycznych, które zawierałyby tę samą treść albo obejmowałyby ten sam obszar Europy. Dlatego trzeba było poszukiwać różnych źródeł synoptycznych, w tym również zagranicznych. Niekiedy posługiwano się nawet roboczymi mapami znajdującymi się w Archiwum Centralnego Biura Prognoz w Krakowie (Mapy...). W *Atlasie* zamieszczono reprodukcje, na ogół nieco zmodyfikowane, z następujących biuletynów:

- Biuletyn Synoptyczny PIHM/IMGW (A) - *Biuletyn...*
- Europäischer Wetterbericht lub Tagliche Wetterbericht (B) - *Europäischer...*
- Berliner Wetterkarte (C) - *Berliner...*
- Météorologie Nationale Bulletin Quotidien d'Études (D) - *Météorologie...*

Wykorzystano też zasoby strony internetowej:

<http://www.wetter3.de> (E)

Wydawcom tych map i materiałów autorzy serdecznie dziękują za umożliwienie ich wykorzystania. Podany w nawiasie symbol oznacza źródło mapy, do którego następuje odwołanie każdorazowo przy opisie poszczególnych rycin w dalszej części *Atlasu*.

Jak już wspomniano, do oceny sytuacji synoptycznej służyły nie tylko mapy, ale i inne materiały, jak diagramy

synoptyczne stacje zawsze miały lepsze wyposażenie, które było sprawdzane na regularnej podstawie. W *Atlasie* tylko wybrane zjawiska ekstremalne zostały uwzględnione. Jest to efekt kwestii dostępności danych. Dla wielu niebezpiecznych ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, takich jak grad, lód, śnieg, i tornado, dane obserwacyjne są niekompletne lub słabej jakości. W takich sytuacjach, próba homogenizacji tego typu danych wymagałaby niezależnej, dokładnej analizy. Problem ten dotyczy również danych anemologicznych (wiatr), które jest prawdopodobnie niemożliwe do homogenizacji dla całego okresu, ponieważ anemometry są wymieniane i ich czułość jest zwiększana. Temat ten jest przedmiotem różnych badań i jest omówiony w literaturze do pewnego stopnia (Lorenc 1996). W końcu, tylko wybrane elementy, dla których było możliwe zebranie i ocena jednorodnych ciągów danych dla 1951-2006 roku, zostały uwzględnione. Mgła i ciśnienie atmosferyczne są jedynymi wyjątkami, dla których krótsze serie danych zostały użyte, obejmujące 1966-2006 rok. Jednak, te elementy są tak istotne, że mimo braku pełnej 56-letniej serii danych, zostały użyte w *Atlasie*. Jest to szczególnie prawdziwe w przypadku ciśnienia atmosferycznego, które nie jest tylko elementem pogody i klimatu, ale także ważnym czynnikiem warunkującym cyrkulację atmosferyczną.

Podsumowując, następujące elementy meteorologiczne zostały uwzględnione i użyte w *Atlasie*: ciśnienie atmosferyczne, wiatr geostroficzny, temperatura powietrza, opad atmosferyczny, mgła, widzialność, pokrywa śnieżna, burza.

### **Materials and synoptic sources**

The extreme values noted for all the above elements, in accordance with the objectives set forth for the Atlas, were analyzed in view of the synoptic situation over Poland and Europe, and especially Central Europe. To serve this purpose, various types of maps, other synoptic materials, and circulation type typologies were used. This seemingly simple task proved quite difficult due to the fact that it was impossible to find the same type of synoptic maps, which would contain the same information or cover the same area of Europe, for such a long time series. Therefore, different synoptic sources including foreign ones had to be utilized. In some cases, even working maps from the Archiwum Centralnego Biura Prognoz in Kraków were used (Mapy...). In this Atlas, slightly modified reproductions of the following bulletins were used:

- Biuletyn Synoptyczny PIHM/IMGW (A) - *Biuletyn...*
- Europäischer Wetterbericht or Tagliche Wetterbericht (B) - *Europäischer...*
- Berliner Wetterkarte (C) - *Berliner...*
- Météorologie Nationale Bulletin Quotidien D'Études (D) - *Météorologie...*

And Internet resources:

<http://www.wetter3.de> (E)

The authors would like to express their gratitude to all the Editors of these maps for making them available. The symbol in the brackets signifies the given map's source, which is always given when describing particular figures in other parts of the Atlas. As mentioned above, in order to properly assess a synoptic situation, not only maps were used but also other

aerologiczne, zdjęcia satelitarne, zdjęcia radarowe czy też informacja o wyładowaniach atmosferycznych. Zdjęcia satelitarne pochodzą z Ośrodka Teledetekcji Satelitarnej IMGW w Krakowie, natomiast informację radarową i dotyczącą wyładowań atmosferycznych uzyskano z Ośrodka Teledetekcji Naziemnej IMGW w Warszawie.

### Typy cyrkulacji

Oprócz oceny sytuacji synoptycznej na podstawie wymienionych materiałów, szczególną uwagę w *Atlasie* zwrócono na analizę ekstremów w typach cyrkulacji. Typy cyrkulacji w precyzyjny sposób informują bowiem o warunkach cyrkulacyjnych nad danym obszarem. Informacja ta, mimo wielu niedoskonałości, jest często w pełni obiektywna, a w przypadku większości klasyfikacji jednorodna. Badania prowadzone w ramach Akcji COST 733 poświęcone m.in. zastosowaniom klasyfikacji typów cyrkulacji wskazują, że istnieje potrzeba oceny poszczególnych typologii właśnie pod kątem ich przydatności w rozpatrywaniu zjawisk ekstremalnych (Huth i in. 2008). Dlatego wykorzystanie typów cyrkulacji jako swoistych miar sytuacji synoptycznych i w ogóle cyrkulacji atmosferycznej wydaje się w pełni zasadne.

Istnieje tylko problem, które z dostępnych klasyfikacji obejmujących obszar Europy Środkowej, a zwłaszcza Polski, zastosować do określenia roli cyrkulacji atmosferycznej, w tym typów cyrkulacji, w kształtowaniu ekstremalnych zjawisk meteorologicznych. Biorąc pod uwagę doświadczenia oraz dostępność poszczególnych typologii, zdecydowano, że w *Atlasie* zostanie wykorzystana informacja o występujących typach cyrkulacji według 5 różnych klasyfikacji: Grosswetterlagen, Lityńskiego, Osuchowskiej-Klein, Niedźwiedzia i Ustrnula. Pierwsza z nich została uwzględniona z uwagi na szerokie zastosowanie w Europie i możliwość odniesienia uzyskanych wyników do innych badań o wymiarze międzynarodowym. Klasyfikacje Lityńskiego oraz Osuchowskiej-Klein zostały uwzględnione z racji ich częstego stosowania w pracach polskich autorów. Z kolei klasyfikację Niedźwiedzia postanowiono wykorzystać ze względu na jej sprawdzoną przydatność w badaniach prowadzonych dla Polski Południowej. Wykorzystano też obiektywną klasyfikację Ustrnula, w wersji dla punktu gridowego 50°N, 20°E, który również charakteryzuje warunki cyrkulacyjne południa Polski. W założeniach metodycznych klasyfikacja ta jest zbliżona do klasyfikacji Niedźwiedzia.

Wszystkie uwzględnione kalendarze typów cyrkulacji były wielokrotnie w literaturze polskiej wykorzystywane i są na ogół bardzo dobrze znane (Ustrnul 2000-2001). Dlatego też pominięto tu ogólną ich charakterystykę, która jest szczegółowo przedstawiona w publikacjach poświęconych klasyfikacjom: Lityńskiego (Lityński 1969, Pawłowska i in. 2000, Pianko-Kluczyńska 2007), Osuchowskiej-Klein (1975, 1978, 1992), Grosswetterlagen (Hess i Brezowsky 1952, Gerstengarbe i Werner 1993), Niedźwiedzia (1981, 2009) oraz Ustrnula (1997). Należy podkreślić, że wszystkie uwzględnione klasyfikacje opierają się na różnych założeniach metodycznych oraz wykorzystują nieco odmienne materiały źródłowe, aczkolwiek we wszystkich przypadkach dotyczą tzw. dolnej sytuacji barycznej, czyli poziomu morza. Za kła-

materials such as aerological diagrams, satellite, and radar images, and information about atmospheric discharges. The satellite images come from the IMGW Satellite Remote Sensing Center in Kraków, while radar information and atmospheric discharge data come from the IMGW Ground-Based Remote Sensing Center in Warsaw.

### Circulation types

Special attention has been paid not only to the analysis of extremes in circulation types but also to the assessment of the synoptic situation on the basis of the materials mentioned above. Circulation types, in a precise way, describe circulation conditions over a given area. Such information, despite many imperfections, is often fully objective, and in the case of most classifications, is homogeneous. Research carried out within the COST 733 program devoted to, among other things, the application of circulation type classification, points to the need for a special assessment of typologies based on their usefulness in the analysis of extreme phenomena (Huth et al. 2008). Therefore, the use of circulation types as means of assessing synoptic situations and atmospheric circulation in general seems to be fully justified.

There is only one problem: Which of the available classifications covering the area of Central Europe and Poland in particular, are to be applied to assess the role of atmospheric circulation, including circulation types, in forming extreme meteorological phenomena? Taking into consideration experience and the availability of particular typologies, it has been decided that information about circulation types would be grouped according to 5 different classifications: Grosswetterlagen, Lityński, Osuchowska-Klein, Niedźwiedź and Ustrnul will be used in this Atlas. The first classification system was included because of its widespread use in Europe and the possibility to refer the obtained results to other international research. Lityński and Osuchowska-Klein's classification systems were included because they are often used in Polish research publications. Niedźwiedź's classification system was included because of its proved usefulness in research conducted in southern Poland. Ustrnul's objective classification system was used, or rather its grid point version 50°N, 20°E, which represents circulation conditions in the south of Poland. In terms of methodological assumptions, this classification system is close to that of Niedźwiedź.

All of the included circulation type calendars have been frequently quoted in the Polish literature and are generally well known (Ustrnul 2000-2001). Therefore, their general characteristics have been omitted in this work. The aforementioned characteristics are available in publications dedicated to classification systems by: Lityński (Lityński 1969, Pawłowska et al. 2000, Pianko-Kluczyńska 2007), Osuchowska-Klein (1975, 1978, 1992), Grosswetterlagen (Hess, Brezowsky 1952, Gerstengarbe, Werner 1993), Niedźwiedź (1981, 2009) and Ustrnul (1997). It needs to be emphasized that all of the included classification systems are based on different methodological assumptions and use slightly different source materials. However, in each case, they are based on a so-called low baric situation, i.e. sea level. Lityński and Ustrnul's classifications should be regarded as automatic or objective. The remaining classifications might be regarded as "manual", although they feature

syfikacje automatyczne (nazywane niekiedy tzw. obiektywnymi) należy uznać podział Lityńskiego oraz Ustrnula. Pozostałe klasyfikacje można uważać za tzw. manualne, które choć mają jasno określone wzorce (ang. *patterns*), nie mają ścisłych, ilościowych kryteriów. W każdej klasyfikacji istnieje po kilka typów genetycznie podobnych lub nawet tych samych co w pozostałych podziałach (np. typ cyklonalny z napływem powietrza z zachodu). Mimo to większość z nich nie ma wzajemnych odpowiedników, pomijając już kwestię samej nomenklatury. Ponadto nawet teoretycznie te same typy nie są określone według tych samych ścisłych kryteriów i dlatego trudno oczekiwać pełnej ich wzajemnej zgodności. Na końcu tej krótkiej charakterystyki nie można nie wspomnieć o różnej liczbie typów cyrkulacji wydzielonych w obrębie każdego z podziałów (Grosswetterlagen – 30, Lityński – 27, Niedźwiedź – 21, Ustrnul – 18 typów, Osuchowska-Klein – 14). Powoduje to już na wstępie szczegółowych analiz problemy statystyczne wynikające choćby z różnej liczebności przypadków dla tego samego wspólnego okresu badań.

Wszystkie wymienione kalendarze typów cyrkulacji obejmują cały rozpatrywany okres 1951-2006. Dotyczy to też klasyfikacji Osuchowskiej-Klein, chociaż w tradycyjnej manualnej formie jest ona dostępna tylko do 1998 roku. Dzięki jednak m.in. projektowi badawczemu MNiSW COST/2/2006 było możliwe opracowanie wersji obiektywnej tego kalendarza i doprowadzenie go do roku 2006. W tym przypadku można się jednak liczyć z pewną niejednorodnością serii od 1999 roku, mimo to postanowiono, że wersja tradycyjna powinna być wykorzystana w całości, gdyż była wielokrotnie sprawdzona.

Tabele 1.4.2-1.4.6 zawierają opisy typów cyrkulacji wszystkich 5 kalendarzy. Z kolei na rycinach 1.4.2-1.4.3 zamieszczono przykładowe wzorce często występujących typów według klasyfikacji Grosswetterlagen i Niedźwiedzia.

## 1.5. Metody

Ze względu na cel pracy i jej zawartość, pisząc o metodach, należy na wstępie krótko przedstawić problem wyróżniania ekstremalnych zjawisk meteorologicznych. Bez szczegółowych wyjaśnień trudno o rzetelną ocenę tych zjawisk, a zagadnienie to, wbrew wielu powszechnym opiniom, nie jest łatwe i jednoznacznie postrzegane.

Samo pojęcie zjawiska meteorologicznego nie budzi tutaj wątpliwości i rozumie się przez nie wszystkie zjawiska występujące w atmosferze (z wyłączeniem chmur), lecz słowo ekstremalny jest definiowane w różnoraki sposób. Według *Słownika języka polskiego*, a także *Słownika wyrazów obcych PWN* ekstremalny (z łac. *extremus*) oznacza skrajny, krańcowy, w znaczeniu matematycznym: minimalny lub maksymalny co do wartości. Dosłownie oznacza to, że w przypadku zjawisk meteorologicznych można mówić tylko o ich skrajnych wartościach, to jest największej i najmniejszej. W rezultacie z ekstremami mielibyśmy do czynienia tylko w sytuacji, gdy wcześniej określone wartości skrajne byłyby przekroczone. Takie jednak rozumowanie nie może być przyjęte przy rozpatrywaniu zjawisk meteorologicznych, które nie przekroczyły tych wartości skrajnych.

clearly designed patterns and do not have precise quantitative criteria. Each classification system uses a few similar types of origin or even the same types as those in other classification systems (e.g.: cyclone-type with air masses coming from the west). This is despite the fact that the majority of them do not have mutual equivalents, not to mention terminology itself. Moreover, even theoretically the same types are not described according to the same precise criteria and that is why their mutual agreement should not be expected. In addition, the different number of circulation types within each classification system needs to be mentioned (Grosswetterlagen 30 types, Lityński 27 types, Niedźwiedź 21 types, Ustrnul 18 types, Osuchowska-Klein 14 types). This causes statistical problems at the very start of detailed analysis. The problems originate from a different number of cases for the same research period.

All of the circulation type calendars mentioned here cover the entire analyzed period of 1951-2006. This also applies to the Osuchowska-Klein classification system, which is available in traditional manual form up to 1998. Thanks to the MNiSW COST/2/2006 research project, it was possible to create an objective version of this calendar and to extend it to 2006. In this case, one can encounter some lack of sequence homogeneity, starting from 1999. It has been decided though that the traditional version should be used as in full because it has been verified many times.

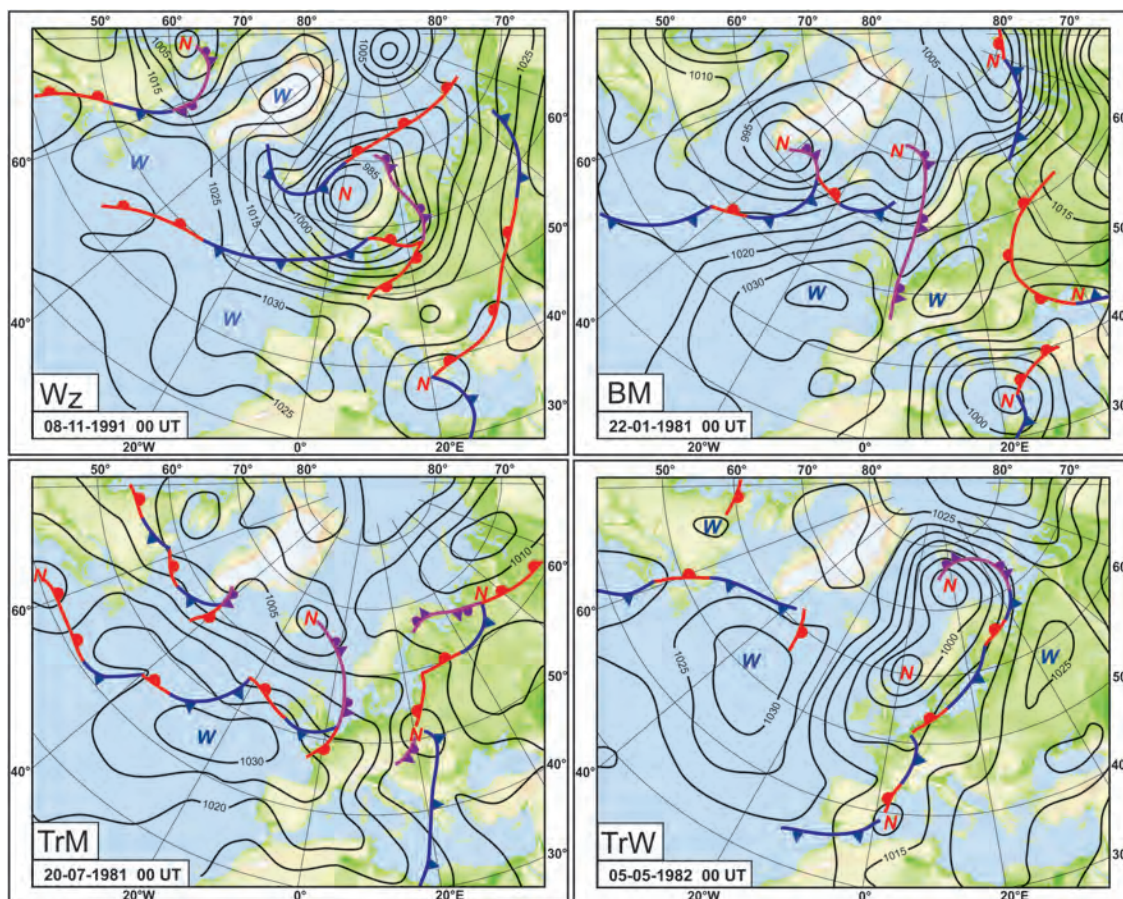
Tables 1.4.2 to 1.4.6 include the descriptions of the circulation types in all five calendars and Figures 1.4.2 and 1.4.3 present selected frequently occurring types according to the Grosswetterlagen and Niedźwiedź classification systems.

## 1.5. Methods

Taking into consideration the purpose of this work and its content, it is important to briefly present the problem of differentiating extreme meteorological phenomena. Without detailed explanations at hand, it is difficult to evaluate these phenomena properly, and such evaluations are not easy to perform and are interpreted in a variety of ways.

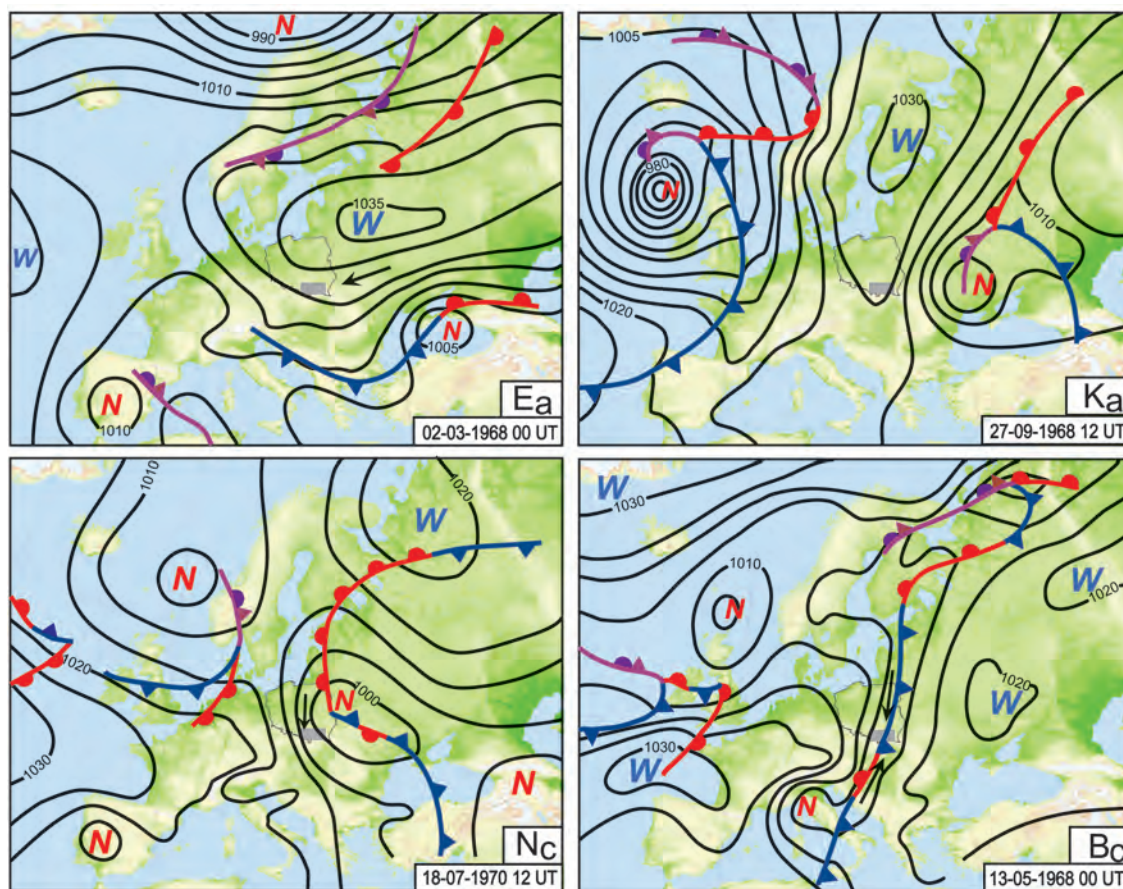
The very concept of meteorological phenomena cannot be doubted and it should be understood as all phenomena occurring in the atmosphere (excluding clouds). The word "extreme" is defined in many different ways. According to the Polish Language Dictionary and also the PWN Dictionary of Foreign Words (*Słownik Wyrazów Obcych PWN*), "extreme" indicates boundary values, while in mathematics, it means minimum or maximum. As far as meteorological phenomena are concerned, only extreme values, the highest and the lowest, can be considered. As a result, we can speak about extremes only in situations where extreme values recorded previously have been exceeded. However, such a course of reasoning cannot be accepted while discussing meteorological phenomena, which have not exceeded any extreme values. They often cause different kinds of problems in the natural environment and they are directly troublesome for people.

There are no universal methods or criteria that classify extremes on a global scale or on a local scale. Even though it seems, that in a temperate climate zone, they should be similar, in fact, they are not whatsoever. Actually, this is true of the



**Rycina 1.4.2**  
Przykłady wybranych typów cyrkulacji według klasyfikacji „Grosswetterlagen”

**Figure 1.4.2**  
Examples of the selected circulation types (patterns) according to the „Grosswetterlagen” classification



**Rycina 1.4.3**  
Przykłady wybranych typów cyrkulacji według klasyfikacji Niedzwiedzia

**Figure 1.4.3**  
Examples of the selected circulation types (patterns) according to the Niedzwiedz classification

Nr No.	Symbol	Opis typu Type description
1.	Wa	zachodnia, antycyklonalna Anticyclonic westerly
2.	Wz	zachodnia, cyklonalna Cyclonic westerly
3.	Ws	zachodnia, przesunięta ku południowi South-shifted cyclonic westerly
4.	Ww	zachodnia, brzeżna na skraju blokującego wyżu rosyjskiego Maritime westerly (block Eastern Europe)
5.	SWa	południowo-zachodnia, antycyklonalna Anticyclonic south-westerly
6.	SWz	południowo-zachodnia, cyklonalna Cyclonic south-westerly
7.	NWa	północno-zachodnia, antycyklonalna Anticyclonic north-westerly
8.	NWz	północno-zachodnia, cyklonalna Cyclonic north-westerly
9.	HM	wyż nad Europą Środkową High over Central Europe
10.	BM	klin (wał) wyżowy nad Europą Środkową Zonal ridge across Central Europe
11.	TM	niż nad Europą Środkową Low over Central Europe
12.	Na	północna, antycyklonalna Anticyclonic northerly
13.	Nz	północna, cyklonalna Cyclonic northerly
14.	HNa	wyż nad Morzem Północnym-Islandią, antycyklonalna Norwegian Sea-Iceland high, cyclonic
15.	HNz	wyż nad Morzem Północnym-Islandią, cyklonalna Norwegian Sea-Iceland high, cyclonic
16.	HB	wyż nad Wyspami Brytyjskimi High over British Isles
17.	TrM	bruzda nad Europą Środkową Trough over Central Europe
18.	NEa	północno-wschodnia, antycyklonalna Anticyclonic, north-easterly
19.	NEz	północno-wschodnia, cyklonalna Cyclonic, north-easterly
20.	HFa	wyż nad Fennoskandią, antycyklonalna Fennoscandian high, anticyclonic
21.	HFz	wyż nad Fennoskandią, cyklonalna Fennoscandian high, cyclonic
22.	HNFa	wyż nad Morzem Północnym-Fennoskandią, antycyklonalna Norwegian Sea-Fennoscandian high, anticyclonic
23.	HNFz	wyż nad Morzem Północnym-Fennoskandią, cyklonalna Norwegian Sea-Fennoscandian high, cyclonic
24.	SEa	południowo-wschodnia, antycyklonalna Anticyclonic south-easterly
25.	SEz	południowo-wschodnia, cyklonalna Cyclonic south-easterly
26.	Sa	południowa, antycyklonalna Anticyclonic southerly
27.	Sz	południowa, cyklonalna Cyclonic southerly
28.	TB	niż nad Wyspami Brytyjskimi Low over British Islands
29.	TrW	bruzda nad Europą Zachodnią Trough over Western Europe
30.	U	sytuacja nieokreślona lub przejściowa Unclassified or transitional

**Tabela 1.4.2**  
Wykaz typów cyrkulacji „Grosswetterlagen” (GWL)

**Table 1.4.2**  
Circulation types (patterns) according to the „Grosswetterlagen” classification (GWL)

Nr No.	Symbol	Opis typu Type description
1.	Nc	północny cyklonalny Northerly cyclonic
2.	No	północny zerowy Northerly neutral
3.	Na	północny antycyklonalny Northerly anticyclonic
4.	NEc	północno-wschodni cyklonalny North-easterly cyclonic
5.	NEo	północno-wschodni zerowy North-easterly neutral
6.	NEa	północno-wschodni antycyklonalny North-easterly anticyclonic
7.	Ec	wschodni cyklonalny Easterly cyclonic
8.	Eo	wschodni zerowy Easterly neutral
9.	Ea	wschodni antycyklonalny Easterly anticyclonic
10.	SEc	południowo-wschodni cyklonalny South-easterly cyclonic
11.	SEo	południowo-wschodni zerowy South-easterly neutral
12.	SEa	południowo-wschodni antycyklonalny South-easterly anticyclonic
13.	Sc	południowy cyklonalny Southerly cyclonic
14.	So	południowy zerowy Southerly neutral
15.	Sa	południowy antycyklonalny Southerly anticyclonic
16.	SWc	południowo-zachodni cyklonalny South-westerly cyclonic
17.	SWo	południowo-zachodni zerowy South-westerly neutral
18.	SWa	południowo-zachodni antycyklonalny South-westerly anticyclonic
19.	Wc	zachodni cyklonalny Westerly cyclonic
20.	Wo	zachodni zerowy Westerly neutral
21.	Wa	zachodni antycyklonalny Westerly anticyclonic
22.	NWc	północno-zachodni cyklonalny North-westerly cyclonic
23.	NWo	północno-zachodni zerowy North-westerly neutral
24.	NWa	północno-zachodni antycyklonalny North-westerly anticyclonic
25.	Oc	zerowy cyklonalny (centrum niżu) Neutral cyclonic (low centre)
26.	Oo	zerowy siodłowy Neutral col
27.	Oa	zerowy antycyklonalny (centrum wyżu) Neutral anticyclonic (high centre)

**Tabela 1.4.3**  
Wykaz typów cyrkulacji wg Lityńskiego (LIT)

**Table 1.4.3**  
Circulation types according to the Lityński classification (LIT)

Nr No.	Symbol	Opis typu Type description
1.	A	zachodnia cyklonalna Western cyclonic
2.	CB	północno-zachodnia cyklonalna North-western cyclonic
3.	D	południowo-zachodnia cyklonalna South-western cyclonic
4.	B	południowa cyklonalna Southern cyclonic
5.	F	południowo-wschodnia cyklonalna South-eastern cyclonic
6.	C2D	zachodnia antycyklonalna Western anticyclonic
7.	D2C	południowo-zachodnia i południowa antycyklonalna South-western and southern anticyclonic
8.	G	centralna antycyklonalna Central anticyclonic
9.	E2C	północno-zachodnia antycyklonalna North-western anticyclonic
10.	E0	północno-wschodnia i wschodnia cyklonalna North-eastern and eastern cyclonic
11.	E	północno-wschodnia antycyklonalna North-eastern and eastern anticyclonic
12.	E1	południowo-wschodnia i wschodnia antycyklonalna South-eastern and eastern anticyclonic
13.	BE	południowa pośrednia między cyklonalną i antycyklonalną Southern transitional between cyclonic and anticyclonic
14.	X	nieokreślona Unclassified

**Tabela 1.4.4**  
Wykaz typów cyrkulacji wg Osuchowskiej-Klein (OSK)

**Table 1.4.4**  
Circulation types (patterns) according to the Osuchowska-Klein classification (OSK)

Nr No.	Symbol	Opis typu Type description
1.	Na	północna antycyklonalna Northerly anticyclonic
2.	NEa	północno-wschodnia antycyklonalna North-easterly anticyclonic
3.	Ea	wschodnia antycyklonalna Easterly anticyclonic
4.	SEa	południowo-wschodnia antycyklonalna South-easterly anticyclonic
5.	Sa	południowa antycyklonalna Southerly anticyclonic
6.	SWa	południowo-zachodnia antycyklonalna South-westerly anticyclonic
7.	Wa	zachodnia antycyklonalna Westerly anticyclonic
8.	NWa	północno-zachodnia antycyklonalna North-westerly anticyclonic
9.	Ba	Bezadwekcyjna antycyklonalna Non advective anticyclonic
10.	Bc	Bezadwekcyjna cyklonalna Non advective cyclonic
11.	Nc	północna cyklonalna Northerly cyclonic
12.	NEc	północno-wschodnia cyklonalna North-easterly cyclonic
13.	Ec	wschodnia cyklonalna Easterly cyclonic
14.	SEc	południowo-wschodnia cyklonalna South-easterly cyclonic
15.	Sc	południowa cyklonalna Southerly cyclonic
16.	SWc	południowo-zachodnia cyklonalna South-westerly cyclonic
17.	Wc	zachodnia cyklonalna Westerly cyclonic
18.	NWc	północno-zachodnia cyklonalna North-westerly cyclonic

**Tabela 1.4.5**  
Wykaz typów cyrkulacji wg Niedźwiedzia (TN)

**Table 1.4.5**  
Circulation types (patterns) according to the Niedźwiedź classification (TN)

Nr No.	Symbol	Opis typu Type description
1.	Na	północna antycyklonalna Northerly anticyclonic
2.	NEa	północno-wschodnia antycyklonalna North-easterly anticyclonic
3.	Ea	wschodnia antycyklonalna Easterly anticyclonic
4.	SEa	południowo-wschodnia antycyklonalna South-easterly anticyclonic
5.	Sa	południowa antycyklonalna Southerly anticyclonic
6.	SWa	południowo-zachodnia antycyklonalna South-westerly anticyclonic
7.	Wa	zachodnia antycyklonalna Westerly anticyclonic
8.	NWa	północno-zachodnia antycyklonalna North-westerly anticyclonic
9.	Ca	centralna antycyklonalna, centrum wyżu Central anticyclone situation, high center
10.	Ka	klin antycyklonalny lub wał wyżowy Anticyclonic wedge or ridge of high pressure
11.	Nc	północna cyklonalna Northerly cyclonic
12.	NEc	północno-wschodnia cyklonalna North-easterly cyclonic
13.	Ec	wschodnia cyklonalna Easterly cyclonic
14.	SEc	południowo-wschodnia cyklonalna South-easterly cyclonic
15.	Sc	południowa cyklonalna Southerly cyclonic
16.	SWc	południowo-zachodnia cyklonalna South-westerly cyclonic
17.	Wc	zachodnia cyklonalna Westerly cyclonic
18.	NWc	północno-zachodnia cyklonalna North-westerly cyclonic
19.	Cc	centralna cyklonalna, centrum niżu Central cyclonic, center of low
20.	Bc	bruzda cyklonalna Through of the low pressure
21.	X	nieokreślona lub siodło baryczne Unclassified situation or pressure col

**Tabela 1.4.6**  
Wykaz typów cyrkulacji wg Ustrnula (ZU)

**Table 1.4.6**  
Circulation types according to the Ustrnul classification (ZU)

Często przecież wywołują one różnego rodzaju perturbacje w środowisku przyrodniczym i są bezpośrednio uciążliwe dla człowieka.

Nie ma uniwersalnych metod, w tym zwłaszcza kryteriów wydzielenia ekstremów ani w skali globalnej, ani w odniesieniu do mniejszych obszarów. Choć wydawałoby się, że w strefie umiarkowanej powinny być one bardzo podobne, w rzeczywistości jednak nie są. Dotyczy to w zasadzie większości typów zjawisk począwszy od ekstremalnych wartości temperatury powietrza, poprzez wysokość opadów, a na wysokości pokrywy śnieżnej skończywszy. Zresztą nawet w Polsce, kraju o powierzchni około 313 tys. km<sup>2</sup>, o stosunkowo mało różnorodnych w skali Europy warunkach środowiska, mamy do czynienia ze znacznym przestrzennym zróżnicowaniem wartości ekstremalnych. Jest to związane zarówno z czynnikami pogodotwórczymi, jak i uwarunkowaniami środowiskowymi kraju, w tym przede wszystkim rzeźbą terenu, oddaleniem od Morza Bałtyckiego, rozciągłością południkową i równoleżnikową, pokryciem terenu etc.

Dlatego wydaje się, że ekstremalne zjawisko pogodowe lepiej definiować zgodnie z zaleceniami IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Międzypaństwowy Zespół ds. Zmian Klimatu) (IPCC 2001), który zjawisko ekstremalne określił jako: „zjawisko, które jest rzadkie z punktu widzenia rozkładu statystycznego w danym miejscu. Pojęcie „rzadki” jest zmienne, ale takie zjawisko pogodowe powinno występować z częstością mniejszą lub równą 10% (lub 90%), to jest 10 lub 90 percentyla”.

Oprócz powyższego podejścia istnieje wiele innych ilościowych kryteriów wyróżniania zjawisk ekstremalnych. Najczęściej zdarzenia te mogą być wyróżniane na podstawie: maksimów i minimów, miar dyspersji, częstości występowania. Jednoznaczne określenie kryteriów i definicji zjawisk ekstremalnych jest dyskutowane w licznych opracowaniach światowych (IPCC 2001, Horton i in. 2001, Frich i in. 2002). W wielu z nich są sugerowane w miarę ścisłe wartości graniczne tych zjawisk (Folland i in., 1999, Heino i in. 1999, Jones i in. 1999, Karl 1999, Nicholls, Murray 1999, Kyselý 2002a, b, Moberg i in. 2006). Mimo to, dyskusja na temat pojęcia ekstremów i ich kryteriów toczyła się i nadal jest przedmiotem wielu doniesień zarówno na świecie (np. Katz, Brown 1992, Klein Tank i in. 2002, Stephenson 2002, 2008, Klein Tank i Können 2003, Brönnimann i in. 2008, Coelho i in. 2008), jak i w Polsce (Warakomski 1989-1990, Starkel 1999, Wibig 2000-2001, Miętus 2005, Niedźwiedz i in. 2005, Trepieńska 2000, 2005, 2007, Przybylak i in. 2006).

Wspomniane podejście, oparte na kryterium probabilistycznym przekroczenia pewnych krytycznych wartości, jest uznaną metodą badawczą stosowaną w rozwiązywaniu różnych zagadnień praktycznych. Tak na przykład charakterystyki probabilistyczne od dawna z dużym powodzeniem znajdują zastosowanie w hydrologii. Zawsze jednak pozostaje do rozwiązania problem doboru zakresów prawdopodobieństwa, tj. które wartości można uznać za ekstremalne. Biorąc pod uwagę wyniki dotychczasowych badań polskich i europejskich (Gumbel 1958, Kaczmarek 1970, Nicholls, Murray 1999, Bogdanowicz, Stachý 1997, Nowicka i in. 1997, Trenberth, Owen 1999, Trenberth i in. 2007), wy-

majority of types of phenomena including extreme temperature values, precipitation amounts, and depth of snow cover. Even in Poland, which covers about 313,000 square kilometers and does not possess a great deal of environmental diversity, one can observe substantial spatial variability in extreme values. This is connected to both weather-forming factors and the country's general environmental conditions. However, other important factors are relief, distance from the Baltic Sea, latitude, longitude, and land cover.

It seems that extreme meteorological phenomena should be defined according to IPCC rules (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC ... 2001), which described an extreme phenomenon as a “phenomenon which is rare from the point of view of statistical distribution in a given place”. The notion of “rare” can change but such meteorological phenomena should occur with a frequency lower or equal to 10% (or 90%), that is within the 10th or 90th percentiles. Besides the above approach, there are many other quantitative criteria used to distinguish extreme phenomena. In most cases, these phenomena can be distinguished based on maxima and minima, measures of dispersion, and frequency of occurrence. An unambiguous description of criteria and definitions used with respect to extreme phenomena is discussed in publications across the world (IPCC 2001, Horton et al. 2001, Frich et al. 2002). Many international publications suggest specific boundary values that can be used to describe extreme phenomena (Folland et al. 1999, Heino et al. 1999, Jones et al. 1999, Karl 1999, Nicholls, Murray 1999, Kyselý 2002a,b, Moberg et al. 2006). In spite of this, the discussion of what exactly constitutes an extreme event and its criteria continues and many researchers continue to report on this issue throughout the world (e.g. Katz, Brown 1992, Klein Tank et al. 2002, Stephenson 2002, 2008, Klein Tank, Können 2003, Brönnimann et al. 2008, Coelho et al. 2008), including Poland (Warakomski 1989-1990, Starkel 1999, Wibig 2000-2001, Miętus 2005, Niedźwiedz et al. 2005, Trepieńska 2000, 2006, 2007, Przybylak et al. 2006).

The above mentioned approach based on the probability of exceeding certain critical values is a well-known research method used in solving different practical problems. Probability characteristics have been successfully applied in hydrology. However, the problem of selecting a probability range remains, i.e.: which values should be considered extreme. Taking into account the results of existing Polish and European research (Gumbel 1958, Kaczmarek 1970, Nicholls, Murray 1999, Bogdanowicz, Stachý 1997, Nowicka et al. 1997, Trenberth, Owen 1999, Trenberth et al. 2007), it appears best to include characteristics whose probability of crossing threshold values is less than 10%. This corresponds to a 10-year repetition period in the case of annual data. It means that the occurrence of such phenomena should be expected at most once in 10 years. Exceptional phenomena, characterized by probability values less than 1% (occurring once per century), deserve special attention. The event probability method has been used frequently to a lesser or greater extent in meteorology and climatology (Limanówka et al. 1993, Miętus et al. 2002, 2005, Owczarek 2005). It is also recommended in textbooks (Kaczmarek 1970, Guide 1983, Pruchnicki 1987, Linacre 1992).

daje się, że najlepiej do ekstremalnych zjawisk zaliczyć te charakterystyki, których prawdopodobieństwo przekroczenia jest mniejsze niż 10% (co odpowiada okresowi powtarzalności 10 lat w przypadku rozważania danych rocznych). Oznacza to, że pojawienia się takich zjawisk należy oczekiwać co najwyżej raz w dziesięcioleciu. Na osobną uwagę zasługują zjawiska wyjątkowe, za które można uznać wartości o prawdopodobieństwie przekroczenia mniejszym niż 1%, a więc zdarzające się raz w stuleciu. W meteorologii i klimatologii metoda prawdopodobieństwa określonych zdarzeń była też – w mniejszym lub większym stopniu – już wielokrotnie stosowana (Limanówka i in. 1993, Miętus i in. 2002, 2005, Owczarek 2005). Zalecana jest również w podręcznikach (Kaczmarek 1970, Guide 1983, Pruchnicki 1987, Linacre 1992).

Niezależnie od charakterystyk uwzględniających częstotliwość przekroczenia ściśle określonych wartości granicznych lub ocen probabilistycznych, konieczne jest podanie bezwzględnych (tzw. absolutnych) maksimów i minimów rozpatrywanych elementów meteorologicznych na podstawie jak najdłuższych serii danych. Informują one o skrajnych zakresach poszczególnych charakterystyk, do których powinien się przystosować człowiek, także w aspekcie aktywności gospodarczej. Odniesienie do tych wartości może być wykorzystane w prognozowanych ocenach zmian warunków klimatycznych w przyszłości.

Reasumując, w świetle literatury przy rozpatrywaniu poszczególnych ekstremalnych zjawisk meteorologicznych można wymienić 4 najczęściej spotykane podejścia wyróżniania wartości ekstremalnych:

- określenie wartości ekstremów absolutnych (absolutne maksimum; absolutne minimum), czyli wartości największej lub najmniejszej, jaka do tej pory została stwierdzona (zanotowana) w charakterystyce danego zjawiska;
- określenie wartości granicznych w sposób arbitralny lub empiryczny;
- określenie wartości ekstremalnych na podstawie charakterystyk probabilistycznych;
- określenie wartości krytycznych elementu za pomocą miar dyspersji (np. odchylenia standardowego).

W *Atlasie* wartości ekstremalne poszczególnych elementów wyróżniono wykorzystując 3 pierwsze podejścia. Oczywiście nie wszystkie były uwzględnione przy każdym elemencie. Ze względu na różny charakter rozkładów statystycznych poszczególnych elementów nie rozważano kryteriów opartych na miarach dyspersji. Wymienione metody są zgodne z listą wskaźników stosowaną m.in. przez European Climate Assessment i zalecane przez ekspertów CCI/CLIVAR Światowej Organizacji Meteorologicznej (<http://eca.knmi.nl/indicesextremes/>).

Zgodnie z przyjętą koncepcją *Atlasu* za najważniejsze uznano podejście probabilistyczne, choć ze względu na charakter danych (dane dobowe) zastosowano dość ostre kryteria wyróżniania ekstremów uwzględniając progi 5%, 1% i 0,1%. Podejście takie wykorzystano zwłaszcza dla dwóch przewodnich elementów klimatu, to jest temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Dla obu tych elemen-



Regardless of the characteristics which include the frequency of exceeding precisely defined boundary values or probability assessments, it is necessary to present absolute maxima and minima of the meteorological elements in question on the basis of the longest available data series. Such series allow researchers to infer extreme ranges of individual characteristics, which people need to adapt to in general as well as in the realm of economic activity. Such values can be used in the forecasting of future climate conditions.

In summary, the literature offers four widely discussed approaches towards the differentiation of extreme values:

- Calculation of values of absolute extremes (absolute maximum, absolute minimum), i.e.: the biggest or the smallest value which has been recorded so far for the characteristics of a given phenomenon
- Calculation of boundary values in an empirical or arbitrary manner
- Calculation of extreme values based on probability characteristics
- Calculation of values of critical elements by means of dispersion measures (e.g.: standard deviation)

In the Atlas, extreme values of selected elements were calculated by means of the first three approaches. Not all of them were applied to each element. Because of the different character of the statistical distribution of individual elements, criteria based on dispersion measures were not discussed. The herein mentioned methods are based on the list of indicators used by the European Climate Assessment organization and recommended by the CCI/CLIVAR World Meteorological Organization (<http://eca.knmi.nl/indicesextremes/>).

The probability approach was treated as the most important for the purpose of the publication of the Atlas. However, given the nature of the data (daily data), quite rigorous criteria were applied to differentiate the extremes of interest. The following thresholds were used: 5%, 1% and 0.1%. This approach was used especially for the two leading climate elements,

tów dysponowano pełnymi i jednorodnymi ciągami danych dobowych dla całego rozpatrywanego wielolecia 1951-2006. Jednocześnie w obu przypadkach rozkłady były normalne lub normalne ucięte. Za ekstrema uznano te wartości, które w całym rozpatrywanym wieloleciu wystąpiły bardzo rzadko, na ogół z prawdopodobieństwem mniejszym niż 1%. Oznacza to, że wartość taka lub większa (mniejsza) mogła pojawić się rzadziej niż 1 raz na 100 przypadków wystąpienia danego elementu. W celu przedstawienia bardzo skrajnych ekstremów zastosowano też jeszcze ostrzejsze kryterium o prawdopodobieństwie 0,1%. W takich sytuacjach wystąpienia określonej wartości należy się spodziewać 1 raz na 1000 przypadków. W rezultacie na przykład maksymalna temperatura powietrza lata, która wystąpiła z prawdopodobieństwem poniżej 1% zdarzyła się w całym wieloleciu 51 razy, a temperatura z prawdopodobieństwem 0,1% – 5 razy. Podobnie można interpretować wartości dla sum dobowych opadów, aczkolwiek w przypadku opadów atmosferycznych do rozważań wzięto tylko dni z opadem. Oczywiście istnieją opracowania, w których liczy się prawdopodobieństwo względem wszystkich dni, a nie tylko tych z opadem, ale wydaje się, że przyjęta w opracowaniu metoda obliczania jest bardziej logiczna.

Zmienność przestrzenna wyznaczonych różnych wartości ekstremalnych została w *Atlasie* zilustrowana szeregiem rycin oraz uzupełniających tabel. Część ilustracji to wykresy i kartodiagramy, część natomiast stanowią schematyczne mapy. Obok nich, najwięcej jest reprodukcji różnych map synoptycznych, których jakość, mimo wielu starań, niekiedy nie jest najlepsza. Dotyczy to przypadków, dla których nie można było znaleźć lepszych materiałów oryginalnych. Dlatego też, pomimo czasami nienajlepszej jakości zdecydowano się jednak na zamieszczenie dużej liczby map z uwagi na ich nieocenioną wartość dla przedstawienia sytuacji synoptycznych, w jakich występowały poszczególne zjawiska ekstremalne. Znaczenie map synoptycznych jest niebagatelne, o czym dobitnie m.in. napisał J. Reynolds: „Mapy pogody są unikatową i jedyną w swoim rodzaju prezentacją szerokiej gamy zjawisk atmosferycznych i ich charakterystyk. Są niezastąpionym i wyjątkowo cennym narzędziem, przydatnym zarówno w meteorologii stosowanej, jak i w pracy naukowo-badawczej, gdy zachodzi konieczność klarownego zilustrowania prezentowanej problematyki. Obrazy generowane przez satelity lub radary meteorologiczne można określić jako mapy przedstawiające pewne aspekty pogodowe” (Encyclopedia... 2003).

Przedstawiając metodykę zastosowaną w pracy, należy jeszcze wspomnieć o konstrukcji samych map Polski, które prezentują rozkład różnych wartości ekstremalnych. Korzystając z dotychczasowych doświadczeń z interpolacji („spacjalizacji”) różnych pól meteorologicznych, większość map skonstruowano wykorzystując metodę zwykłego krigingu. Zastosowanie innych bardziej skomplikowanych metod interpolacyjnych z użyciem dodatkowych zmiennych było pozbawione większego sensu, gdyż celem tych map była schematyczna prezentacja rozkładu przestrzennego ekstremów. Ponadto, większość map była skonstruowana tylko na przykładzie około 60 stacji (punktów), co też poddaje w wą-

i.e.: air temperature and atmospheric precipitation. Full and homogeneous daily data series were available for the entire 1951-2006 period for both air temperature and atmospheric precipitation. At the same time, in both cases, the distributions were normal or quasi-normal. These values, which had rarely occurred throughout the entire time period of interest (probability less than 1%), were recognized as extremes. This means that such higher (lower) value could occur more rarely than once per 100 cases of a given element's occurrence. In order to present very sharp extremes, an even stricter criterion with a probability of 0.1% was applied. The situations when such values do occur can be expected only once per 1,000 cases. As a result, for instance, the summer air temperature maximum, which occurred with a probability below 1%, took place 51 times during the research period, and temperature, with a probability of 0.1%, five times. Values of daily precipitation totals can be interpreted in the same way but in the case of atmospheric precipitation, only days with rain were taken into account. Of course, there are publications where a probability is calculated for all days and not only for days with precipitation. However, it seems that the calculation method applied in the Atlas is more logical.

The spatial variability of different extreme values is illustrated in the Atlas by means of a series of figures and supplementary tables. Some of the illustrations are diagrams and chart-diagrams; whereas another part is composed of schematic maps. The majority of them are reproductions of different synoptic maps whose quality, despite many attempts, is far from perfect. This also applies to cases for which it was not possible to find better source materials. Therefore, despite their poor quality, it was decided to include a large number of maps, given their invaluable significance to the presentation of synoptic situations, which had taken place along with the occurrence of extreme phenomena. The importance of synoptic maps cannot be underestimated. This has been underscored by a number of researchers including J. Reynolds:

“Weather maps provide an irreplaceable, succinct summary of a wide variety of atmospheric phenomena and characteristics. They are a critically important working tool for the operational and research meteorologist, both of whom become very familiar with ways of illustrating features of interest that can be immediately appreciated by their peers. In a sense, weather satellite and weather radar images are maps of aspects of the weather. However, this section will not deal with remotely sensed fields, but with maps that portray weather-related features at the surface or in the upper air” (Encyclopedia... 2003).

When presenting the methodology applied in this work, the construction method of Poland's maps which illustrate the distribution of various extreme values should be mentioned. Using previous experience from the interpolation (“spatialization”) of different meteorological fields, the majority of the maps were constructed by means of common kriging. The application of other, more complicated, interpolation methods with the use of additional variables did not make any sense because the aim of this map was to present schematically the spatial distribution of extremes. Moreover, most maps were constructed only based on the example of

pliwość wykorzystanie innych metod. Przed ostateczną redakcją *Atlasu* dokonano wielu prób stosując różne techniki interpolacyjne. Można stwierdzić, że w znakomitej większości przypadków uzyskane wyniki były bardzo podobne do rozkładów otrzymanych metodą krigingu. Przykład zastosowania różnych metod interpolacyjnych i wykorzystania różnej liczby stacji można zobaczyć na rycinie 4.10. Wyjątkiem, gdzie zastosowano inną metodę były mapy temperatury powietrza, które skonstruowano stosując kriging resztowy.

Wszystkie ryciny rozkładów przestrzennych wykonano w programach Surfer oraz ArcGIS. Inne ryciny opracowano w programie CorelDraw oraz Adobe Photoshop.

Mimo iż autorzy dołożyli wszelkich starań, by w miarę jednoznacznie przedstawić większą część informacji, pewne problemy może budzić odczytanie kopii wielu oryginalnych materiałów, w tym przede wszystkim map, i interpretacja niektórych faktów. Znajdujące się na mapach symbole i znaki są powszechnie używane w praktyce synoptycznej. Szereg zamieszczonych map zarówno dolnych (powierzchni Ziemi), jak i górnych poziomów atmosfery pochodzi z wydawnictw niemieckich, dlatego spotykane tam oznaczenia literowe oznaczają określone elementy pola barycznego. Tak np. „H” oznacza wyż baryczny, „L” i „T” układ niżowy. Na mapach topografii barycznej względnej „W” oznacza zaleganie stosunkowo ciepłego powietrza, „K” z kolei chłodnego. Warto może jeszcze dodać, że średni poziom 850 hPa występuje w standardowej atmosferze na wysokości około 1500 m n.p.m., 700 hPa na wysokości 3000 m n.p.m., 500 hPa na wysokości 5500 m n.p.m., a 300 hPa na wysokości 9000 m n.p.m. Podane wysokości mają tylko bardzo poglądowe znaczenie i w poszczególnych przypadkach mogą się znacznie różnić.

Przy każdej dolnej mapie synoptycznej zamieszczono za pomocą symboli informację o typie cyrkulacji, który w danym dniu dominował nad Polską czy też Europą Środkową. Określenie poszczególnych typów we wszystkich klasyfikacjach można znaleźć w rozdziale 1.4.

60 stacji, which calls into question the sense of applying other methods. Before the final edit of the Atlas, numerous attempts were made to use various interpolation techniques. It can be stated, that in the majority of cases, the obtained results were very similar to the distributions obtained by kriging. The example of applying different interpolation methods and using different numbers of stations can be seen in Figure 4.10. The exception where another method was applied were the air temperature maps. They were constructed by means of residual kriging.

All of the spatial distribution figures were drawn using Surfer and ArcGIS software. The drawings of other figures were done in CorelDraw and Adobe Photoshop.

Despite the fact that the authors have tried to present the majority of information unequivocally, some problems may be detected when reading copies of many original materials. This is especially true of maps and the interpretations of some facts. The symbols and signs used on the maps are commonly used in synoptic practice. Many of the maps and charts of surface and upper atmosphere levels come from German sources. For this reason, the letter symbols used there refer to specific elements of the baric field, e.g.: “H” refers to baric high pressure and “L” or “T” refers to the low pressure system. On the relative baric topography maps, “W” refers to warm air, while “K” refers to cold air. It is worth adding that an average level of 850 hPa occurs in the standard atmosphere at an elevation of 1500 m a.s.l., 700 hPa occurs at an elevation of 3000 m, 500 hPa occurs at an elevation of 5500 m, and 300 hPa occurs at an elevation of 9000 m above sea level. The given elevation values are only meaningful for illustration purposes, and in some cases, they can vary from the stated values. Each surface synoptic map contains information, by means of symbols, on the circulation type dominant on any given day over Poland or Central Europe. The description of particular types for all the classifications used can be found in chapter 1.4.





# 2

## Ciśnienie atmosferyczne i wiatr

## Atmospheric pressure and wind

Ciśnienie atmosferyczne może być traktowane zarówno jako element pogody, jak i jej czynnik. To właśnie gradient ciśnienia warunkuje jakikolwiek ruch powietrza i dlatego pomiary tego parametru atmosfery są tak istotne. Im większy gradient, tym bardziej intensywny powinien być ruch powietrza, a tym samym mierzony wiatr. Jednocześnie sama wartość ciśnienia atmosferycznego i jej wahania są istotnym elementem pogody z biometeorologicznego punktu widzenia. W *Atlasie* element ten ma też szczególne znaczenie, gdyż typy cyrkulacji są najczęściej rozpatrywane w odniesieniu do pola barycznego. Jak wiadomo, z reguły w tym celu jest uwzględniane pole na poziomie morza, choć poziomy górne też są brane pod uwagę. W rozważaniach dotyczących ciśnienia ze względu na brak jednorodnego materiału wykorzystano serie danych z wielolecia 1966-2006.

Na rycinie 2.1 zaprezentowano absolutne maksymalne wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza, jakie zanotowano w rozpatrywanym wieloleciu 1966-2006 na poszczególnych stacjach. Na większości stacji było to ponad 1050 hPa, co w przypadku Europy Środkowej należy uznać za bardzo dużą wartość. Przypadki z tak wysokim ciśnieniem wystąpiły zaledwie w ciągu kilku dni. W tabeli 2.1 zestawiono wszystkie przypadki dla Warszawy z uwzględnieniem pomiarów co 3 godziny. Jak widać, pojawiały się przy występowaniu układów wyżowych z ich centrum nad Europą Środkową lub też z adwekcją ze wschodu lub południowego wschodu. Rycina 2.2 obrazuje sytuację synoptyczną nad Europą w dniach 23-24 stycznia 2006, kiedy na większości stacji meteorologicznych w Polsce zarejestrowano największe wartości ciśnienia. Nad środkową i północno-wschodnią Europą zalegał potężny wyż z ciśnieniem w jego centrum przekraczającym 1045, a nawet 1050 hPa. 24 stycznia 2006 jego centrum było właśnie nad wschodnią Polską. Układ ten należał do tzw. wyżów niskich, tzn. na górnych poziomach barycznych już się nie zaznaczał. Mapy powierzchni 500 hPa wskazują nawet na obecność zatoki niżowej. Inna była sytuacja synoptyczna 3 stycznia 1993, gdy potężny wyż z centrum nad Białorusią był dobrze widoczny również na poziomie 700 hPa (ryc. 2.3). Zgodność między poziomem morza a górnym poziomem (700 hPa) wystąpiła też 16 grudnia 1997 (ryc. 2.4), kiedy także w Polsce zmierzono ekstremalnie duże wartości ciśnienia.

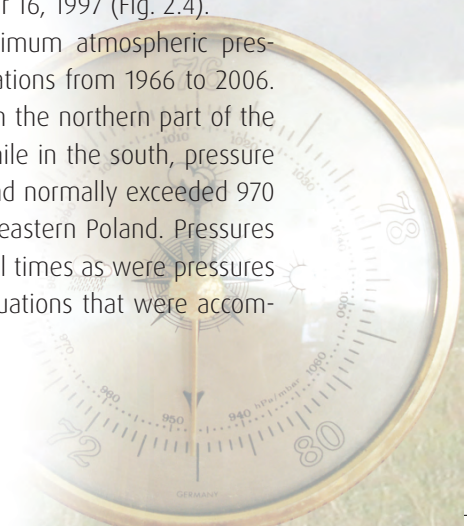
Z kolei rycina 2.5 obrazuje absolutne minimalne wartości ciśnienia atmosferycznego, jakie wystąpiły na poszczególnych stacjach w całym okresie 1966-2006. Jak widać, na pół-

Atmospheric pressure can be treated as an element of weather as well as one of its driving forces. In fact, it is the pressure gradient that causes the movement of air and this is why the measurement of this atmospheric parameter is so important. The greater the gradient, the stronger the movement of air should be. This, of course, includes measured wind speed. At the same time, the strength of atmospheric pressure and its fluctuations are important elements of weather from a biometeorological point of view. Pressure is an important issue in the Atlas as circulation types are most often analyzed with reference to pressure. Generally, pressure at sea level is used as a reference point, however, other pressure at other elevations can also be used. Given a lack of homogeneous data, the subject of pressure is dealt with herein based on data series from 1966-2006.

Figure 2.1 shows absolute maximum atmospheric pressure values at sea level recorded from 1966 to 2006 at selected weather stations. Most stations had recorded pressures above 1050 hPa, which is a high value for Central Europe. Such high pressure values had been recorded only on several days during the 1966-2006 period. Table 2.1 shows all available pressures for Warsaw, recorded at three hour intervals. Each pressure value was accompanied by a high pressure system centered on Central Europe or by advection from the east or southeast.

Figure 2.2 shows the synoptic situation over Europe on January 23-24, 2006 when most weather stations in Poland were recording very high pressure values. A powerful high pressure system was hovering over central and northeastern Europe with pressures over 1045 hPa at its center. On January 24, 2006, its center was located over eastern Poland. This system was a so-called "low" high pressure system as it was not present at upper pressure levels. Maps of the 500 hPa surface actually indicate the presence of a low pressure system. Another synoptic situation was observed on January 3, 1993 when a powerful high pressure system with its center over Belarus was also clearly visible at the 700 hPa level (Fig. 2.3). The similar situation was observed on December 16, 1997 (Fig. 2.4).

Figure 2.5 shows absolute minimum atmospheric pressure values recorded at selected stations from 1966 to 2006. The lowest pressure can be found in the northern part of the country (Świnoujście 964.5 hPa), while in the south, pressure was generally several hPa higher and normally exceeded 970 hPa. This is especially true of southeastern Poland. Pressures over 1050 hPa were recorded several times as were pressures below 975 hPa. Table 2.2 shows situations that were accom-



nocy kraju najniższe ciśnienie sięgało 965 hPa (Świnoujście 964,5 hPa), natomiast na południu było o kilka hektopaskali większe i na ogół przekraczało poziom 970 hPa. Dotyczy to zwłaszcza południowo-wschodniej Polski. Podobnie jak wartości ciśnienia ponad 1050 hPa, także kilkakrotnie zdarzyły się wartości poniżej 975 hPa. Jak wynika z tabeli 2.2 sytuacje takie zdarzyły się przy cyklonalnych typach cyrkulacji z napływem powietrza z sektora zachodniego. Ryciny 2.6-2.8 obrazują sytuacje synoptyczne nad Europą w dniach z tym ekstremalnie niskim ciśnieniem atmosferycznym. W każdej z tych sytuacji są widoczne rozległe układy niżowe obejmujące większą część Europy. W ich centrach ciśnienie spadało nawet poniżej 955 hPa (np. 26 lutego 1989, ryc. 2.6). Szczegółowe analizy wykazały, że omawiane niży baryczne miały też swoje odzwierciedlenie na górnych poziomach izobarycznych.

Z praktycznego punktu widzenia bardziej istotne są wahania ciśnienia niż jego wartości bezwzględne (Ustrnul, Feliks 2007). Dotyczy to zarówno aspektów biometeorologicznych, jak i samych dynamicznych właściwości atmosfery. Wahania ciśnienia są przecież bezpośrednim powodem ruchu w atmosferze, którego mierzalnym elementem jest wiatr. Dokonano szczegółowej analizy wahań ciśnienia w interwałach 3-godzinnych, co w synoptyce jest nazywane tendencją ciśnienia (baryczną). Tendencja ta jest jednak obliczana na podstawie ciśnienia na poziomie stacji, co należy uwzględnić przy analizie przestrzennej. Największe przyrosty ciśnienia w ciągu 3 godzin są widoczne, jak należało przypuszczać, w Polsce Północnej, zwłaszcza na wybrzeżu Bałtyku. Największy wzrost w ciągu 3 godzin wyniósł aż 17,4 hPa w Łebie 20 stycznia 1986, najmniejsze z kolei nie przekraczały 10 hPa w Polsce Południowej (ryc. 2.9). Te znacznie większe wahania ciśnienia na północy kraju są związane z szybkimi przejściami niżów barycznych z frontami atmosferycznymi, których centra nierzadko znajdują się właśnie nad Bałtykiem. Oczywiście w rozważaniach, jak wcześniej wspomniano, należy też uwzględnić różnice ciśnienia związane z położeniem stacji na różnej wysokości nad poziomem morza. Ryciny 2.10-2.11 obrazują sytuacje synoptyczne towarzyszące tym ekstremalnym wahaniom ciśnienia. W obu przypadkach są widoczne głębokie niży baryczne, których centra przemieszczały się nad północną Polskę. Niże te były rozbudowane pionowo i są widoczne na górnych poziomach.

Bardzo podobną sytuację obserwuje się w przypadku rozważania największych spadków ciśnienia, które na północy Polski sięgnęły 13-14 hPa w ciągu 3 godzin, a na południu zaledwie 7 hPa (ryc. 2.12). Jak widać, wartości te są bezwzględnie nieco mniejsze niż w przypadku wzrostów ciśnienia. Jest to wynikiem nieco wolniejszego spadku ciśnienia przy zbliżeniu się niżu oraz szybszego wzrostu po przejściu jego centrum połączonym na ogół również z przejściem frontów. Dolną sytuację synoptyczną obrazującą przypadki z największymi spadkami ciśnienia przedstawiono na rycinach 2.13 i 2.14.

Dotychczas przedstawiono największe zmiany czasowe ciśnienia atmosferycznego. Teraz zostaną rozpatrzone największe jego różnice przestrzenne, co jest również istotne, gdyż różnice te decydują o gradiencie ciśnienia, a tym samym o intensywności cyrkulacji atmosferycznej.

panied by cyclonic circulation with westerly air flows. Figures 2.6, 2.7, and 2.8 show synoptic situations over Europe on days with extremely low atmospheric pressure. Large low pressure systems can be seen covering most of Europe in each situation. Pressure in the center of such systems would fall as low as 955 hPa (e.g. Feb. 26, 1989, Fig. 2.6). It has been shown that these low pressure systems were also present at upper isobaric levels.

From a practical point of view, fluctuations in pressure are more important than its absolute value (Ustrnul, Feliks 2007). This is especially true of biometeorological issues and the dynamic properties of the atmosphere. Fluctuations in pressure are a direct driving force behind movements in the atmosphere whose measurable element is wind. Pressure fluctuations were analyzed in detail in three hour intervals, which is called a pressure tendency in weather science. This tendency is calculated based on pressure at the station level, which needs to be considered when performing a spatial analysis.

The largest increases in pressure per three hour interval are visible, as should be expected, in northern Poland and especially along the Baltic coast. The largest 3-hour increase recorded was 17.4 hPa in Łeba on January 20, 1986. The smallest of increases in pressure did not exceed 10 hPa and occurred in southern Poland (Fig. 2.9). The larger changes in pressure in northern Poland are associated with the rapid passage of low pressure systems along with atmospheric fronts whose centers often hover over the Baltic Sea. It must also be remembered that weather stations are located at different elevations and this results in pressure differences that must be taken into account. Figures 2.10 and 2.11 show synoptic situations associated with extreme fluctuations in pressure. Both figures show deep low pressure systems with centers over northern Poland. Both systems had formed vertically and were visible at upper levels.

The situation is quite similar with respect to the largest of decreases in pressure, which reached 13-14 hPa per 3-hour interval in northern Poland and only 7 hPa per 3-hour interval in southern Poland (Fig. 2.12). These values are somewhat smaller, in an absolute sense, than the pressure increases previously mentioned. This is the result of somewhat slower decreases in pressure as a low pressure front approaches and somewhat faster increases in pressure as the front's center moves across an area of interest. Figures 2.13 and 2.14 show the surface synoptic situation with the largest of pressure decreases clearly visible.

The largest temporal changes in pressure have been presented above. Presented below are the largest spatial differences in pressure. They too need to be considered, as they determine the pressure gradient, which drives the intensity of atmospheric circulation.

Table 2.3 contains cases of the largest latitudinal pressure gradient in Poland, that is the difference in pressure between east and west. The gradient was calculated based on the difference in pressure between two weather stations: Terespol and Słubice. The largest absolute pressure values were taken into account (both negative and positive values). The differences are listed in terms of their absolute difference in pressure as well as per 100 km. The largest of gradients – those that exceed 4 hPa/100 km – are visible for situations with a low pressure system over eastern Poland and a high pressure

W tabeli 2.3 zestawiono przypadki z największym równoleżnikowym gradientem ciśnienia w Polsce, czyli różnicą między wartością ciśnienia na wschodzie i zachodzie kraju. Gradient ten obliczono na podstawie różnicy ciśnienia na 2 stacjach: w Terespolu i Słubicach. Uwzględniono przy tym jego największe wartości bezwzględne, tzn. zarówno dodatnie, jak i ujemne. Podano je jako bezwzględną różnicę ciśnienia oraz w przeliczeniu na 100 km. Jak widać, największe gradienty znacznie przekraczające 4 hPa/100 km są widoczne w sytuacjach, gdy na wschodzie Polski zalega niż, na zachodzie natomiast układ wyżowy (np. ryc. 2.15). W takich sytuacjach synoptycznych na ogół występują typy cyrkulacji cyklonalne z adwekcją powietrza z północy. Nieco mniejsze gradienty ciśnienia (nie przekraczające 4 hPa) występują w układzie odwrotnym, kiedy zachód Polski jest w zasięgu zatoki niżowej, a wschód pod wpływem wyżu.

Ciekawe są również sytuacje z największymi różnicami ciśnienia między krańcami południowo-wschodnim i północno-zachodnim Polski. Przypadki z ekstremalnymi jej wartościami są zawarte w tabeli 2.4. Warto zwrócić uwagę, że gradient ciśnienia między południowo-wschodnią i północno-zachodnią Polską – obliczony jako różnica ciśnienia w Rzeszowie i Świnoujściu – był największy 13 listopada 1972 (ryc. 2.16) i wyniósł 5,18 hPa/100 km (bezwzględna różnica przekroczyła 35 hPa).

Bardzo duże różnice, czego należało oczekiwać, mogą też wystąpić między północną a południową Polską. W ekstremalnych przypadkach przekraczają one 5 hPa/100 km, kiedy układ niżowy zalega na północy i 3 hPa/100, gdy dominuje nad Polską Południową (tab. 2.5, ryc. 2.17). W większości przypadków z zaleganiem niżu nad Europą Północną układ ten jest również dobrze zaznaczony na mapach górnych, nawet na poziomie 300 hPa.

Tabela 2.6 zawiera największe gradienty ciśnienia, jakie obliczono między południowo-zachodnimi i północno-wschodnimi krańcami Polski. W najbardziej ekstremalnym przypadku gradient ten osiągnął 5,80 hPa/100 km i był wywołany bardzo głębokim niżem z centrum nad Bałtykiem (ryc. 2.18). Ekstremalne gradienty o przeciwnym znaku były nieco mniejsze, ich wartości bezwzględne nieznacznie przekroczyły 4 hPa/100 km. Były one spowodowane sytuacją synoptyczną, którą dobrze ilustruje rycina 2.19.

Jak wcześniej wspomniano, w *Atlasie* zrezygnowano z analizy ekstremalnych prędkości wiatru zmierzonych na poszczególnych stacjach, gdyż wymaga to bardzo żmudnego opracowania i uwzględnienia wiedzy na temat jednorodności poszczególnych ciągów obserwacji, a ponadto jest przedmiotem badań H. Lorenc i zespołu (m.in. Lorenc 1996). Jednak ze względu na wagę tego elementu postanowiono wykorzystać dane pośrednie, uwzględniając większą skalę przestrzenną. W tym celu na podstawie danych z reanaliz NCEP/NCAR (<http://www.cdc.noaa.gov>) obliczono wektory wiatru geostroficznego dla punktu węzłowego (gridowego) 52,5°N, 20°E, który położony blisko Warszawy może obrazować przeciętne warunki cyrkulacyjne na obszarze środkowej Polski. Analiza ta, obejmująca okres 1951-2006, jest swojego rodzaju uzupełnieniem informacji na temat przedstawionych gradientów ciśnienia, które bezpośrednio wpływają na



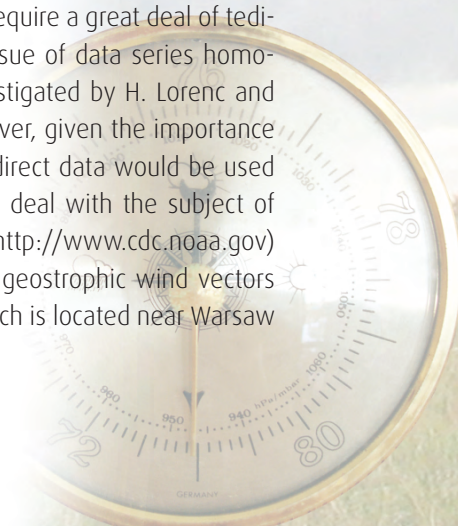
system over western Poland (e.g. Fig. 2.15). Such situations are generally associated with cyclonic circulation types with air advection from the north. Somewhat smaller pressure gradients (less than 4 hPa) are observed in the reverse scenario: a low pressure system over western Poland and a high pressure system over eastern Poland.

It is also interesting to take a look at the largest pressure differences between the southeastern and northwestern corners of Poland. Table 2.4 lists the most extreme of pressure differences between these two geographic points, the largest of which was 5.18 hPa/100 km. This pressure difference was recorded between Świnoujście and Rzeszów on Nov. 13, 1972, where the absolute pressure difference had exceeded 35 hPa (Fig. 2.16).

Large differences in pressure can also be expected between northern and southern Poland. In extreme cases, they exceed 5 hPa/100 km with a low pressure system in the north. With a low pressure system in the south, pressure differences can exceed 3 hPa/100 km (Tab. 2.5, Fig. 2.17). When a low pressure system is present over northern Europe, it is also present on upper atmosphere maps including the 300 hPa level.

Table 2.6 contains even larger pressure gradients between the southwestern and northeastern corners of Poland. The most extreme of the gradients listed equals 5.80 hPa/100 km and was caused by a very strong low pressure system over Lithuania (Fig. 2.18). Extreme gradients of an opposite sign were characterized by somewhat smaller values and had exceeded the absolute value of 4 hPa/100 km by a small margin. They were caused by a synoptic situation that is presented in Figure 2.19.

As mentioned earlier, the authors of the Atlas decided not to analyze extreme wind speeds measured at selected weather stations. Such an analysis would require a great deal of tedious work that would address the issue of data series homogeneity. This subject has been investigated by H. Lorenc and her co-workers (Lorenc 1996). However, given the importance of this issue, it was decided that indirect data would be used on a larger spatial scale in order to deal with the subject of extreme wind speeds. NCEP/NCAR (<http://www.cdc.noaa.gov>) re analyses were used to calculate geostrophic wind vectors for grid coordinate 52.5°N, 20°E, which is located near Warsaw



kierunek i intensywność cyrkulacji powietrza, w tym wiatru przy powierzchni Ziemi.

Jak wynika z tabeli 2.7, największe prędkości wiatru geostroficznego osiągają 36 m/s i – jak należało oczekiwać – mają kierunek zachodni. Również typy cyrkulacji według wszystkich typologii wskazują na wyraźną adwekcję powietrza z sektora zachodniego, a zamieszczone mapy synoptyczne dotyczące dni z tymi ekstremalnymi prędkościami wiatru ilustrują niezwykle duże gradienty ciśnienia nad Europą Środkową (ryc. 2.20-2.22). Tak potężne układy niskiego ciśnienia były powodem wielu ekstremalnych prędkości wiatru, łącznie z jego porywami na obszarze całej Polski. Jeden z takich układów wystąpił już w 2007 roku i wywołał huragan Kyrill (Cyril) opisany w literaturze polskiej (Kaseja 2007). Analizując górne mapy synoptyczne, można stwierdzić, że te potężne układy cyklonalne były również bardzo rozbudowane pionowo i są widoczne w przekroju całej troposfery (ryc. 2.23). Na prędkość wiatru niewątpliwie mógł mieć wpływ – jak często w podobnych przypadkach – jet-stream, którego oś przebiegała przez środek Polski. Sytuacje z ekstremalnie dużymi prędkościami wiatru geostroficznego występowały w ciągu całego rozpatrywanego wielolecia – ostatnie 29 stycznia 2002 i 18 listopada 2004 były typowe (ryc. 2.24, 2.25).

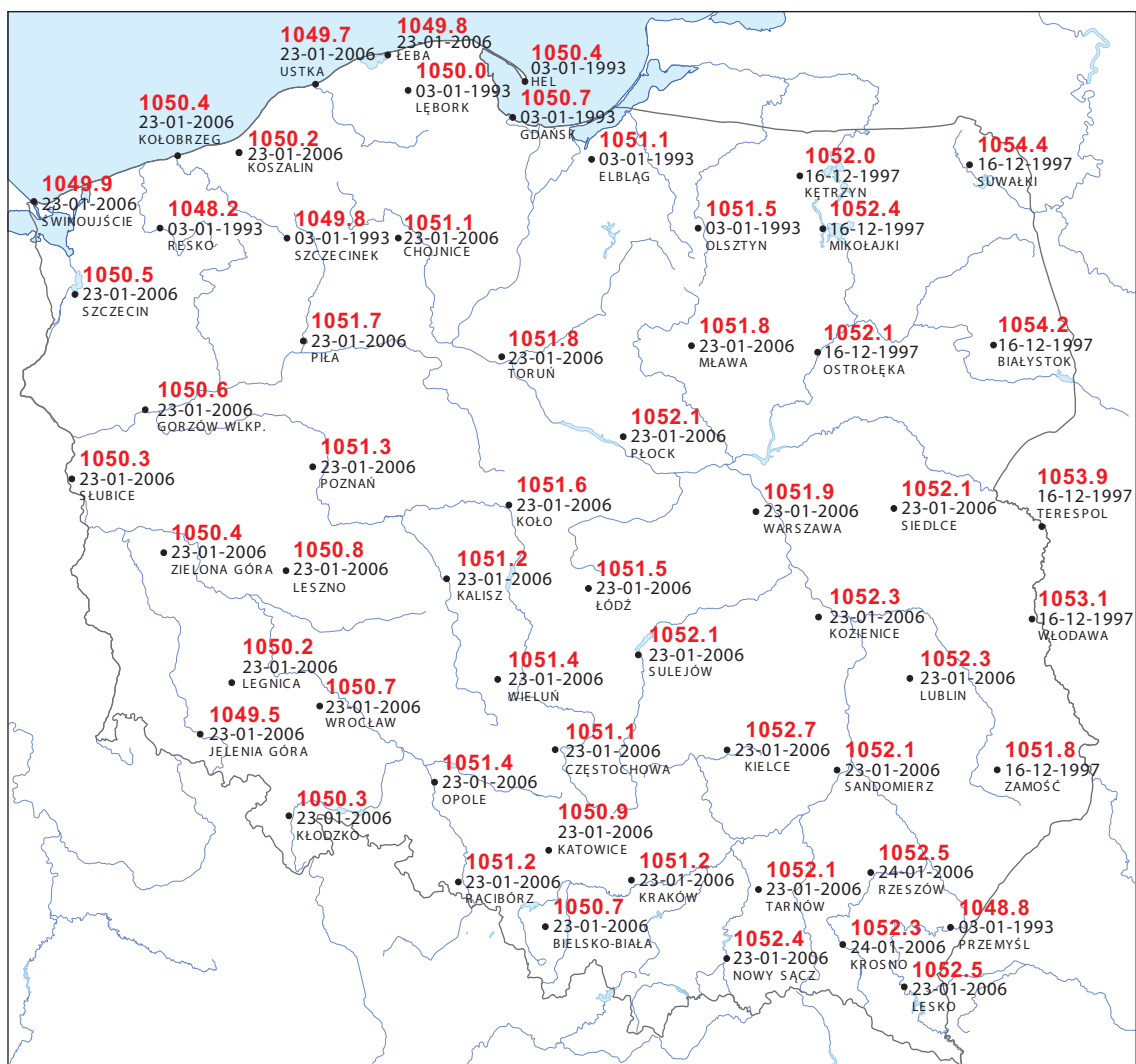
Przedstawiono tu ekstremalne zjawiska dotyczące cyrkulacji powietrza, w tym prędkości wiatru geostroficznego, jakie można wyróżnić na podstawie zgromadzonych danych w skali regionalnej (Miętus 1996, Marosz 2005). Zgodnie z założeniami *Atlasu* nie uwzględniono cyrkulacyjnych zjawisk o charakterze lokalnym, takich jak trąby powietrzne, szkwały, bryzy czy też wiatry fenowe. Wymienione zjawiska wymagają oddzielnego, wnikliwego potraktowania i choć też są uwarunkowane cyrkulacyjnie, zależą w dużej mierze od lokalnych warunków terenowych. Wymagają więc kompleksowego spojrzenia w skali lokalnej. Warto dodać, że w literaturze zjawiska te zostały tu i ówdzie przedstawione, jednak najczęściej można spotkać analizy poszczególnych zdarzeń (Ustrnul 1996, Kaseja 2007, Bełtot i in. 2008, Widawski, Łakomiak 2008).

and may be used to illustrate average circulation conditions in central Poland. This supplementary analysis covering the 1951-2006 time period nicely fits in with the pressure gradient analysis presented earlier. Pressure gradients, of course, directly impact the direction and intensity of air circulation as well as wind at the Earth's surface.

According to Table 2.7, the highest geostrophic wind speeds reach 36 m/s and have a westerly direction, as expected. Furthermore, all circulation types clearly indicate air advection from the west. Synoptic maps of days with extreme wind speeds also illustrate unusually strong pressure gradients over central Europe (Figs. 2.20, 2.21, 2.22). Such strong low pressure systems were responsible for many extreme wind speeds and wind gusts across Poland. One such system in effect in 2007 caused Hurricane Kyrill (Cyril) and has been analyzed in the Polish literature (Kaseja 2007). Upper level synoptic maps indicate that these powerful cyclonic systems were very well-developed vertically and were visible along the entire cross section of the troposphere (Fig. 2.23). As it happens so often in similar situations, the jet-stream, whose main current ran across the center of Poland at the time, can undoubtedly have an influence on wind speed. Situations with extreme geostrophic wind speeds have been noted throughout the entire period of interest. The most recent such situations occurred on January 29, 2002 and November 18, 2004 and were typical ones (Fig. 2.24, 2.25).

The extreme air circulation phenomena presented above, including geostrophic wind speed, were identified in regional data (Miętus 1996, Marosz 2005). In accordance with the publishing plan for the *Atlas*, local circulation phenomena such as tornadoes, squalls, breezes, and foehn winds were not taken into account. Each of these types of phenomena require separate detailed analysis, and while they are caused by circulation patterns, they also do depend to a substantial extent on local conditions. Such phenomena need to be analyzed on a local scale. It should be noted that such local phenomena have been discussed in the literature here and there, however, usually only in the form of selected case studies (Ustrnul 1996, Kaseja 2007, Bełtot et al. 2008, Widawski, Łakomiak 2008).





**Rycina 2.1**  
Absolutne maksymalne ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza (hPa) na poszczególnych stacjach, 1966-2006

**Figure 2.1**  
Absolute maximum atmospheric pressure at the sea level (hPa) at the particular stations, 1966-2006

Data Date	PPM	PST	Typ cyrkulacji Circulation type	
			GWL	LIT
23-01-2006, 18 UT	1051,9	1036,8	HM	Ea
23-01-2006, 15 UT	1051,5	1036,5	HM	Ea
23-01-2006, 21 UT	1051,5	1036,3	HM	Ea
24-01-2006, 00 UT	1051,4	1036,1	HM	Oa
23-01-2006, 09 UT	1051,2	1036,0	HM	Ea
23-01-2006, 12 UT	1050,8	1036,0	HM	Ea
24-01-2006, 03 UT	1050,6	1035,2	HM	Oa
23-01-2006, 06 UT	1050,3	1035,0	HM	Ea
02-01-1993, 21 UT	1050,1	1035,3	SEa	Sa
03-01-1993, 00 UT	1050,1	1035,3	SEa	SEa
16-12-1997, 18 UT	1050,0	1035,3	SEz	SEa

**Tabela 2.1**  
Przypadki z ciśnieniem atmosferycznym o wartości powyżej 1049.9 hPa na poziomie stacji w Warszawie (PST) oraz na poziomie morza (PPM) i towarzyszące im typy cyrkulacji, 1966-2006

**Table 2.1**  
Cases with the atmospheric pressure over 1049.9 hPa at the station level (PST) in Warsaw and at the sea level (PPM) and the associated circulation types, 1966-2006



**Rycina 2.2**

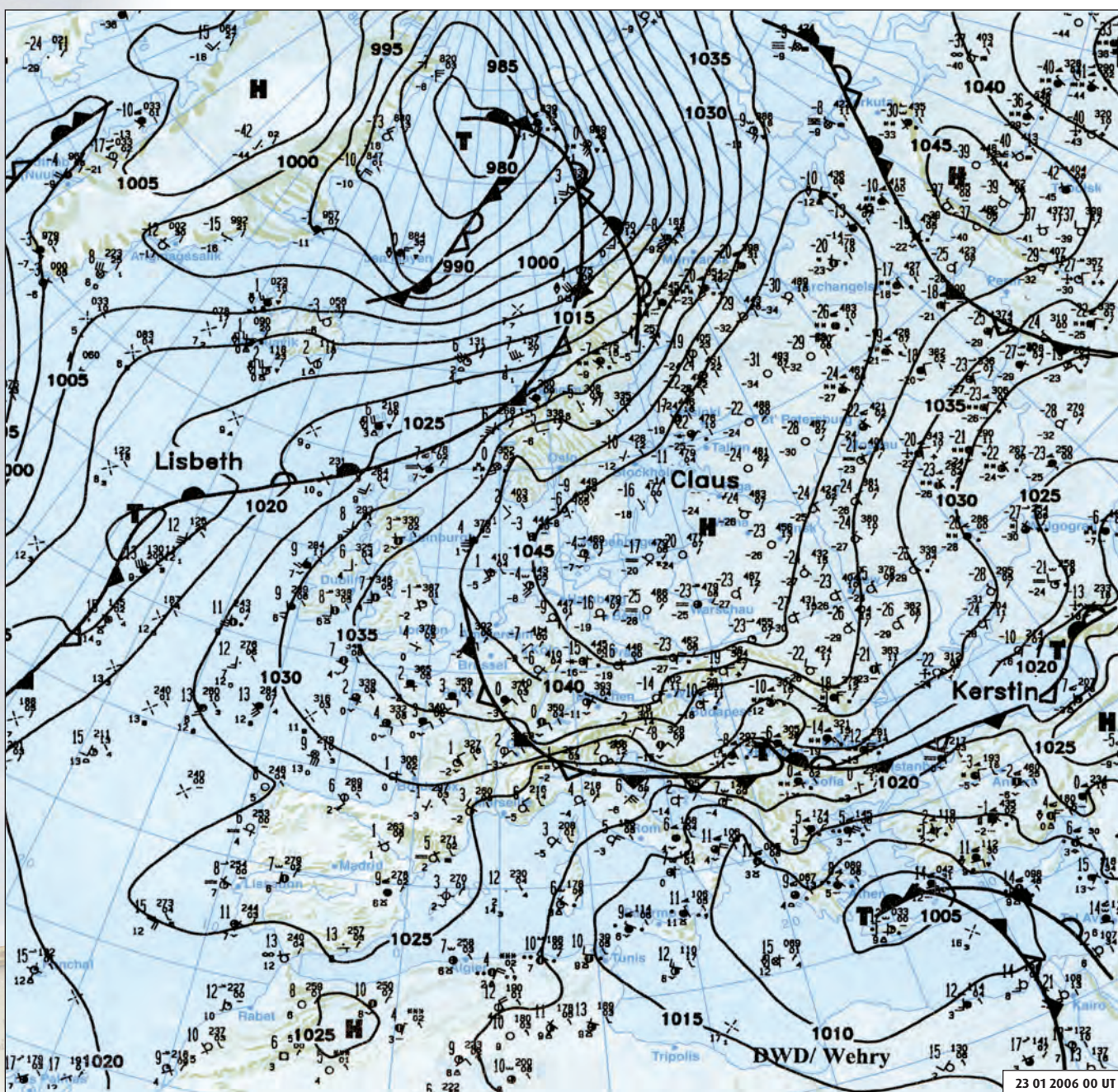
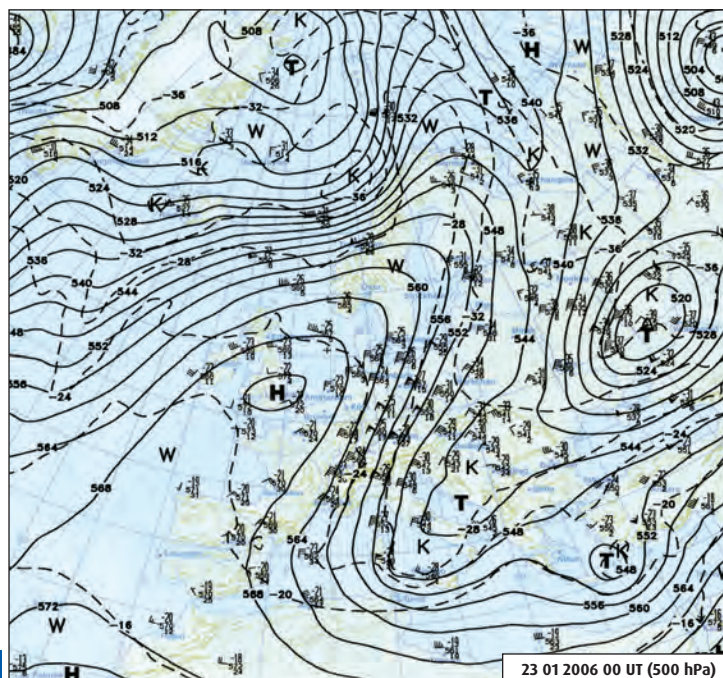
Sytuacja synoptyczna nad Europą  
23-24 stycznia 2006 (według C)

- a** - mapa 500 hPa 23.01.2006 00 UT
- b** - mapa dolna 23.01.2006 00 UT
- c** - mapa 500 hPa 24.01.2006 00 UT
- d** - mapa dolna 24.01.2006 00 UT

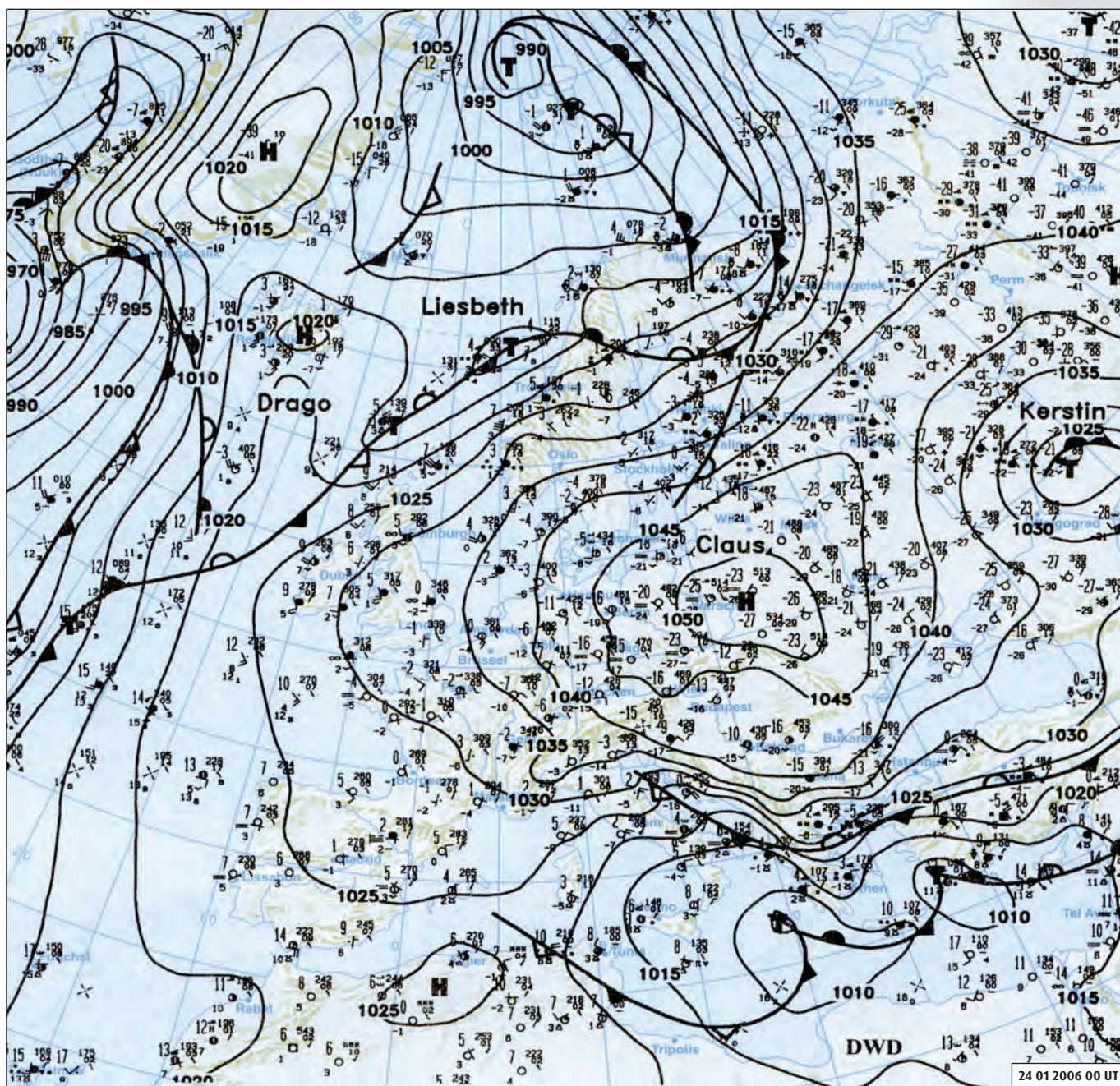
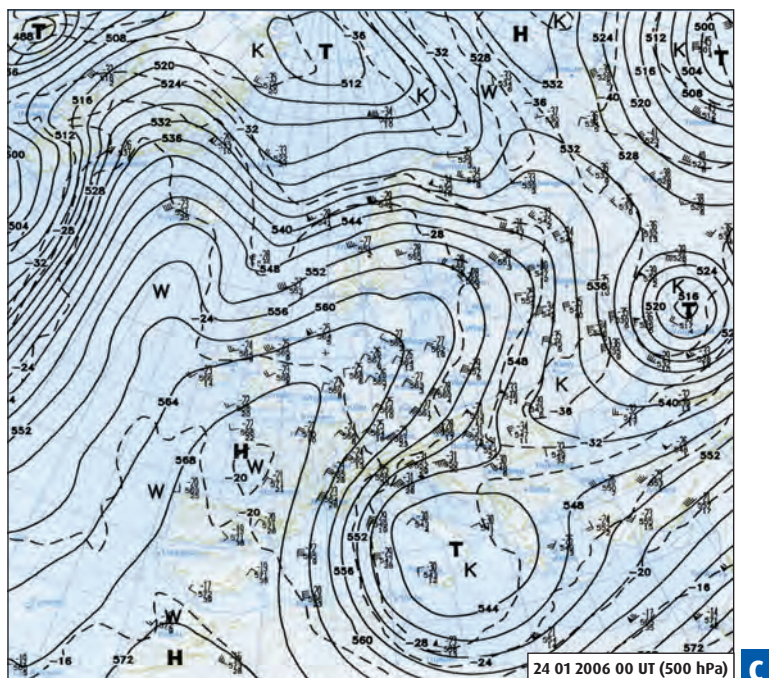
**Figure 2.2**

Synoptic situation over Europe  
on 23-24 January 2006 (according to C)

- a** - 500 hPa chart 23.01.2006 00 UT
- b** - surface chart 23.01.2006 00 UT
- c** - 500 hPa chart 24.01.2006 00 UT
- d** - surface chart 24.01.2006 00 UT

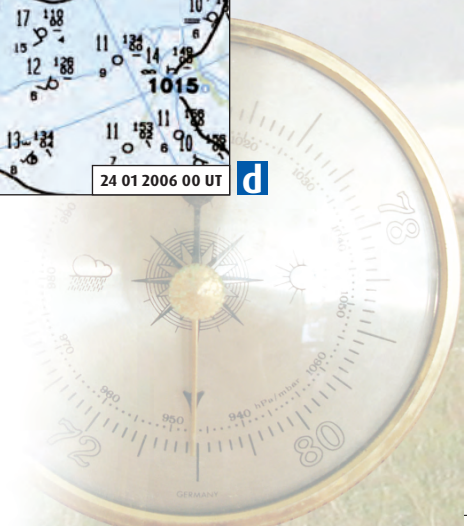


Typ cyrkulacji - Circulation type					
22-01-2006	GWL - HM	LIT - Ea	OSK - G	TN - Ea	ZU - Ea
23-01-2006	GWL - HM	LIT - Ea	OSK - G	TN - Ka	ZU - Ea



Typ cyrkulacji - Circulation type					
24-01-2006	GWL - HM	LIT - Oa	OSK - G	TN - Ka	ZU - Ea

Ciśnienie atmosferyczne i wiatr / Atmospheric pressure and wind



**Rycina 2.3**

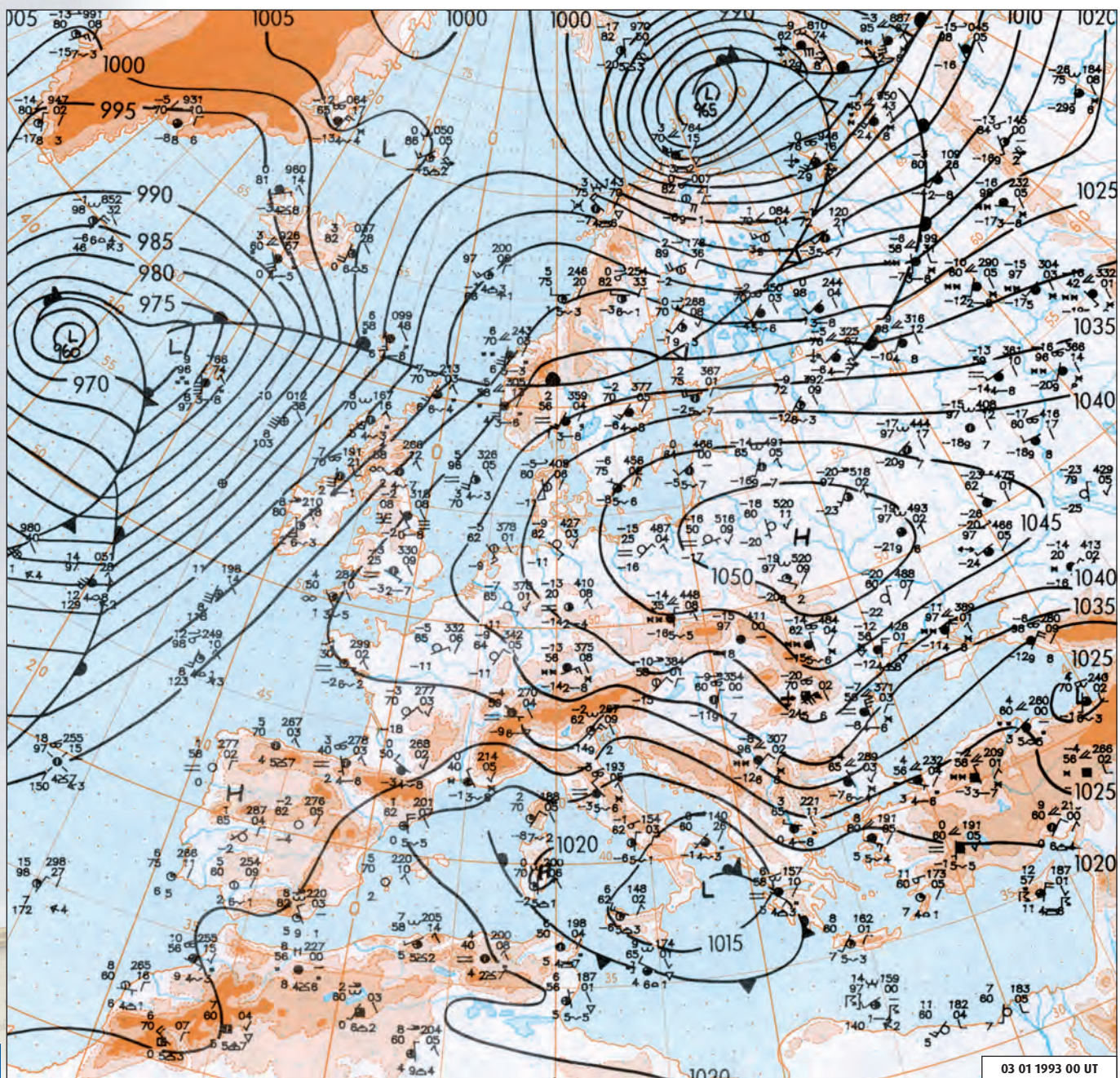
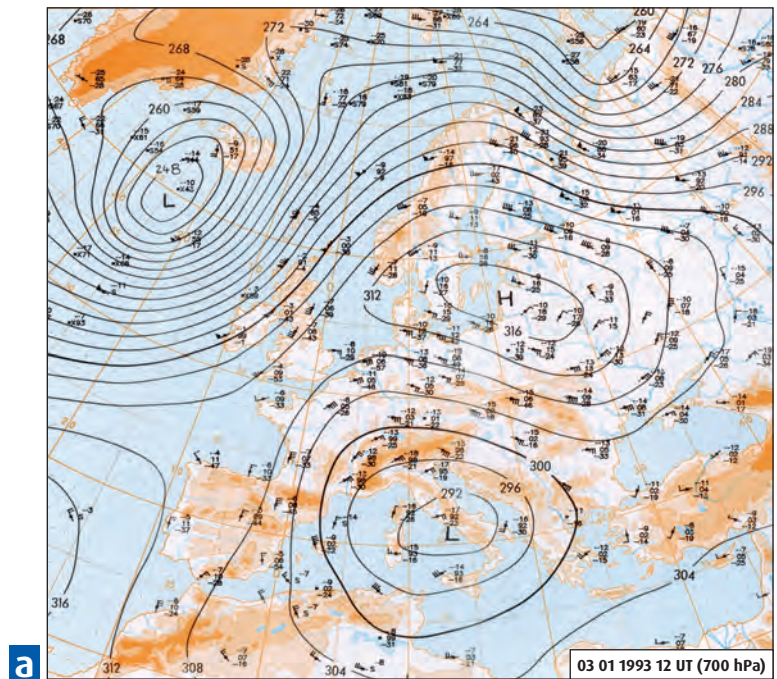
Sytuacja synoptyczna nad Europą 3 stycznia 1993 (według B)

- a - mapa 700 hPa 03.01.1993 12 UT
- b - mapa dolna 03.01.1993 00 UT

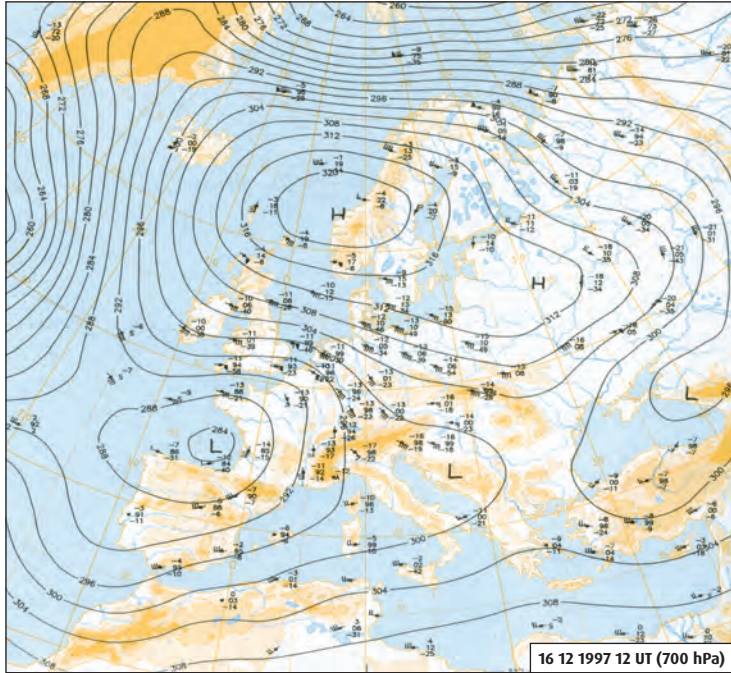
**Figure 2.3**

Synoptic situation over Europe on 3 January 1993 (according to B)

- a - 700 hPa chart 03.01.1993 12 UT
- b - surface chart 03.01.1993 00 UT



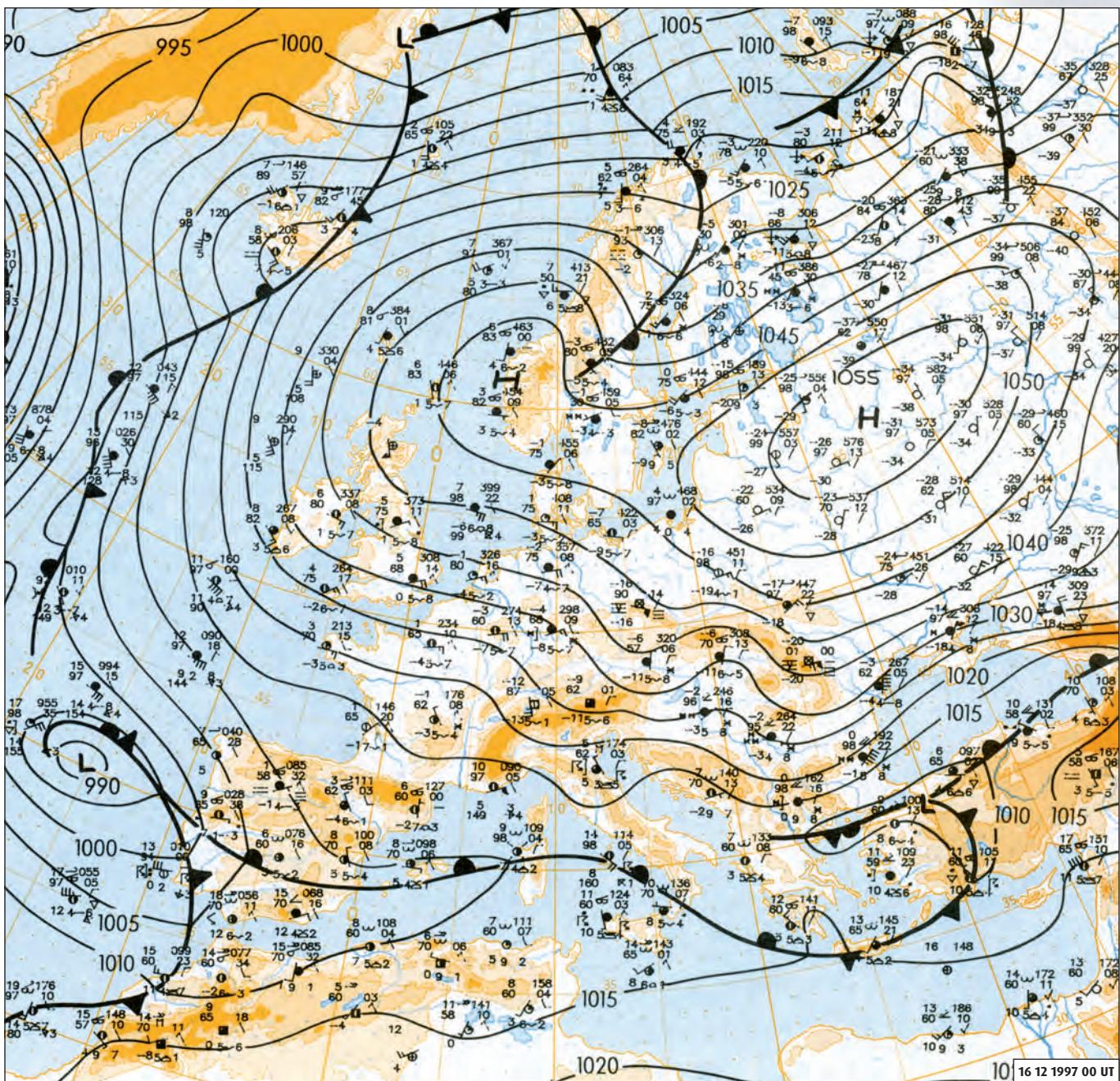
Typ cyrkulacji - Circulation type					
02-01-1993	GWL - SEa	LIT - Sa	OSK - G	TN - Sa	ZU - Ea
03-01-1993	GWL - SEa	LIT - SEa	OSK - G	TN - SEa	ZU - SEa



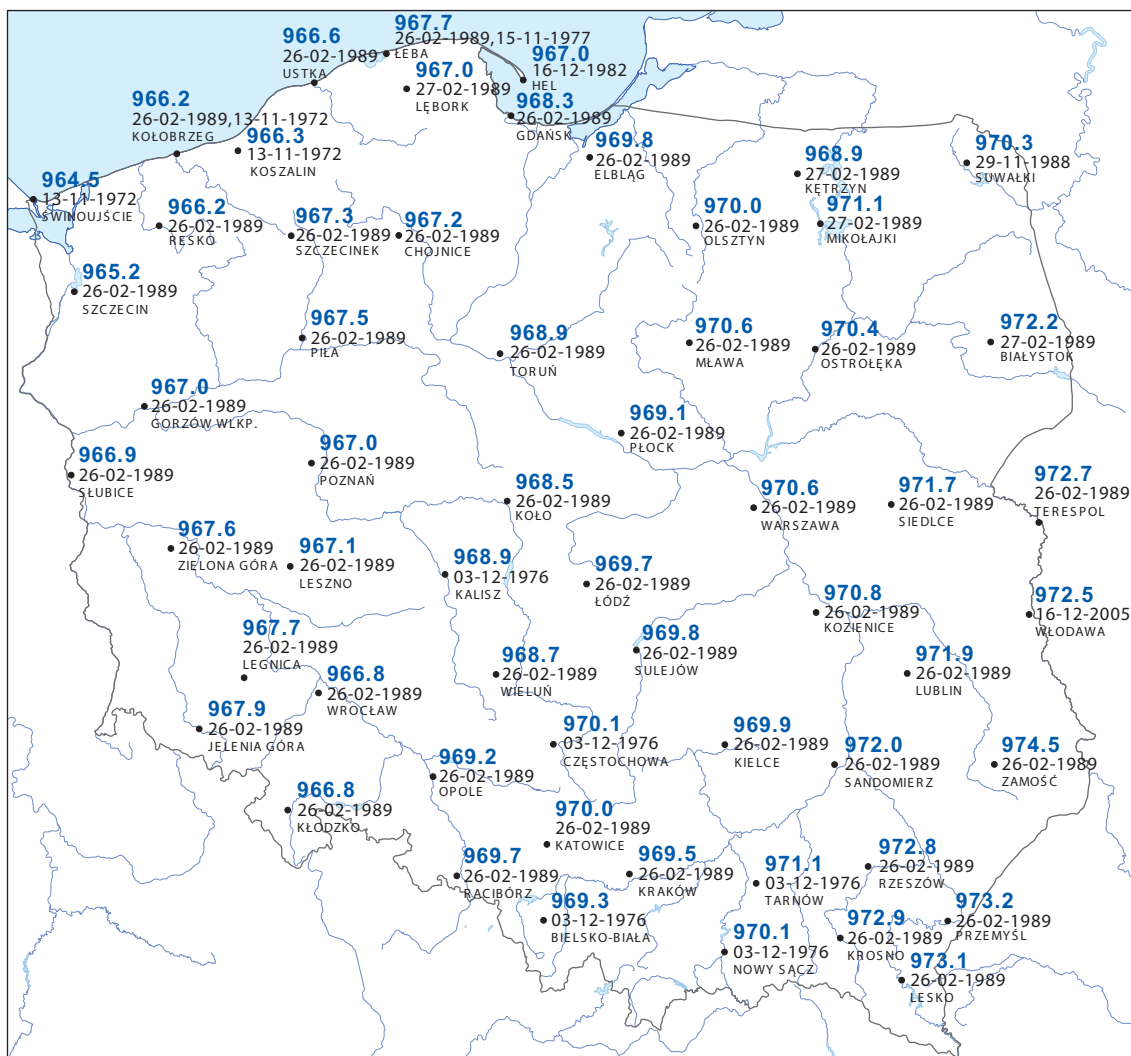
16 12 1997 12 UT (700 hPa) **a**

**Rycina 2.4**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 16 grudnia 1997  
(według B)  
**a** - mapa 700 hPa 16.12.1997 12 UT  
**b** - mapa dolna 16.12.1997 00 UT

**Figure 2.4**  
Synoptic situation over Europe on 16 December 1997  
(according to B)  
**a** - 700 hPa chart 16.12.1997 12 UT  
**b** - surface chart 16.12.1997 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
15-12-1997	GWL - SEz	LIT - Ea	OSK - E1	TN - Ea	ZU - Ea
16-12-1997	GWL - SEz	LIT - SEa	OSK - E1	TN - SEa	ZU - SEa



**Rycina 2.5**

Absolutne minimalne ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza (hPa) na poszczególnych stacjach, 1966-2006

**Figure 2.5**

Absolute minimum atmospheric pressure at the sea level (hPa) at the particular stations, 1966-2006

**Tabela 2.2**

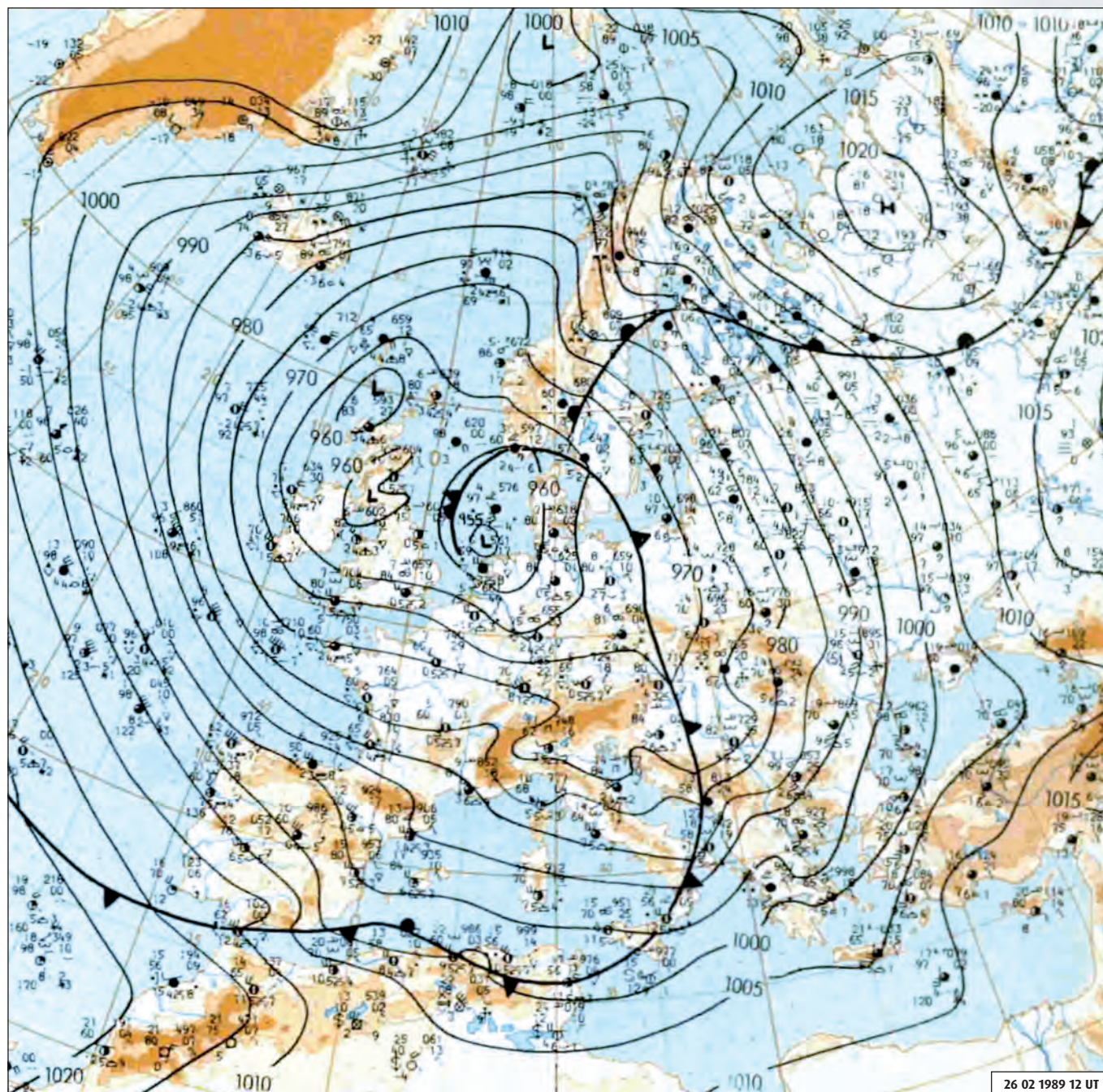
Przypadki z ciśnieniem atmosferycznym o wartości poniżej 975 hPa na poziomie stacji w Warszawie (PST) oraz na poziomie morza (PPM) i towarzyszące im typy cyrkulacji, 1966-2006

**Table 2.2**

Cases with the atmospheric pressure below 975 hPa at the station level (PST) in Warsaw and at the sea level (PPM) and the associated circulation types, 1966-2006

Data Date	PPM	PST	Typ cyrkulacji Circulation type	
			GWL	LIT
26-02-1989, 21 UT	970,6	958,1	Ws	Sc
26-02-1989, 18 UT	971,0	958,6	Ws	Sc
26-02-1989, 15 UT	971,2	958,9	Ws	Sc
16-12-2005, 18 UT	971,7	958,8	NWz	NWc
03-12-1976, 12 UT	972,1	959,6	Ws	Sc
03-12-1976, 03 UT	972,6	959,9	Ws	Sc
03-12-1976, 06 UT	972,6	959,9	Ws	Sc
26-02-1989, 12 UT	972,8	960,5	Ws	Sc
01-03-1990, 09 UT	972,8	960,0	Wz	NWc
03-12-1976, 09 UT	973,0	960,4	Ws	Sc
27-02-1989, 00 UT	973,2	960,5	Ws	SWc
03-12-1976, 15 UT	973,7	961,0	Ws	Sc
01-03-1990, 06 UT	974,5	961,6	Wz	NWc
07-02-1974, 03 UT	974,7	962,0	Wz	Nc
16-12-2005, 15 UT	974,7	961,8	NWz	NWc
02-12-1976, 12 UT	974,8	962,3	Ws	SWc
07-02-1974, 06 UT	974,9	962,1	Wz	Nc
02-12-1976, 15 UT	974,9	962,4	Ws	SWc





26 02 1989 12 UT

**Rycina 2.6**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 26 lutego 1989 12 UT (według B)

**Figure 2.6**  
Synoptic situation over Europe on 26 February 1989 12 UT (according to B)



**Rycina 2.7**

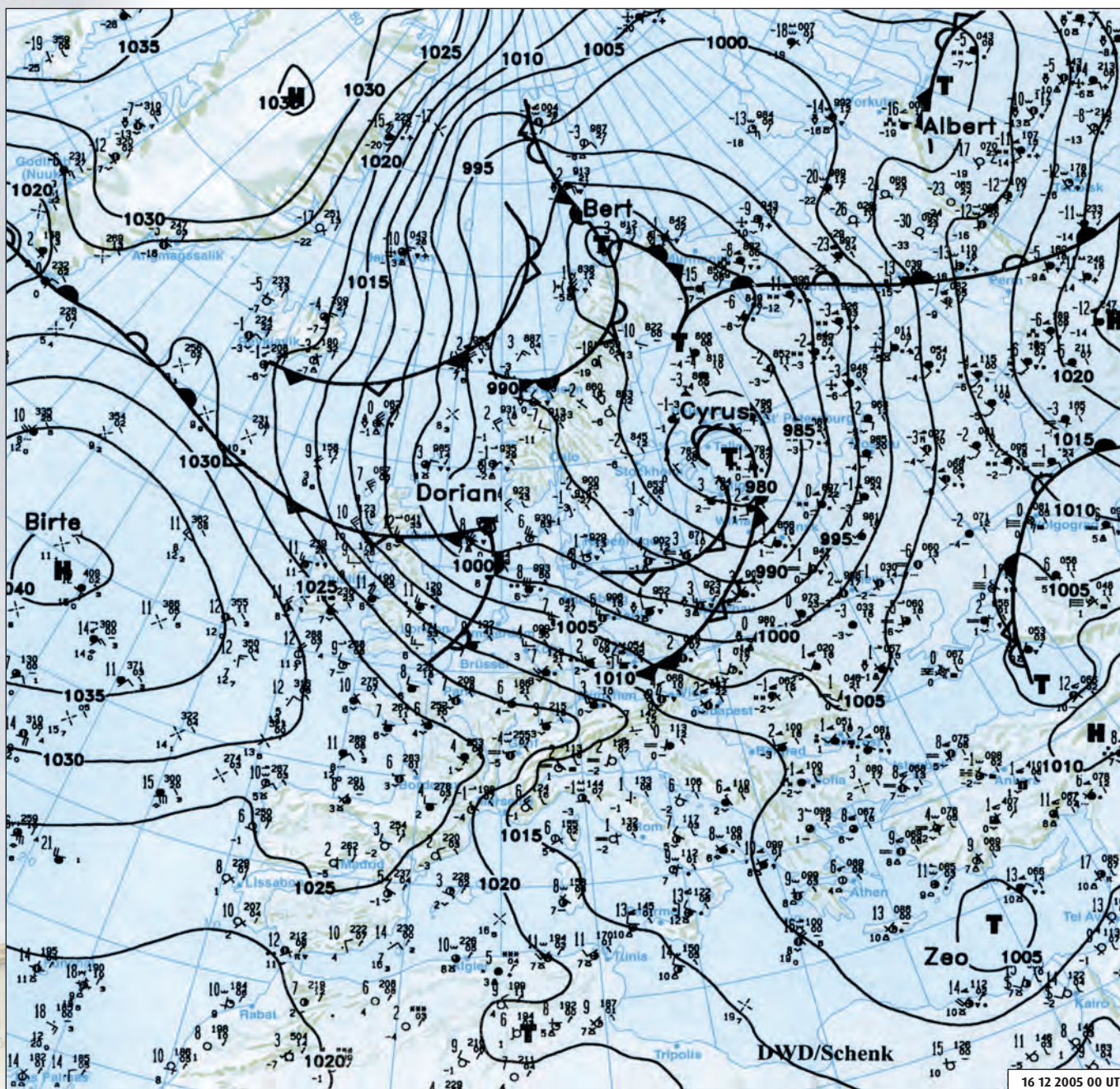
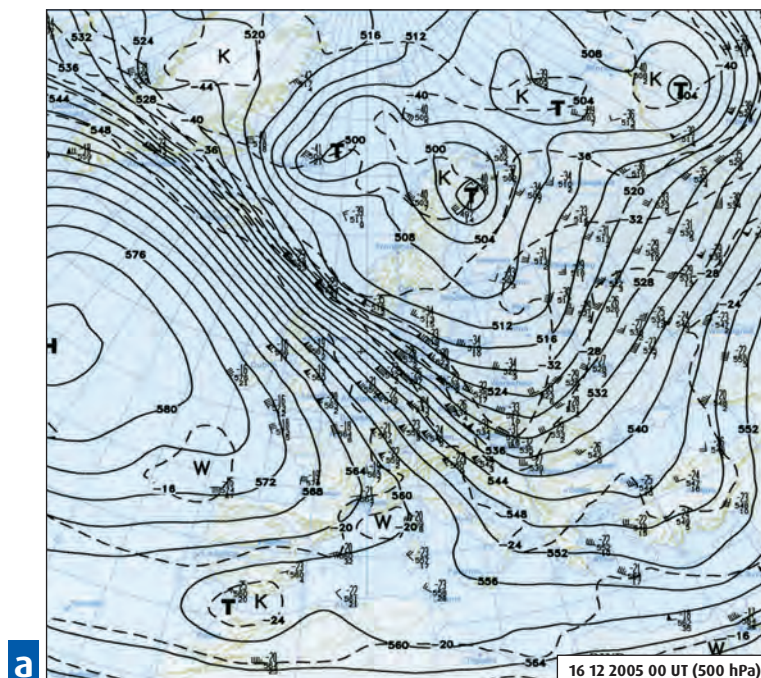
Sytuacja synoptyczna nad Europą 16 grudnia 2005 (według C)

- a – mapa 500 hPa 16.12.2005 00 UT
- b – mapa dolna 16.12.2005 00 UT

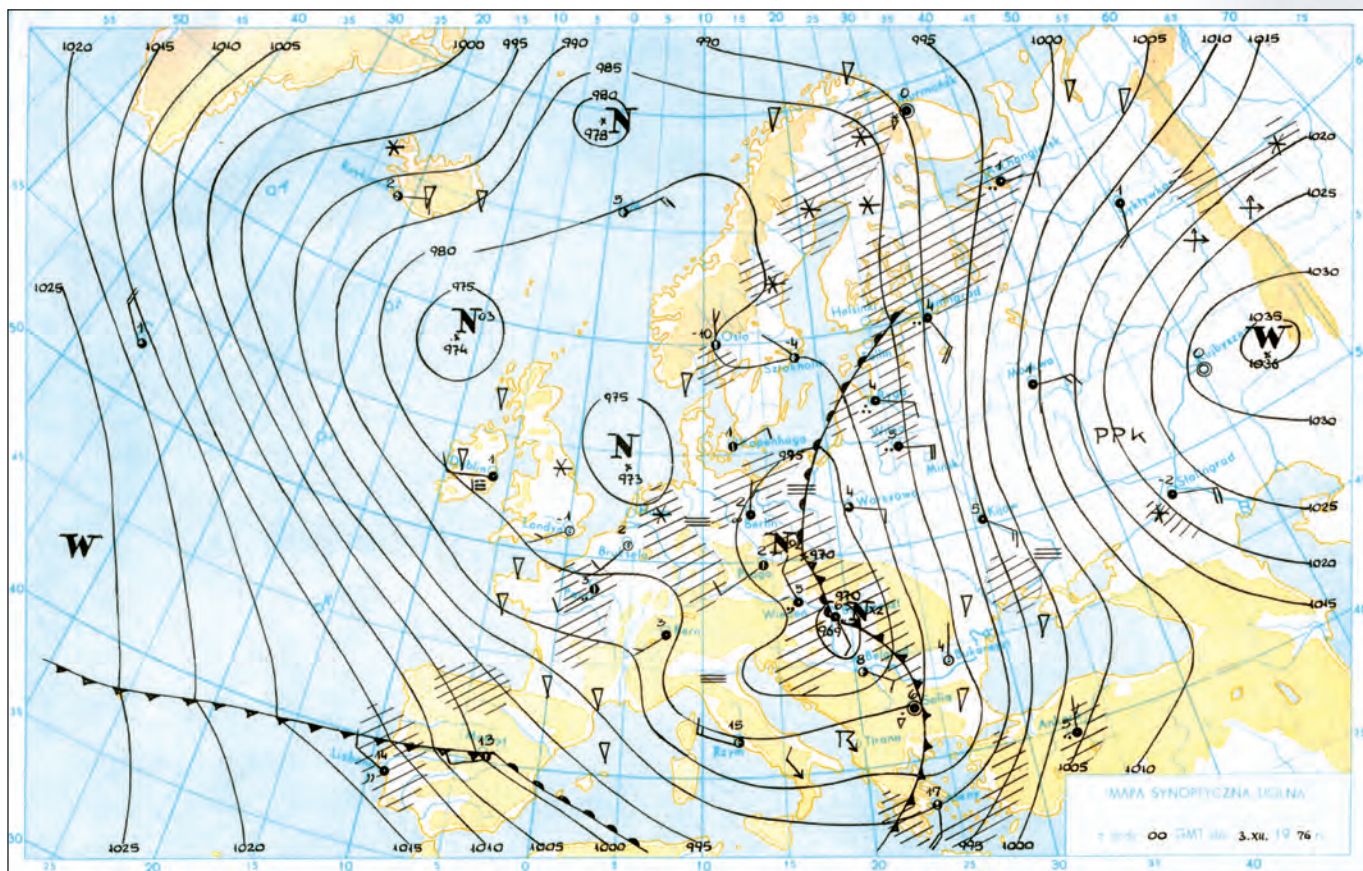
**Figure 2.7**

Synoptic situation over Europe on 16 December 2005 (according to C)

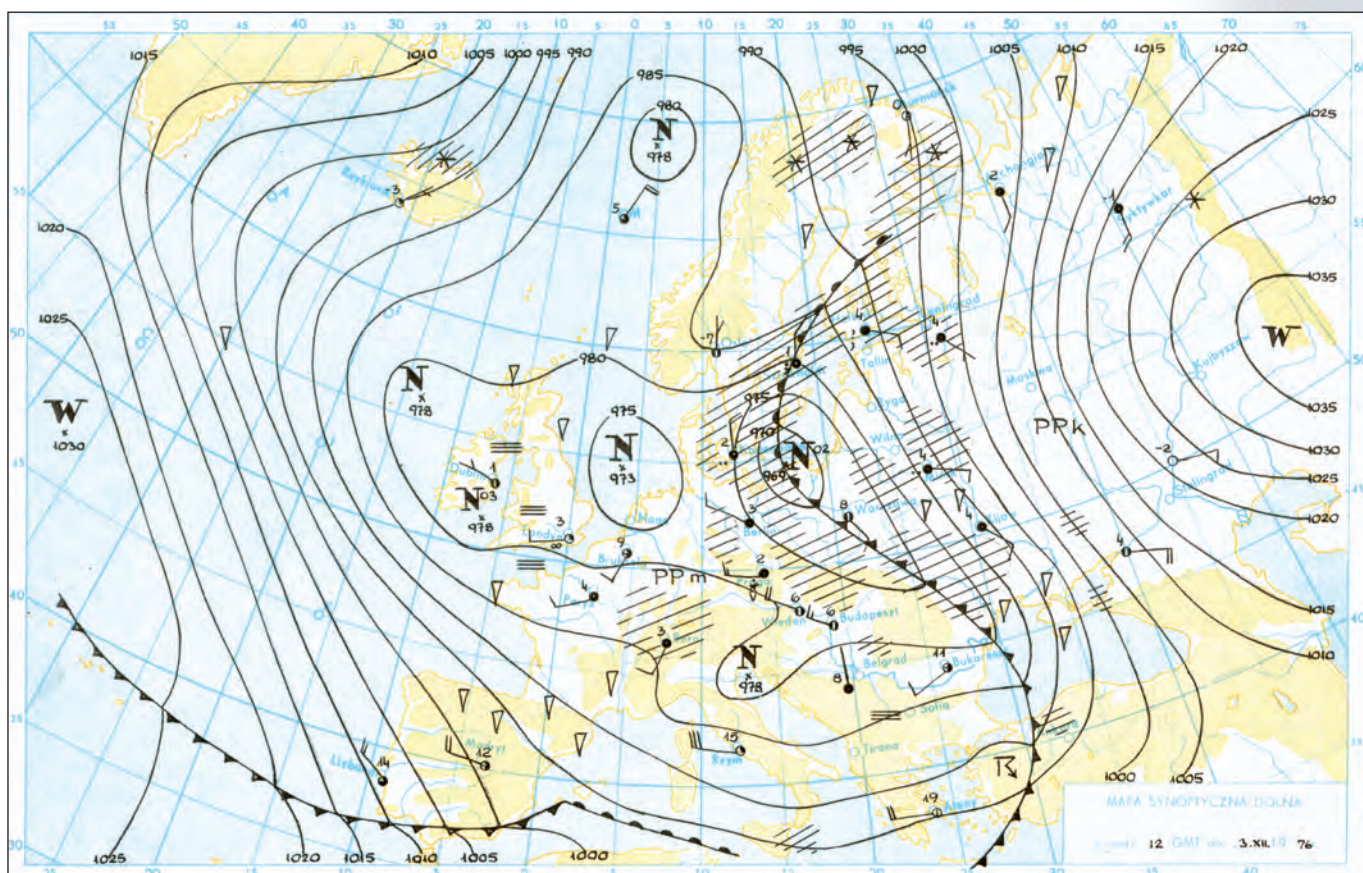
- a – 500 hPa chart 16.12.2005 00 UT
- b – surface chart 16.12.2005 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
15-12-2005	GWL - NWZ	LIT - NWC	OSK - CB	TN - Wc	ZU - NWC
16-12-2005	GWL - NWZ	LIT - NWC	OSK - CB	TN - NWC	ZU - NWC



**a**



**b**

**Typ cyrkulacji - Circulation type**

02-12-1976	GWL - Ws	LIT - SWc	OSK - B	TN - Sc	ZU - Sc
03-12-1976	GWL - Ws	LIT - Sc	OSK - B	TN - Cc	ZU - Wc

**Rycina 2.8**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 3 grudnia 1976 (według A)

**a** - mapa dolna 03.12.1976 00 UT  
**b** - mapa dolna 03.12.1976 12 UT

**Figure 2.8**  
Synoptic situation over Europe on 3 December 1976 (according to A)

**a** - surface chart 03.12.1976 00 UT  
**b** - surface chart 03.12.1976 12 UT

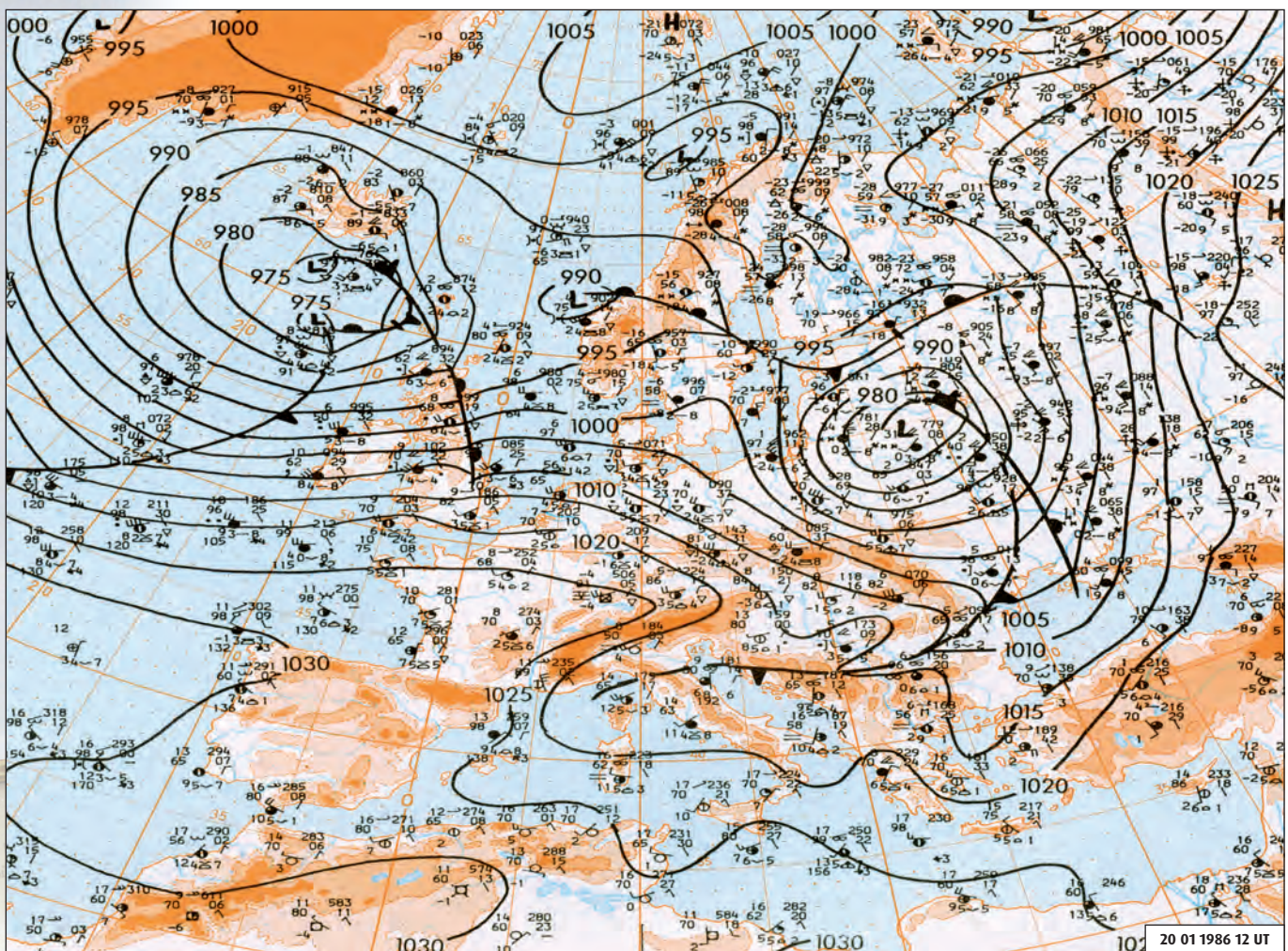
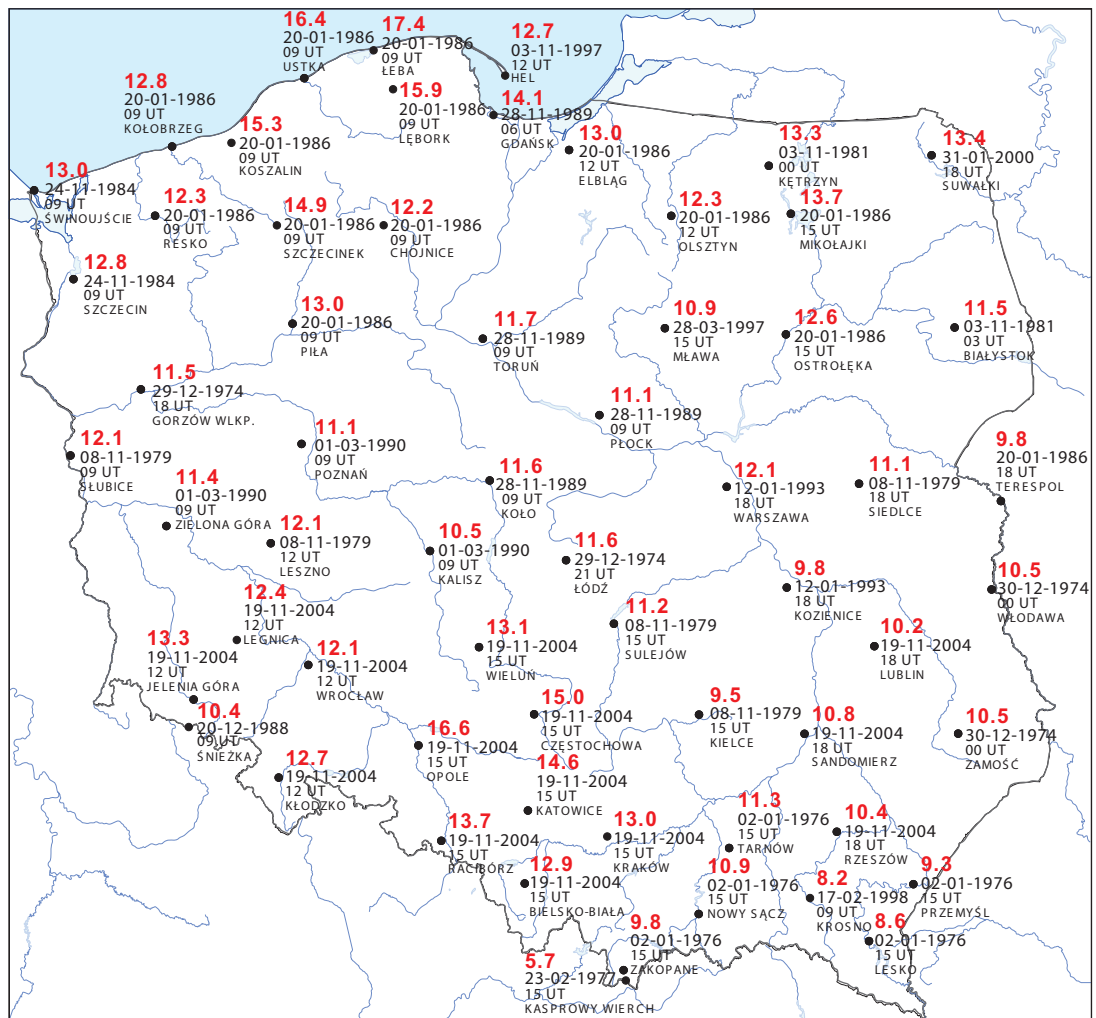


**Rycina 2.9**  
Największe przyrosty ciśnienia atmosferycznego w ciągu 3 godzin na poszczególnych stacjach, 1966-2006

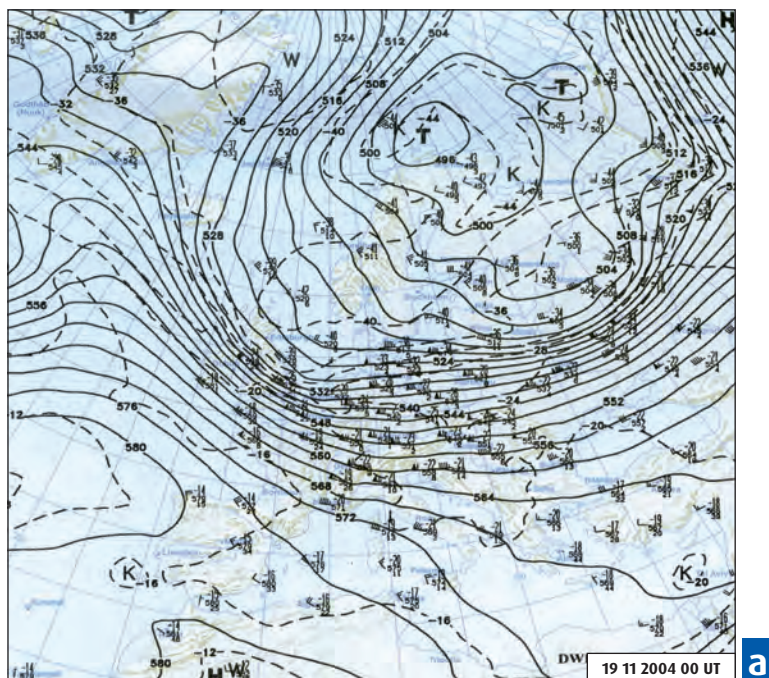
**Figure 2.9**  
The highest rises of the atmospheric pressure during the last 3 hours at the particular stations, 1966-2006

**Rycina 2.10**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 20 stycznia 1986 12 UT (według B)

**Figure 2.10**  
Synoptic situation over Europe on 20 January 1986 12 UT (according to B)

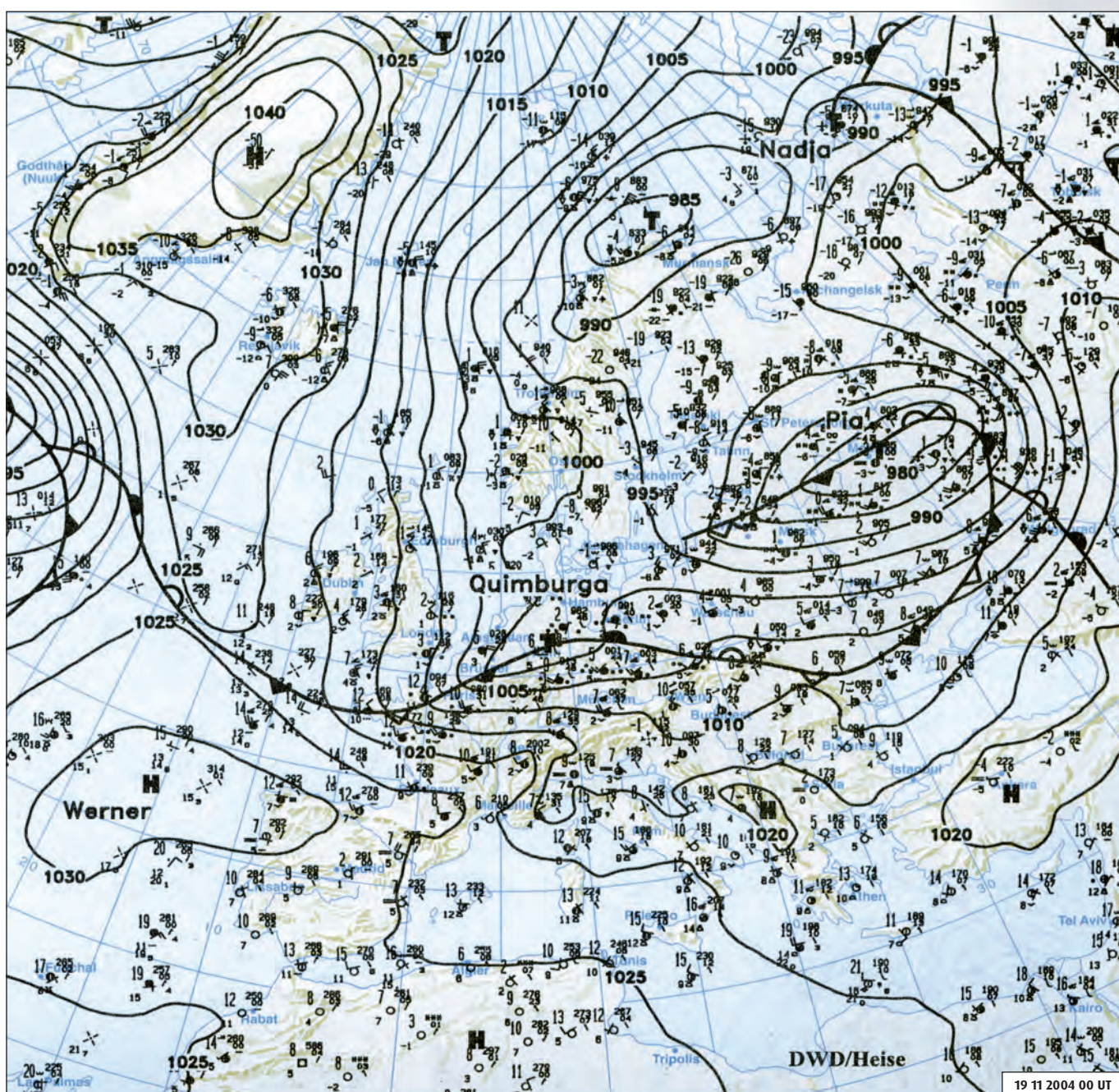


Typ cyrkulacji - Circulation type				
20-01-1986	GWL - Wz	LIT - NWc	OSK - A	TN - Wc
				ZU - NWc

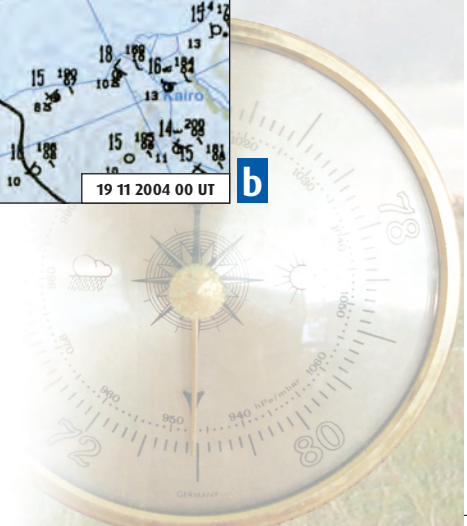


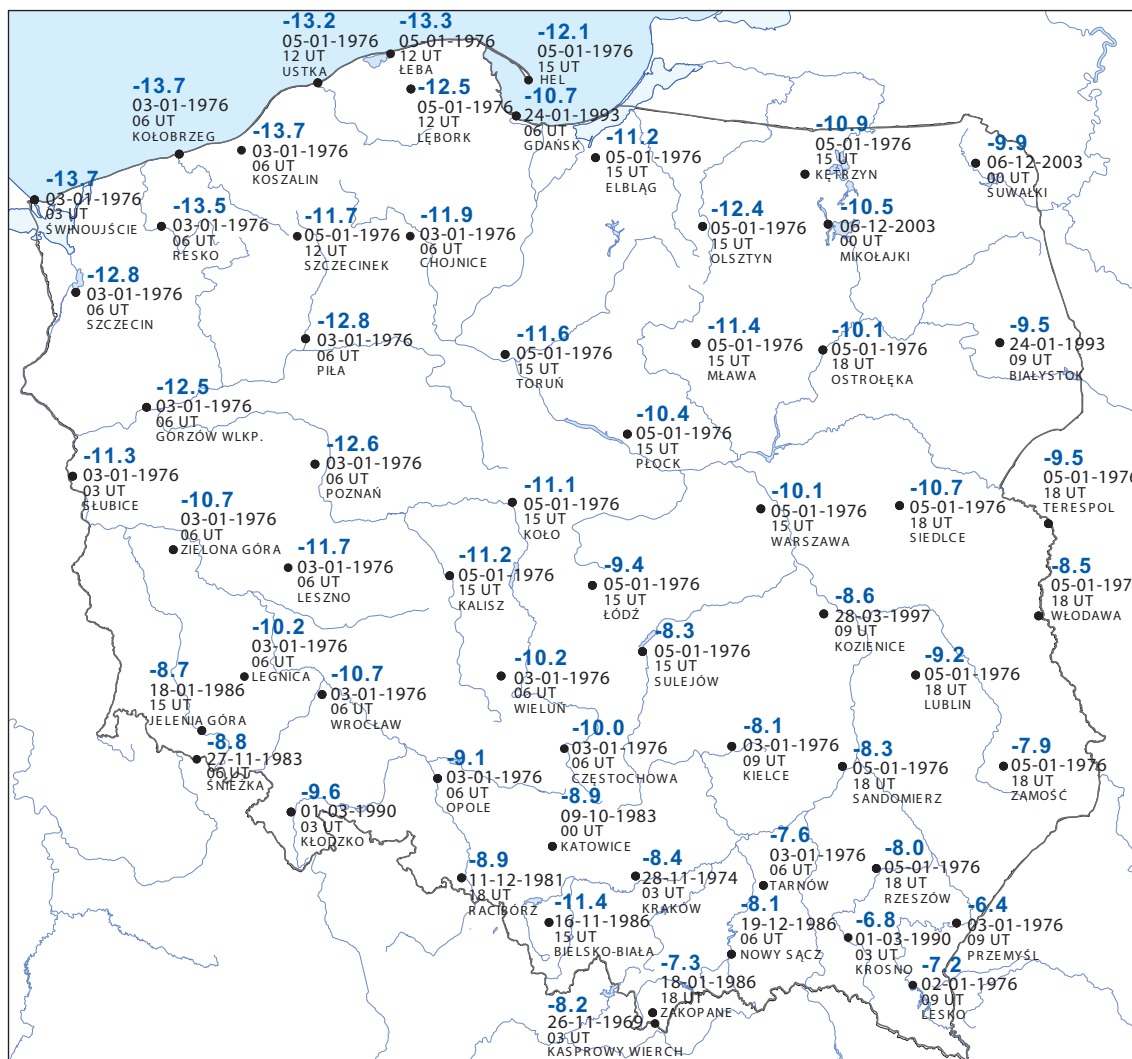
**Rycina 2.11**  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą 19 listopada 2004  
 (według C)  
 a - mapa 500 hPa 19.11.2004 00 UT  
 b - mapa dolna 19.11.2004 00 UT

**Figure 2.11**  
 Synoptic situation over Europe on 19 November 2004  
 (according to C)  
 a - 500 hPa chart 19.11.2004 00 UT  
 b - surface chart 19.11.2004 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
18-11-2004	GWL - NWz	LIT - NWc	OSK - D2C	TN - Wc	ZU - NWc
19-11-2004	GWL - NWz	LIT - NWc	OSK - CB	TN - Cc	ZU - Wc





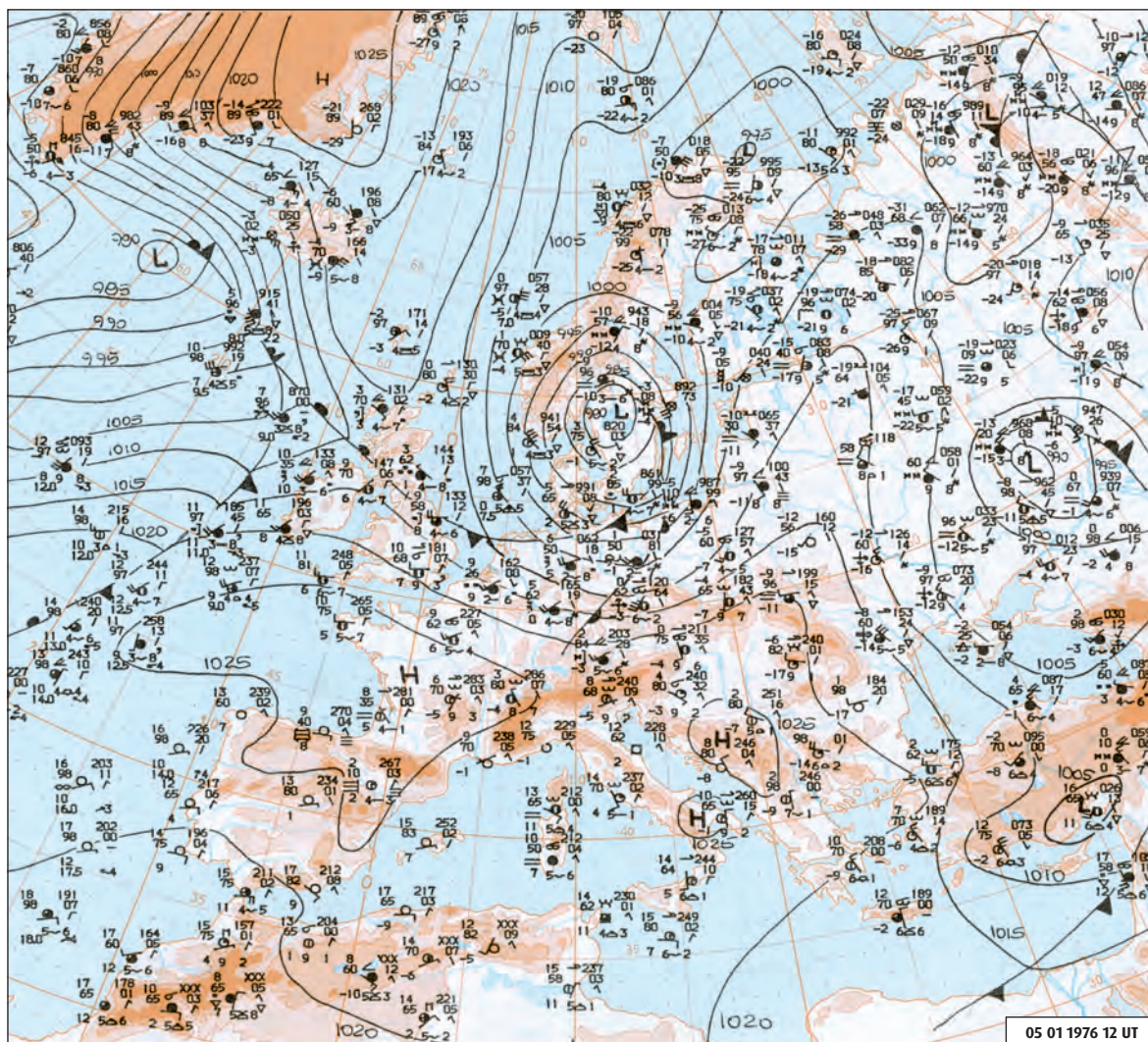
**Rycina 2.12**

Największe spadki ciśnienia atmosferycznego w ciągu 3 godzin na poszczególnych stacjach, 1966-2006

**Figure 2.12**

The highest drops of the atmospheric pressure during the last 3 hours at the particular stations, 1966-2006



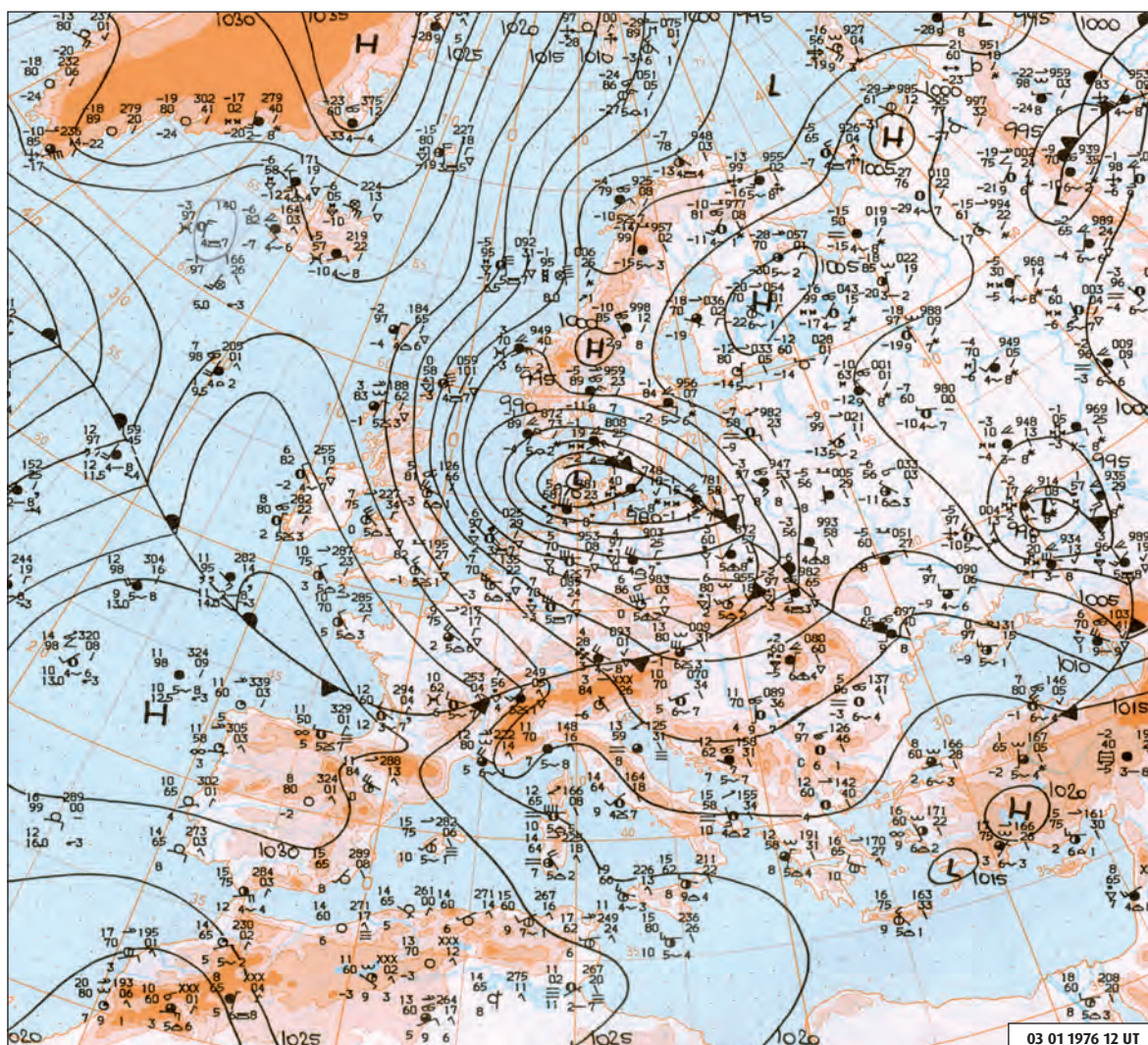


**Rycina 2.13**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 5 stycznia 1976 12 UT (według B)

**Figure 2.13**  
Synoptic situation over Europe on 5 January 1976 12 UT (according to B)

**Typ cyrkulacji**  
Circulation type

- 05-01-1976
- GWL - Wz
- LIT - NWO
- OSK - A
- TN - Wc
- ZU - NWC



**Rycina 2.14**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 3 stycznia 1976 12 UT (według B)

**Figure 2.14**  
Synoptic situation over Europe on 3 January 1976 12 UT (according to B)

**Typ cyrkulacji**  
Circulation type

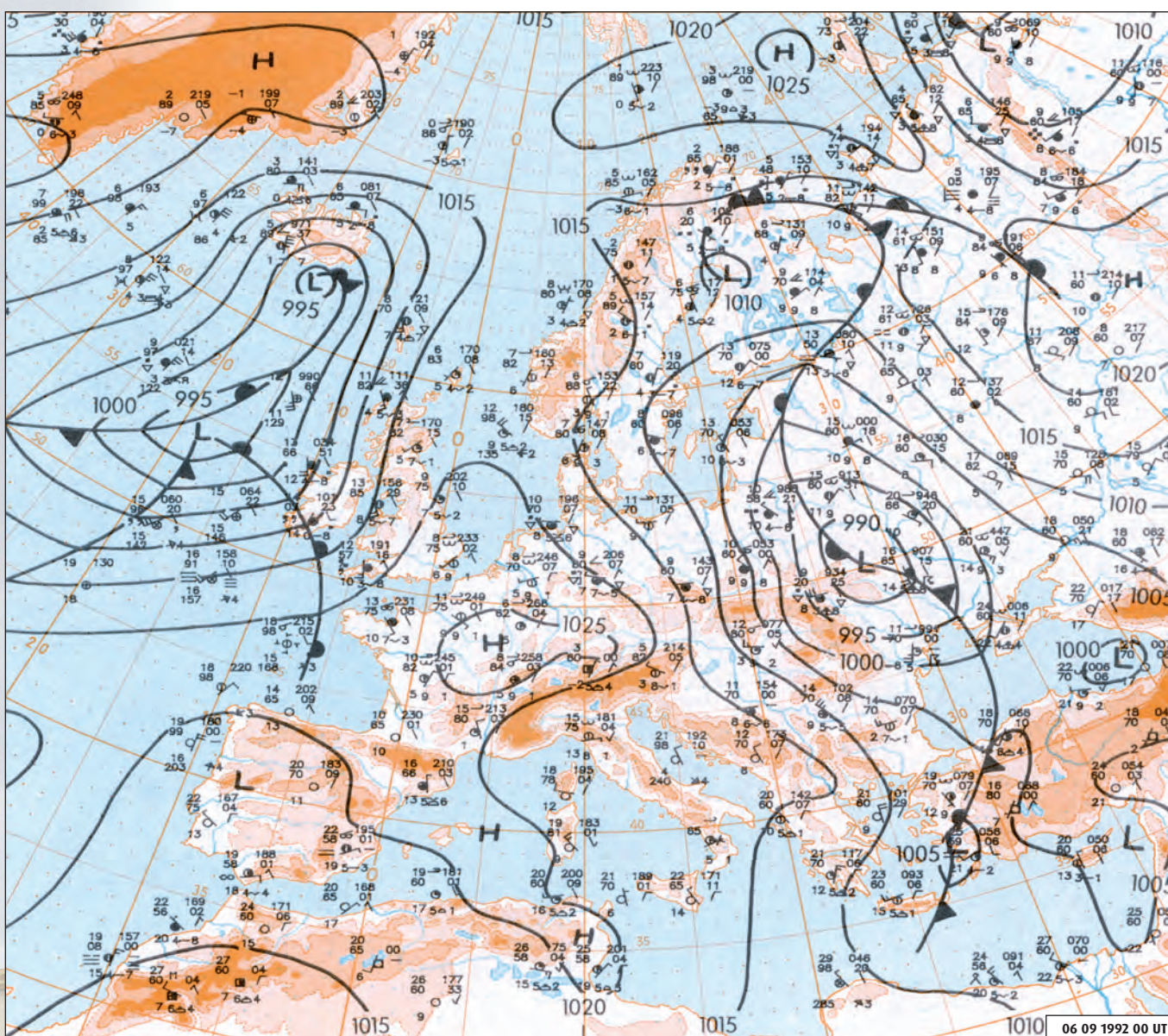
- 03-01-1976
- GWL - Wz
- LIT - NWC
- OSK - CB
- TN - Wc
- ZU - Wc



**Tabela 2.3**  
Przypadki z największym równoleżnikowym gradientem ciśnienia atmosferycznego w Polsce i towarzyszące im typy cyrkulacji, 1966-2006 (ciśnienie na poziomie morza, oparte na różnicy ciśnienia pomiędzy stacjami: Terespol i Słubice)

**Table 2.3**  
Cases with the highest latitudinal atmospheric pressure gradient in Poland and the associated circulation types, 1966-2006 (sea level pressure, based on the pressure difference between stations: Terespol and Słubice)

	Data Date	$\Delta P$ (hPa)	$\Delta P$ (hPa) /100km	GWL	LIT		Data Date	$\Delta P$ (hPa)	$\Delta P$ (hPa) /100km	GWL	LIT
1	13-11-1972, 09 UT	23,3	3,79	Wz	Wc	1	06-09-1992, 09 UT	-28,8	-4,68	Wa	Nc
2	03-01-1976, 06 UT	23,0	3,74	Wz	NWc	2	29-11-1988, 21 UT	-28,1	-4,57	Wz	NWc
3	13-11-1972, 12 UT	22,6	3,67	Wz	Wc	3	06-09-1992, 12 UT	-27,4	-4,46	Wa	Nc
4	11-11-1992, 18 UT	22,6	3,67	Wz	SWc	4	06-09-1992, 15 UT	-26,9	-4,37	Wa	Nc
5	29-11-1971, 00 UT	22,1	3,59	TrW	So	5	30-11-1988, 00 UT	-26,3	-4,28	Wz	Nc
6	05-11-1966, 00 UT	22,0	3,58	TrW	Sc	6	06-09-1992, 18 UT	-26,0	-4,23	Wa	Nc
7	04-11-1966, 21 UT	21,9	3,56	TrW	Sc	7	24-11-2004, 00 UT	-25,9	-4,21	NWz	Oa
8	22-11-1971, 00 UT	21,8	3,54	TM	Ec	8	06-09-1992, 06 UT	-25,8	-4,20	Wa	Nc
9	22-11-1971, 03 UT	21,7	3,53	TM	Ec	9	03-11-1981, 00 UT	-25,8	-4,20	Wz	Na
10	21-11-1971, 21 UT	21,4	3,48	TrM	So	10	02-11-1981, 21 UT	-25,0	-4,07	Wz	NWc
11	02-10-1993, 21 UT	21,3	3,46	TB	SEc	11	06-09-1992, 21 UT	-24,9	-4,05	Wa	Nc
12	29-10-1990, 09 UT	21,2	3,45	Ww	Sc	12	17-01-1992, 06 UT	-24,9	-4,05	NWz	No
13	12-02-2005, 15 UT	21,2	3,45	NWz	SWc	13	24-11-2004, 03 UT	-24,8	-4,03	NWz	Oa
14	05-11-1994, 18 UT	21,1	3,43	Sa	Sa	14	06-04-2000, 06 UT	-24,6	-4,00	HB	No
15	05-11-1994, 15 UT	21,0	3,41	Sa	Sa	15	17-01-1992, 09 UT	-24,4	-3,97	NWz	No



**Rycina 2.15**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 6 września 1992 00 UT (według B)

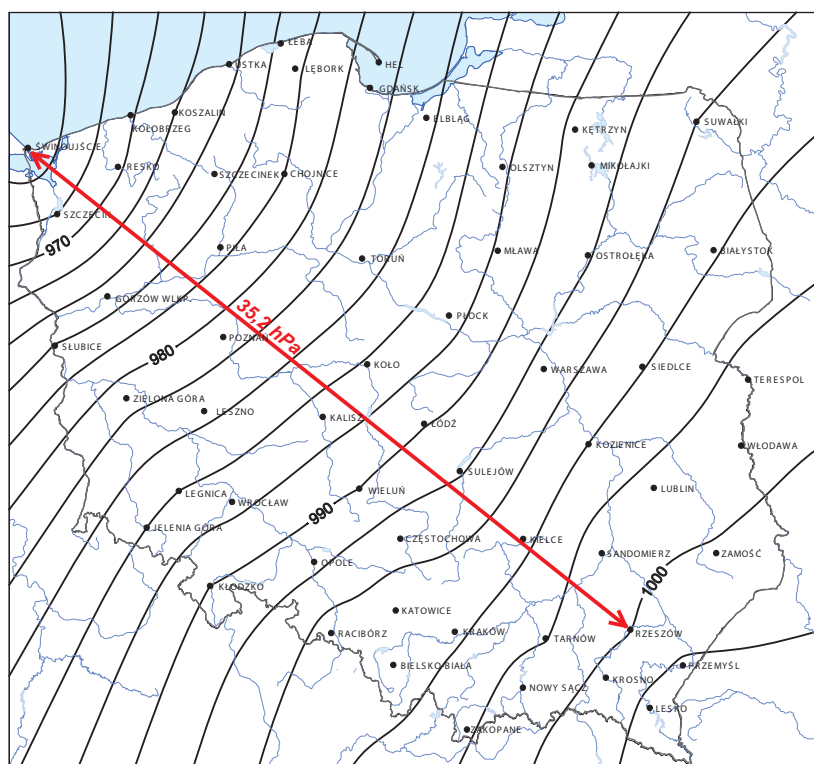
**Figure 2.15**  
Synoptic situation over Europe on 6 September 1992 00 UT (according to B)

Typ cyrkulacji - Circulation type					
05-09-1992	GWL - Wz	LIT - Nc	OSK - CB	TN - Nc	ZU - Nc
06-09-1992	GWL - Wa	LIT - Nc	OSK - E0	TN - NWc	ZU - NWc

	Data Date	$\Delta P$ (hPa)	$\Delta P$ (hPa) /100km	GWL	LIT		Data Date	$\Delta P$ (hPa)	$\Delta P$ (hPa) /100km	GWL	LIT
1	13-11-1972, 12 UT	35,2	5,18	Wz	Wc	1	06-04-2000, 00 UT	-22,8	-3,35	HB	No
2	13-11-1972, 09 UT	31,8	4,68	Wz	Wc	2	06-04-2000, 03 UT	-21,6	-3,18	HB	No
3	03-01-1976, 06 UT	30,3	4,46	Wz	NWc	3	05-04-2000, 21 UT	-21,1	-3,10	TrW	NWc
4	13-01-1984, 15 UT	28,1	4,13	Wz	SWc	4	19-11-2004, 15 UT	-20,5	-3,01	NWz	NWc
5	23-01-1995, 00 UT	28,0	4,12	Wz	SWc	5	25-03-2004, 09 UT	-20,4	-3,00	TrM	NEc
6	13-11-1972, 15 UT	26,8	3,94	Wz	Wc	6	25-03-2004, 12 UT	-20,2	-2,97	TrM	NEc
7	24-11-1984, 03 UT	26,7	3,93	SWz	Wc	7	04-01-1976, 09 UT	-20,0	-2,94	Wz	Nc
8	25-02-1997, 06 UT	26,6	3,91	Wz	SWc	8	06-04-2000, 06 UT	-19,9	-2,93	HB	No
9	14-01-1981, 21 UT	26,6	3,91	NWz	SWc	9	02-01-2002, 12 UT	-19,8	-2,91	NWz	No
10	14-01-1993, 00 UT	26,6	3,91	Wz	NWc	10	28-03-1993, 21 UT	-19,7	-2,90	NEa	Eo
11	01-12-1976, 09 UT	26,3	3,87	Ws	SWc	11	28-03-1993, 18 UT	-19,6	-2,88	NEa	Eo
12	26-11-1992, 09 UT	26,3	3,87	Wz	SWc	12	25-03-2004, 06 UT	-19,6	-2,88	TrM	NEc
13	15-01-1981, 00 UT	26,3	3,87	NWz	Wc	13	02-01-2002, 15 UT	-19,5	-2,87	NWz	No
14	03-12-1995, 18 UT	26,3	3,87	HFa	SEa	14	25-03-2004, 03 UT	-19,3	-2,84	TrM	NEc
15	23-01-1995, 03 UT	26,2	3,85	Wz	SWc	15	28-03-1993, 15 UT	-19,2	-2,82	NEa	Eo

**Tabela 2.4**  
Przypadki z największym gradientem ciśnienia atmosferycznego pomiędzy SE i NW Polską i towarzyszące im typy cyrkulacji, 1966-2006 (ciśnienie na poziomie morza, oparte na różnicy ciśnienia pomiędzy stacjami: Rzeszów i Świnoujście)

**Table 2.4**  
Cases with the highest atmospheric pressure gradient between SE and NW Poland and the associated circulation types, 1966-2006 (sea level pressure, based on the pressure difference between stations: Rzeszów and Świnoujście)

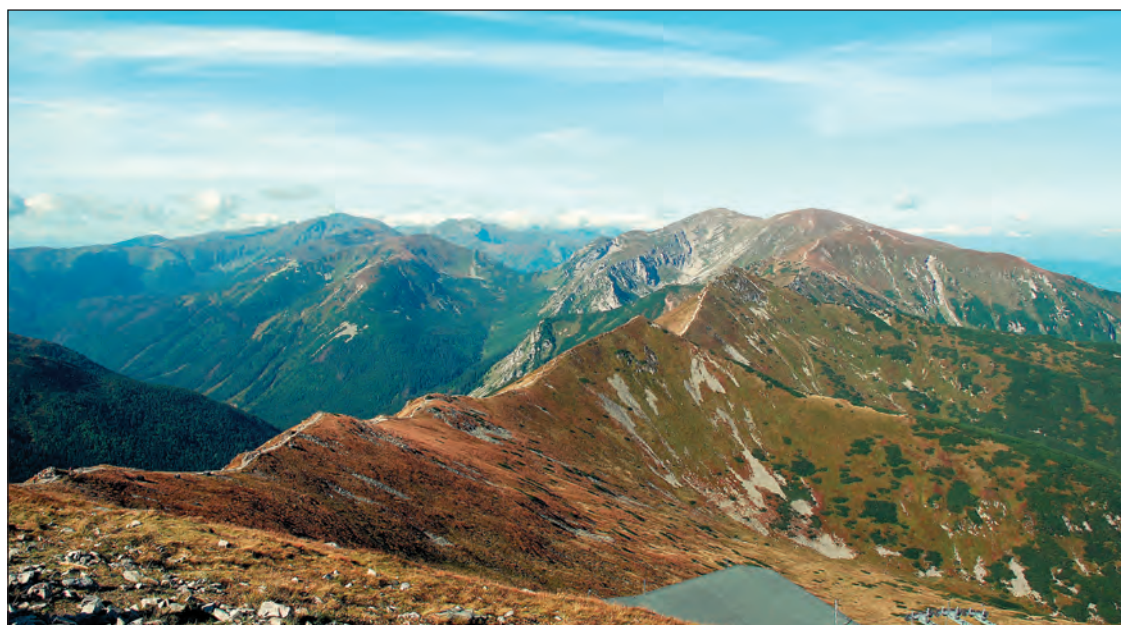


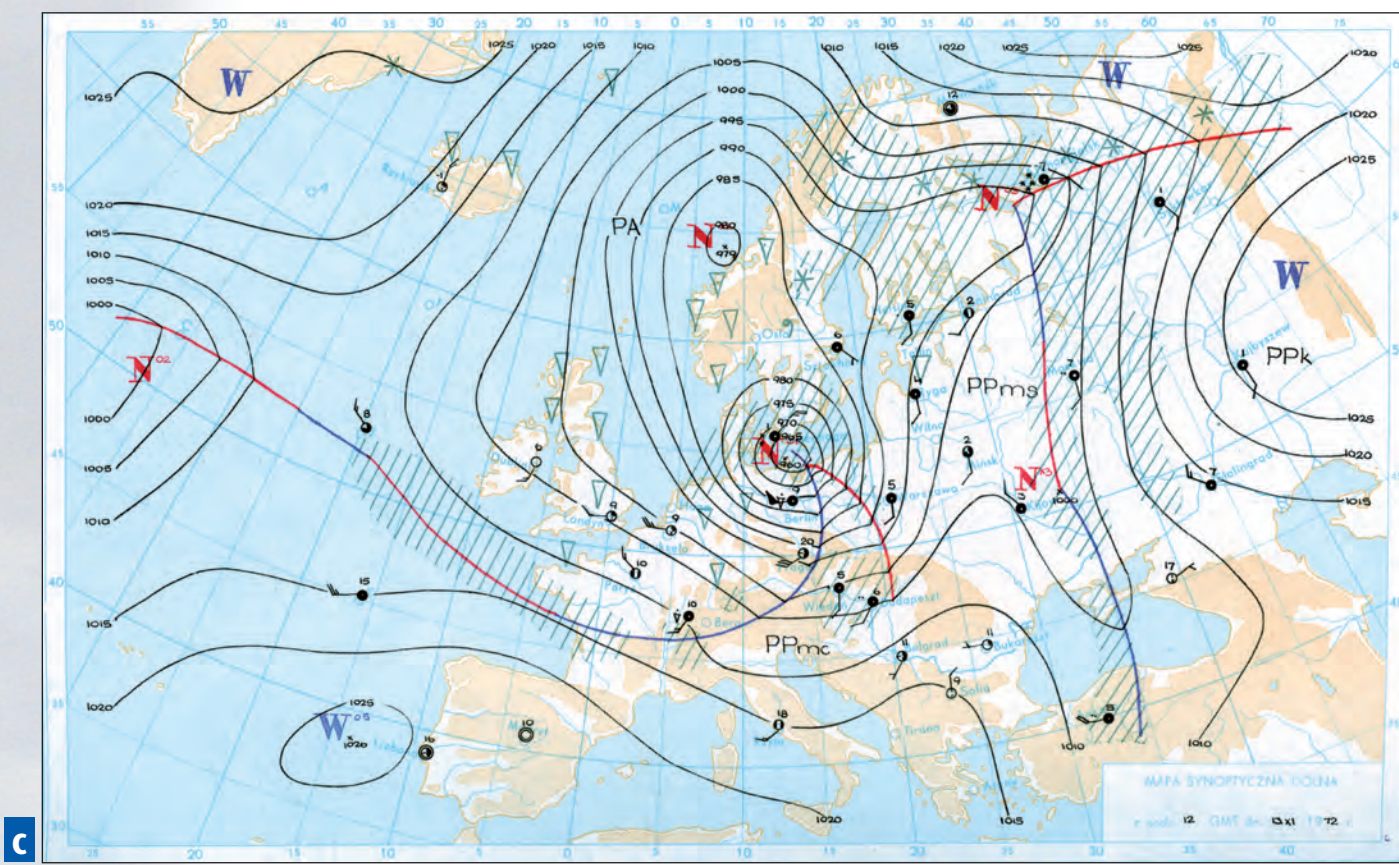
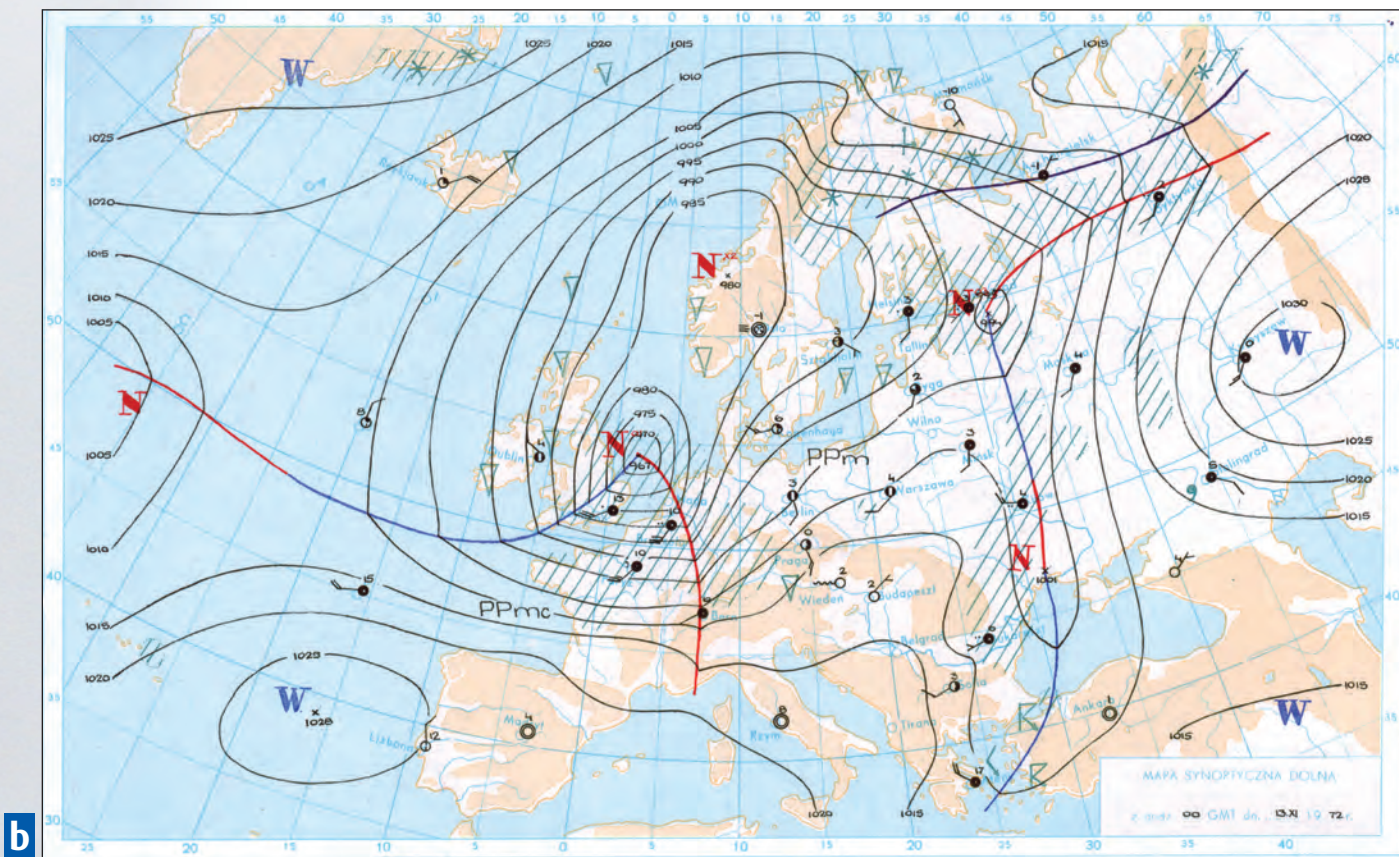
**Rycina 2.16**  
Ciśnienie atmosferyczne w Polsce (na poziomie morza) oraz sytuacja synoptyczna nad Europą 13 listopada 1972 (według A)

**a** - ciśnienie w Polsce 13.11.1972 12 UT

**Figure 2.16**  
Atmospheric pressure in Poland (at the sea level) and the synoptic situation over Europe on 13 November 1972 (according to A)

**a** - pressure in Poland 13.11.1972 12 UT

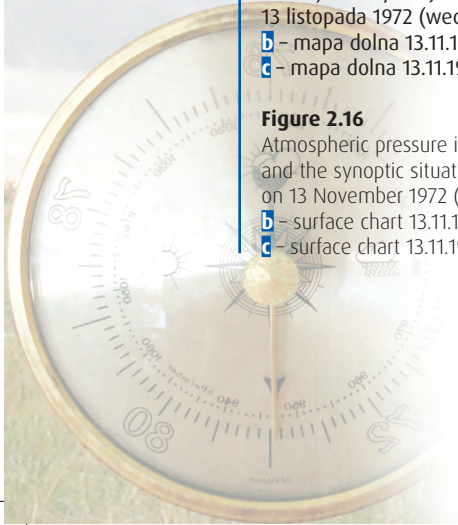




**Rycina 2.16**  
 Ciśnienie atmosferyczne w Polsce (na poziomie morza) oraz sytuacja synoptyczna nad Europą 13 listopada 1972 (według A)  
**b** – mapa dolna 13.11.1972 00 UT  
**c** – mapa dolna 13.11.1972 12 UT

Typ cyrkulacji - Circulation type					
12-11-1972	GWL - Wz	LIT - Wc	OSK - D	TN - NWc	ZU - NWc
13-11-1972	GWL - Wz	LIT - Wc	OSK - D	TN - Wc	ZU - SWc

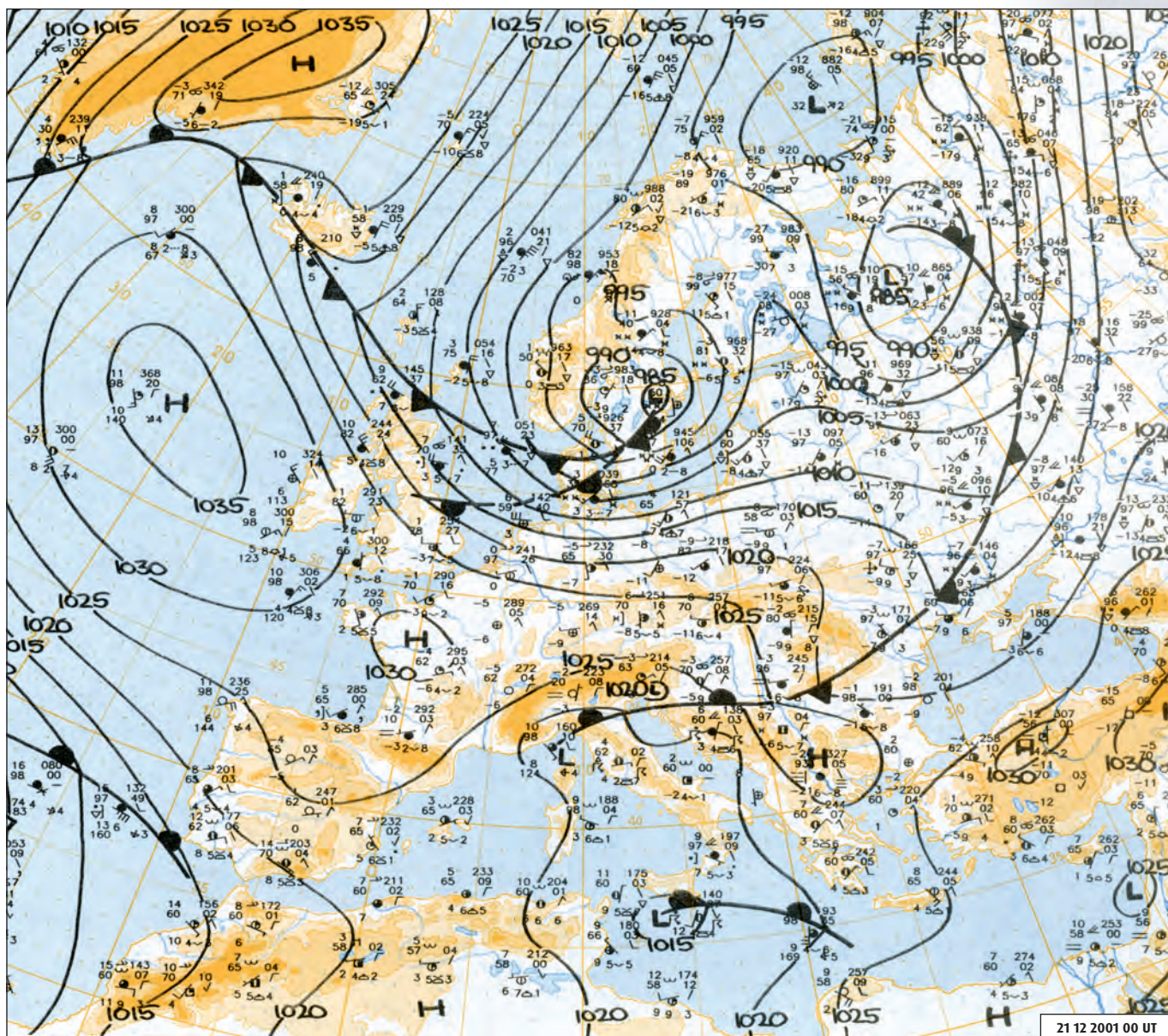
**Figure 2.16**  
 Atmospheric pressure in Poland (at the sea level) and the synoptic situation over Europe on 13 November 1972 (according to A)  
**b** – surface chart 13.11.1972 00 UT  
**c** – surface chart 13.11.1972 12 UT



	Data	$\Delta P$	$\Delta P$ (hPa)	GWL	LIT		Data	$\Delta P$	$\Delta P$ (hPa)	GWL	LIT
	Date	(hPa)	/100km				Date	(hPa)	/100km		
1	13-11-1972, 18 UT	26,6	5,22	Wz	Wc	1	26-11-1969, 09 UT	-17,0	-3,33	TrM	Oc
2	21-12-2001, 09 UT	26,6	5,22	NWz	NWc	2	30-12-1978, 00 UT	-17,0	-3,33	Ws	Ec
3	21-12-2001, 06 UT	26,4	5,18	NWz	NWc	3	10-03-1972, 21 UT	-16,9	-3,31	NEz	SEa
4	16-12-1982, 00 UT	26,0	5,10	Wz	NWc	4	11-03-1972, 03 UT	-16,9	-3,31	NEz	SEa
5	13-11-1972, 21 UT	25,9	5,08	Wz	Wc	5	30-12-1978, 03 UT	-16,7	-3,27	Ws	Ec
6	18-01-1983, 18 UT	25,5	5,00	NWz	NWc	6	11-03-1972, 00 UT	-16,4	-3,22	NEz	SEa
7	20-11-1973, 00 UT	25,3	4,96	Wz	Nc	7	16-02-2005, 00 UT	-16,3	-3,20	TrM	Ec
8	04-12-1973, 03 UT	25,1	4,92	NWz	NWc	8	17-01-1970, 00 UT	-16,1	-3,16	HFz	Eo
9	04-12-1999, 03 UT	25,0	4,90	Wz	NWc	9	16-01-1970, 21 UT	-15,9	-3,12	HFz	Ec
10	18-01-1983, 21 UT	24,7	4,84	NWz	NWc	10	15-02-2005, 21 UT	-15,9	-3,12	TrM	NEc
11	03-12-1973, 18 UT	24,7	4,84	NWz	Wo	11	16-02-2005, 03 UT	-15,8	-3,10	TrM	Ec
12	04-12-1973, 00 UT	24,6	4,82	NWz	NWc	12	28-03-1993, 09 UT	-15,6	-3,06	NEa	Eo
13	02-02-1983, 03 UT	24,4	4,78	NWz	NWc	13	28-03-1993, 12 UT	-15,5	-3,04	NEa	Eo
14	16-12-1982, 03 UT	24,2	4,75	Wz	NWc	14	09-11-2004, 06 UT	-15,5	-3,04	TrM	SEc
15	21-12-2001, 12 UT	24,2	4,75	NWz	NWc	15	11-03-1972, 06 UT	-15,4	-3,02	NEz	SEa

**Tabela 2.5**  
Przypadki z największym południkowym gradientem ciśnienia atmosferycznego w Polsce i towarzyszące im typy cyrkulacji, 1966-2006 (ciśnienie na poziomie morza, oparte na różnicy ciśnienia pomiędzy stacjami: Kraków i Hel)

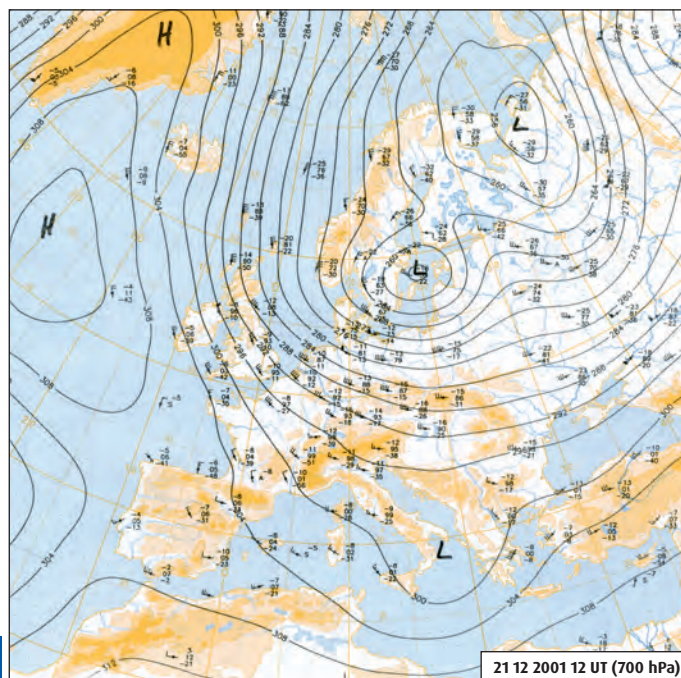
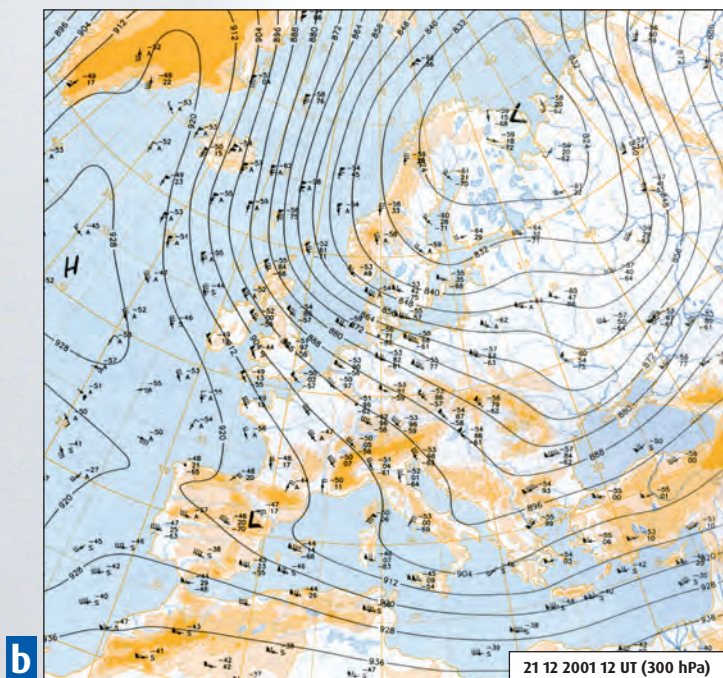
**Table 2.5**  
Cases with the highest longitudinal atmospheric pressure gradient in Poland and the associated circulation types, 1966-2006 (sea level pressure, based on the pressure difference between stations: Kraków i Hel)



Typ cyrkulacji - Circulation type					
20-12-2001	GWL - NWz	LIT - NWo	OSK - E2C	TN - NWc	ZU - Wc
21-12-2001	GWL - NWz	LIT - NWc	OSK - CB	TN - Wc	ZU - Wc

**Rycina 2.17**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 21 grudnia 2001 (według A) - mapa dolna 21.12.2001 00 UT

**Figure 2.17**  
Synoptic situation over Europe on 21 December 2001 (according to A) - surface chart 21.12.2001 00 UT



**Rycina 2.17**

Sytuacja synoptyczna nad Europą 21 grudnia 2001 (według B)

**b** – mapa 700 hPa 21.12.2001 12 UT

**c** – mapa 300 hPa 21.12.2001 12 UT

**Figure 2.17**

Synoptic situation over Europe on 21 December 2001 (according to B)

**b** – 700 hPa chart 21.12.2001 12 UT

**c** – 300 hPa chart 21.12.2001 12 UT



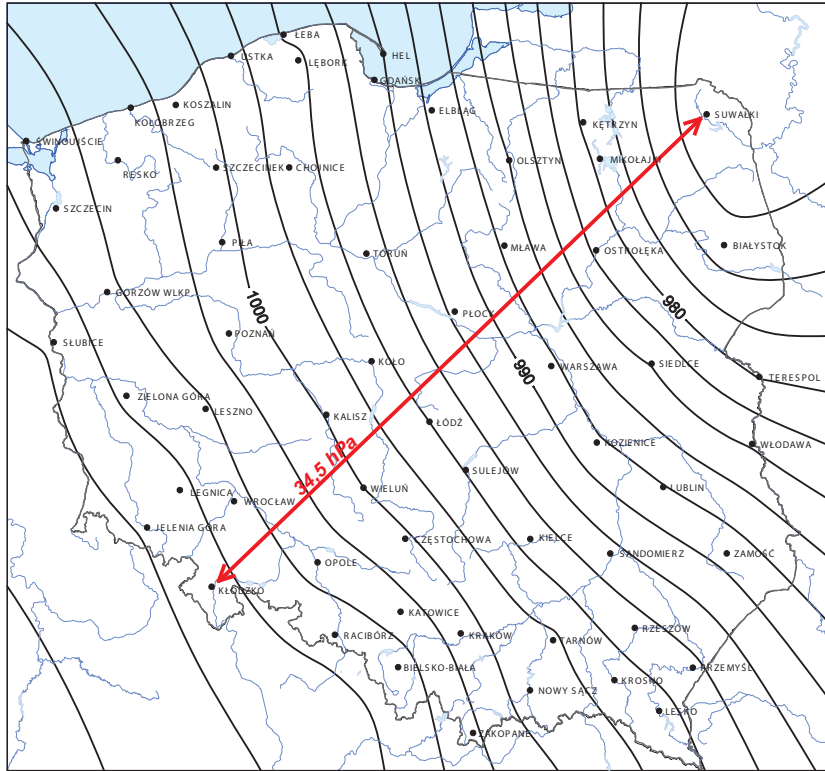
**Tabela 2.6**

Przypadki z największym gradientem ciśnienia atmosferycznego pomiędzy SW i NE Polską i towarzyszące im typy cyrkulacji, 1966-2006 (ciśnienie na poziomie morza, oparte na różnicy ciśnienia pomiędzy stacjami: Kłodzko i Suwałki)

**Table 2.6**

Cases with the highest atmospheric pressure gradient between SW and NE Poland and the associated circulation types, 1966-2006 (sea level pressure, based on the pressure difference between stations: Kłodzko i Suwałki)

	Data Date	$\Delta P$ (hPa)	$\Delta P$ (hPa) /100km	GWL	LIT		Data Date	$\Delta P$ (hPa)	$\Delta P$ (hPa) /100km	GWL	LIT
1	29-11-1988, 21 UT	34,5	5,80	Wz	NWc	1	02-02-1986, 06 UT	-24,1	-4,05	SEz	SEa
2	30-11-1988, 00 UT	32,3	5,43	Wz	Nc	2	31-12-1978, 15 UT	-24,1	-4,05	Ws	SEc
3	20-01-1986, 12 UT	31,1	5,23	Wz	NWc	3	02-02-1986, 03 UT	-23,4	-3,93	SEz	SEa
4	02-11-1981, 21 UT	30,1	5,06	Wz	NWc	4	02-02-1986, 09 UT	-23,1	-3,88	SEz	SEa
5	28-10-2002, 09 UT	29,9	5,03	Wz	NWc	5	02-02-1986, 00 UT	-22,9	-3,85	SEz	SEa
6	20-01-1986, 09 UT	29,2	4,91	Wz	NWc	6	17-02-1979, 09 UT	-22,6	-3,80	HNFz	SEa
7	29-11-1988, 18 UT	29,1	4,89	Wz	NWc	7	31-12-1978, 12 UT	-22,6	-3,80	Ws	SEc
8	28-10-2002, 12 UT	28,4	4,77	Wz	NWc	8	17-12-1979, 15 UT	-22,6	-3,80	Wz	SWc
9	02-01-2002, 00 UT	28,2	4,74	NWz	No	9	31-12-1978, 09 UT	-22,5	-3,78	Ws	SEc
10	19-01-1983, 06 UT	27,9	4,69	NWz	Nc	10	01-02-1986, 09 UT	-22,5	-3,78	SEz	SEo
11	20-11-1973, 06 UT	27,6	4,64	Wz	Nc	11	17-02-1979, 06 UT	-22,2	-3,73	HNFz	SEa
12	20-11-1973, 09 UT	27,6	4,64	Wz	Nc	12	18-01-1972, 06 UT	-22,2	-3,73	SEa	SEo
13	28-10-2002, 06 UT	27,5	4,62	Wz	NWc	13	01-02-1986, 21 UT	-22,1	-3,71	SEz	SEo
14	19-01-1983, 03 UT	27,1	4,55	NWz	Nc	14	17-02-1979, 18 UT	-22,0	-3,70	HNFz	SEa
15	23-11-2004, 18 UT	26,9	4,52	NWz	Nc	15	18-01-1972, 00 UT	-22,0	-3,70	SEa	SEo



**a**

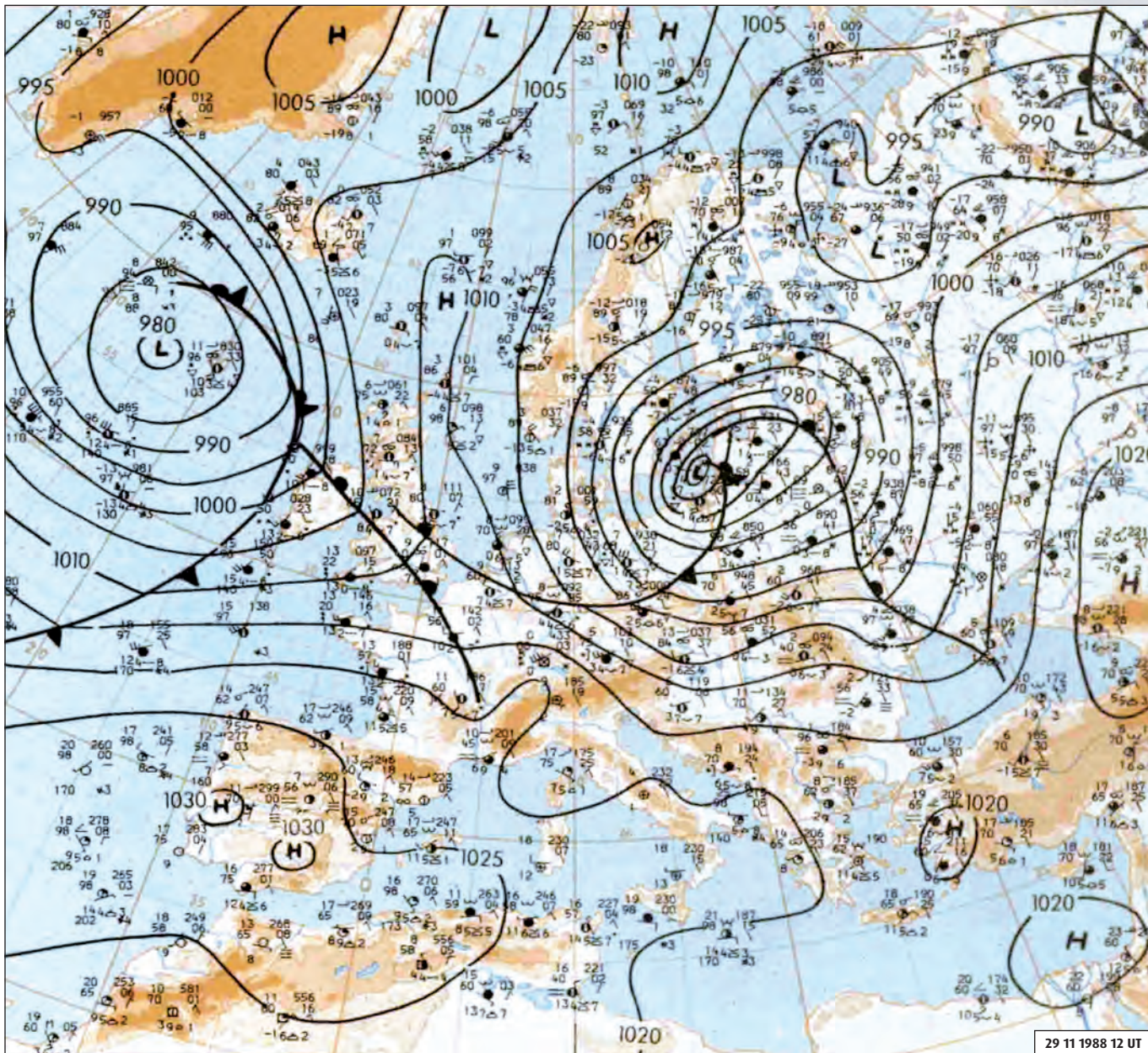
**Rycina 2.18**  
Ciśnienie atmosferyczne w Polsce (na poziomie morza) oraz sytuacja synoptyczna nad Europą 29 listopada 1988 (według B)

**a** - ciśnienie w Polsce 29.11.1988 21 UT  
**b** - mapa dolna 29.11.1988 12 UT

**Figure 2.18**

Atmospheric pressure in Poland (at the sea level) and the synoptic situation over Europe on 29 November 1988 (according to B)

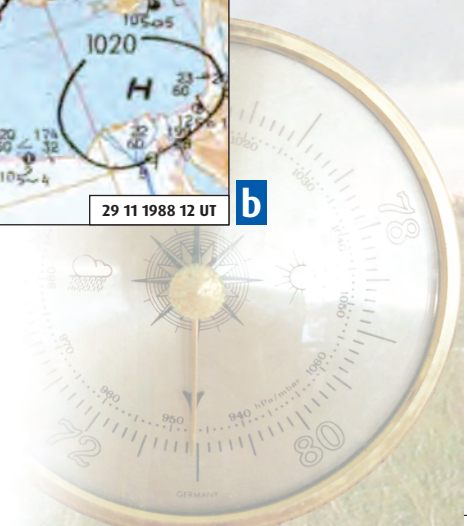
**a** - pressure in Poland 29.11.1988 21 UT  
**b** - surface chart 29.11.1988 12 UT

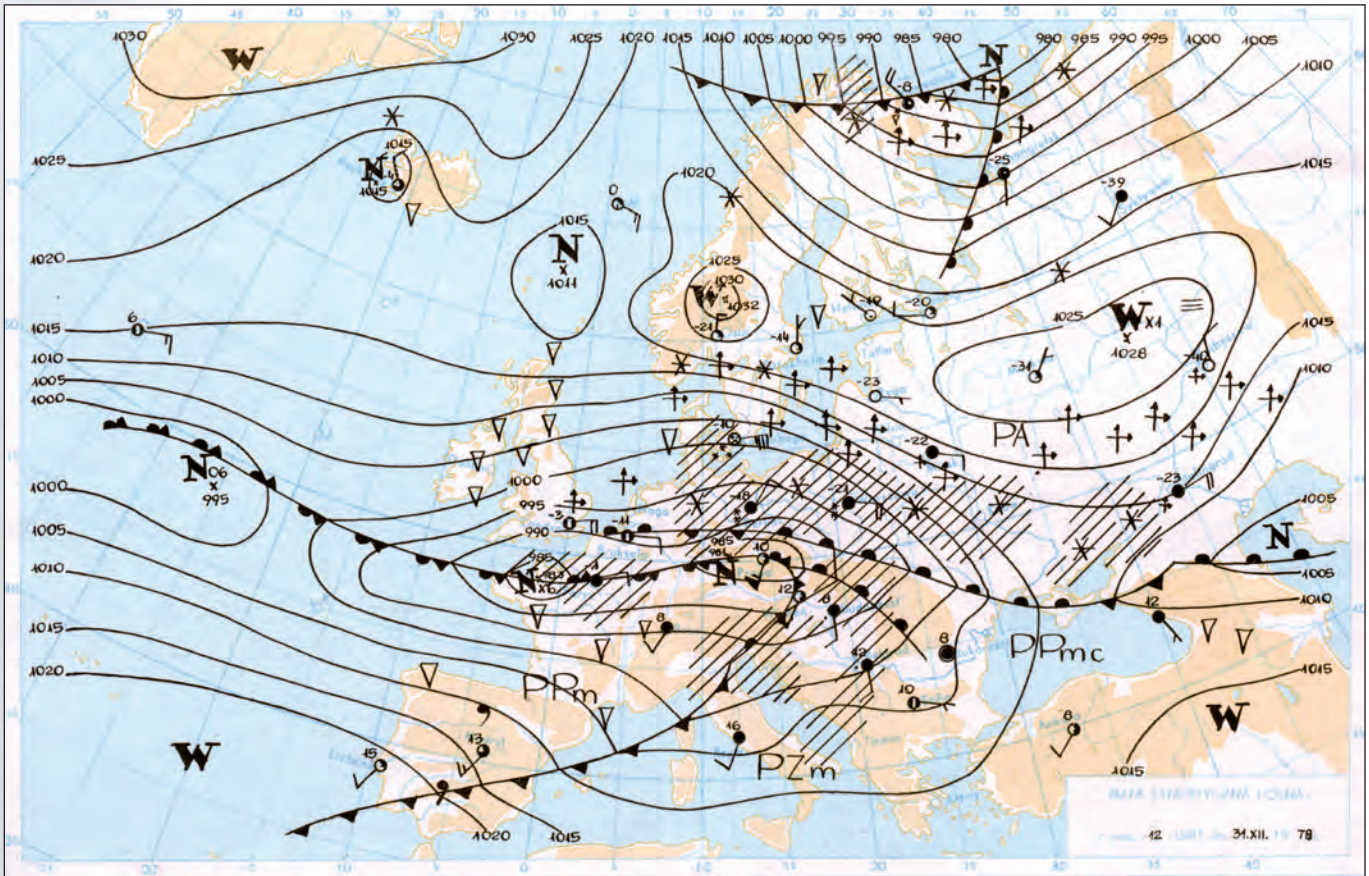


**b**

Typ cyrkulacji - Circulation type					
29-11-1988	GWL - Wz	LIT - Nwc	OSK - CB	TN - Bc	ZU - Wc

Ciśnienie atmosferyczne i wiatr / Atmospheric pressure and wind





**Rycina 2.19**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 31 grudnia 1978 12 UT (według A)

Typ cyrkulacji - Circulation type					
31-12-1978	GWL - Ws	LIT - SEc	OSK - E0	TN - Bc	ZU - SEc

**Figure 2.19**  
Synoptic situation over Europe on 31 December 1978 12 UT (according to A)

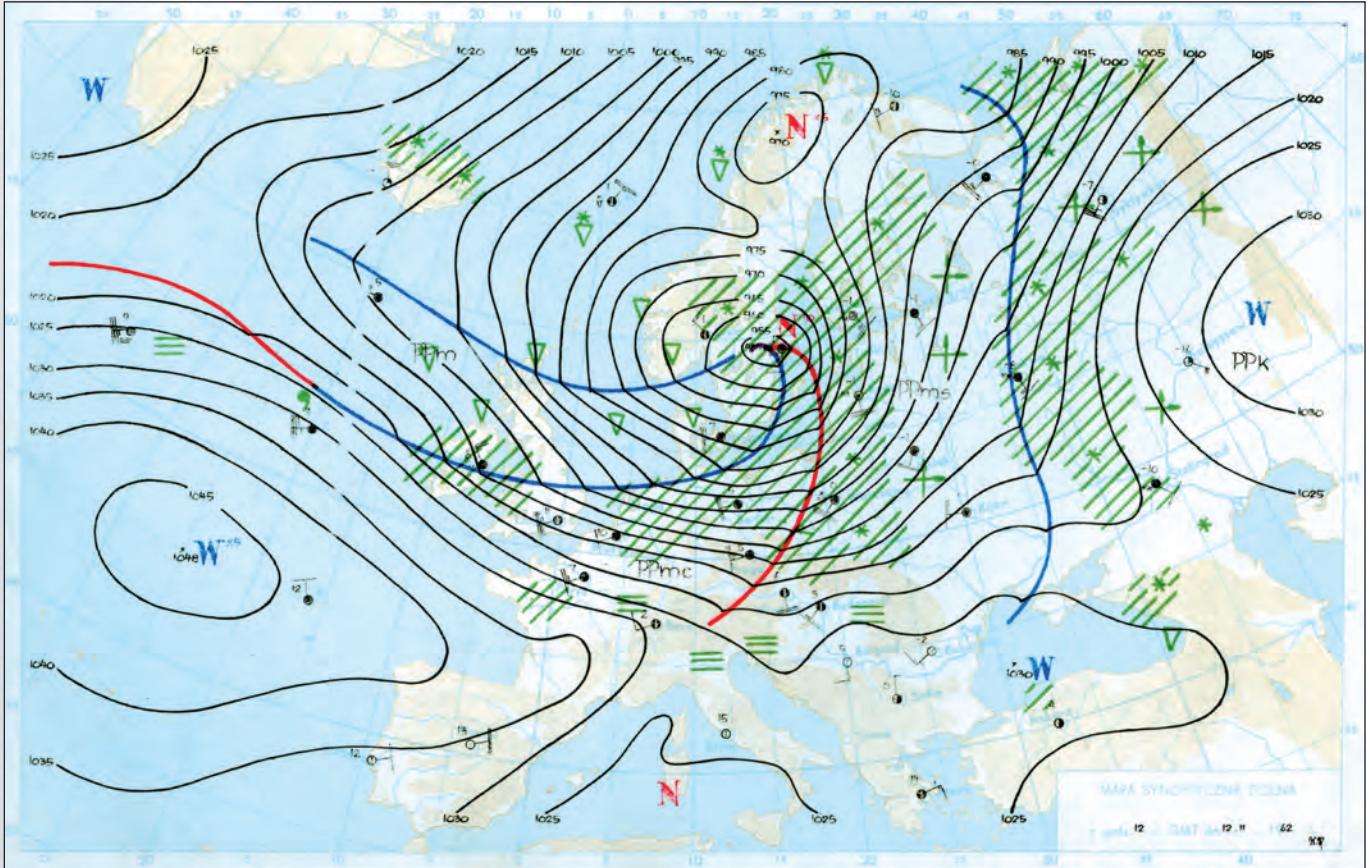


Data Date	Prędkość Speed (m/s)	Kierunek Direction	Typ cyrkulacji - Circulation type				
			GWL	LIT	OSK	TN	ZU
12-02-1962	36	W	NWz	Wc	C2D	Wc	Wc
03-02-1981	36	W	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
24-01-1993	36	W	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
29-01-2002	36	W	Wz	NWc	D2C	Wa	Wc
18-11-2004	36	W	NWz	NWc	D2C	Wc	Wc
18-01-1983	35	W	NWz	NWc	CB	NWc	Wc
28-01-1953	34	NW	Wz	NWc	A	Wc	Wc
22-01-1993	33	W	Wz	NWc	A	Wc	Wc
24-12-1977	32	W	SWz	SWc	D	Wc	Wa
29-01-1983	32	W	Wz	NWc	A	Wc	Wc
16-01-1990	32	NW	Wa	NWc	A	Wa	Wa
30-10-2001	32	NW	Wa	NWc	D2C	Wc	Wc
31-12-2006	32	W	Wz	Wo	D2C	Wa	Wa
02-03-1956	31	W	Wz	NWc	A	Wa	Wc
17-10-1967	31	W	SWz	Wc	D	Wc	Wc
09-03-1969	31	W	NWa	NWc	CB	Wc	Wa
23-11-1973	31	W	Wa	NWc	CB	Wa	Wa
01-01-1984	31	NW	Wz	NWc	A	Wc	Wc
24-11-1984	31	W	SWz	Wc	A	Wc	Wc
06-12-1985	31	W	Wz	Wc	CB	Wc	Wc
29-11-1988	31	W	Wz	NWc	CB	Bc	Wc
08-02-1990	31	W	SWz	Wc	D	SWc	Wa
28-10-1998	31	W	Wz	SWc	A	Wc	Wc
27-01-2002	31	W	Wz	NWc	D2C	Wc	Wc
16-01-1954	30	W	Wz	Wc	A	Wc	Wc
22-01-1956	30	W	Wz	NWc	CB	Wa	Wc
21-01-1956	30	W	Wz	Wc	A	Wc	Wc
22-11-1963	30	W	Wz	NWc	A	Wc	Wc
03-11-1969	30	W	Wa	NWc	A	Wc	Wa
01-11-1970	30	W	Wz	NWc	A	Wc	Wc
07-02-1973	30	W	Wz	NWc	A	Wc	Wc
16-12-1982	30	W	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
07-03-1983	30	NW	NWa	NWc	CB	NWc	NWc
24-12-1988	30	W	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
21-01-1993	30	NW	Wz	NWo	A	Wa	Wa
14-01-1993	30	W	Wz	NWo	A	Wc	Wa
21-12-2001	30	W	NWz	NWc	CB	Wc	Wc

**Tabela 2.7**  
Przypadki z największymi prędkościami wiatru geostroficznego na poziomie 850 hPa (12 UT) obliczone dla punktu 52.5°N, 20°E

**Table 2.7**  
Cases with the highest geostrophic wind speed at 850 hPa level (12 UT) calculated for the grid point 52.5°N, 20°E

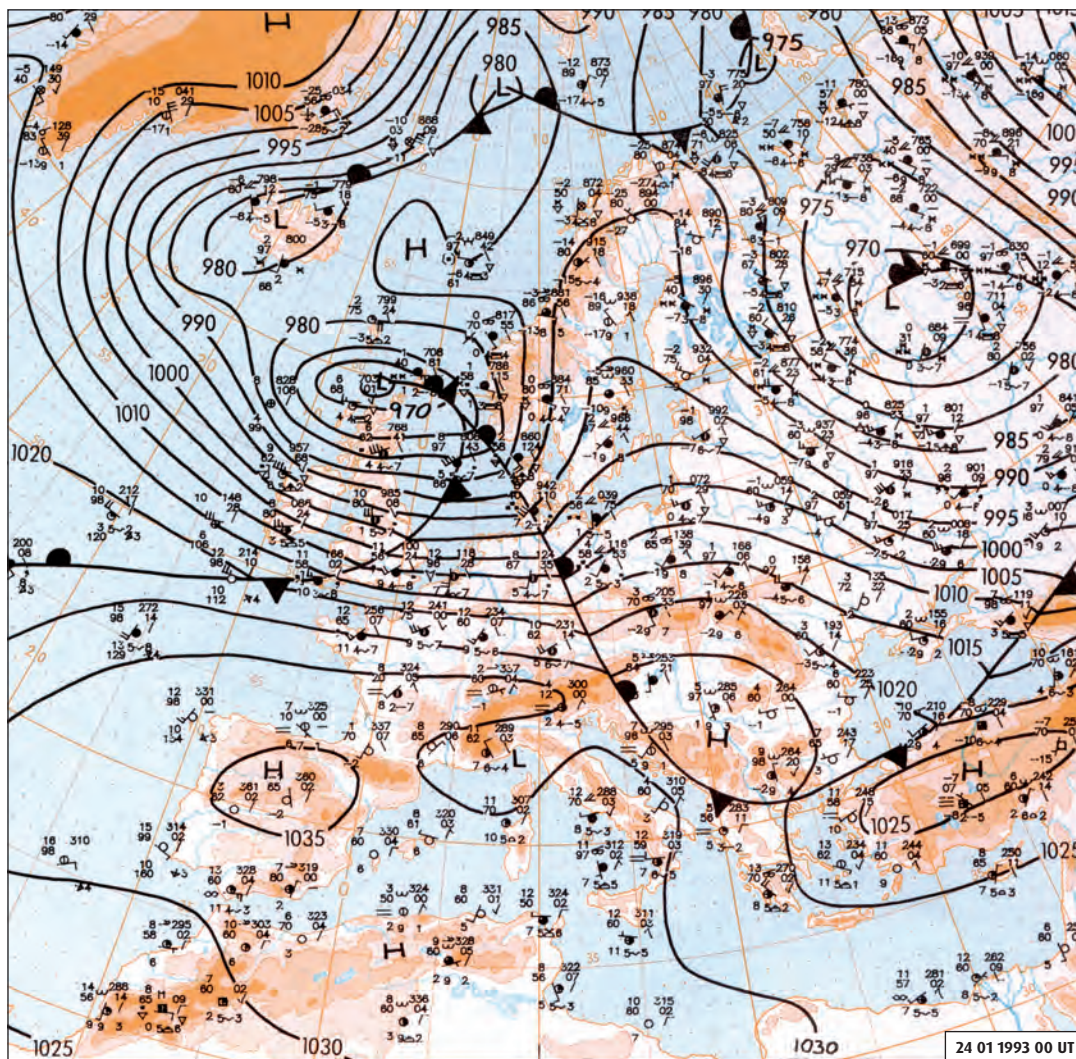




**Rycina 2.20**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 12 lutego 1962 12 UT (według A)

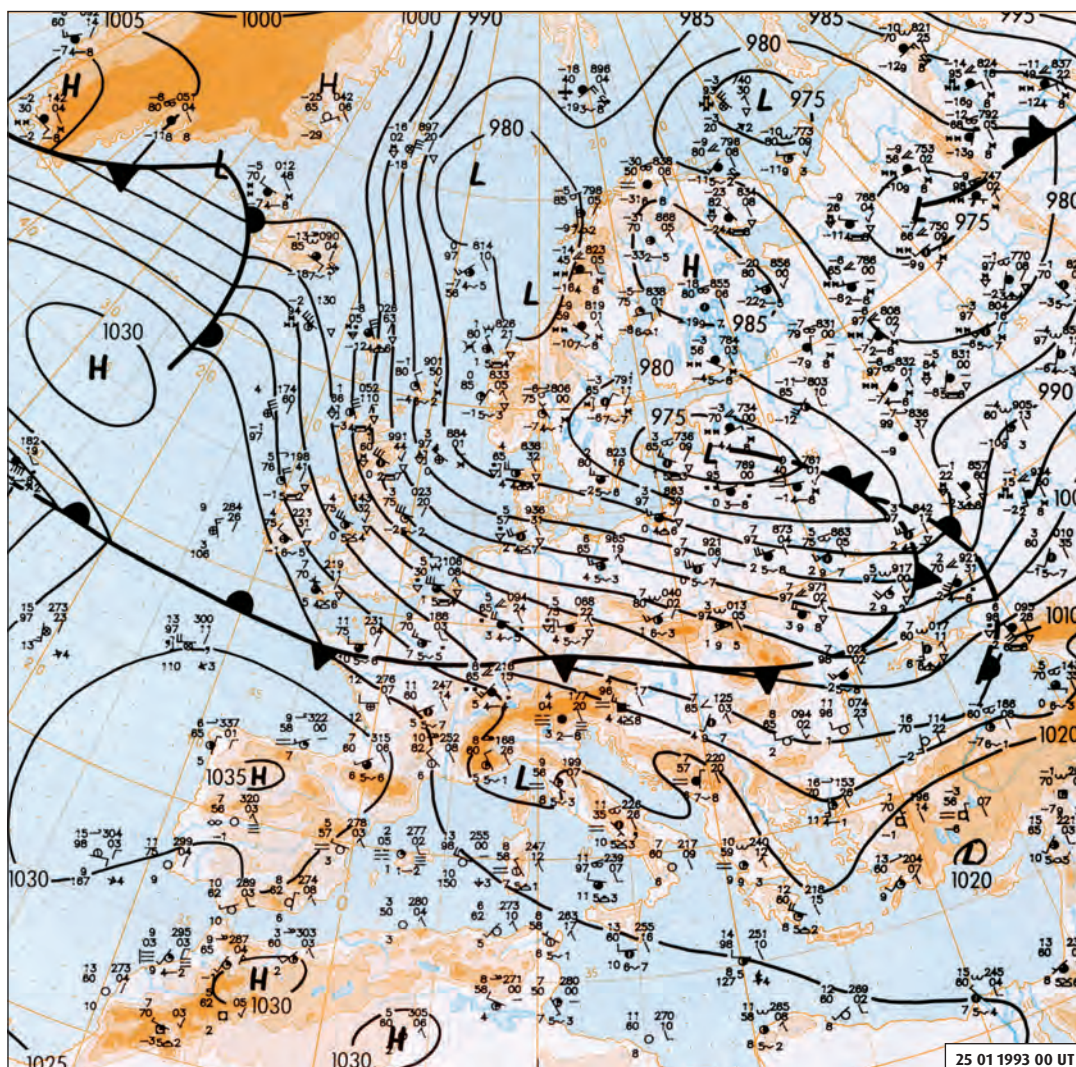
**Figure 2.20**  
Synoptic situation over Europe on 12 February 1962 12 UT (according to A)





**Rycina 2.21**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 24 stycznia 1993 00 UT (według B)

**Figure 2.21**  
Synoptic situation over Europe on 24 January 1993 00 UT (according to B)



**Rycina 2.22**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą 25 stycznia 1993 00 UT (według B)

**Figure 2.22**  
Synoptic situation over Europe on 25 January 1993 00 UT (according to B)



**Rycina 2.23**

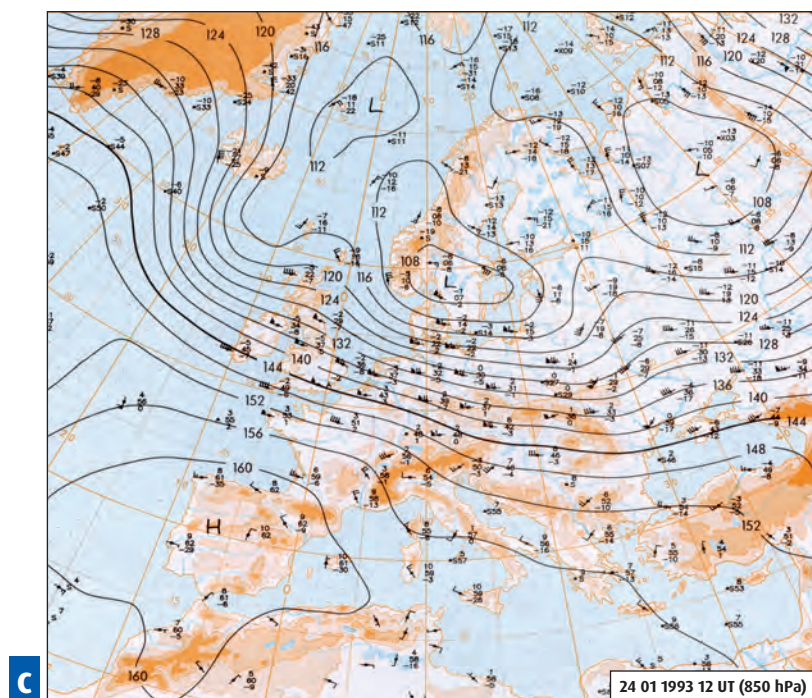
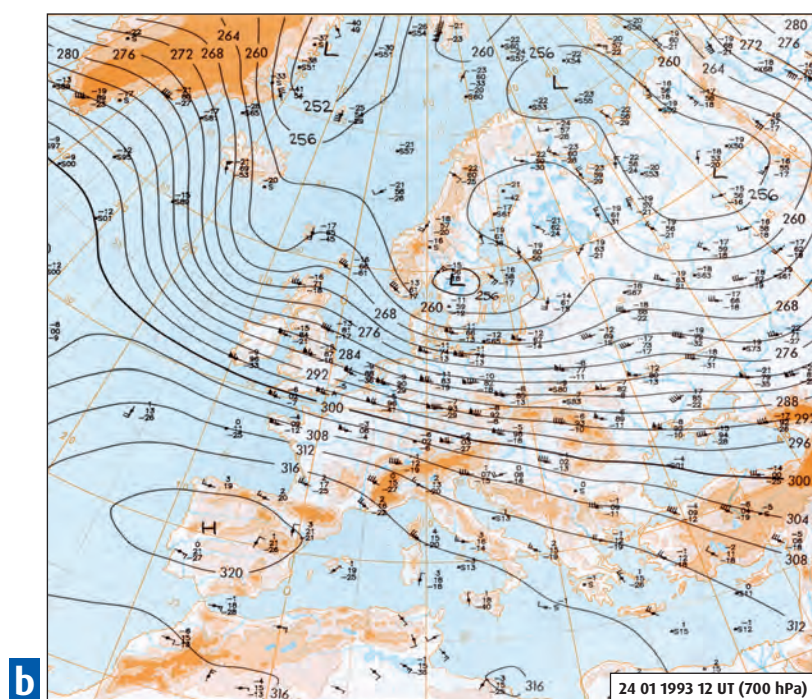
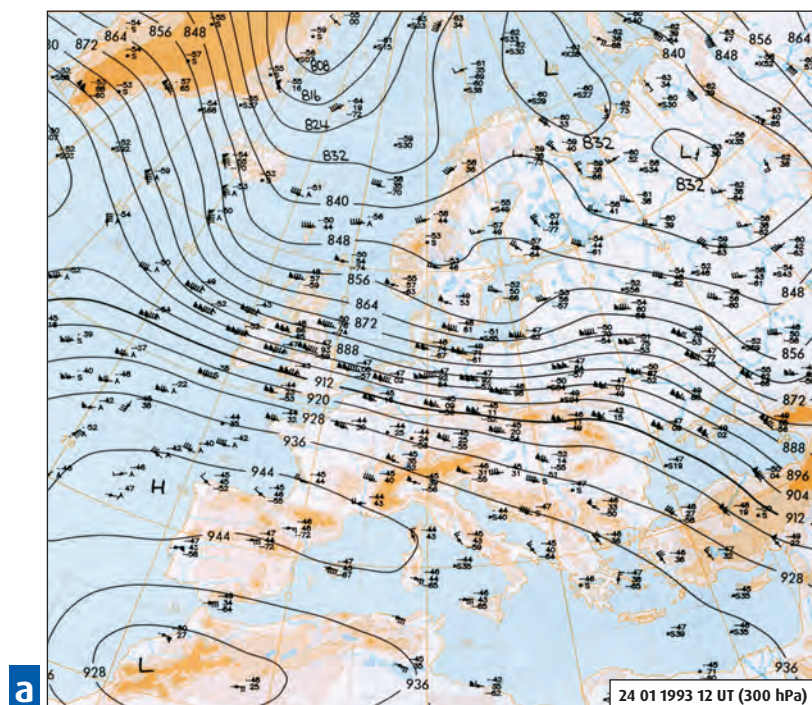
Sytuacja synoptyczna nad Europą  
24 stycznia 1993 12 UT (według B)

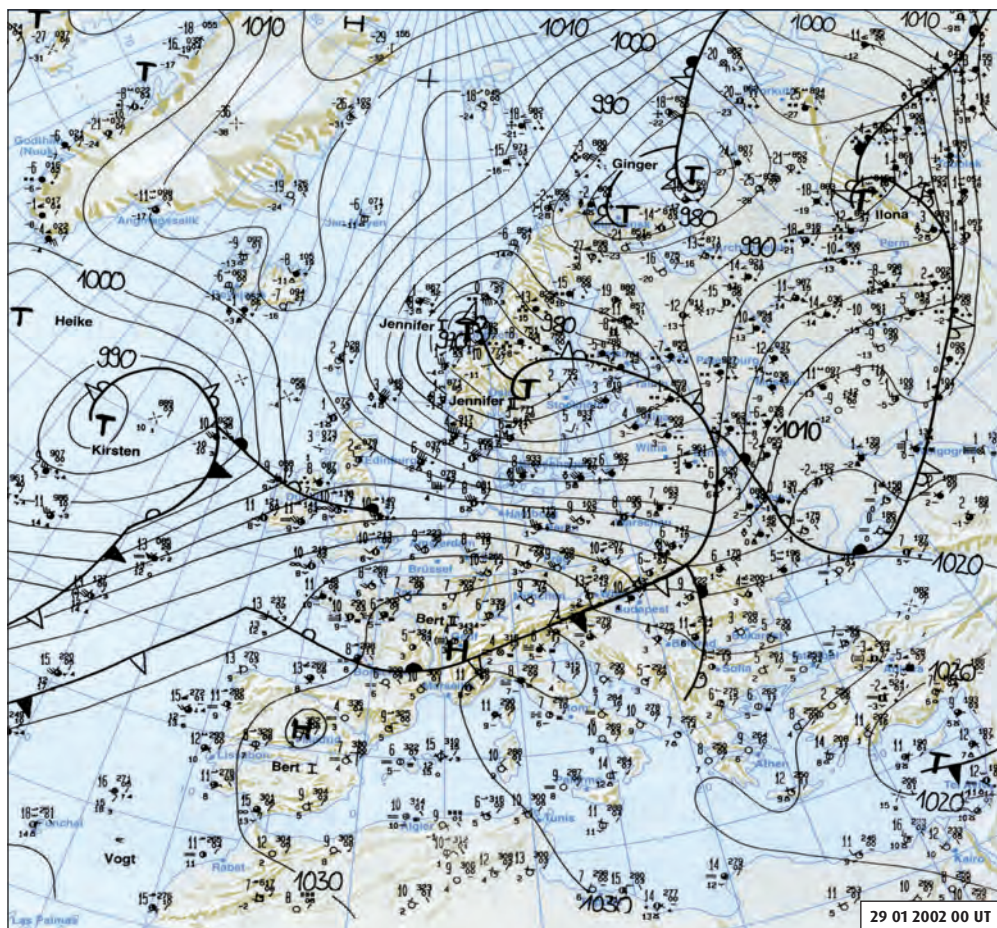
- a** - mapa 300 hPa
- b** - mapa 700 hPa
- c** - mapa 850 hPa

**Figure 2.23**

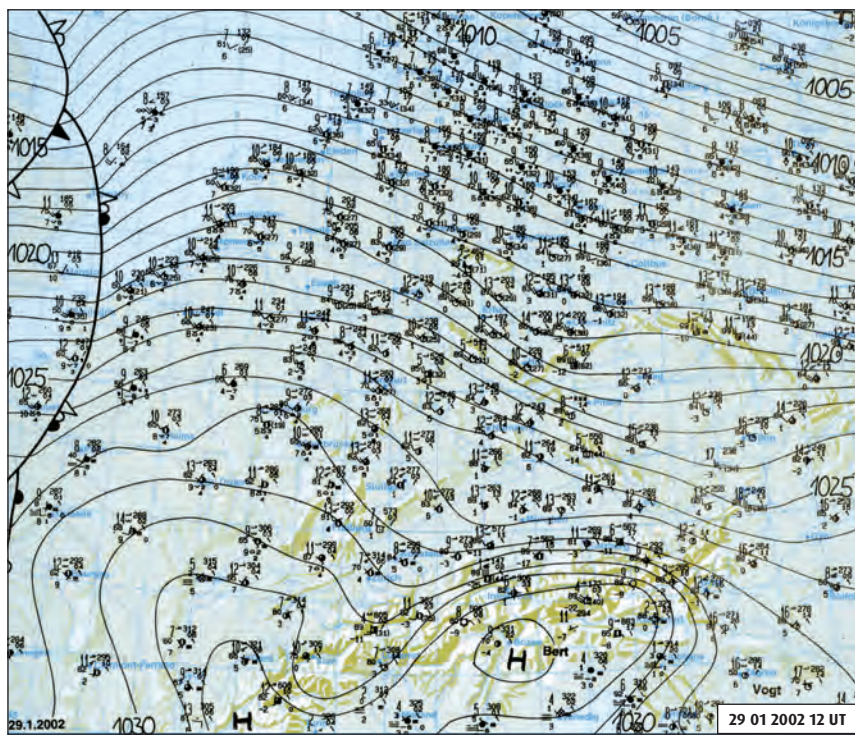
Synoptic situation over Europe  
on 24 January 1993 12 UT (according to B)

- a** - 300 hPa chart
- b** - 700 hPa chart
- c** - 850 hPa chart

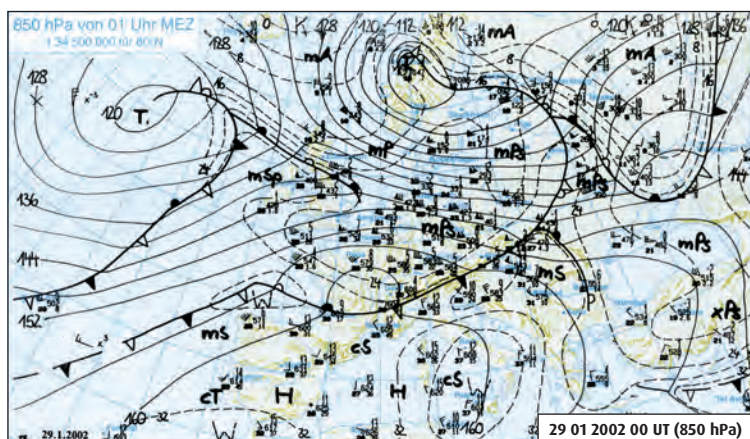




**a**



**b**



**c**

**Rycina 2.24**  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą 29 stycznia 2002 (według C)  
**a** – mapa dolna 29.01.2002 00 UT  
**b** – mapa dolna Europy Środkowej 29.01.2002 12 UT  
**c** – mapa 850 hPa 29.01.2002 00 UT

**Figure 2.24**  
 Synoptic situation over Europe on 29 January 2002 (according to C)  
**a** – surface chart 29.01.2002 00 UT  
**b** – surface chart of Central Europe 29.01.2002 12 UT  
**c** – 850 hPa chart 29.01.2002 00 UT



**Rycina 2.25**

Sytuacja synoptyczna nad Europą  
18 listopada 2004 (według C)

**a** - mapa dolna 18.11.2004 00 UT

**b** - mapa dolna Europy

Środkowej 18.11.2004 12 UT

**c** - mapa 850 hPa

18.11.2004 00 UT

**Figure 2.25**

Synoptic situation over Europe  
on 18 November 2004

(according to C)

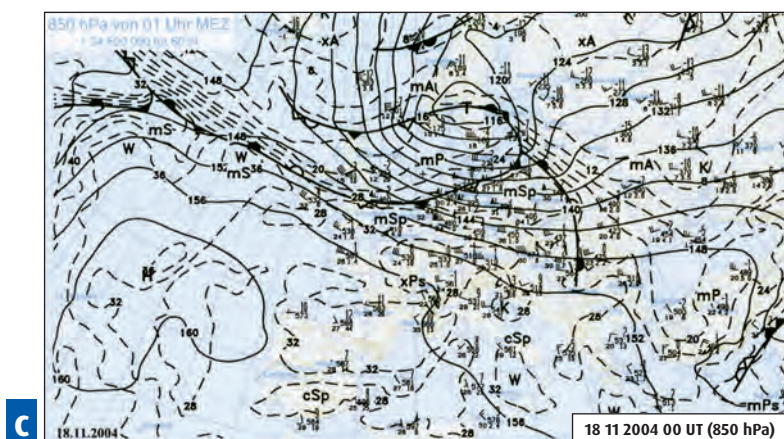
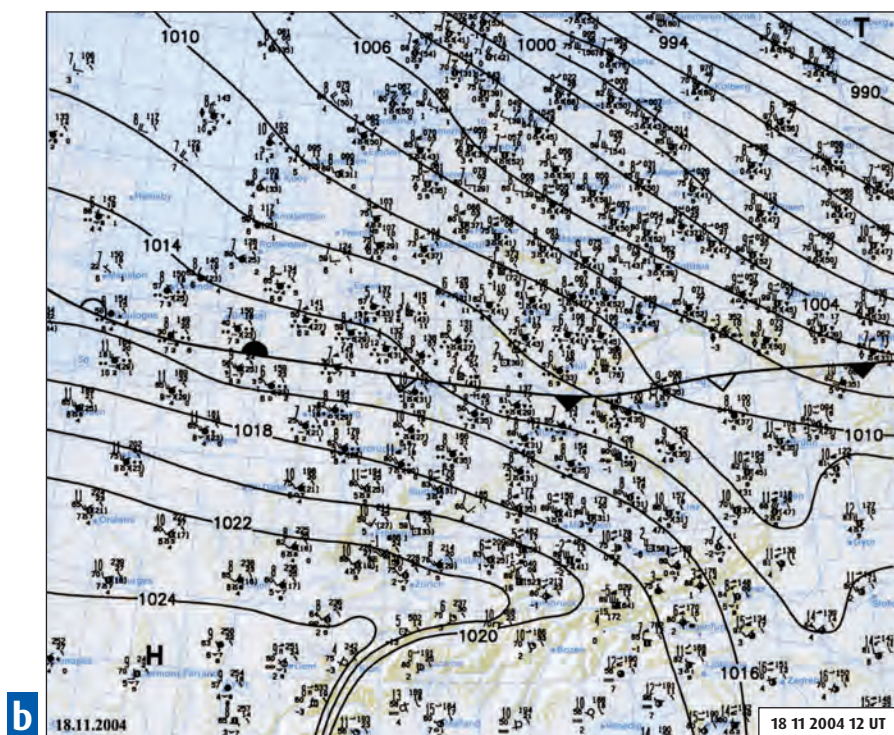
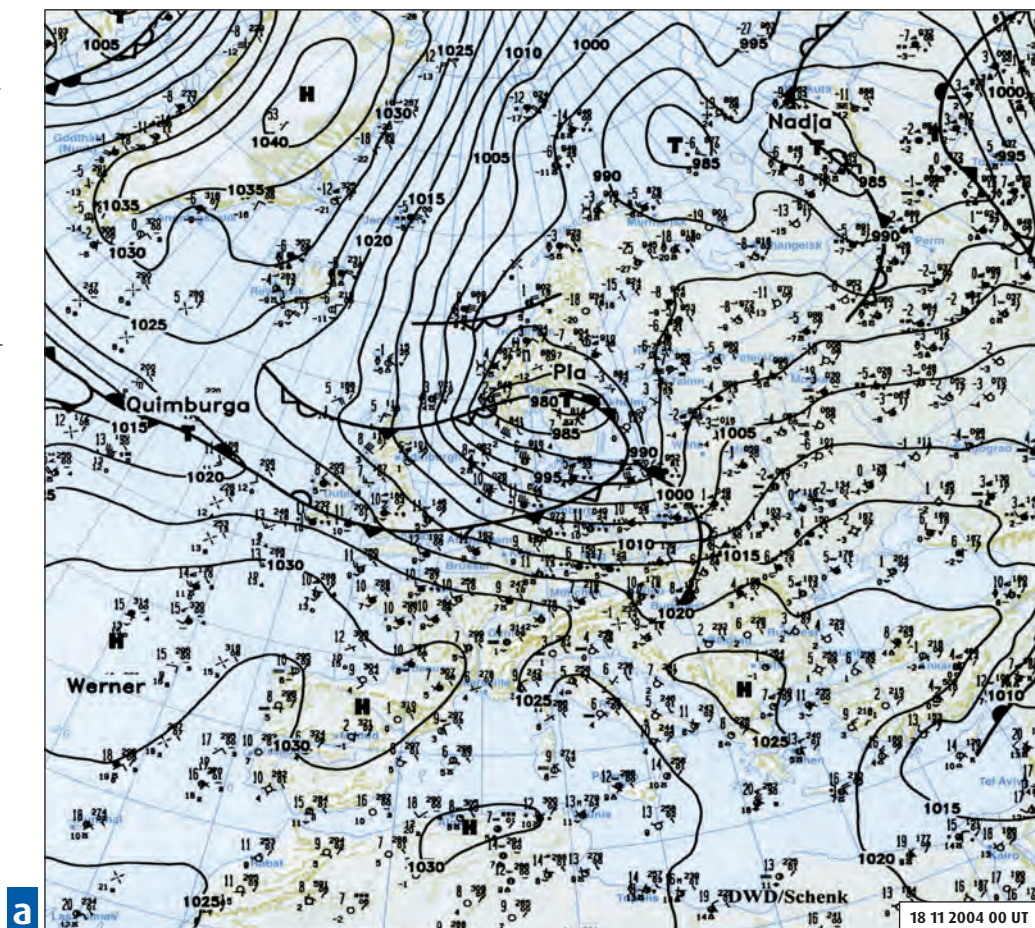
**a** - surface chart 18.11.2004 00 UT

**b** - surface map of Central

Europe 18.11.2004 12 UT

**c** - 850 hPa chart

18.11.2004 00 UT



# 3

## Temperatura powietrza

## Air temperature

W rozdziale rozpatrzono maksymalne i minimalne wartości dobowe temperatury powietrza na wszystkich stacjach synoptycznych. Analizę przeprowadzono w etapach. W pierwszym, wartości ekstremalne wyznaczono dla dwóch skrajnych pór roku: lata oraz zimy. W przypadku lata wzięto pod uwagę maksima temperatury, gdyż to właśnie one są najczęściej wykorzystywane do różnego rodzaju analiz oraz praktycznych zastosowań. W zimie z kolei rozpatrzono minimalne wartości temperatury, które zwykle są uwzględniane przy rozpatrywaniu ekstremów.

W obu przypadkach, oprócz podania wartości absolutnych, zastosowano bardzo ostre kryterium wartości ekstremalnej, uwzględniając dla każdej stacji prawdopodobieństwo wystąpienia mniejsze lub równe 0,1%. Oznacza to, że w rezultacie analizowano po 5 dni z najwyższymi temperaturami latem i 5 dni z najniższymi zimą na wszystkich stacjach.

Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu temperatury powietrza na obszarze Polski jest stosunkowo dobrze rozpoznana. Istnieje wiele prac określających wpływ cyrkulacji na temperaturę, w tym też jej wartości ekstremalne, w różnych skalach przestrzennych. Przykładowo można tu wymienić opracowania w skali Europy Środkowej lub całej Polski: Kuziemskiej (1987), Kłysika (1993, 1995), Kożuchowskiego (1994), Degirmendźića (1999, 2004), Ustrnula (2000), Kożuchowskiego i Żmudzkiej (2002), Ustrnula i Czekierdy (2002), Woyciechowskiej i Ustrnula (2006), Cebulak i Limanówki (2007). W skali lokalnej na uwagę zasługują m.in. prace: Kossowskiej-Cezak (1987, 2005), Dubickiej (1994), Piotrowicz (2005), Piotrowicz i Wypych (2006), Bąkowski (2007), Lorenc (2007), Małarzewskiego (2007) oraz Wibig (2008).

### 3.1. Maksymalna temperatura powietrza

Rycina 3.1.1 obrazuje wystąpienie absolutnych maksymalnych wartości temperatury na obszarze Polski, zanotowanych na poszczególnych stacjach w wieloleciu 1951-2006. Jak widać, pomijając obszary gór, temperatura przekroczyła 35,0°C. Najwyższą, 39,5°C, zarejestrowano w Słubicach 30 lipca 1994. Wbrew powszechnej opinii o swoistym kontynentalizmie wschodnich krańców Polski, tak wysoka temperatura maksymalna nie była tam obserwowana. Sięgała 35-36°C. Na szczególną uwagę zasługuje ocena wpływu typów cyrkulacji na kształtowanie tych maksimów. Na rycinie są widoczne obszary z absolutnymi maksimami, które wystąpiły przy tym samym typie cyrkulacji i nawet w tym

In this chapter, maximum and minimum daily air temperature values at all synoptic stations have been discussed. The analysis was carried out in several stages. In the first stage, extreme values were calculated for the two "extreme" seasons: summer and winter. In the case of summer, temperature maxima were taken into consideration, as these values are most frequently the subject of analysis, and their practical results are discussed. On the other hand, for the winter, minimum temperature values were considered; they are usually taken into consideration while calculating extremes.

In both cases, besides providing absolute values, very sharp criteria were applied, taking into account the probability of occurrence of daily values, which equals or exceeds 0.1% for each station. It means that, as a result, five days in a row with the highest temperatures in the summer and five days with the lowest temperatures in the winter were analyzed for all the stations.

The role of atmospheric circulation in the determination of air temperature in Poland has been relatively well studied. There is a body of literature on the influence of circulation on temperature, including extreme values, on a number of spatial scales. Examples include studies focused on Central Europe and others on Poland: Kuziemski (1987), Kłysik (1993, 1995), Kożuchowski (1994), Degirmendźić (1999, 2004), Ustrnul (2000), Kożuchowski and Żmudzka (2002), Ustrnul and Czekierda (2002), Woyciechowska and Ustrnul (2006), Cebulak and Limanówka (2007). Studies on a local scale include: Kossowska-Cezak (1987, 2005), Dubicka (1994), Piotrowicz (2005), Piotrowicz and Wypych (2006), Bąkowski (2007), Lorenc (2007), Małarzewski (2007), and Wibig (2008).

### 3.1. Maximum air temperature

Figure 3.1.1 presents the occurrence of absolute maximum temperatures in Poland, which were recorded at each station from 1951 to 2006. With the exception of mountainous areas, temperature values exceeded 35.0°C. The highest temperature was recorded in Słubice on July 30, 1994 at 39.5°C. Contrary to the common held opinion on the continental nature of Poland's eastern regions, such high maximum temperatures had never been recorded there before. Temperatures "merely" reached 35-36°C. Special attention should be applied to the assessment of the influence of circulation type on the formation of these maxima. Figure 3.1.1 illustrates areas with absolute maxima which had occurred along with the same circulation type and even on the same day. The circulation types in particular cases were relatively different, however, in most cases, a high pressure system

samym dniu. Typy cyrkulacji w poszczególnych przypadkach były dość różne, aczkolwiek w większości z nich dominował układ wyżowy na ogół bez wyraźnej adwekcji lub też ze wpływem z sektora południowego. Wykaz wszystkich absolutnych maksimów temperatury zawiera tabela 3.1.1, w której zamieszczono też typy cyrkulacji, jakie towarzyszyły wystąpieniu takich wartości. Podobnie też uczyniono z absolutnymi maksimami temperatury powietrza w 4 wybranych, charakterystycznych dla poszczególnych pór roku, miesiącach, tj. styczniu, kwietniu, lipcu i październiku (tab. 3.1.2). Podano też typy cyrkulacji, ale wykorzystując tylko klasyfikację Grosswetterlagen oraz Lityńskiego.

Tabela 3.1.3 zawiera daty, kiedy maksymalna temperatura powietrza w lecie przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem 1 percentyla na ponad 30% stacji, czyli na około 1/3 powierzchni kraju. Jak widać, w całym 56-letnim okresie zdarzył się jeden tylko dzień (10 sierpnia 1992), kiedy na wszystkich stacjach notowano temperaturę o takiej właśnie wartości. W efekcie sięgała ona ponad 37-38°C na znacznym obszarze Polski Środkowo-Zachodniej. Polska znajdowała się w ciepłym wycinku niżu z centrum w rejonie Morza Północnego. Nad obszar Polski napływało wówczas gorące zwrotnikowe powietrze z sektora południowego. Według kalendarza Grosswetterlagen nad Europą Zachodnią zalegała wówczas bruzda cyklonalna. Przypadek ten jest opisany szczegółowiej na rycinie 3.1.2. Widać, że wyż nad wschodnią Europą jest ciepły i należy do tzw. wysokich. Jego klin można również rozpoznać na poziomie 300 hPa. Jednocześnie na mapie topografii barycznej względnej 1000/500 hPa dobrze widoczny jest obszar tego ciepłego powietrza zalegającego właśnie nad Polską. We wspomnianej tabeli 3.1.3 dodatkowo wyróżniono jeszcze dni z maksymalną temperaturą o prawdopodobieństwie wystąpienia przekraczającym wartość 0,1 percentyla na ponad 20% stacji. Oprócz wspomnianej wyżej daty, znalazło się tam kilka innych z lata 1994 roku oraz sierpnia 1992. Analizując cyrkulację atmosferyczną w rozpatrywanych dniach, należy stwierdzić, że w większości przypadków charakteryzuje się ona wpływem z sektora południowego, występującego w rozległych ciepłych wycinkach niżów z centrum nad zachodnią lub północną Europą lub też układem wyżowym dominującym nad całą Europą Środkową (ryc. 3.1.3-3.1.5). W zasadzie we wszystkich dniach z ekstremami letnimi układy wyżowe są też widoczne na górnych poziomach. Ze względu na brak map z górnych poziomów nie można tego powiedzieć o sytuacji z 11 lipca 1959 (ryc. 3.1.6).

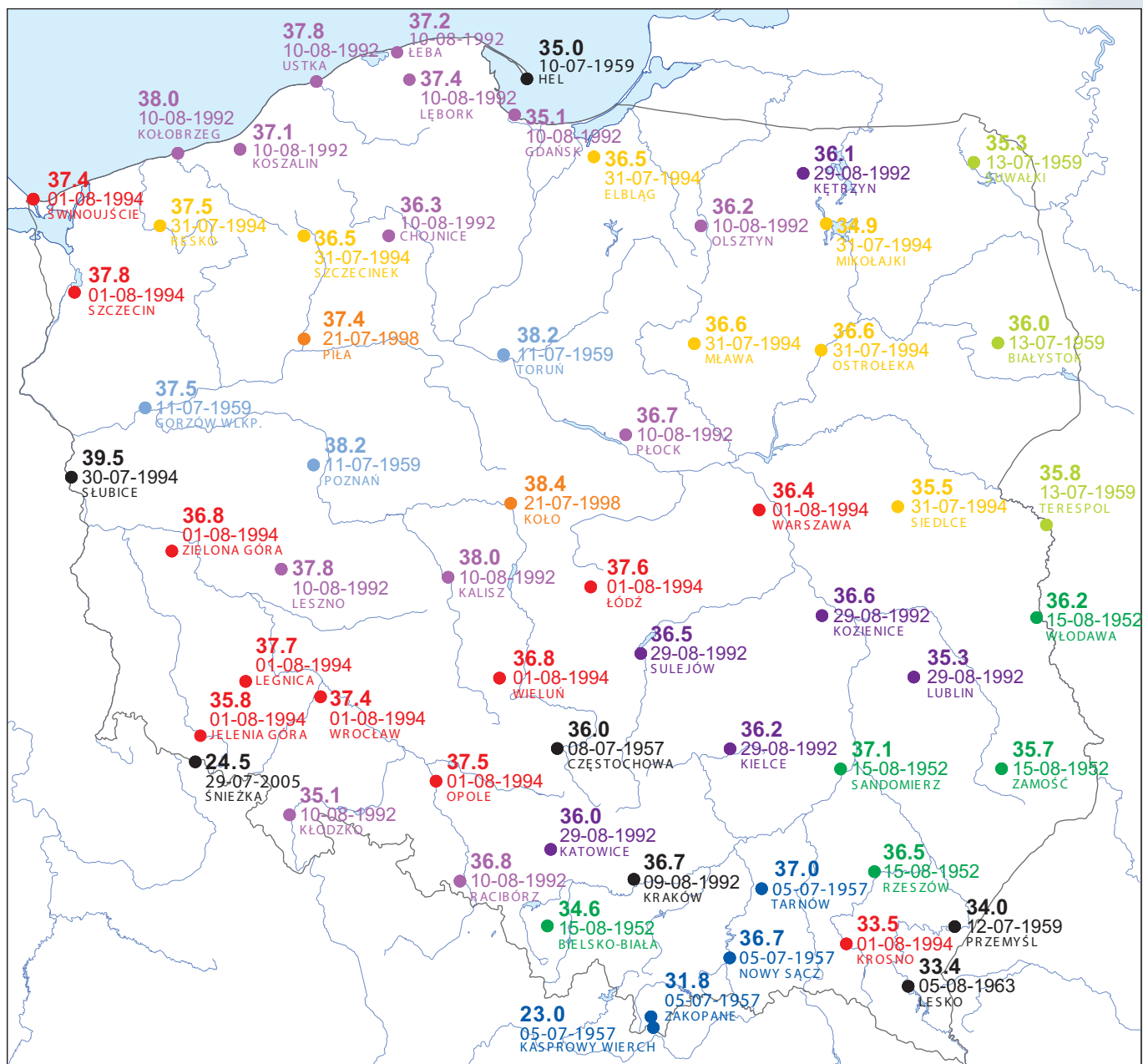
Maksymalne wartości ekstremalne temperatury to również te, które zdarzyły się zimą. Z biologicznego punktu widzenia to właśnie one powodują niekiedy istotne zaburzenia w środowisku przyrodniczym. Rycina 3.1.7 obrazuje właśnie te maksima w okresie od grudnia do lutego. Jak widać, na wielu stacjach w Polsce Zachodniej i Południowej przekroczyły one 19°C, a w Nowym Sączu i Tarnowie nawet 20°C. Większość tych ekstremalnych przypadków wystąpiło w dniach 21-25 lutego 1990 (tab. 3.1.4). Najwyższa temperatura w okresie 21-24 lutego była notowana w południowo-zachodniej Polsce, w tym przede wszystkim na



prevalled, mainly without distinct advection or with flow from the southern sector. A list of all absolute temperature maxima is included in Table 3.1.1, where circulation types for these occurrences were given. Similarly, absolute temperatures maxima were dealt with in the same way in the four selected months characteristic of each particular season i.e. January, April, July, and October (Tab. 3.1.2). Also, in this case, circulation types were given, but only the Grosswetterlagen and Lityński classification systems were taken into account.

Table 3.1.3 includes dates when maximum air temperature in the summer exceeded the temperature value occurring with a 1 percentile probability at over 30% of the stations, that is in about one third of the country. Only one such day occurred throughout the 56 year period (August 10, 1992) when each station recorded these particular temperatures. As a result, this corresponds to 37-38°C across a relatively large area of the central-western Poland. Then hot tropical air moved in over Poland from the southern sector. According to the Grosswetterlagen calendar, a cyclone trough had covered Western Europe at the time. This case is presented in a more detailed way in Figure 3.1.2. It can be seen that the high pressure system over the east of Europe is warm and belongs to the so-called high anticyclone category. Its wedge can be also recognized at a level of 300 hPa. Meanwhile, the area of this warm air covering Poland is distinctly visible on the relative baric topography map of 1000/500 hPa. In Table 3.1.3, days with maximum temperatures exceeding 0.1 percentile were highlighted, which occurred at over 20% of the stations. Except the date mentioned above, there were other dates in the summer of 1994 and August 1992. Analyzing the atmospheric circulation on the discussed days, it should be stated that in most cases, its characteristic feature is the flow from the southern sector and a dominating high pressure system over all of Central Europe (Fig. 3.1.3-3.1.5). In principle, on all days with summer extremes, high pressure patterns are also visible in the upper layers. Due to a lack of maps of the upper layers, one cannot state the same thing about the situation on July 11, 1959 (Fig. 3.1.6).

Maximum extreme temperature values are also those which occurred in winter. From a biological angle, they are values which sometimes cause significant disturbances in the environment. Figure 3.1.7 illustrates these maxima for the period from December to February. At many stations in western and southern Poland, the temperature exceeded 19°C, and in Nowy Sącz and Tarnów even 20°C. The majority of these extreme cases took place between the 21st and 25th of February 1990 (Tab. 3.1.4). The highest values for the period of the 21st-24th of February were recorded in the southwest of Poland,



Data Date	Typ cyrkulacji - Circulation type				
	GWL	LIT	OSK	TN	ZU
15-08-1952	SWz	Oc	x	SWc	Bc
05-07-1957	HM	NWc	EO	Wa	Wa
08-07-1957	Wa	So	x	Bc	Ba
10-07-1959	HM	Na	D2C	Ea	Ba
11-07-1959	TrW	Oo	x	Ca	Ba
12-07-1959	TrW	Sc	D	Ka	Bc
13-07-1959	TrW	SWc	CB	Ka	Bc
05-08-1963	TrW	SEo	x	Bc	Wa
09-08-1992	TrW	Sa	BE	Sa	Sa
10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
30-07-1994	Sa	SEa	E	Ka	Ba
31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
21-07-1998	SWz	SWo	D	SWa	SWa
29-07-2005	SWz	Eo	E2C	Ka	Ba

**Rycina 3.1.1**  
Rozkład przestrzenny absolutnych maksymalnych temperatur powietrza (°C) i towarzyszące im typy cyrkulacji

**Figure 3.1.1**  
Spatial distribution of the absolute maximum air temperature (°C) and the associated circulation types

**Tabela 3.1.1**  
Absolutne maksymalne temperatury powietrza na poszczególnych stacjach oraz towarzyszące im typy cyrkulacji

**Table 3.1.1**  
Absolute maximum air temperature at the particular stations and the associated circulation types

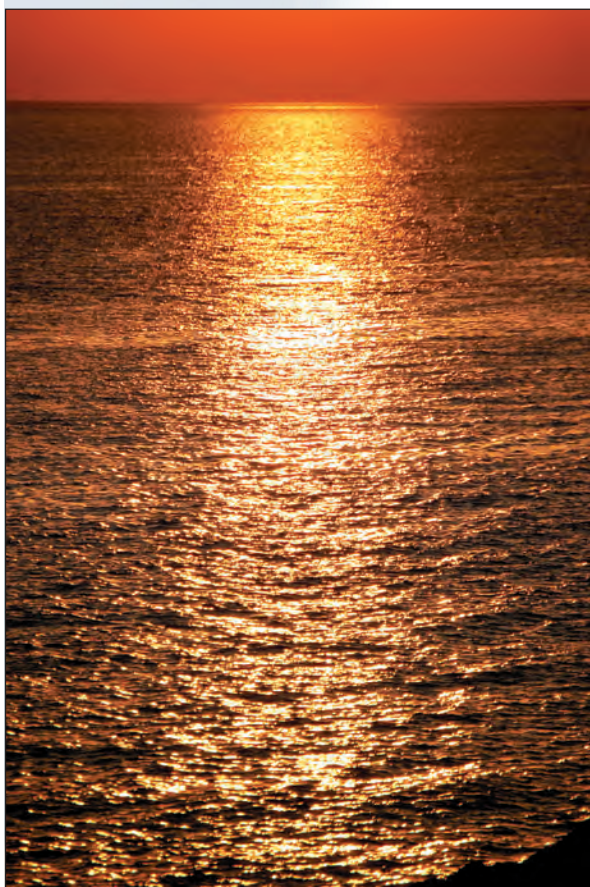
Sąsiednia strona:

**Tabela 3.1.2**  
Najwyższe maksymalne temperatury powietrza w wybranych miesiącach (°C)

Next page:

**Table 3.1.2**  
The highest maximum air temperature in the selected months (°C)

STACJA STATION	T <sub>max</sub> (°C)	Data Date	Typ cyrkulacji - Circulation type				
			GWL	LIT	OSK	TN	ZU
BIAŁYSTOK	36,0	13-07-1959	TrW	SWc	CB	Ka	Bc
BIELSKO-BIAŁA	34,6	15-08-1952	SWz	Oc	x	SWc	Bc
CHOJNICE	36,3	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
CZĘSTOCHOWA	36,0	08-07-1957	Wa	So	x	Bc	Ba
ELBLĄG	36,5	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
GDAŃSK	35,1	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
GORZÓW WLKP.	37,5	11-07-1959	TrW	Oo	x	Ca	Ba
HEL	35,0	10-07-1959	HM	Na	D2C	Ea	Ba
JELENIA GÓRA	35,8	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
KALISZ	38,0	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
KASPROWY WIERCH	23,0	05-07-1957	HM	NWc	E0	Wa	Wa
KATOWICE	36,0	29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
KĘTRZYN	36,1	29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
KIELCE	36,2	29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
KŁODZKO	35,1	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
KOŁO	38,4	21-07-1998	SWz	SWo	D	SWa	SWa
KOŁOBRZEG	38,0	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
KOSZALIN	37,1	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
KOZIENICE	36,6	29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
KRAKÓW	36,7	09-08-1992	TrW	Sa	BE	Sa	Sa
KROSNO	33,5	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
LEGNICA	37,7	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
LESKO	33,4	05-08-1963	TrW	SEo	x	Bc	Wa
LESZNO	37,8	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
LĘBORK	37,4	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
LUBLIN	35,3	29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
ŁEBA	37,2	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
ŁÓDŹ	37,6	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
MIKOŁAJKI	34,9	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
MŁAWA	36,6	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
NOWY SĄCZ	36,7	05-07-1957	HM	NWc	E0	Wa	Wa
OLSZTYN	36,2	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
OPOLE	37,5	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
OSTROŁĘKA	36,6	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
PIŁA	37,4	21-07-1998	SWz	SWo	D	SWa	SWa
PŁOCK	36,7	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
POZNAŃ	38,2	11-07-1959	TrW	Oo	x	Ca	Ba
PRZEMYŚL	34,0	12-07-1959	TrW	Sc	D	Ka	Bc
RACIBÓRZ	36,8	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
RESKO	37,5	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
RZESZÓW	36,5	15-08-1952	SWz	Oc	x	SWc	Bc
SANDOMIERZ	37,1	15-08-1952	SWz	Oc	x	SWc	Bc
SIEDLCE	35,5	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
SŁUBICE	39,5	30-07-1994	Sa	SEa	E	Ka	Ba
SULEJÓW	36,5	29-08-1992	SWz	SWc	D	SWc	SWc
SUWAŁKI	35,3	13-07-1959	TrW	SWc	CB	Ka	Bc
SZCZECIN	37,8	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
SZCZECINEK	36,5	31-07-1994	Sa	SEo	x	Ka	Ba
ŚNIEŻKA	24,5	29-07-2005	SWz	Eo	E2C	Ka	Bc
ŚWINOUJŚCIE	37,4	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
TARNÓW	37,0	05-07-1957	HM	NWc	E0	Wa	Wa
TERESPOL	35,8	13-07-1959	TrW	SWc	CB	Ka	Bc
TORUŃ	38,2	11-07-1959	TrW	Oo	x	Ca	Ba
USTKA	37,8	10-08-1992	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
WARSZAWA	36,4	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
WIELUŃ	36,8	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
WŁODAWA	36,2	15-08-1952	SWz	Oc	x	SWc	Bc
WROCLAW	37,4	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc
ZAKOPANE	31,8	05-07-1957	HM	NWc	E0	Wa	Wa
ZAMOŚĆ	35,7	15-08-1952	SWz	Oc	x	SWc	Bc
ZIELONA GÓRA	36,8	01-08-1994	Sa	SEo	x	Ka	Bc



Nr-No WMO	STACJA STATION	STYCZEŃ - JANUARY				KWIECIEŃ - APRIL				LPIEC - JULY				PAŹDZIERNIK - OCTOBER			
		T <sub>max</sub>	Data - Date	GWL	LIT	T <sub>max</sub>	Data - Date	GWL	LIT	T <sub>max</sub>	Data - Date	GWL	LIT	T <sub>max</sub>	Data - Date	GWL	LIT
12100	KOŁOBRZEG	13,6	10-01-1991	Wz	SWc	28,9	29-04-2000	Sa	Ea	35,7	21-07-1992	U	Sa	26,1	04-10-1985	SWa	SWo
12105	KOSZALIN	13,2	10-01-1991	Wz	SWc	28,2	29-04-2000	Sa	Ea	36,4	31-07-1994	Sa	SEo	27,3	04-10-1966	TrW	SWc
12115	USTKA	13,8	17-01-1993	Wa	Wo	29,4	29-04-2000	Sa	Ea	34,8	10-07-1959	HM	Na	28,0	04-10-1966	TrW	SWc
12120	ŁEBA	11,8	11-01-2005	Wz	NWa	29,0	29-04-2000	Sa	Ea	34,9	10-07-1959	HM	Na	27,6	04-10-1966	TrW	SWc
12125	ŁĘBORK	13,6	17-01-1993	Wa	Wo	32,4	24-04-1993	SEa	So	36,3	31-07-1994	Sa	SEo	27,8	04-10-1966	TrW	SWc
12135	HEL	10,4	11-01-2005	Wz	NWa	26,2	30-04-2000	Sa	Ea	35,0	10-07-1959	HM	Na	23,2	04-10-1966	TrW	SWc
12160	ELBLĄG	11,8	17-01-1993	Wa	Wo	28,5	22-04-1968	Sa	Oa	36,5	31-07-1994	Sa	SEo	26,5	04-10-1966	TrW	SWc
12185	KĘTRZYN	12,3	11-01-1991	Wz	NWo	27,5	30-04-2000	Sa	Ea	34,8	31-07-1994	Sa	SEo	25,0	04-10-1966	TrW	SWc
12195	SUWAŁKI	9,5	17-01-1993	Wa	Wo	27,2	29-04-2000	Sa	Ea	35,3	13-07-1959	TrW	SWc	24,0	05-10-1966	TrW	Nc
12200	ŚWINOUJŚCIE	13,8	10-01-1991	Wz	SWc	29,0	23-04-2000	SWz	Oo	36,1	10-07-1959	HM	Na	25,2	04-10-1985	SWa	SWo
12205	SZCZECIN	14,8	10-01-1991	Wz	SWc	30,6	22-04-1968	Sa	Oa	37,2	31-07-1994	Sa	SEo	26,7	04-10-1966	TrW	SWc
12210	RESKO	13,7	10-01-1991	Wz	SWc	30,4	22-04-1968	Sa	Oa	37,5	31-07-1994	Sa	SEo	27,2	04-10-1966	TrW	SWc
12215	SZCZECINEK	12,3	10-01-1991 17-01-1993	Wz Wa	SWc Wo	30,0	23-04-1968	Ww	Oa	36,5	31-07-1994	Sa	SEo	26,2	04-10-1966	TrW	SWc
12235	CHOJNICE	12,0	10-01-1991	Wz	SWc	28,9	23-04-1968	Ww	Oa	36,1	31-07-1994	Sa	SEo	25,9	04-10-1966	TrW	SWc
12250	TORUŃ	12,8	22-01-1993	Wz	NWc	29,9	23-04-1968	Ww	Oa	38,2	11-07-1959	TrW	Oo	28,2	04-10-1966	TrW	SWc
12270	MŁAWA	11,2	22-01-1993	Wz	NWc	27,4	29-04-2000	Sa	Ea	36,6	31-07-1994	Sa	SEo	25,6	04-10-1966	TrW	SWc
12272	OLSZTYN	12,2	11-01-1991	Wz	NWo	27,7	29-04-2000	Sa	Ea	36,1	31-07-1994	Sa	SEo	25,9	04-10-1966	TrW	SWc
12280	MIKOŁAJKI	11,5	11-01-1991	Wz	NWo	26,9	30-04-2000	Sa	Ea	34,9	31-07-1994	Sa	SEo	24,2	05-10-1966	TrW	Nc
12285	OSTROŁEKA	12,0	11-01-1991	Wz	NWo	29,2	30-04-1977	TrW	So	36,6	31-07-1994	Sa	SEo	25,7	04-10-1966	TrW	SWc
12295	BIALYSTOK	11,3	11-01-1991	Wz	NWo	27,8	30-04-2000	Sa	Ea	36,0	13-07-1959	TrW	SWc	25,4	05-10-1966	TrW	Nc
12300	GORZÓW WLKP.	13,8	10-01-1991	Wz	SWc	30,3	23-04-1968	Ww	Oa	37,5	11-07-1959	TrW	Oo	28,7	04-10-1966	TrW	SWc
12310	SŁUBICE	15,2	10-01-1991	Wz	SWc	30,9	23-04-1968	Ww	Oa	39,5	30-07-1994 18-07-1978	Sa SEa NWz NWo		28,6	04-10-1966	TrW	SWc
12330	POZNAŃ	13,4	22-01-1993 28-01-2002	Wz Wz	NWc Wc	29,9	23-04-1968	Ww	Oa	38,2	11-07-1959	TrW	Oo	27,9	04-10-1966	TrW	SWc
12345	KOŁO	13,8	11-01-1991	Wz	NWo	29,2	23-04-1968	Ww	Oa	38,4	21-07-1992	U	Sa	26,7	04-10-1966	TrW	SWc
12360	PŁOCK	12,7	22-01-1993	Wz	NWc	29,1	30-04-1977	TrW	So	36,6	11-07-1959	TrW	Oo	26,7	04-10-1966	TrW	SWc
12375	WARSZAWA	13,8	12-01-1993	Wz	Wc	28,2	30-04-1977	TrW	So	35,9	30-07-1994	Sa	SEa	25,9	05-10-1966	TrW	Nc
12385	SIEDLCE	12,0	22-01-1993	Wz	NWc	28,0	30-04-1977	TrW	So	35,5	31-07-1994	Sa	SEo	26,0	05-10-1966 06-10-1968	TrW HNz	Nc NWa
12399	TERESPOL	11,5	22-01-1993	Wz	NWc	28,5	24-04-1968	NWz	NWo	35,8	13-07-1959	TrW	SWc	26,3	06-10-1966	HFa	Ea
12400	ZIELONA GÓRA	14,6	10-01-1991	Wz	SWc	30,4	23-04-1968	Ww	Oa	36,6	11-07-1959	TrW	Oo	27,6	04-10-1966	TrW	SWc
12415	LEGNICA	16,8	17-01-1993	Wa	Wo	29,4	23-04-1968	Ww	Oa	37,3	31-07-1994	Sa	SEo	28,2	05-10-1966	TrW	Nc
12418	LESZNO	15,8	10-01-1991	Wz	SWc	30,0	23-04-1968	Ww	Oa	37,0	31-07-1994	Sa	SEo	27,5	04-10-1966	TrW	SWc
12424	WROCŁAW	15,3	12-01-1993	Wz	Wc	29,5	23-04-1968	Ww	Oa	37,1	31-07-1994	Sa	SEo	28,1	05-10-1966	TrW	Nc
12435	KALISZ	13,8	17-01-1993	Wa	Wo	29,0	23-04-1968	Ww	Oa	36,9	11-07-1959	TrW	Oo	27,2	07-10-1966	HFa	SEa
12455	WIELUŃ	13,4	12-01-1993	Wz	Wc	28,5	30-04-1977	TrW	So	36,4	29-07-2005	SWz	Eo	26,3	06-10-1966 07-10-1966	HFa HFa	Ea SEa
12465	ŁÓDŹ	12,8	17-01-1993	Wa	Wo	28,2	23-04-1968	Ww	Oa	37,3	30-07-1994	Sa	SEa	25,9	04-10-1966 05-10-1966	TrW TrW	SWc Nc
12469	SULEJÓW	14,0	12-01-1993	Wz	Wc	28,0	30-04-1977	TrW	So	36,5	29-07-2005	SWz	Eo	26,0	07-10-1966	HFa	SEa
12495	LUBLIN	12,0	17-01-1993	Wa	Wo	28,6	24-04-1968	NWz	NWo	35,1	13-07-1959 08-07-1964	TrW Wz	SWc SWc	26,6	07-10-1966	HFa	SEa
12497	WŁODAWA	11,7	08-01-1994	Sz	SWc	27,4	24-04-1968	NWz	NWo	36,2	13-07-1959	TrW	SWc	27,1	06-10-1966	HFa	Ea
12500	JELENIA GÓRA	17,0	17-01-1993	Wa	Wo	28,8	23-04-1968	Ww	Oa	35,4	30-07-1994	Sa	SEa	27,7	04-10-1985	SWa	SWo
12510	ŚNIEŻKA	10,5	11-01-1998	SWa	Wa	18,2	23-04-1968	Ww	Oa	24,5	29-07-2005	SWz	Eo	18,1	05-10-1966	TrW	Nc
12520	KŁODZKO	15,1	12-01-1993	Wz	Wc	27,8	23-04-1968	Ww	Oa	34,8	27-07-1983	TrW	Na	24,8	01-10-1956	SWz	Wo
12530	OPOLE	14,0	08-01-2005	Wz	Wc	28,5	23-04-1968	Ww	Oa	36,9	31-07-1994	Sa	SEo	26,8	05-10-1966	TrW	Nc
12540	RACIBÓRZ	14,2	31-01-1971	TrW	SEc	28,4	28-04-1969	TrW	So	35,7	31-07-1994	Sa	SEo	26,6	06-10-1966	HFa	Ea
12550	CZĘSTOCHOWA	13,4	12-01-1993	Wz	Wc	28,2	30-04-1977	TrW	So	36,0	08-07-1957	Wa	So	27,0	07-10-1966	HFa	SEa
12560	KATOWICE	14,7	31-01-1971	TrW	SEc	28,1	30-04-1977	TrW	So	35,7	08-07-1957	Wa	So	26,6	03-10-2001	SWz	Wc
12566	KRAKÓW	16,6	08-01-1994	Sz	SWc	29,2	30-04-1977	TrW	So	35,7	05-07-1957	HM	NWc	27,1	03-10-2001	SWz	Wc
12570	KIELCE	13,4	12-01-1993	Wz	Wc	27,9	24-04-1968	NWz	NWo	35,0	05-07-1957	HM	NWc	26,3	07-10-1966	HFa	SEa
12575	TARNÓW	15,5	07-01-1999	SWa	NWc	28,2	24-04-1968 30-04-2003	NWz SWz	NWo SWo	37,0	05-07-1957 14-07-2000	HM TrM	NWc NWc	27,6	02-10-1956	SWz	Wc
12580	RZESZÓW	12,7	19-01-1975	SWz	Oo	28,3	24-04-1968	NWz	NWo	35,6	05-07-1957	HM	NWc	25,6	14-10-2000	Sa	So
12585	SANDOMIERZ	13,3	13-01-1963	HNa	NEa	28,3	24-04-1968	NWz	NWo	35,9	25-07-1963	TrW	SWo	25,4	02-10-1956	SWz	Wc
12595	ZAMOŚĆ	13,6	08-01-1994	Sz	SWc	28,3	24-04-1968	NWz	NWo	35,7	13-07-1959	TrW	SWc	25,6	06-10-1966	HFa	Ea
12600	BIELSKO BIAŁA	15,0	08-01-1994	Sz	SWc	28,0	30-04-2003	SWz	SWo	34,6	05-07-1957	HM	NWc	26,4	14-10-2000	Sa	So
12625	ZAKOPANE	14,9	11-01-1991	Wz	NWo	24,3	30-04-2003	SWz	SWo	31,8	05-07-1957	HM	NWc	26,3	14-10-2000	Sa	So
12650	KASPROWY WIERCH	7,2	15-01-1975	SWa	SWo	14,2	23-04-1968 23-04-1962	Ww Sa	Oa Oa	23,0	05-07-1957	HM	NWc	16,8	11-10-1995	SWa	NWa
12660	NOWY SĄCZ	15,8	08-01-1994	Sz	SWc	28,4	30-04-2003	SWz	SWo	36,7	05-07-1957	HM	NWc	28,2	14-10-2000	Sa	So
12690	LESKO	13,5	19-01-1975	SWz	Oo	28,0	30-04-1977	TrW	So	33,2	26-07-1963	HB	No	26,8	05-10-1966	TrW	Nc
12695	PRZEMYŚL	14,4	08-01-1994	Sz	SWc	29,4	24-04-1968	NWz	NWo	34,0	12-07-1959	TrW	Sc	27,0	05-10-1966	TrW	Nc

Maksymalna temperatura powietrza / Maximum air temperature

**Tabela 3.1.3**

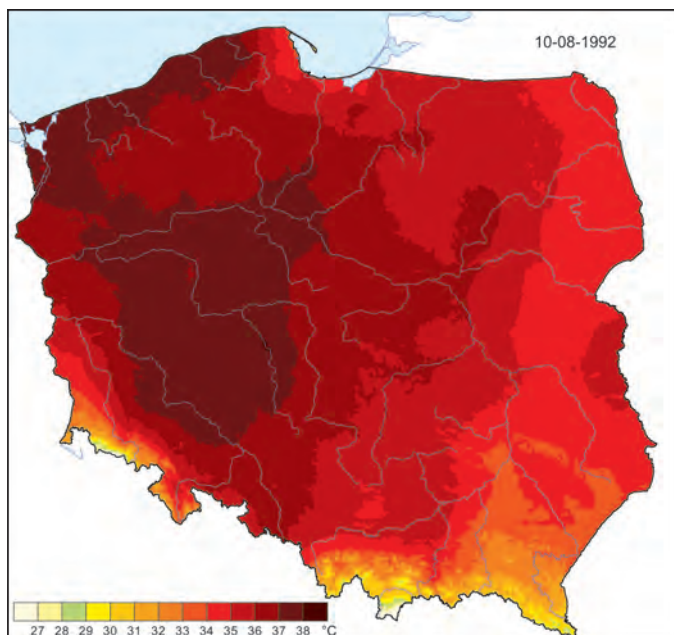
Daty, kiedy temperatura maksymalna powietrza w lecie (VI-VIII) przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem  $p=1\%$  na ponad 30% stacji (wyróżniono daty z maksymalnymi temperaturami przekraczającymi wartość występującą z prawdopodobieństwem  $p=0.1\%$  na ponad 20% stacji)

**Table 3.1.3**

Dates when the maximum air temperature in summer (June-August) exceeded the value with probability  $p=1\%$  at over 30% stations (dates with maximum temperature exceeded the value with probability  $p=0.1\%$  at over 20% stations in bold)



Data Date $T_{max}$	Liczebność stacji Station percentage %	Typ cyrkulacji Circulation type	
		GWL	LIT
<b>10-08-1992</b>	<b>100</b>	TrW	SWc
29-07-1994	95	BM	Ea
<b>31-07-1994</b>	<b>93</b>	Sa	SEo
<b>30-07-1994</b>	<b>92</b>	Sa	SEa
<b>01-08-1994</b>	<b>92</b>	Sa	SEo
<b>09-08-1992</b>	<b>86</b>	TrW	Sa
<b>12-07-1959</b>	<b>80</b>	TrW	Sc
25-07-1963	80	TrW	SWo
04-08-1963	80	TrW	Ec
28-07-1994	80	BM	Oa
21-07-1998	80	SWz	SWo
<b>11-07-1959</b>	<b>78</b>	TrW	Oo
27-07-1994	75	BM	Sa
<b>29-08-1992</b>	<b>74</b>	SWz	SWc
26-07-1994	72	BM	Sa
22-06-2000	71	TrM	SWc
24-07-1963	69	TrW	So
16-08-1989	66	SWa	SWa
24-07-1988	64	BM	So
10-07-1959	63	HM	Na
02-08-1994	62	Sa	SEo
03-08-1963	61	HFa	SEo
05-07-1957	54	HM	NWc
07-08-1963	54	TrW	Sc
06-08-1994	54	HNa	Na
13-08-1952	53	SWz	Wo
28-08-1992	51	SWz	SWo
05-08-1963	48	TrW	SEo
07-08-1952	47	Wz	Oc
29-07-2005	47	SWz	Eo
21-07-2006	47	BM	Sa
08-08-1992	46	TrW	Oa
21-06-2000	46	HM	SWo
28-07-2005	46	SWz	Oo
06-08-1952	43	BM	So
07-08-1971	43	SWa	SWa
05-07-1999	43	SWz	So
08-07-1957	42	Wa	So
10-07-2002	42	SWz	SEo
13-07-1959	41	TrW	SWc
28-06-1963	41	TrW	Eo
20-07-2006	39	BM	Ea
27-07-1983	38	TrW	Na
29-06-1994	38	BM	Oa
29-06-1997	38	TrW	SEc
14-08-1952	37	SWz	Wo
15-07-2001	37	TrW	So
21-07-1992	36	U	Sa
03-08-1992	36	Wa	SWo
30-08-1992	36	Wz	SWc
13-08-2003	35	HNa	NWo
11-07-1984	34	TrW	SWa
07-06-1998	34	SWz	Sc
26-07-1963	33	HB	No
14-06-1964	33	Wz	So
22-07-1995	33	Wa	Wc
22-07-1998	33	SWz	SWa
30-07-2005	33	SWz	Oc
17-08-1974	31	TrW	NWa



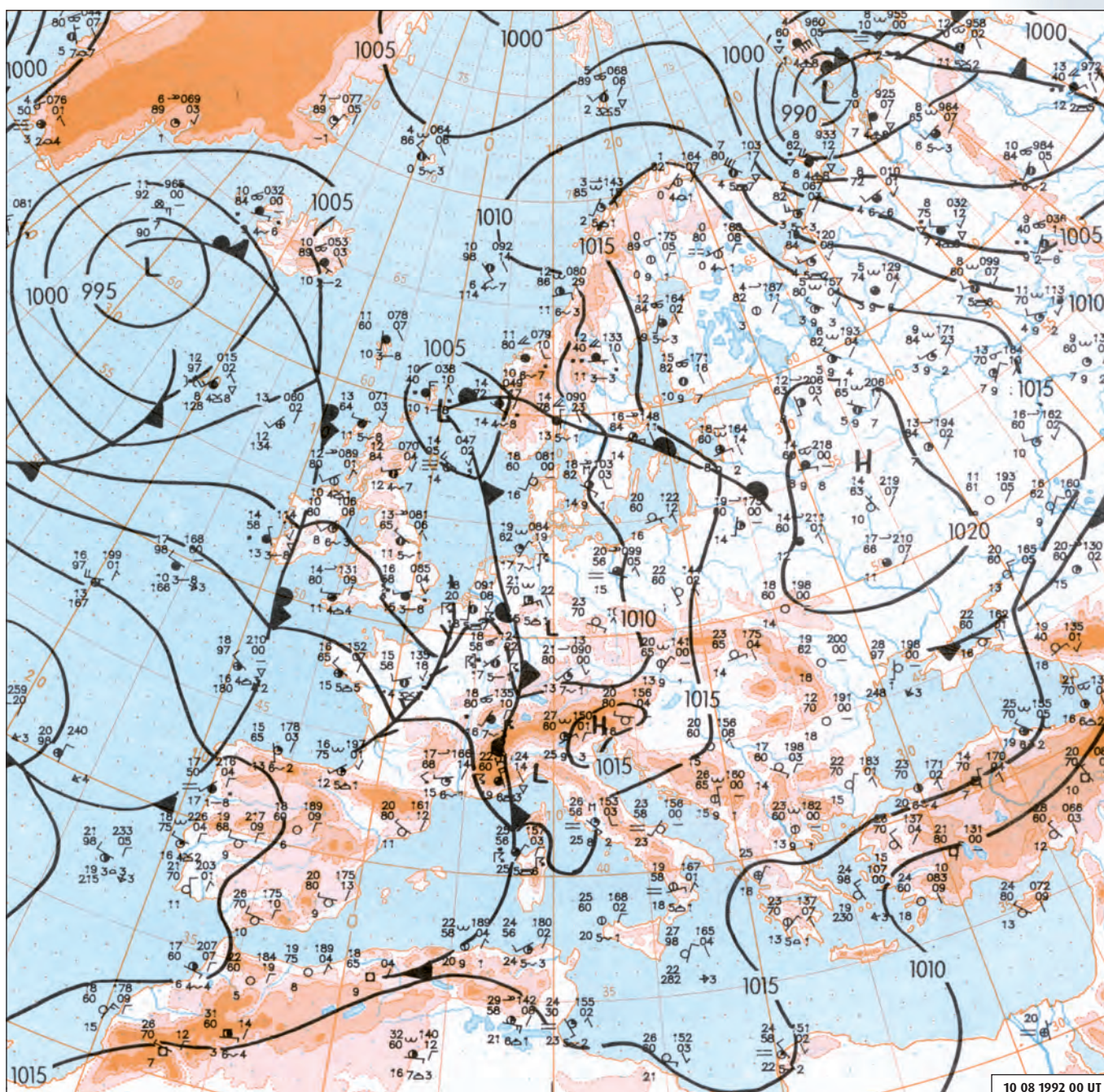
**a**

**Rycina 3.1.2**

**a** – Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 10 sierpnia 1992  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** – mapa dolna 10.08.1992 00 UT

**Figure 3.1.2**

**a** – Maximum air temperature in Poland on 10 August 1992  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** – surface chart 10.08.1992 00 UT



10 08 1992 00 UT **b**

Typ cyrkulacji - Circulation type					
09-08-1992	GWL - TrW	LIT - Sa	OSK - BE	TN - Sa	ZU - Sa
10-08-1992	GWL - TrW	LIT - SWc	OSK - BE	TN - Sc	ZU - SWc

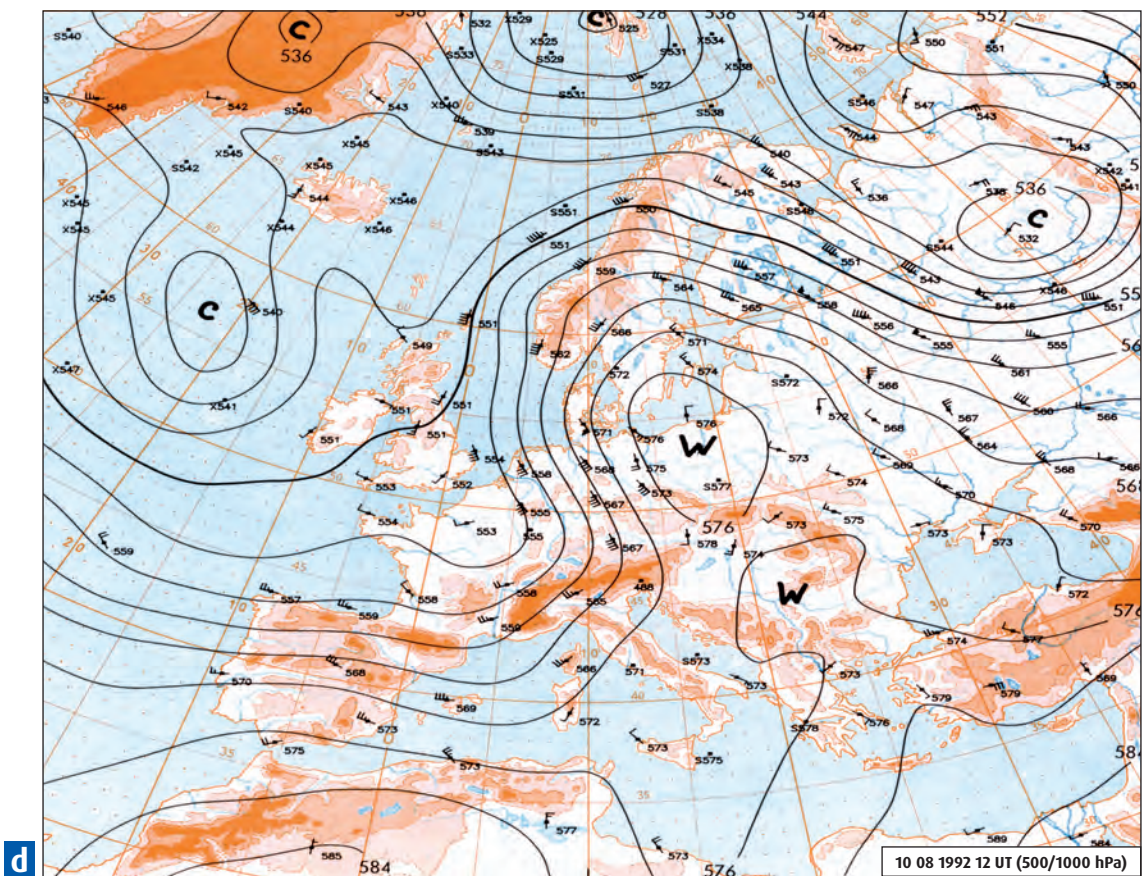
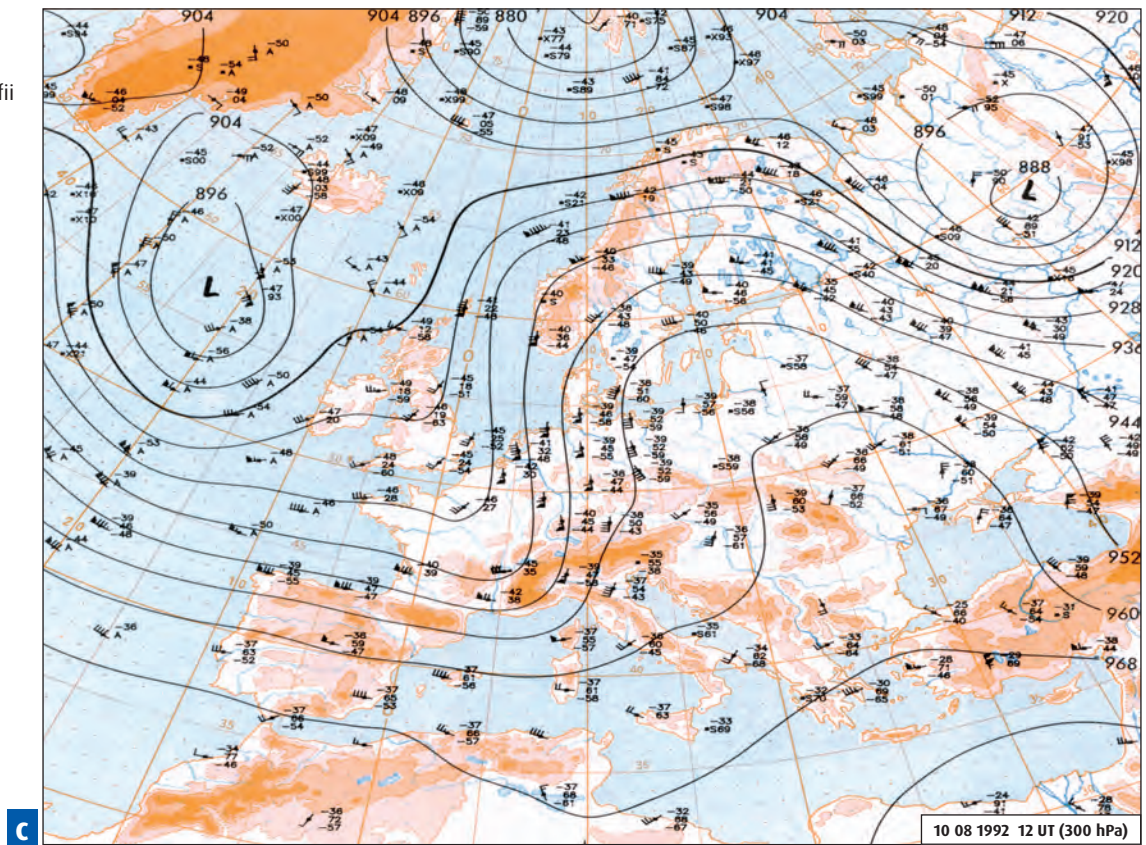
Maksymalna temperatura powietrza / Maximum air temperature

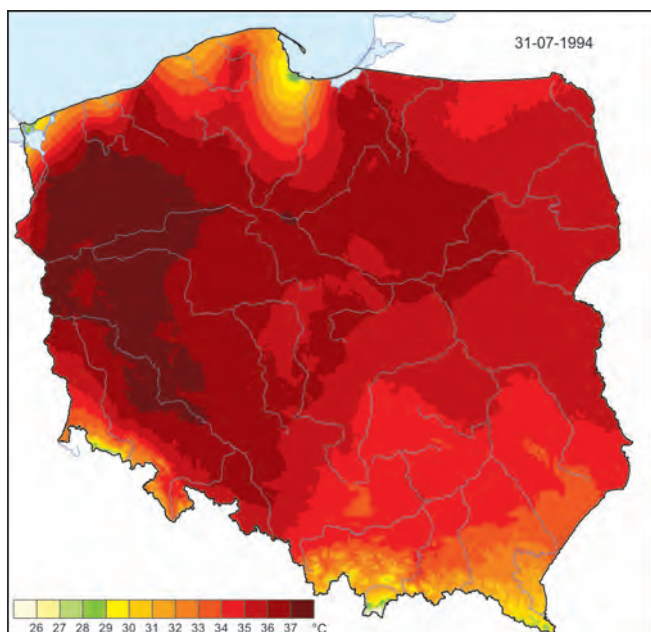
**Rycina 3.1.2**

**c** - mapa 300 hPa  
10.08.1992 12 UT  
**d** - mapa względnej topografii  
barycznej 500/1000 hPa  
10.08.1992 12 UT

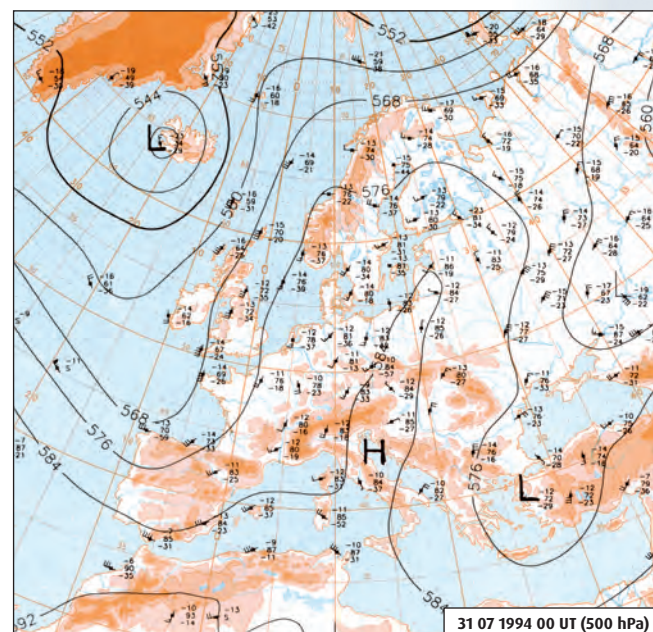
**Figure 3.1.2**

**c** - 300 hPa chart  
10.08.1992 12 UT  
**d** - thickness chart  
500/1000 hPa  
10.08.1992 12 UT

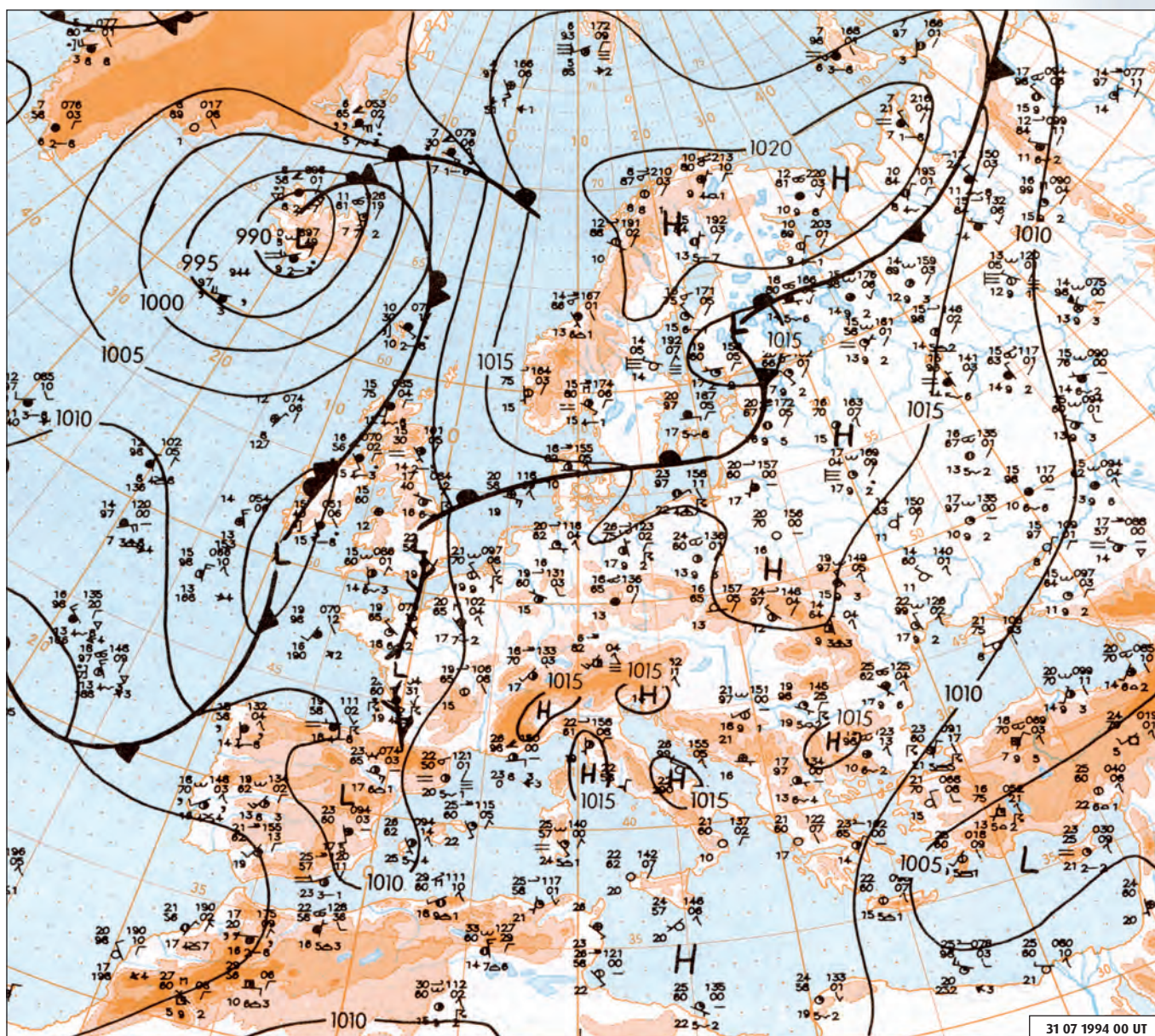




**Rycina 3.1.3**  
**a** - Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 31 lipca 1994  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa 500 hPa 31.07.1994 00 UT  
**c** - mapa dolna 31.07.1994 00 UT

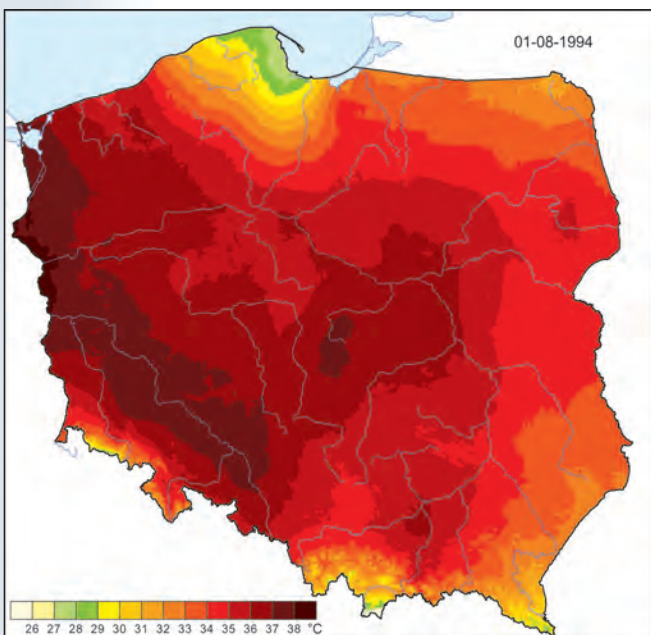


**Figure 3.1.3**  
**a** - Maximum air temperature in Poland on 31 July 1994  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - 500 hPa chart 31.07.1994 00 UT  
**c** - surface chart 31.07.1994 00 UT

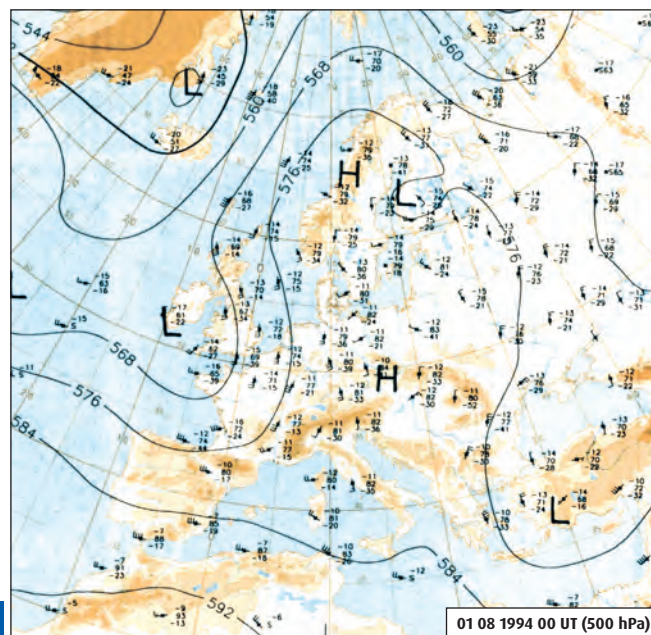


Typ cyrkulacji - Circulation type					
30-07-1994	GWL - Sa	LIT - SEa	OSK - E	TN - Ka	ZU - Ba
31-07-1994	GWL - Sa	LIT - SEo	OSK - x	TN - Ka	ZU - Ba

Maksymalna temperatura powietrza / Maximum air temperature



**a**



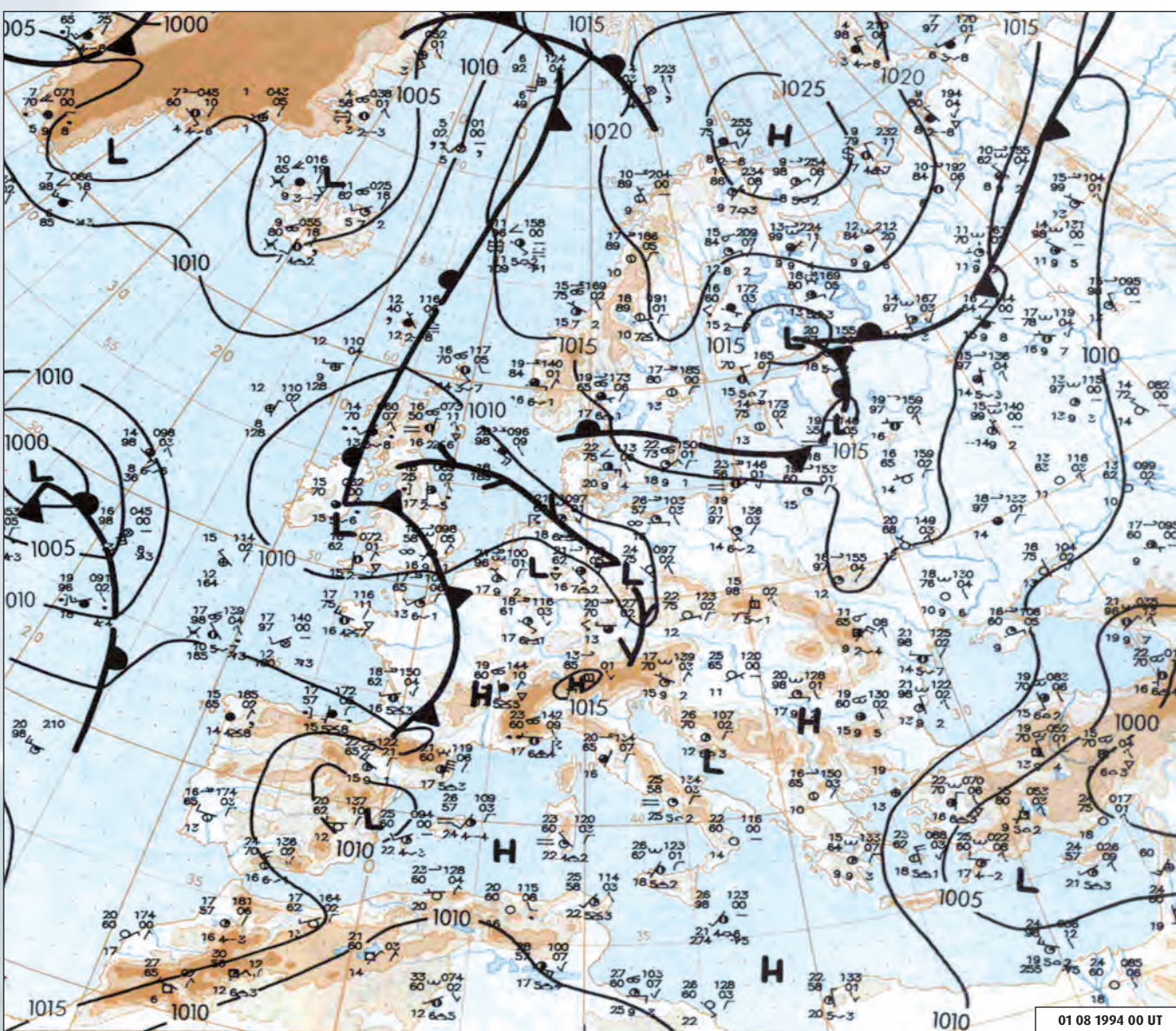
**b**

**Rycina 3.1.4**

**a** – Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 1 sierpnia 1994  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** – mapa 500 hPa 01.08.1994 00 UT  
**c** – mapa dolna 01.08.1994 00 UT

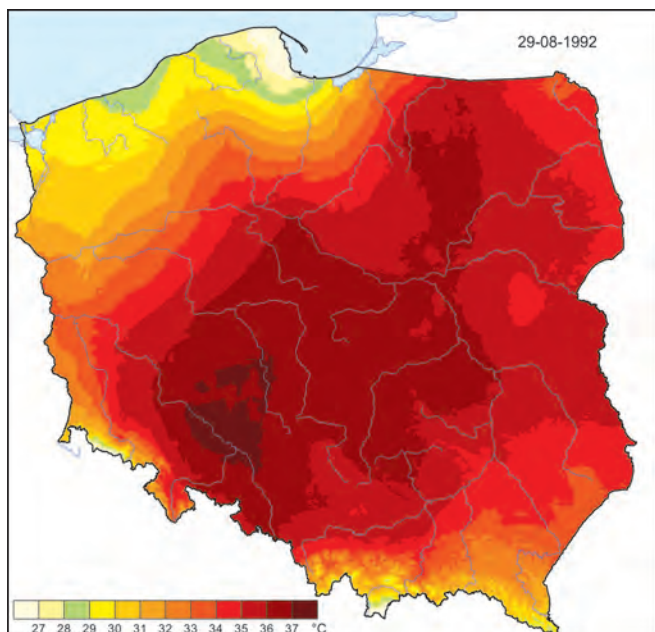
**Figure 3.1.4**

**a** – Maximum air temperature in Poland on 1 August 1994  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** – 500 hPa chart 01.08.1994 00 UT  
**c** – surface chart 01.08.1994 00 UT

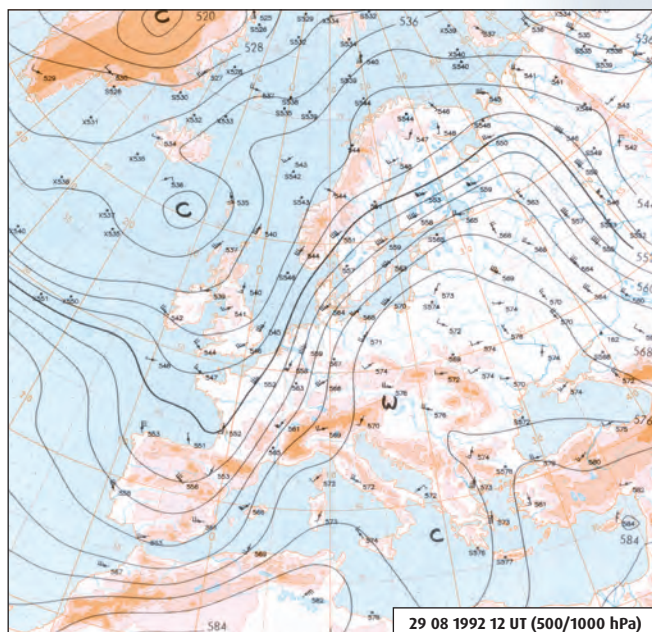


**c**

Typ cyrkulacji - Circulation type					
31-07-1994	GWL - Sa	LIT - SEo	OSK - x	TN - Ka	ZU - Ba
01-08-1994	GWL - Sa	LIT - SEo	OSK - x	TN - Ka	ZU - Bc



**a**



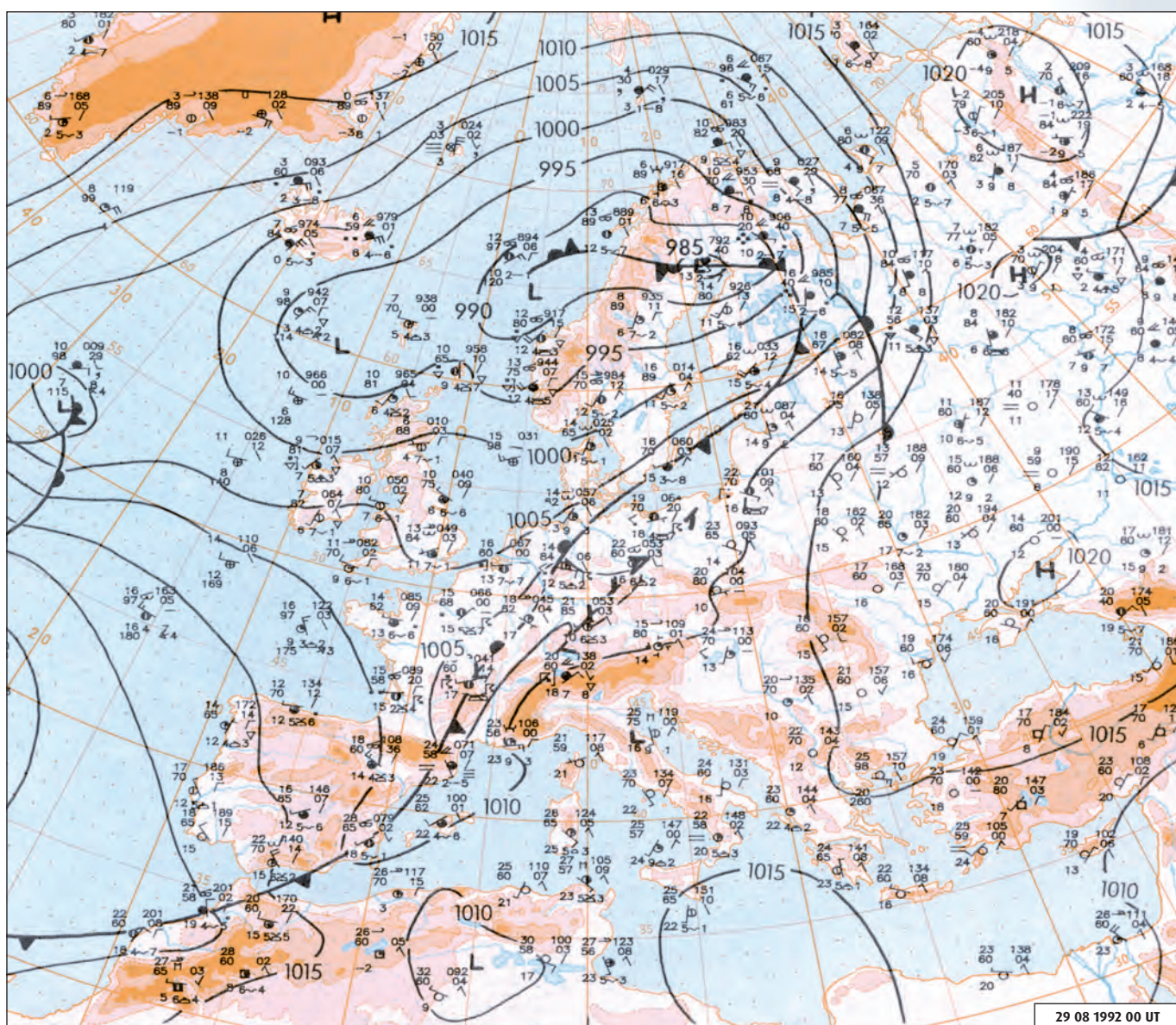
**b**

**Rycina 3.1.5**

**a** - Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 29 sierpnia 1992  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa względnej topografii barycznej 500/1000 hPa 29.08.1992 12 UT  
**c** - mapa dolna 29.08.1992 00 UT

**Figure 3.1.5**

**a** - Maximum air temperature in Poland on 29 August 1992  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - thickness chart 500/1000 hPa 29.08.1992 12 UT  
**c** - surface chart 29.08.1992 00 UT



**c**

**Typ cyrkulacji - Circulation type**

28-08-1992	GWL - SWz	LIT - SWo	OSK - D	TN - SWc	ZU - Sc
29-08-1992	GWL - SWz	LIT - SWc	OSK - D	TN - SWc	ZU - SWc

Maksymalna temperatura powietrza / Maximum air temperature

**Rycina 3.1.6**

**a** - Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 11 lipca 1959  
Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)

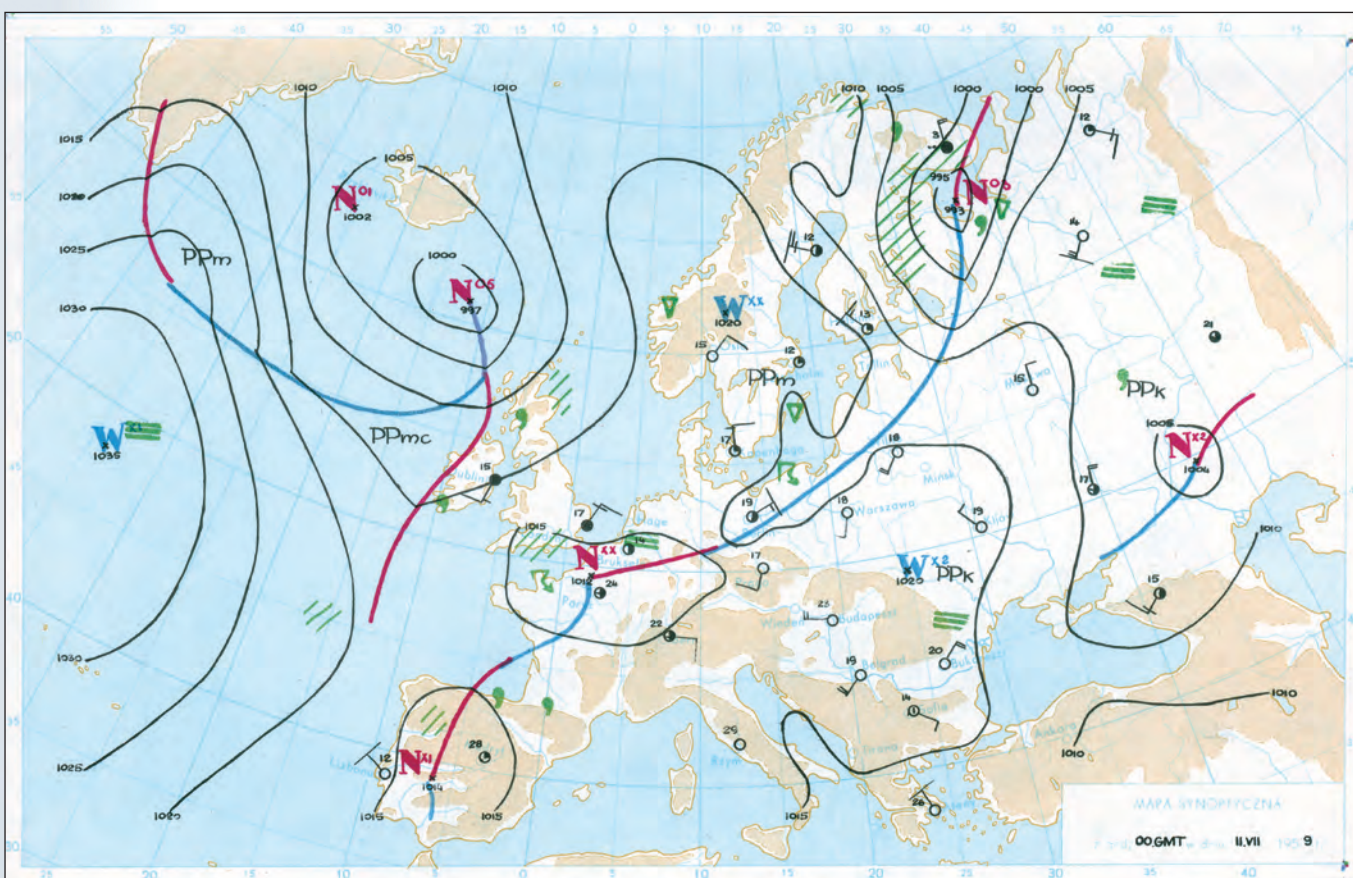
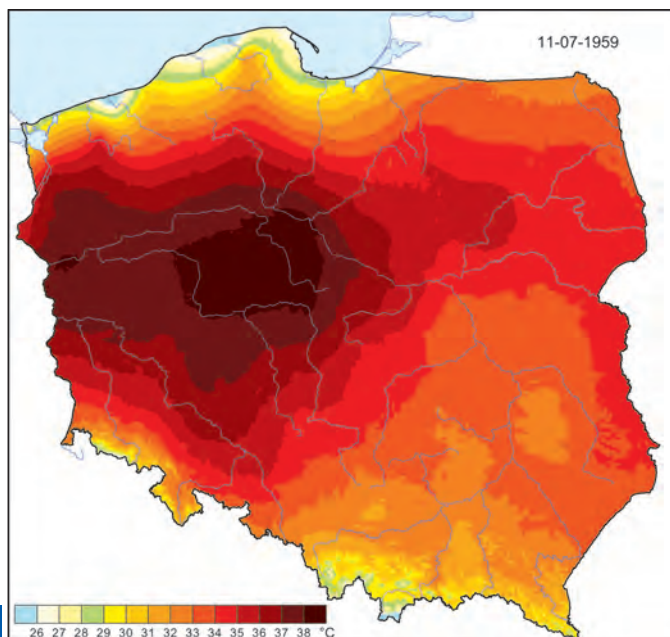
**b** - mapa dolna 11.07.1959 00 UT

**Figure 3.1.6**

**a** - Maximum air temperature in Poland on 11 July 1959

Synoptic situation over Europe (according to A)

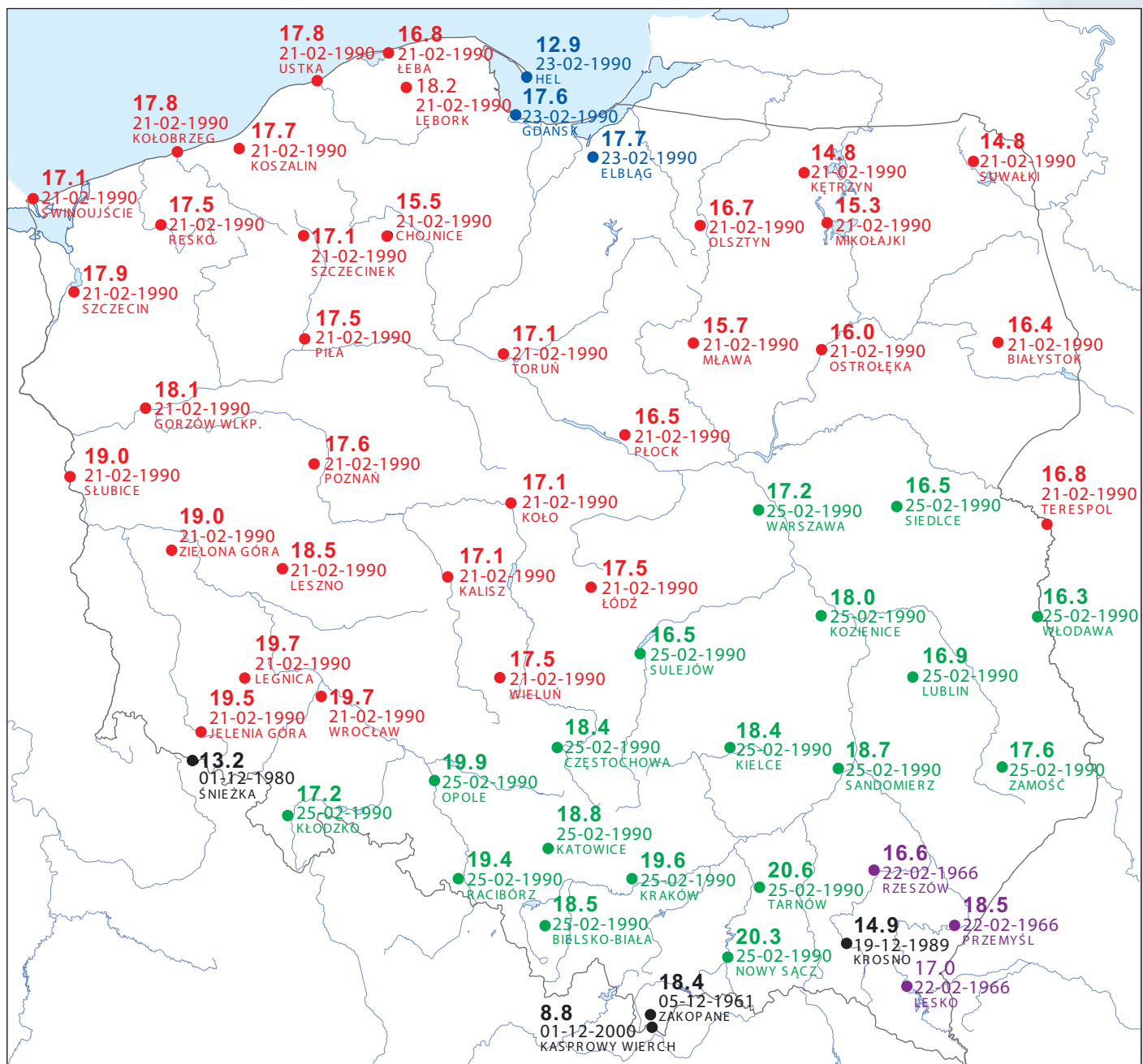
**b** - surface chart 11.07.1959 00 UT



**Typ cyrkulacji - Circulation type**

10-07-1959	GWL - HM	LIT - Na	OSK - D2C	TN - Ea	ZU - Ba
11-07-1959	GWL - TrW	LIT - Oo	OSK - x	TN - Ca	ZU - Ba





**Rycina 3.1.7**  
Absolutne maksymalne temperatury powietrza (°C) w zimie (XII-II)

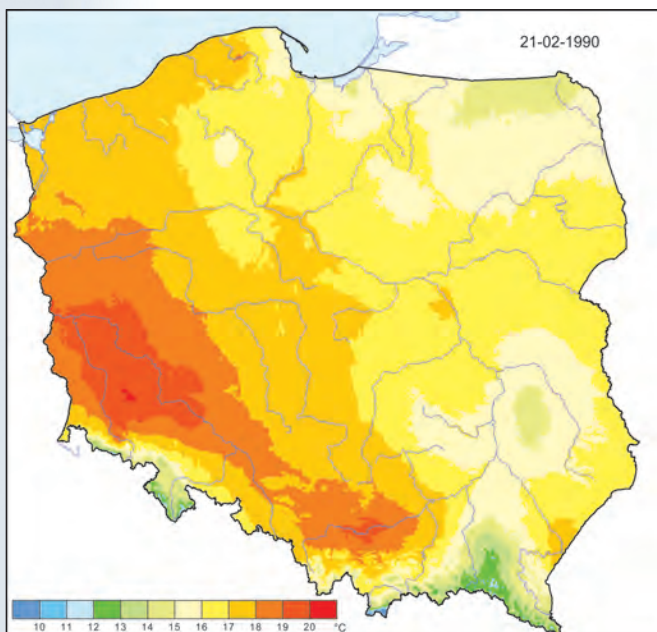
**Figure. 3.1.7**  
Absolute maximum air temperature (°C) in winter (December - February)

Data Date	Typ cyrkulacji - Circulation type				
	GWL	LIT	OSK	TN	ZU
05-12-1961	SWz	SWc	CB	Wc	Wc
22-02-1966	SWz	Sc	D	SWc	Wc
01-12-1980	NEz	Wa	C2D	NEa	NEa
19-12-1989	Wz	SWc	D	Bc	Wc
21-02-1990	SWa	Wa	D2C	SWa	SWa
23-02-1990	SWa	NWa	D2C	Ca	NWa
25-02-1990	Wz	Wo	A	Wa	Wa
01-12-2000	SWa	SWa	E1	SWa	Ba

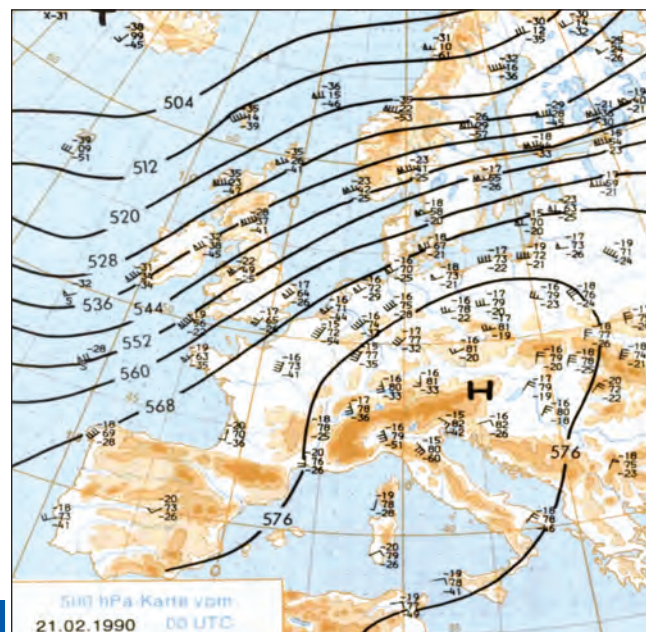
Data Date	Liczba stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
21-02-1990	85	SWa	Wa	D2C	SWa	SWa
25-02-1990	70	Wz	Wo	A	Wa	Wa
23-02-1990	54	SWa	NWa	D2C	Ca	NWa
05-12-1961	34	SWz	SWc	CB	Wc	Wc
24-02-1990	33	SWa	NWa	D2C	Wa	Wa
19-12-1989	23	Wz	SWc	D	Bc	Wc

**Tabela 3.1.4**  
Daty, kiedy temperatura maksymalna powietrza w zimie (XII-II) przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem p=0,1% na ponad 20% stacji

**Table 3.1.4**  
Dates when the maximum air temperature in winter (December-February) exceeded the value with the probability p=0.1% at over 20% stations



**a**



**b**

**Rycina 3.1.8**

Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 21-25 lutego 1990

**A - 21.02.1990**

**a** - Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 21 lutego 1990  
Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)

**b** - mapa 500 hPa 21.02.1990 00 UT

**c** - mapa dolna 21.02.1990 00 UT

**Figure 3.1.8**

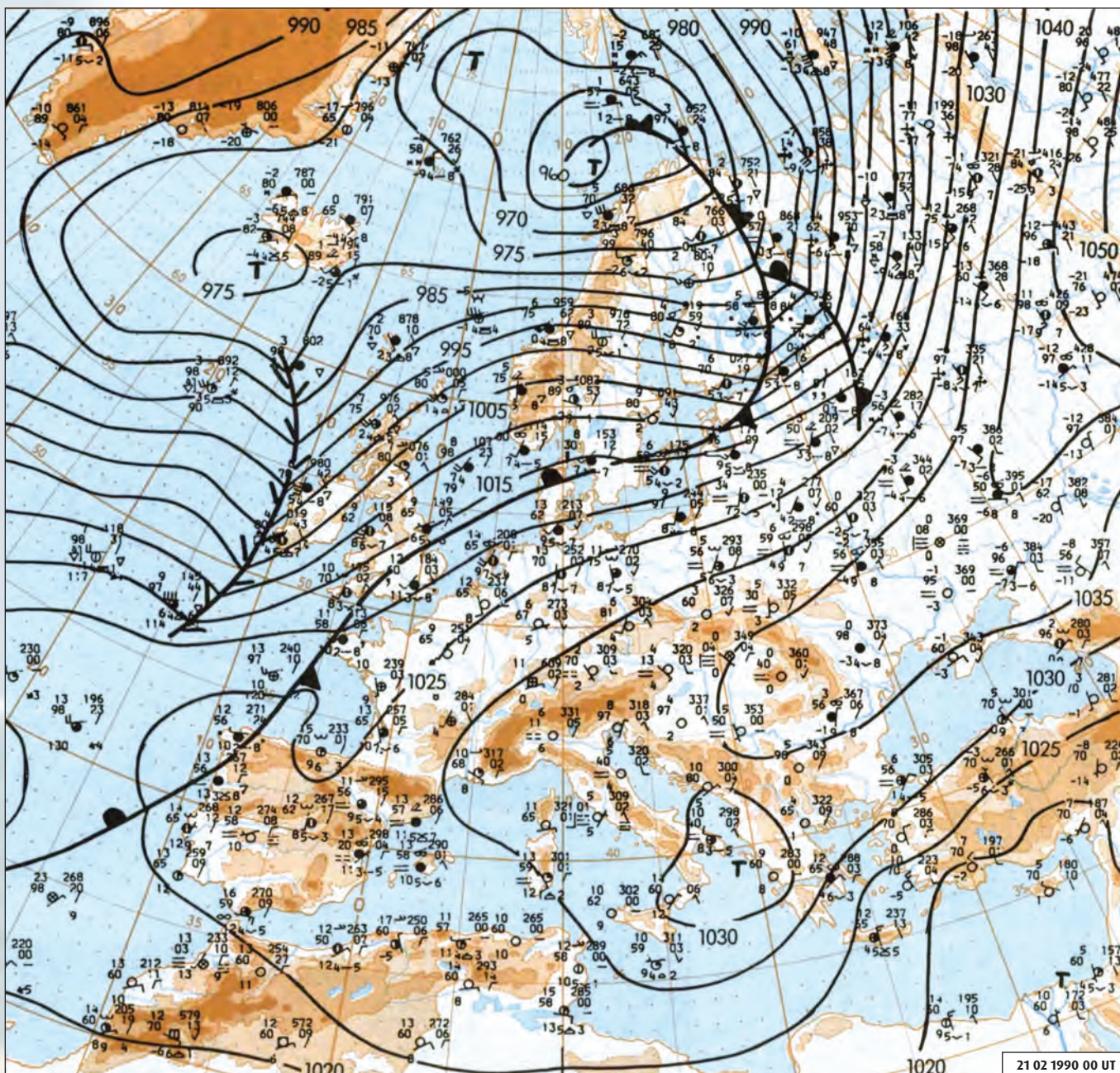
Maximum air temperature in Poland on 21-25 February 1990

**A - 21.02.1990**

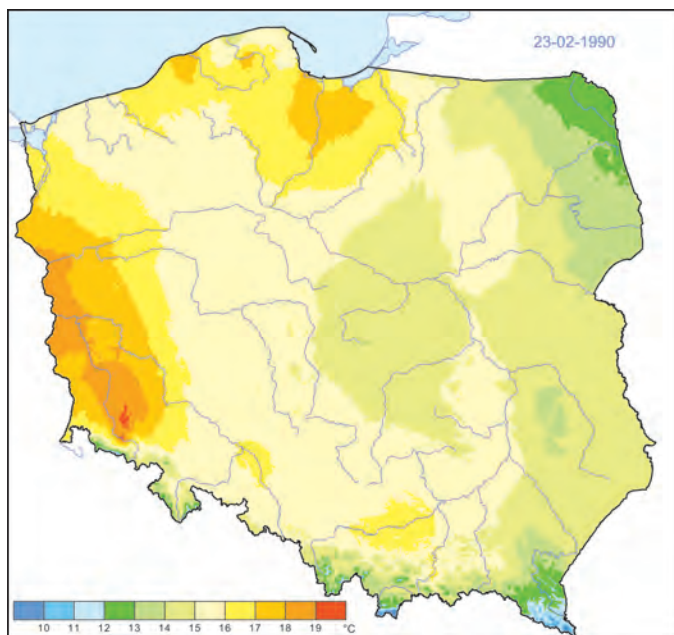
**a** - Maximum air temperature in Poland on 21 February 1990  
Synoptic situation over Europe (according to B)

**b** - 500 hPa chart 21.02.1990 00 UT

**c** - surface chart 21.02.1990 00 UT



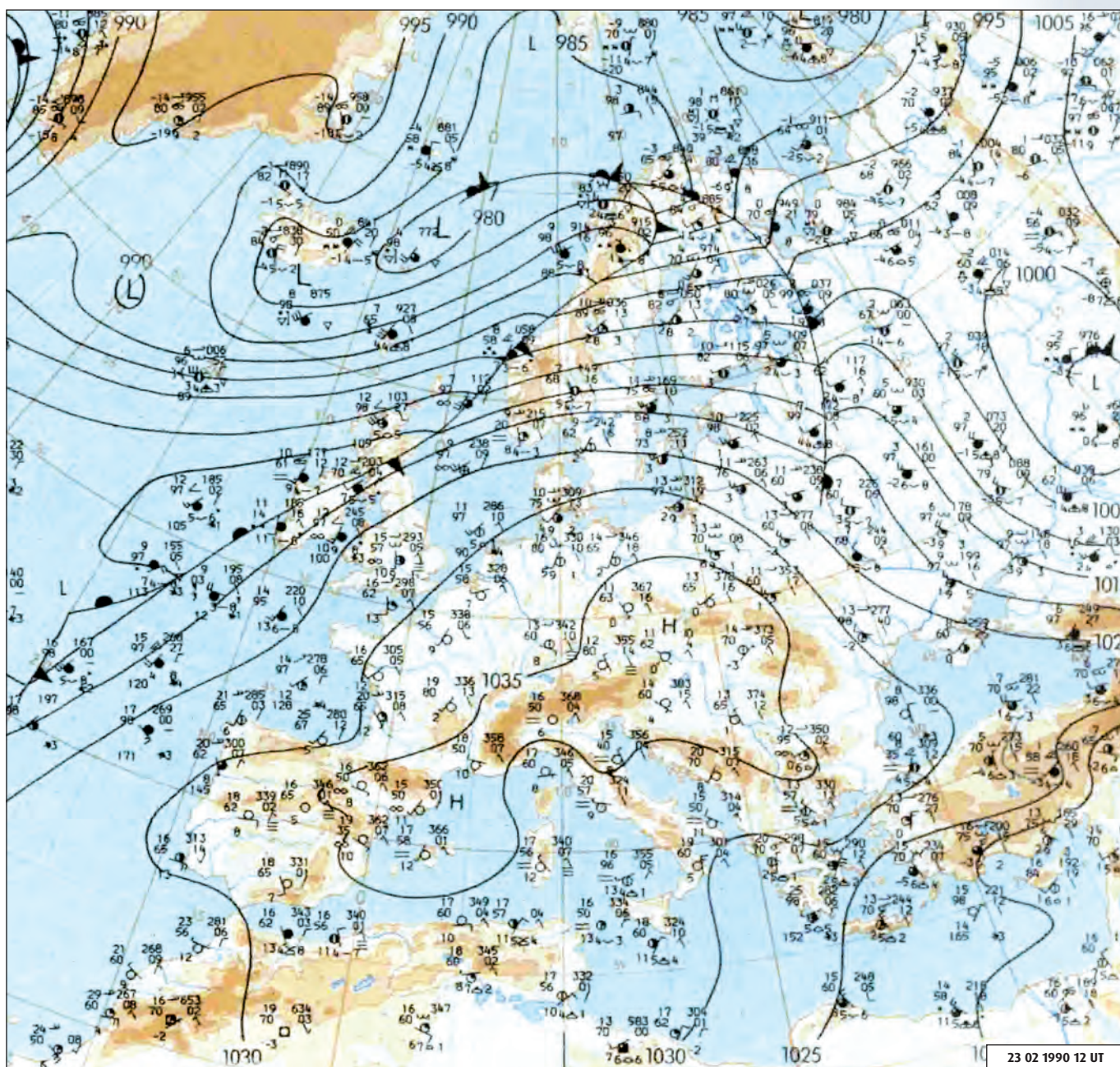
**c**



**a**

**Rycina 3.1.8**  
 Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 21-25 lutego 1990  
**B – 23.02.1990**  
**a** – Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 23 lutego 1990  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** – mapa dolna 23.02.1990 12 UT

**Figure 3.1.8**  
 Maximum air temperature in Poland on 21-25 February 1990  
**B – 23.02.1990**  
**a** – Maximum air temperature in Poland on 23 February 1990  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** – surface chart 23.02.1990 12 UT



**b**

**Rycina 3.1.8**

Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 21-25 lutego 1990  
**C - 24.02.1990**

**a** - Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 24 lutego 1990  
Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)

**b** - mapa dolna 24.02.1990 12 UT

**Figure 3.1.8**

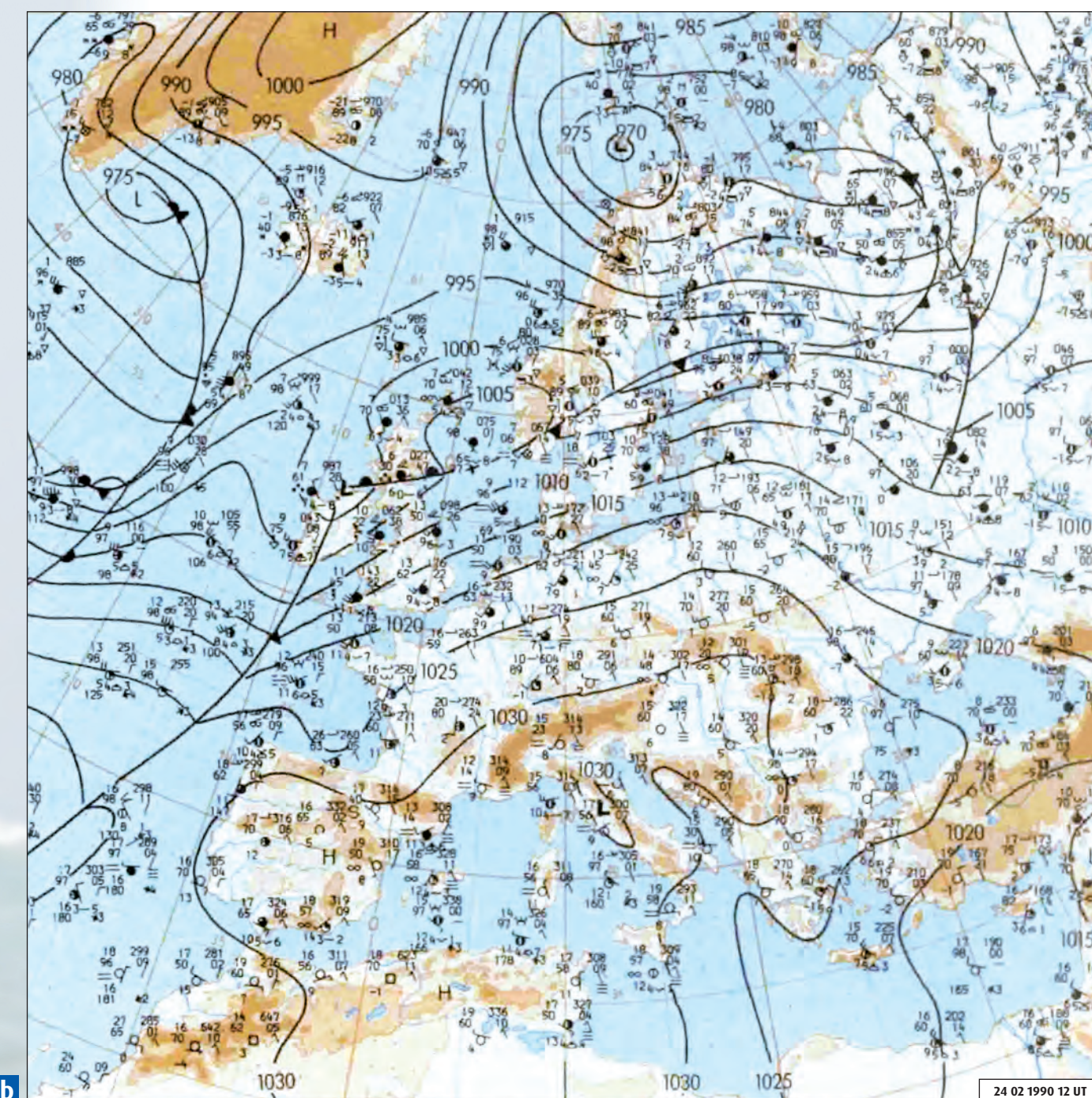
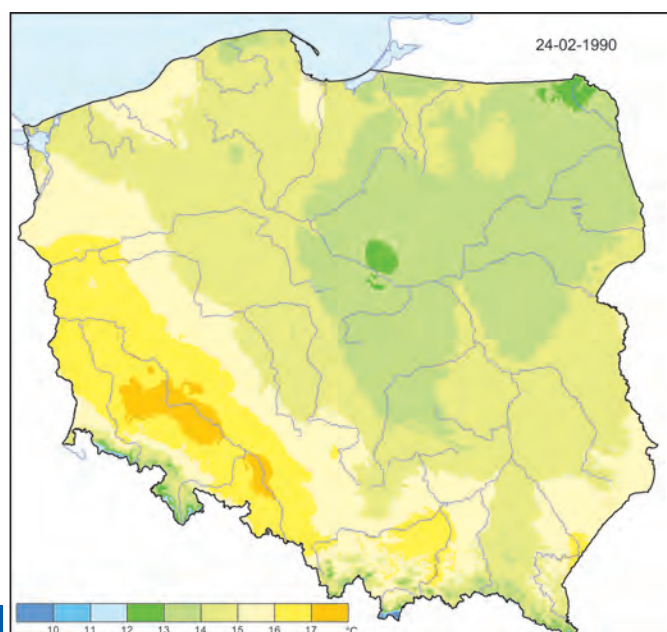
Maximum air temperature in Poland on 21-25 February 1990

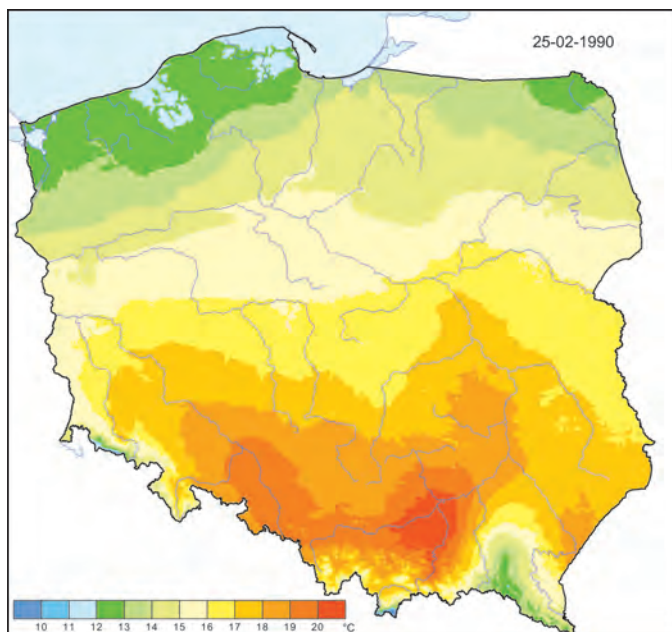
**C - 24.02.1990**

**a** - Maximum air temperature in Poland on 24 February 1990

Synoptic situation over Europe (according to B)

**b** - surface chart 24.02.1990 12 UT

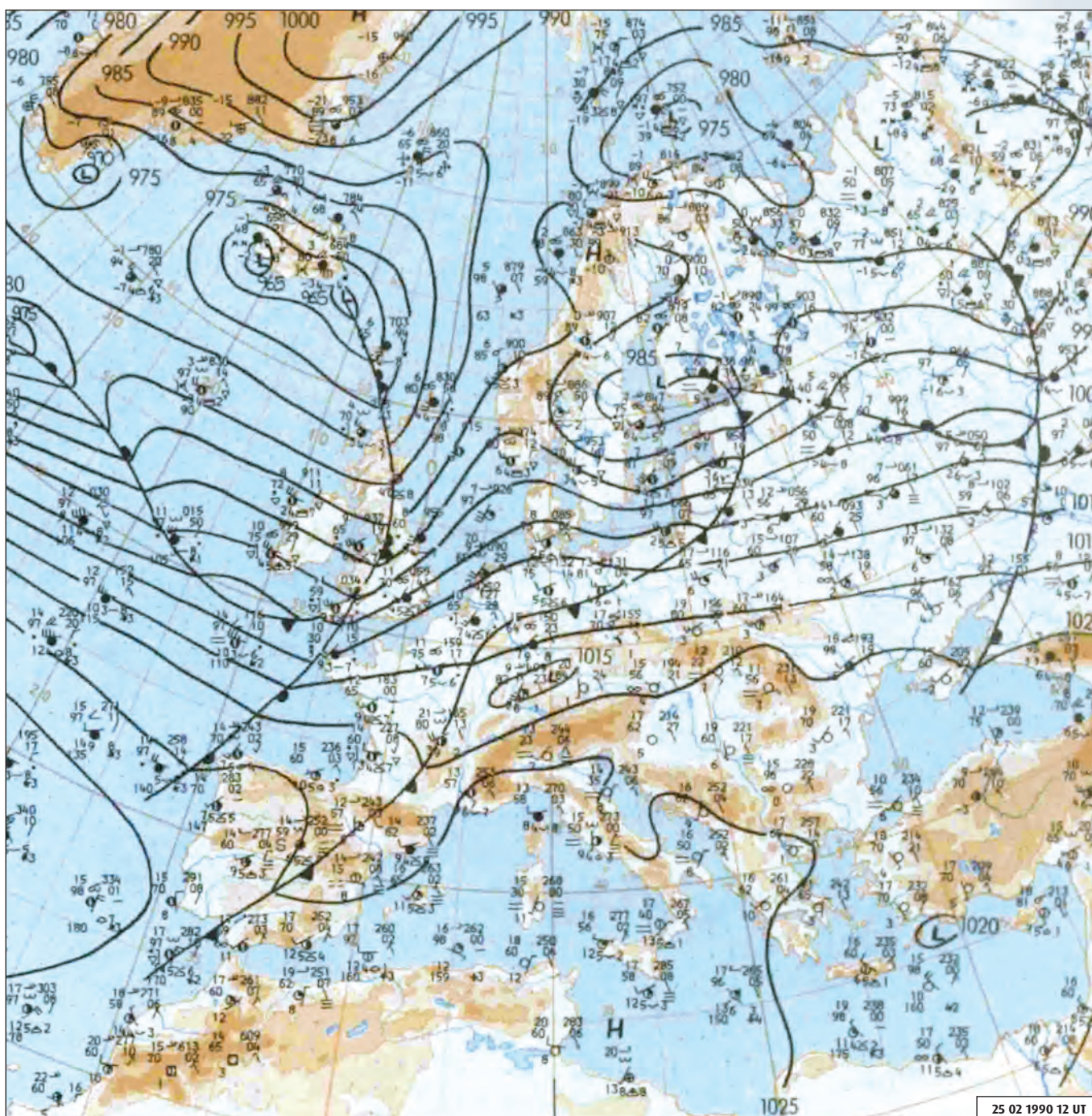




a

**Rycina 3.1.8**  
 Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 21-25 lutego 1990  
**D – 25.02.1990**  
 a – Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 25 lutego 1990  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
 b – mapa dolna 25.02.1990 12 UT

**Figure 3.1.8**  
 Maximum air temperature in Poland on 21-25 February 1990  
**D – 25.02.1990**  
 a – Maximum air temperature in Poland on 25 February 1990  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
 b – surface chart 25.02.1990 12 UT



b

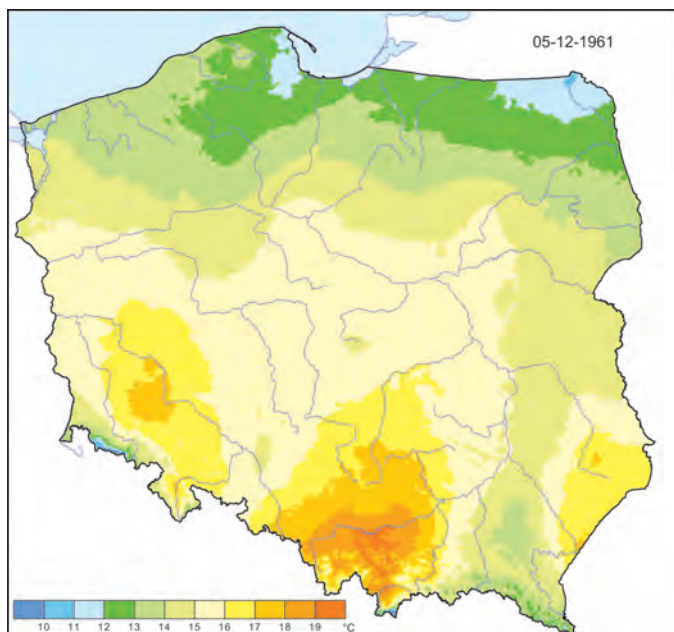
Dolnym Śląsku, natomiast 25 lutego w południowej części kraju. W całym okresie 21-25 lutego sytuacja synoptyczna, choć podobna, jednak nieco się różniła w poszczególnych dniach (ryc. 3.1.8). Nad obszarem Polski była widoczna na ogół słaba adwekcja ciepłego powietrza z zachodu lub południowego zachodu. Nad Europą Środkową zalegał wówczas układ wyżowy w postaci wału i klina. W związku z małym zachmurzeniem, w ciągu dnia dochodziło do szybkiego nagrzewania warstwy przyziemnej powietrza i wystąpienia tak wysokiej temperatury. Na południu Polski dodatkowo temperatura była podwyższona dzięki oddziaływaniu efektu fenowego.

Ekstremalnie wysoką temperaturę maksymalną powietrza zanotowano też w południowej i południowo-zachodniej Polsce 5 grudnia 1961 (ryc. 3.1.9). Była ona wynikiem nieco innej sytuacji synoptycznej niż wyżej przedstawione. Pogoda była bowiem kształtowana pod wpływem rozległego układu niżowego z centrum nad Morzem Północnym – Skandynawią, a Polska znalazła się w typowym wycinku ciepłym z zalegającym powietrzem zwrotnikowym. Wycinek ten miał nawet charakter podwójnego, co dobrze ilustruje mapa dolna. Większość klasyfikacji opisuje ten typ cyrkulacji jako cyklonalny ze splotem z zachodu. Podobne warunki termiczne wystąpiły też 19 grudnia 1989, kiedy temperatura na południu Polski przekroczyła 19°C (ryc. 3.1.10). Sytuacja synoptyczna była jednak wówczas odmienna i bardziej skomplikowana. Przez Polskę przemieszczała się płytką zatonka niżowa z chłodnym frontem atmosferycznym. Przed frontem na wschodzie kraju następowała adwekcja ciepłego powietrza z południowego zachodu. Wzrost temperatury mógł też być powodowany przez zjawiska fenowe wymuszone przy tym kierunku splotu. Na zachodzie, po przejściu frontu, był zachodni splot chłodniejszego powietrza.

including Lower Silesia, whereas on the 25th of February, in the southern part of the country. Throughout this entire period of time (21st-25th of February), the synoptic situation, though similar, varied slightly on particular days (Fig. 3.1.8). The weak advection of warm air from the west or southwest was generally observable over Poland. This was while a high pressure system in the form of a bridge and a wedge was prevailing over Central Europe. Due to negligible cloud cover, the ground layer of air was warming up fast during the day and this is why such high temperatures occurred. Additionally, in the south of Poland, this temperature was higher due to the foehn effect.

Extremely high maximum temperatures were also recorded in the south and southwest of Poland on the 5th of December 1961 (Fig. 3.1.9). They were the result of a slightly different synoptic situation than the ones discussed above. The weather pattern had formed under the influence of an extensive low pattern with its center over the North Sea – Scandinavia, and Poland was in a typical warm zone with a prevalence of tropical air. This zone had a twofold character which is nicely illustrated by the lower layer map. Most of the classification systems describe this situation as cyclone-type with air flow from the west. Similar thermal conditions occurred on the 19th of December 1989 when the temperature in the south of Poland exceeded 19°C (Fig. 3.1.10). The synoptic situation, though, was very different and more complex. An atmospheric front was stretched across Poland, but before heading east, it caused warm air advection from the southwest. Once it had passed, western air flow could be observed in the west.

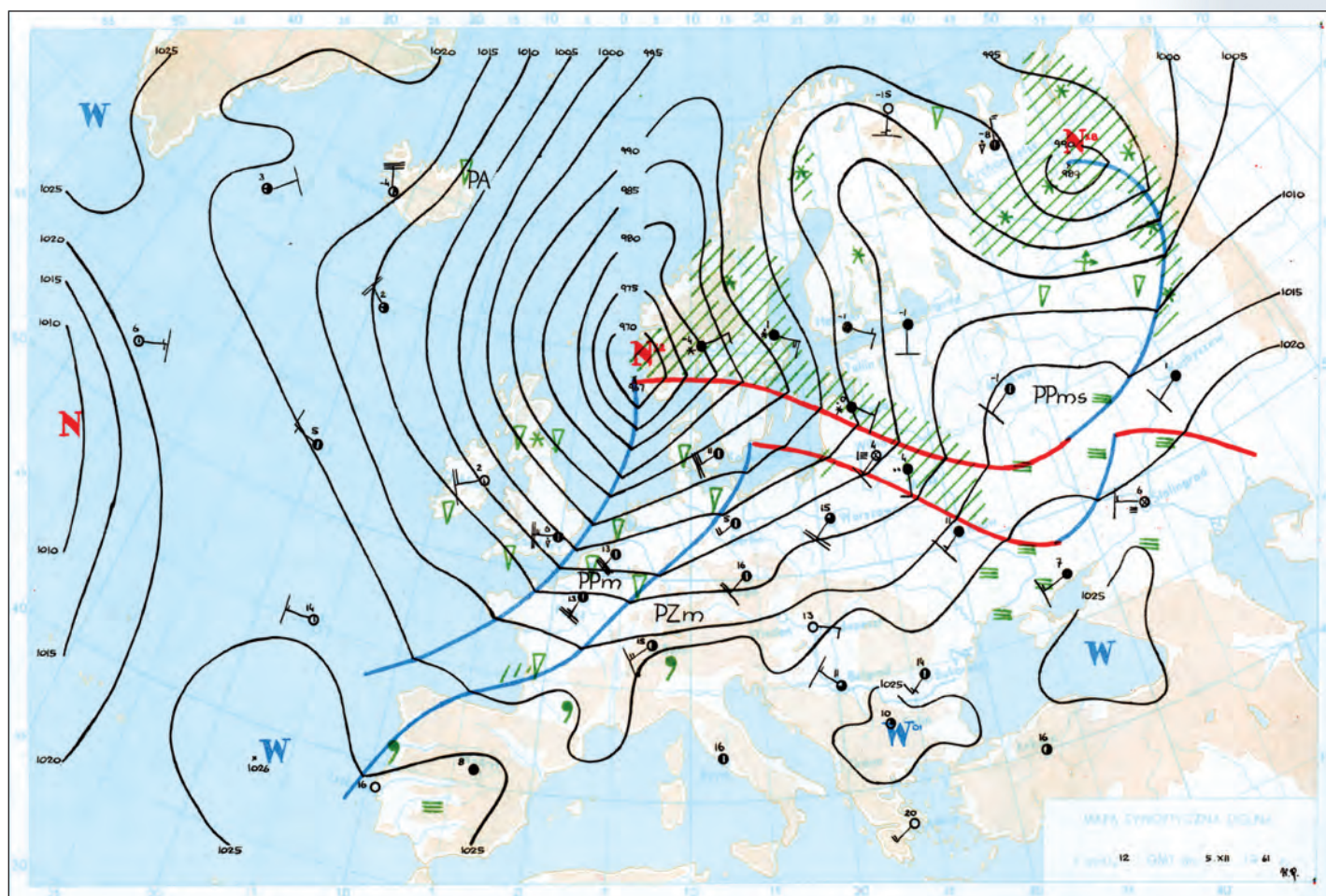




**a**

**Rycina 3.1.9**  
**a** – Temperatura maksymalna powietrza w Polsce  
 5 grudnia 1961  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
**b** – mapa dolna 05.12.1961 12 UT

**Figure 3.1.9**  
**a** – Maximum air temperature in Poland  
 on 5 December 1961  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
**b** – surface chart 05.12.1961 12 UT



**b**



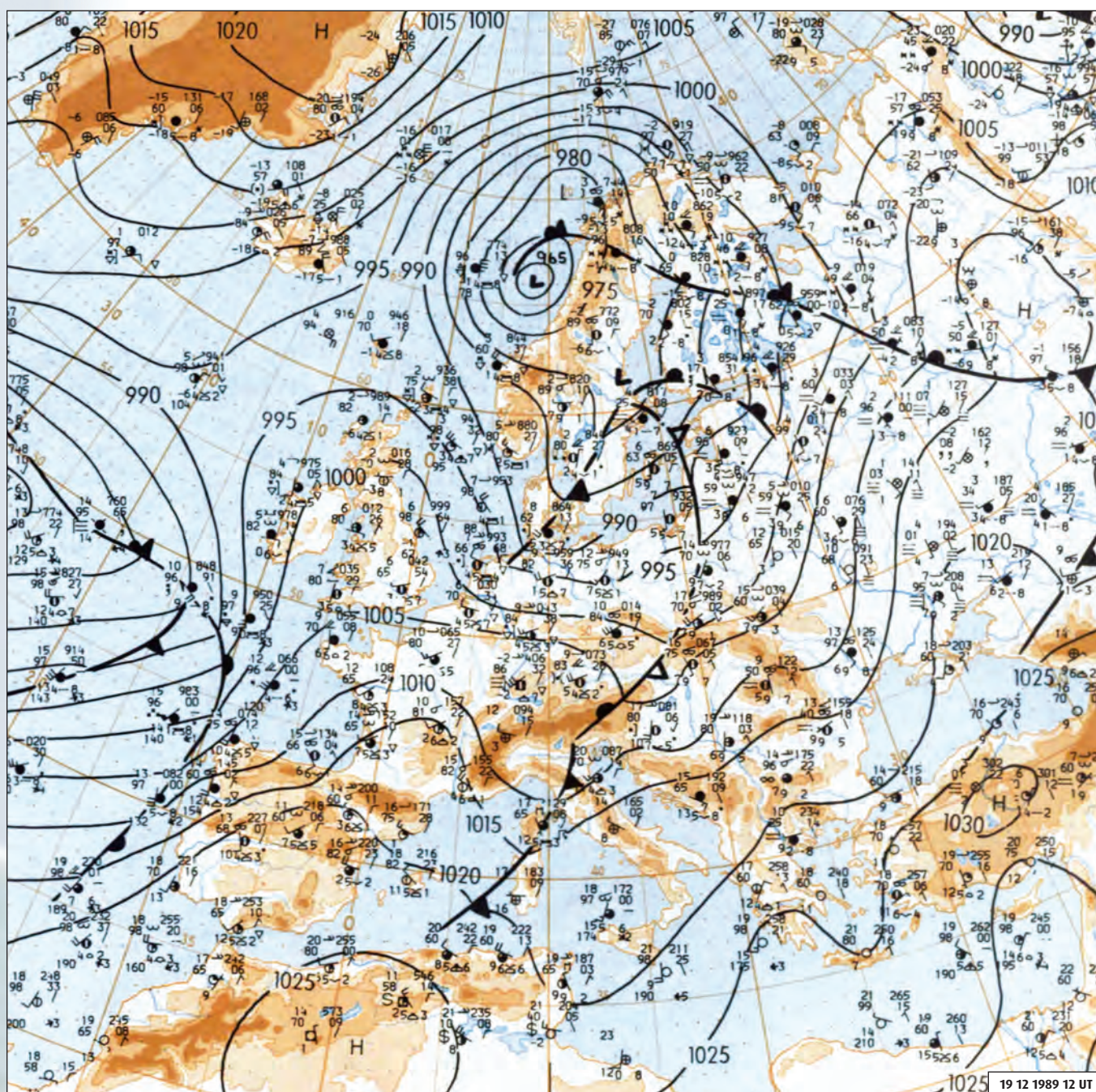
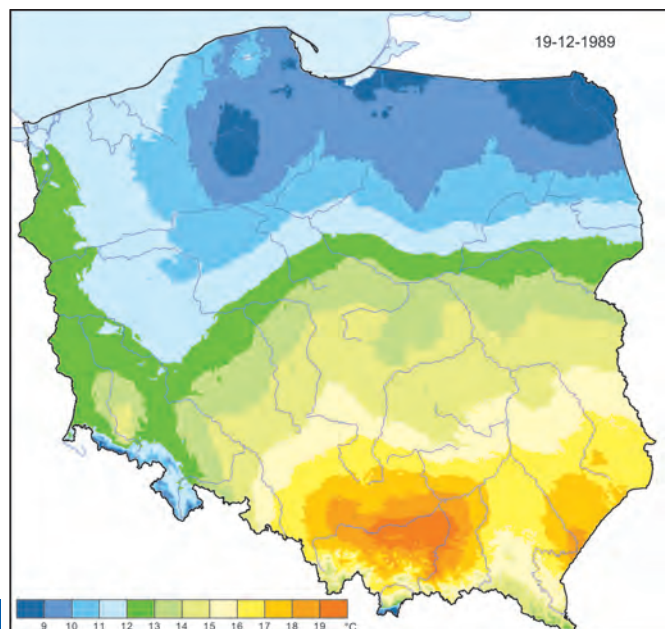
Maksymalna temperatura powietrza / Maximum air temperature

**Rycina 3.1.10**

- a - Temperatura maksymalna powietrza w Polsce 19 grudnia 1989
- Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)
- b - mapa dolna 19.12.1989 12 UT

**Figure 3.1.10**

- a - Maximum air temperature in Poland on 19 December 1989
- Synoptic situation over Europe (according to B)
- b - surface chart 19.12.1989 12 UT



## 3.2. Minimalna temperatura powietrza

Podobnie jak występowanie temperatury maksymalnej, rozpatrzono też temperaturę minimalną i jej uwarunkowania cyrkulacyjne. Rycina 3.2.1 przedstawia absolutne minimalne wartości temperatury, jakie wystąpiły w Polsce w okresie 1951-2006. Uwidocznił się tutaj kontynentalizm termiczny, którego wynikiem jest znacznie niższa temperatura na wschodzie kraju sięgająca  $-34$ , a nawet  $-35^{\circ}\text{C}$ . Nie uwzględniając stacji Jelenia Góra położonej w rozległej kotlinie, najniższe absolutne temperatury minimalne poniżej  $-35^{\circ}\text{C}$  wystąpiły na stacjach synoptycznych na wschodzie, tj. w Rzeszowie i w Białymstoku. Rozpatrywane minimalne ekstremalne wartości temperatury kształtowały się głównie w układach wyżowych z napływem powietrza ze wschodu, co również prezentuje tabela 3.2.1. Podobnie jak w przypadku temperatury maksymalnej, podano również absolutne minimalne wartości temperatury dla stycznia, kwietnia, lipca i października wraz z charakterystyką typu cyrkulacji według klasyfikacji Grosswetterlagen i Lityńskiego (tab. 3.2.2).

W tabeli 3.2.3 zestawiono dni, kiedy temperatura minimalna zimą przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem 1 percentyla na ponad 30% stacji. Jednocześnie wyróżniono przypadki bardzo ekstremalne z zastosowaniem kryterium 0,1 percentyla. Jak widać, aż na 92% stacji takie ekstremalnie niskie temperatury wystąpiły 1 i 9 lutego 1956. 9 lutego na obszarze znacznej części kraju temperatura spadła poniżej  $-30$ , a nawet  $-32^{\circ}\text{C}$  (ryc. 3.2.2). Pogodę nad Polską kształtował wtedy rozległy wyż skandynawski, który powodował napływ bardzo mroźnego polarnego kontynentalnego powietrza z Rosji. Inną była sytuacja synoptyczna w czasie tzw. zimy stulecia 1962/1963, a konkretnie 19 stycznia 1963, kiedy nad Europą, w tym też Polską, zalegał potężny wał wyżowy z powietrzem arktycznym (ryc. 3.2.3). W warunkach bezchmurnego nieba dochodziło wówczas do dużego wypromieniowania z powierzchni Ziemi i znacznych spadków temperatury minimalnej. Mapa względnej topografii barycznej wskazuje na obszary dużego chłodu, które wdzierają się nad obszar Polski.

Sytuacje synoptyczne z innymi przypadkami ekstremalnie niskiej temperatury minimalnej zimą prezentują ryciny 3.2.4-3.2.6. Na znacznym obszarze kraju wystąpiły spadki temperatury poniżej  $-30^{\circ}\text{C}$ .

W kolejnym etapie rozważań ekstremów termicznych wzięto pod uwagę takie przypadki, w których temperatura minimalna nie spadała poniżej  $20^{\circ}\text{C}$ , co oznacza, że mogły wystąpić tylko latem. Niekiedy przypadki z takimi minimami nazywa się nocami tropikalnymi. Są one istotne, zwłaszcza dla ludzi z problemami krążeniowymi, z uwagi na niekorzystne oddziaływanie biometeorologiczne. W tabeli 3.2.4 podano daty wystąpienia takich przypadków na ponad 20% rozpatrywanych stacji, natomiast rycina 3.2.7 obrazuje rozkład przestrzenny minimów temperatury w poszczególnych dniach oraz sytuacji synoptycznych nad Europą. Z rozkładów przestrzennych wynika, że te wysokie nocne minima są zwykle notowane na znacznym obszarze kraju. Najmniej narażone na ich występowanie są regiony położone na wschodzie. Sytuacje synoptyczne warunkujące wystąpienie tych

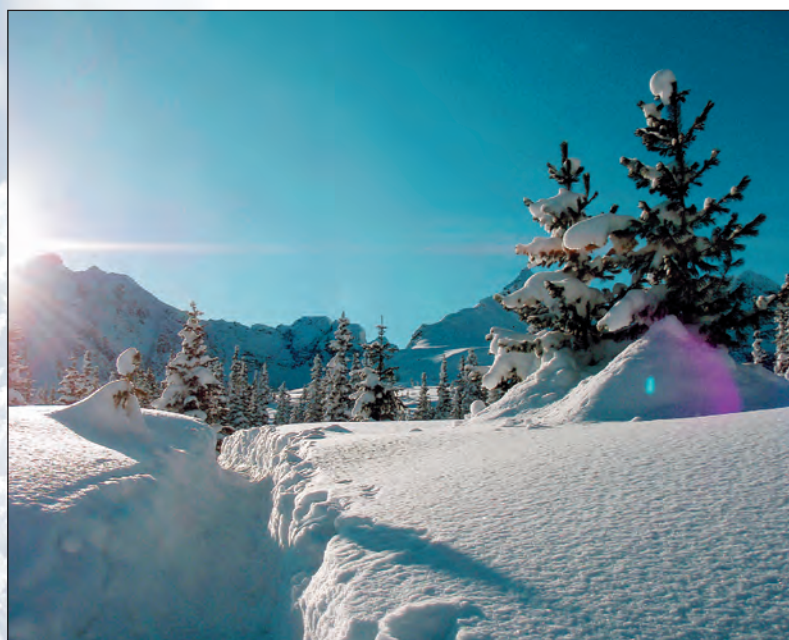
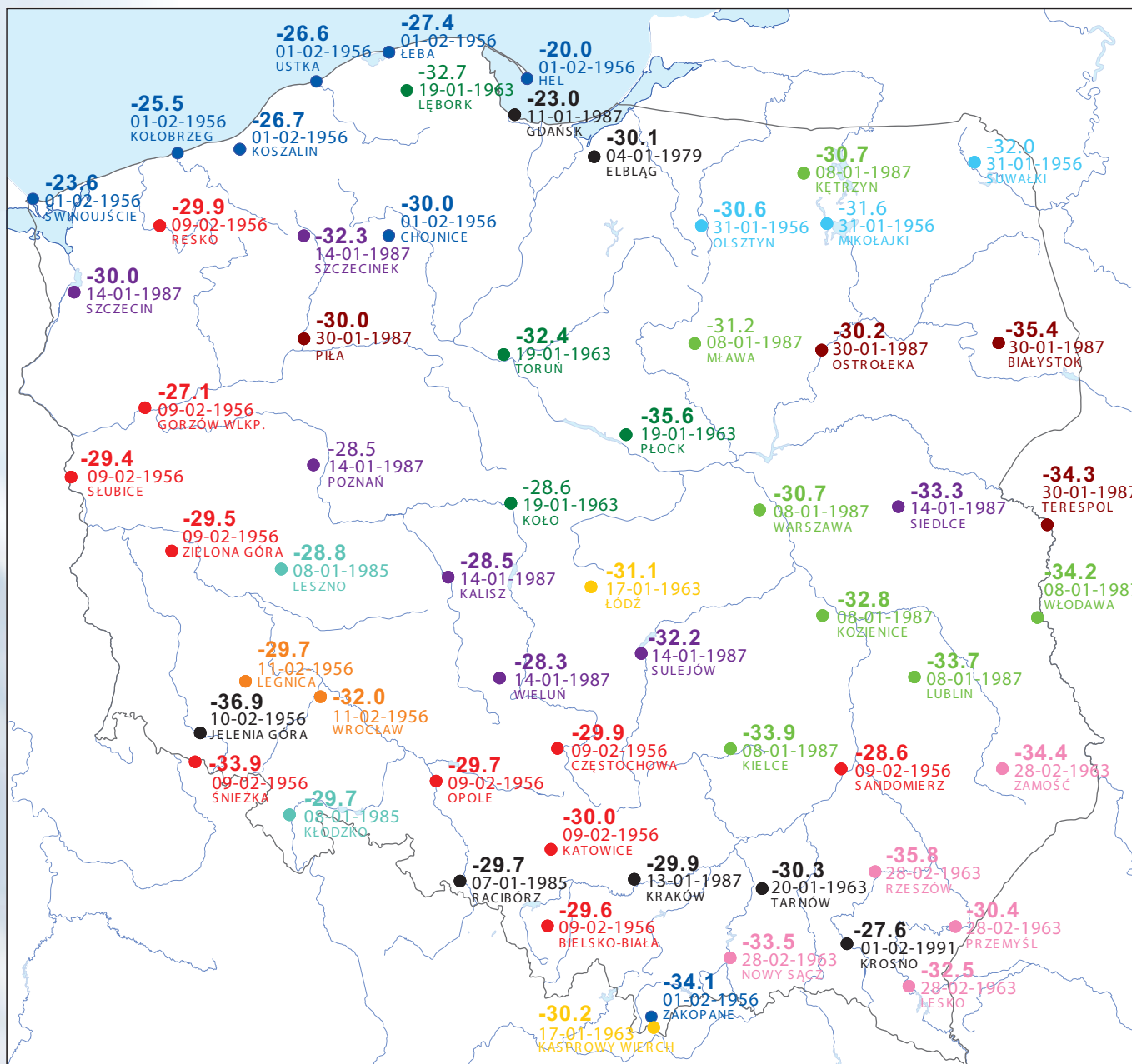
## 3.2. Minimum air temperature

Both, the occurrence of maximum temperatures and minimum temperatures and the accompanying circulation conditions were taken into consideration. Figure 3.2.1 presents the absolute minimum temperatures which occurred in Poland from 1951 to 2006. The thermal continental nature made itself apparent here and resulted in much lower temperatures in the east of the country, reaching  $-34$  or even  $-35^{\circ}\text{C}$ . With the exception of the Jelenia Góra station located in a large basin, the lowest absolute minimum temperatures (below  $-35^{\circ}\text{C}$ ) recorded at synoptic stations occurred in the east, that is in Rzeszów and Białystok. The discussed minimum extreme temperatures arose mainly within high pressure systems with air flow from the east, which is also illustrated in Table 3.2.1. As in the case of maximum temperatures, the values of absolute minimum temperatures for January, April, July, and October were also included together with circulation type characteristics, based on Grosswetterlagen and Lityński's classification system (Tab. 3.2.2).

Table 3.2.3 includes days when minimum temperatures in the winter exceeded the value of 1 percentile in over 30% of the stations. In the meantime, very extreme cases were classified by means of the 0.1% percentile criterion. As recorded at as many as 92% of the stations, such extremely low temperatures occurred on the 1st and the 9th of February 1956. On the 9th of February, across most of Poland, the temperature dropped below  $-30$  or even  $-32^{\circ}\text{C}$  (Fig. 3.2.2). The weather over Poland was shaped at the time by a large Scandinavian high pressure system which pushed in very cold polar continental air from Russia. Another synoptic situation occurred during a so-called winter of the century of 1962/1963, particularly on the 19th of January 1963, when a strong high pressure bridge with arctic air was prevailing over Europe, including Poland (Fig. 3.2.3). Under a cloudless sky, significant amounts of heat began to radiate off the Earth's surface and minimum temperatures dropped substantially. The relative baric topography map indicates areas of significant cool air which cut into Polish territory.

Figures 3.2.4-3.2.6 illustrate synoptic situations with other cases of extreme minimum temperatures in the winter. Temperatures fell below  $-30^{\circ}\text{C}$  throughout most of the country.

In the next phase of the thermal extremes discussions, minimum temperatures which did not fall below  $20^{\circ}\text{C}$  were taken into consideration. That means they could only occur in summer. Sometimes, cases with such minima are called tropical nights. They are important due to their unfavorable biometeorological activity, especially for people with blood circulation problems. Table 3.2.4 includes days with such cases, which took place at over 20% of all considered stations, meanwhile, Figure 3.2.7 shows the spatial distribution of temperature minima on particular days as well as the synoptic situation over Europe. These distributions show that normally high night minima are recorded across most of the country. The regions in the east, are the least prone to their occurrence. The synoptic situations causing such extremes are fairly ambiguous. Generally, this is an area of higher pressure but with



Data Date	Typ cyrkulacji - Circulation type				
	GWL	LIT	OSK	TN	ZU
31-01-1956	HFa	SEa	E	Ea	Ea
01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
10-02-1956	HNFa	Ea	E	Ea	Ea
11-02-1956	HNFa	Ea	E2C	Ea	Ea
17-01-1963	HNFa	Ea	E	Nc	NWa
19-01-1963	HNa	NEa	E2C	SEa	SEa
20-01-1963	HNa	NEa	E	Ka	Ea
28-02-1963	HM	NEa	G	Ea	Ba
04-01-1979	Na	SEc	E0	NWc	NWc
07-01-1985	HNz	Eo	E0	Ca	Ba
08-01-1985	HNz	Eo	E0	Ka	Wa
08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
11-01-1987	HNfz	Eo	E	Ec	Ea
13-01-1987	HNfz	Eo	E0	Ka	SWa
14-01-1987	HNfz	Ea	E	Ka	Ea
30-01-1987	BM	Oa	G	Ca	Wa
01-02-1991	HFa	Ea	E1	Ka	SEa

**Rycina 3.2.1**  
Rozkład przestrzenny absolutnych minimalnych temperatur powietrza (°C) i towarzyszące im typy cyrkulacji

**Figure 3.2.1**  
Spatial distribution of the absolute minimum air temperature (°C) and the associated circulation types

STACJA STATION	T <sub>min</sub> (°C)	Data Date	Typ cyrkulacji - Circulation type				
			GWL	LIT	OSK	TN	ZU
BIAŁYSTOK	-35,4	30-01-1987	BM	Oa	G	Ca	Wa
BIELSKO-BIAŁA	-29,6	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
CHOJNICE	-30,0	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
CZĘSTOCHOWA	-29,9	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
ELBLĄG	-30,1	04-01-1979	Na	SEc	E0	NWc	NWc
GDĄŃSK	-23,0	11-01-1987	HNFz	Eo	E	Ec	Ea
GORZÓW WLKP.	-27,1	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
HEL	-20,0	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
JELEŃ GÓRA	-36,9	10-02-1956	HNFa	Ea	E	Ea	Ea
KALISZ	-28,5	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
KASPROWY WIERCH	-30,2	17-01-1963	HNFa	Ea	E	Nc	NWa
KATOWICE	-30,0	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
KĘTRZYN	-30,7	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
KIELCE	-33,9	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
KŁODZKO	-29,7	08-01-1985	HNz	Eo	E0	Ka	Wa
KOŁO	-28,6	19-01-1963	HNa	NEa	E2C	SEa	SEa
KOŁOBRZEG	-25,5	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
KOSZALIN	-26,7	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
KOZIENICE	-32,8	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
KRAKÓW	-29,9	13-01-1987	HNFz	Eo	E0	Ka	SWa
KROSNO	-27,6	01-02-1991	HFa	Ea	E1	Ka	SEa
LEGNICA	-29,7	11-02-1956	HNFa	Ea	E2C	Ea	Ea
LESKO	-32,5	28-02-1963	HM	NEa	G	Ea	Ba
LESZNO	-28,8	08-01-1985	HNz	Eo	E0	Ka	Wa
LĘBORK	-32,7	19-01-1963	HNa	NEa	E2C	SEa	SEa
LUBLIN	-33,7	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
ŁEBA	-27,4	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
ŁÓDŹ	-31,1	17-01-1963	HNFa	Ea	E	Nc	NWa
MIKOŁAJKI	-31,6	31-01-1956	HFa	SEa	E	Ea	Ea
MŁAWA	-31,2	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
NOWY SĄCZ	-33,5	28-02-1963	HM	NEa	G	Ea	Ba
OLSZTYN	-30,6	31-01-1956	HFa	SEa	E	Ea	Ea
OPOLE	-29,7	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
OSTROŁĘKA	-30,2	30-01-1987	BM	Oa	G	Ca	Wa
PIŁA	-30,0	30-01-1987	BM	Oa	G	Ca	Wa
PŁOCK	-35,6	19-01-1963	HNa	NEa	E2C	SEa	SEa
POZNAŃ	-28,5	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
PRZEMYŚL	-30,4	28-02-1963	HM	NEa	G	Ea	Ba
RACIBÓRZ	-29,7	07-01-1985	HNz	Eo	E0	Ca	Ba
RESKO	-29,9	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
RZESZÓW	-35,8	28-02-1963	HM	NEa	G	Ea	Ba
SANDOMIERZ	-28,6	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
SIEDLCE	-33,3	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
SŁUBICE	-29,4	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
SULEJÓW	-32,2	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
SUWAŁKI	-32,0	31-01-1956	HFa	SEa	E	Ea	Ea
SZCZECIN	-30,0	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
SZCZECINEK	-32,3	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
ŚNIEŻKA	-33,9	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea
ŚWINOUJŚCIE	-23,6	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
TARNÓW	-30,3	20-01-1963	HNa	NEa	E	Ka	Ea
TERESPOL	-34,3	30-01-1987	BM	Oa	G	Ca	Wa
TORUŃ	-32,4	19-01-1963	HNa	NEa	E2C	SEa	SEa
USTKA	-26,6	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
WARSZAWA	-30,7	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
WIELUŃ	-28,3	14-01-1987	HNFz	Ea	E	Ka	Ea
WŁODAWA	-34,2	08-01-1987	Nz	NEa	G	Ka	Wa
WROCŁAW	-32,0	11-02-1956	HNFa	Ea	E2C	Ea	Ea
ZAKOPANE	-34,1	01-02-1956	HFa	NEa	E	Ea	Ea
ZAMOŚĆ	-34,4	28-02-1963	HM	NEa	G	Ea	Ba
ZIELONA GÓRA	-29,5	09-02-1956	HNFa	NEa	E	Ea	Ea

**Tabela 3.2.1**  
Absolutne minimalne temperatury powietrza na poszczególnych stacjach oraz towarzyszące im typy cyrkulacji

**Table 3.2.1**  
Absolute minimum air temperature at the particular stations and the associated circulation types



Nr- No WMO	STACJA STATION	STYCZEŃ - JANUARY					KWIECIEŃ - APRIL					LIPIEC - JULY			PAŹDZIERNIK - OCTOBER			
		T <sub>min</sub>	Data -Date	GWL	LIT	T <sub>min</sub>	Data -Date	GWL	LIT	T <sub>min</sub>	Data -Date	GWL	LIT	T <sub>min</sub>	Data -Date	GWL	LIT	
12100	KOŁOBRZEG	-23,9	19-01-1963	HNa	NEa	-5,5	01-04-1960	HNz	Ea	4,4	26-07-1952	NWa	No	-5,5	31-10-1956	HNa	NEa	
12105	KOSZALIN	-26,7	19-01-1963	HNa	NEa	-10,1	13-04-1974	NEa	NEa	2,6	06-07-1975	NEz	Na	-6,1	31-10-1956	HNa	NEa	
12115	USTKA	-23,1	19-01-1963	HNa	NEa	-6,2	11-04-1953	SWa	Oa	4,5	01-07-1954	BM	Wo	-6,6	31-10-1956	HNa	NEa	
12120	ŁEBA	-23,2	07-01-2003	HB	Eo	-7,5	16-04-1979	NEz	NEa	4,1	08-07-1952	HFa	Ea	-6,1	31-10-1956	HNa	NEa	
12125	ŁĘBORK	-32,7	19-01-1963	HNa	NEa	-8,9	13-04-1974	NEa	NEa	2,8	02-07-1995	NWa	Oo	-8,7	31-10-1956	HNa	NEa	
12135	HEL	-19,1	18-01-1963	HNFa	Ea	-9,0	05-04-1956	Nz	NEc	5,4	02-07-1976	BM	NEa	-3,0	31-10-1956	HNa	NEa	
12160	ELBLĄG	-30,1	04-01-1979	Na	SEc	-5,8	13-04-1986	TrM	No	4,4	09-07-1992	Wz	Wa	-8,5	31-10-1956	HNa	NEa	
12185	KĘTRZYN	-30,7	08-01-1987	Nz	NEa	-8,1	13-04-1986	TrM	No	4,7	02-07-1976	BM	NEa	-8,0	24-10-2003	HNz	No	
12195	SUWAŁKI	-32,0	31-01-1956	HFa	SEa	-10,0	23-04-1981	Nz	No	3,2	02-07-1976	BM	NEa	-14,2	31-10-1956	HNa	NEa	
12200	ŚWINOUJŚCIE	-21,6	19-01-1963	HNa	NEa	-5,2	01-04-1977	SWz	SWo	7,0	01-07-1956	TB	Sa	-4,9	31-10-1956	HNa	NEa	
12205	SZCZECIN	-30,0	14-01-1987	HNFz	Ea	-7,7	09-04-1990	BM	Wa	4,4	02-07-1994	SEa	NEa	-6,5	31-10-1966	BM	Oa	
12210	RESKO	-26,7	14-01-1987	HNFz	Ea	-8,6	07-04-1956	NEz	NEc	3,7	01-07-1956	TB	Sa	-6,6	27-10-1997	HNa	NEa	
12215	SZCZECINEK	-32,3	19-01-1963	HNa	NEa	-8,8	13-04-1996	NEa	NEo	3,3	01-07-1956	TB	Sa	-8,4	31-10-1956	HNa	NEa	
12235	CHOJNICE	-26,9	31-01-1956	HFa	SEa	-7,6	13-04-1996	NEa	NEo	3,7	03-07-1979	HB	Oa	-8,6	31-10-1956	HNa	NEa	
12250	TORUŃ	-32,4	19-01-1963	HNa	NEa	-8,6	27-04-1954	HNa	Ea	2,9	01-07-1951	BM	Na	-10,1	24-10-2003	HNz	No	
12270	MŁAWA	-31,2	08-01-1987 30-01-1987	Nz BM	NEa Oa	-6,5	12-04-1986	TrM	No	3,7	07-07-1976	HNa	NEo	-8,8	31-10-1988	NWa	No	
12272	OLSZTYN	-30,6	31-01-1956	HFa	SEa	-9,7	13-04-1996	NEa	NEo	4,0	21-07-1996	HM	Ea	-11,0	31-10-1956	HNa	NEa	
12280	MIKOŁAJKI	-31,6	31-01-1956	HFa	SEa	-7,7	09-04-1958	Nz	NEo	6,5	01-07-1956	TB	Sa	-9,8	31-10-1956	HNa	NEa	
12285	OSTROŁEKA	-30,2	30-01-1987	BM	Oa	-7,5	11-04-1955	NWz	Oo	3,1	09-07-1992	Wz	Wa	-9,6	31-10-1988	NWa	No	
12295	BIAŁYSTOK	-35,4	30-01-1987	BM	Oa	-8,3	23-04-1981	Nz	No	4,2	06-07-1995	BM	Wa	-11,2	31-10-1956	HNa	NEa	
12300	GORZÓW WLKP.	-24,6	14-01-1987	HNFz	Ea	-5,7	13-04-1986	TrM	No	5,9	18-07-1978	NWz	NWo	-6,4	31-10-1956	HNa	NEa	
12310	ŚLUBICE	-28,9	20-01-1963	HNa	NEa	-8,6	13-04-1997	HNa	NWa	2,6	06-07-1976 18-07-1978	HNa NWz	NEa NWo	-9,1	23-10-2003	HNz	NEo	
12330	POZNAŃ	-28,5	14-01-1987	HNFz	Ea	-8,6	13-04-1986	TrM	No	3,8	01-07-1956	TB	Sa	-8,3	31-10-1988	NWa	No	
12345	KOŁO	-28,6	19-01-1963	HNa	NEa	-6,8	03-04-1989	HNFz	Ea	3,3	01-07-1956	TB	Sa	-7,9	31-10-1956	HNa	NEa	
12360	PŁOCK	-35,6	19-01-1963	HNa	NEa	-6,2	10-04-1990	BM	Wc	4,2	09-07-1992	Wz	Wa	-7,5	31-10-1956	HNa	NEa	
12375	WARSZAWA	-30,7	08-01-1987	Nz	NEa	-6,9	02-04-1952	Nz	Nc	4,6	06-07-1964	NWz	Nc	-9,6	31-10-1988	NWa	No	
12385	SIEDLCE	-33,3	14-01-1987	HNFz	Ea	-7,3	06-04-2002	HNFa	Eo	3,9	06-07-1976	HNa	NEa	-9,8	23-10-1988 26-10-1988	SEa Wa	No SWa	
12399	TERESPOL	-34,3	30-01-1987	BM	Oa	-6,4	03-04-1963	BM	NEa	3,6	23-07-1996	HM	Sa	-9,9	26-10-1988	Wa	SWa	
12400	ZIELONA GÓRA	-23,1	31-01-1954	HNFa	NEa	-5,9	08-04-1956	HM	No	6,9	04-07-1962	TrM	Oc	-5,8	31-10-1956	HNa	NEa	
12415	LEGNICA	-27,8	26-01-1954	NWz	NWc	-7,6	10-04-1990	BM	Wc	3,4	17-07-1952	NWz	Wo	-6,1	30-10-1951	TrW	Sa	
12418	LESZNO	-28,8	08-01-1985	HNz	Eo	-7,3	13-04-1986	TrM	No	2,2	03-07-1979	HB	Oa	-8,0	18-10-1994	SEa	NEa	
12424	WROCŁAW	-30,0	08-01-1985	HNz	Eo	-8,1	01-04-1977	SWz	SWo	3,6	08-07-1961	NWa	Wa	-9,3	24-10-2003	HNz	No	
12435	KALISZ	-28,5	14-01-1987	HNFz	Ea	-7,2	02-04-1952	Nz	Nc	4,0	01-07-1956	TB	Sa	-7,4	31-10-1956	HNa	NEa	
12455	WIELUŃ	-28,3	14-01-1987	HNFz	Ea	-7,0	11-04-1977	NWz	NEo	4,1	21-07-1996	HM	Ea	-7,7	24-10-2003	HNz	No	
12465	ŁÓDŹ	-31,1	17-01-1963	HNFa	Ea	-8,0	03-04-1989	HNFz	Ea	4,2	06-07-1976	HNa	NEa	-9,2	24-10-2003	HNz	No	
12469	SULEJÓW	-32,2	14-01-1987 30-01-1987	HNFz BM	Ea Oa	-7,2	03-04-1989	HNFz	Ea	3,3	03-07-1979	HB	Oa	-8,0	26-10-1988	Wa	SWa	
12495	LUBLIN	-33,7	08-01-1987	Nz	NEa	-7,3	19-04-1955	HB	Na	4,1	01-07-1956 08-07-1964	TB Wz	Sa SWc	-7,7	30-10-1951	TrW	Sa	
12497	WŁODAWA	-34,2	08-01-1987	Nz	NEa	-7,4	10-04-1957	HNa	Oc	4,6	01-07-1956	TB	Sa	-9,0	26-10-1988	Wa	SWa	
12500	JELEŃ GÓRA	-31,8	08-01-1985	HNz	Eo	-14,5	01-04-1977	SWz	SWo	1,8	26-07-1958	Wz	Oa	-8,7	28-10-2003	TrW	Wa	
12510	ŚNIEŻKA	-32,1	12-01-1987	HNFz	Ec	-15,5	18-04-1955	HB	NEa	-2,2	04-07-1962	TrM	Oc	-14,7	31-10-1956	HNa	NEa	
12520	KŁODZKO	-29,7	08-01-1985	HNz	Eo	-9,3	01-04-1996	HFz	SEo	2,6	13-07-1968	NWz	Na	-7,6	25-10-1973	HM	NWa	
12530	OPOLE	-28,0	20-01-1963	HNa	NEa	-6,8	07-04-2002	HNFa	Ea	4,8	05-07-1965	NWz	NWc	-7,5	22-10-1965	HM	NEa	
12540	RACIBÓRZ	-29,7	07-01-1985	HNz	Eo	-5,6	11-04-1977	NWz	NEo	4,8	15-07-1990	BM	Na	-7,2	23-10-1990	SEa	Oa	
12550	CZĘSTOCHOWA	-26,6	08-01-1987	Nz	NEa	-6,1	11-04-1977	NWz	NEo	4,6	05-07-1965	NWz	NWc	-6,5	24-10-2003	HNz	No	
12560	KATOWICE	-27,4	08-01-1987	Nz	NEa	-8,2	07-04-2002	HNFa	Ea	4,8	01-07-1991	U	Oa	-8,0	30-10-1951	TrW	Sa	
12566	KRAKÓW	-29,9	13-01-1987	HNFz	Eo	-7,5	19-04-1955	HB	Na	5,4	05-07-1962	TrM	Oc	-7,4	27-10-1988	Wa	SW	
12570	KIELCE	-33,9	08-01-1987	Nz	NEa	-9,4	03-04-1952	Wa	NWa	2,9	16-07-1978	NWa	No	-8,7	25-10-2003	HNz	NWc	
12575	TARNÓW	-30,3	20-01-1963	HNa	NEa	-7,5	15-04-1996	HM	NEa	5,5	01-07-1971 14-07-2000	Na TrM	NEc NWc	-7,8	25-10-2003	HNz	NWc	
12580	RZESZÓW	-33,6	20-01-1963	HNa	NEa	-10,0	13-04-1996	NEa	NEo	3,7	02-07-1984	TrM	NWo	-11,4	27-10-1997	HNa	NEa	
12585	SANDOMIERZ	-27,3	08-01-1987	Nz	NEa	-7,0	14-04-1996	NEa	NEa	5,4	18-07-1989	NWz	Nc	-7,4	26-10-1988	Wa	SWa	
12595	ZAMOŚĆ	-31,6	08-01-1987	Nz	NEa	-7,8	14-04-1974	NEa	NEa	4,5	08-07-1964	Wz	SWc	-9,6	20-10-1982 26-10-1988	Wa Wa	SWa SWa	
12600	BIELSKO BIAŁA	-27,4	08-01-1985	HNz	Eo	-8,5	13-04-1996	NEa	NEo	4,3	09-07-1993	U	SWa	-8,6	25-10-1973	HM	NWa	
12625	ZAKOPANE	-29,8	31-01-1956	HFa	SEa	-12,0	03-04-1952	Wa	NWa	0,9	05-07-1962	TrM	Oc	-10,7	29-10-1997 25-10-2003	HM HNz	NEa NWc	
12650	KASPROWY WIERCH	-30,2	17-01-1963	HNFa	Ea	-18,1	07-04-2003	Nz	NEo	-3,1	19-07-1989	HM	No	-15,2	26-10-1988	Wa	SWa	
12660	NOWY SĄCZ	-29,2	14-01-1987	HNFz	Ea	-10,5	09-04-1990	BM	Wa	3,0	01-07-1971	Na	NEc	-8,3	25-10-2003	HNz	NWc	
12690	LESKO	-28,8	24-01-2006	HM	Oa	-8,3	14-04-1996	NEa	NEa	4,4	07-07-1961	NWa	Na	-10,5	25-10-2003	HNz	NWc	
12695	PRZEMYSŁ	-30,0	20-01-1963	HNa	NEa	-5,7	04-04-1963	HNz	Eo	5,0	02-07-1984	TrM	NWo	-6,9	31-10-1956	HNa	NEa	

Data Date $T_{min}$	Liczebność stacji Station percentage %	Typ cyrkulacji Circulation type	
		GWL	LIT
11-02-1956	94	HNFa	Ea
<b>01-02-1956</b>	<b>92</b>	HFa	NEa
<b>09-02-1956</b>	<b>92</b>	HNFa	NEa
02-02-1956	91	HFa	NEa
01-02-1954	80	HNFa	Ea
<b>19-01-1963</b>	<b>80</b>	HNa	NEa
<b>31-01-1956</b>	<b>79</b>	HFa	SEa
31-01-1954	76	HNFa	NEa
10-02-1956	75	HNFa	Ea
<b>14-01-1987</b>	<b>75</b>	HNFz	Ea
08-02-1956	74	HB	NEo
23-01-2006	72	HM	Ea
26-01-1954	71	HFa	SEa
30-01-1963	70	HNz	NEa
12-02-1985	68	HNa	Eo
27-01-1954	67	HFa	NEa
13-01-1987	66	HNFz	Eo
<b>20-01-1963</b>	<b>63</b>	HNa	NEa
<b>08-01-1987</b>	<b>61</b>	Nz	NEa
24-01-2006	60	HM	Oa
27-02-1963	59	HM	Ea
31-01-1963	57	HNz	NEo
22-02-1954	57	HFa	SEa
26-12-1961	55	BM	Oc
01-02-1970	55	BM	Sa
11-01-1987	54	HNFz	Eo
<b>30-01-1987</b>	<b>54</b>	BM	Oa
18-01-1963	50	HNFa	Ea
08-01-1985	45	HNz	Eo
03-02-1963	44	TrM	SEc
07-01-1985	43	HNz	Eo
11-02-1985	43	Ws	SEo
17-01-1963	43	HNFa	Ea
21-02-1954	39	HFa	SEa
22-12-1969	39	TrW	SEa
02-02-1970	39	Wz	SWo
13-02-1985	38	HNa	NEo
12-01-1987	38	HNFz	Ec
28-02-1963	37	HM	NEa
31-12-1969	37	HNFz	Oo
22-01-2006	37	HM	Ea
08-02-1986	35	HNFz	Eo
31-01-1970	33	BM	No
01-03-1963	33	HM	NEa
13-02-1956	32	HNFz	Ec
09-01-1985	32	HNz	No

Poprzednia strona:

**Tabela 3.2.2**

Najniższe minimalne temperatury powietrza w wybranych miesiącach (°C) oraz towarzyszące im typy cyrkulacji według klasyfikacji typów cyrkulacji Grosswetterlagen i Lityńskiego

Previous page:

**Table 3.2.2**

The lowest minimum air temperature in the selected months (°C) and the associated circulation types according to Grosswetterlagen and Lityński circulation types classifications

**Tabela 3.2.3**

Daty, kiedy temperatura minimalna powietrza w zimie (XII-II) przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem  $p=1\%$  na ponad 30% stacji (wyróżniono daty z minimalnymi temperaturami przekraczającymi wartość występującą z prawdopodobieństwem  $p=0.1\%$  na ponad 20% stacji)

**Table 3.2.3**

Dates when the minimum air temperature in winter (December-February) exceeded the value with probability  $p=1\%$  at over 30% stations (dates with minimum temperature exceeded the value with probability  $p=0.1\%$  at over 20% stations in bold)

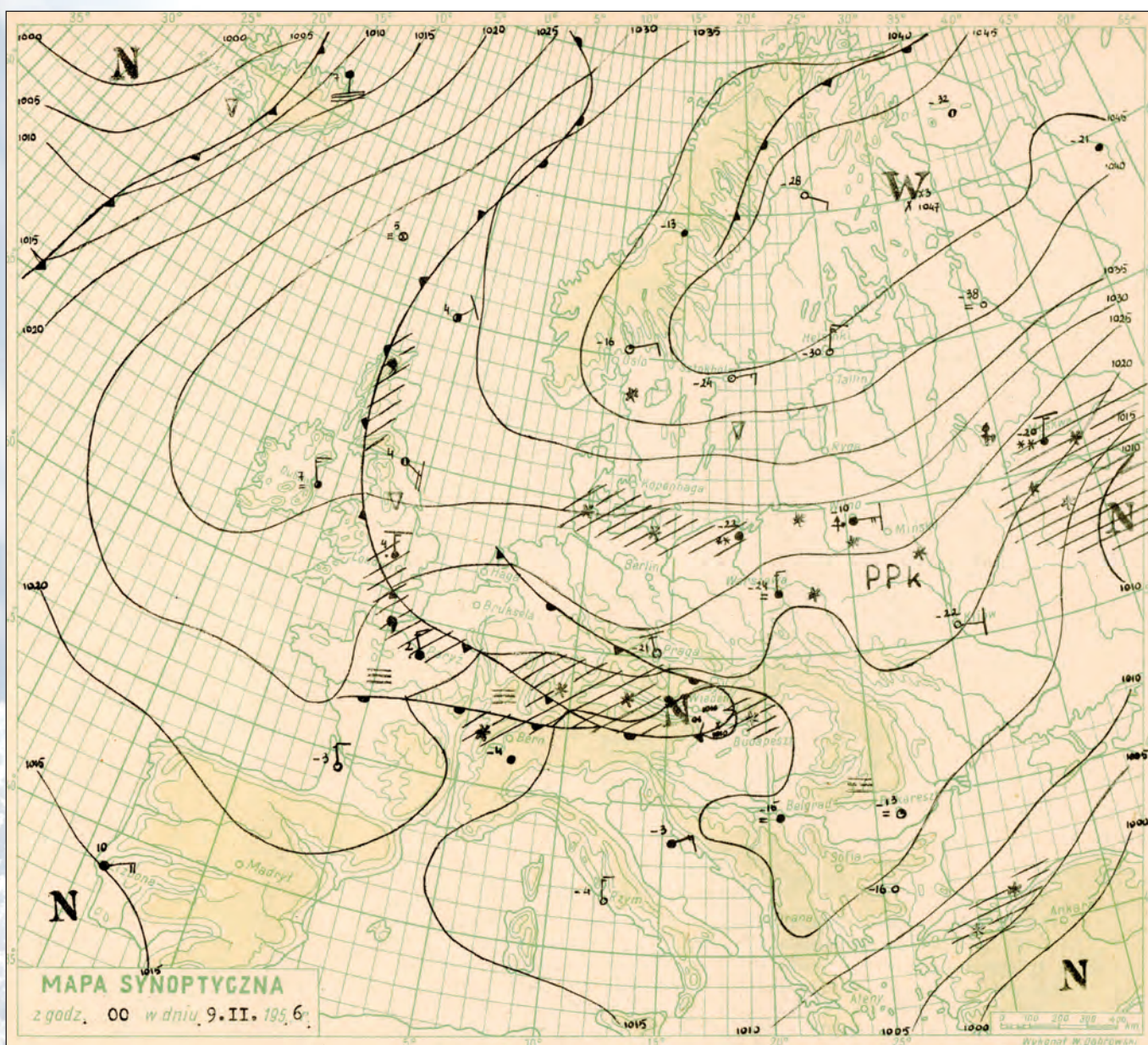
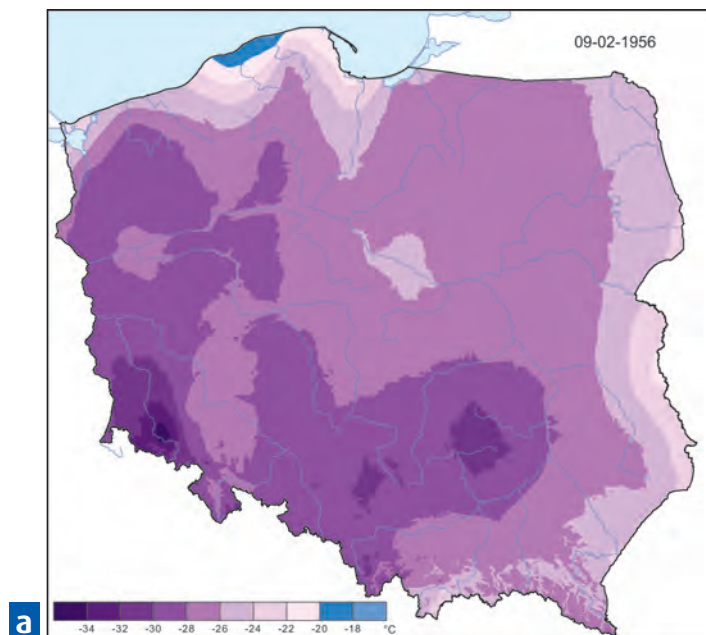


**Rycina 3.2.2**

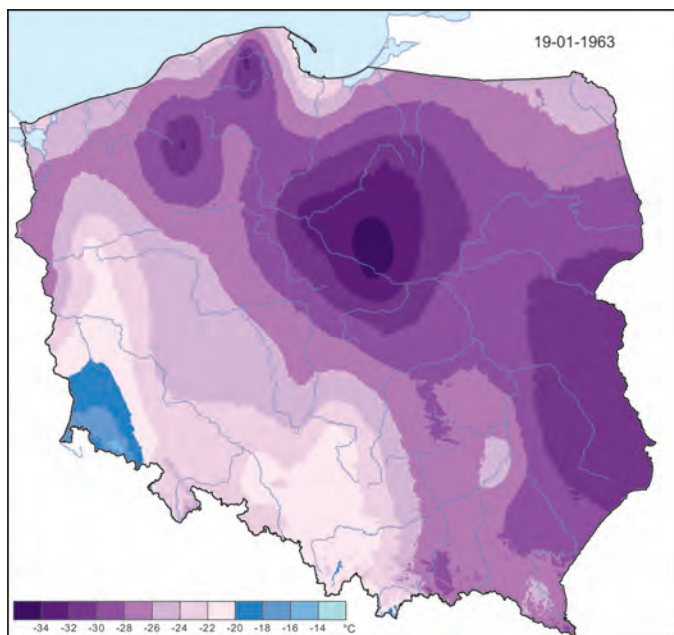
a - Temperatura minimalna powietrza w Polsce 9 lutego 1956  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
 b - mapa dolna 09.02.1956 00 UT

**Figure 3.2.2**

a - Minimum air temperature in Poland on 9 February 1956  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
 b - surface chart 09.02.1956 00 UT



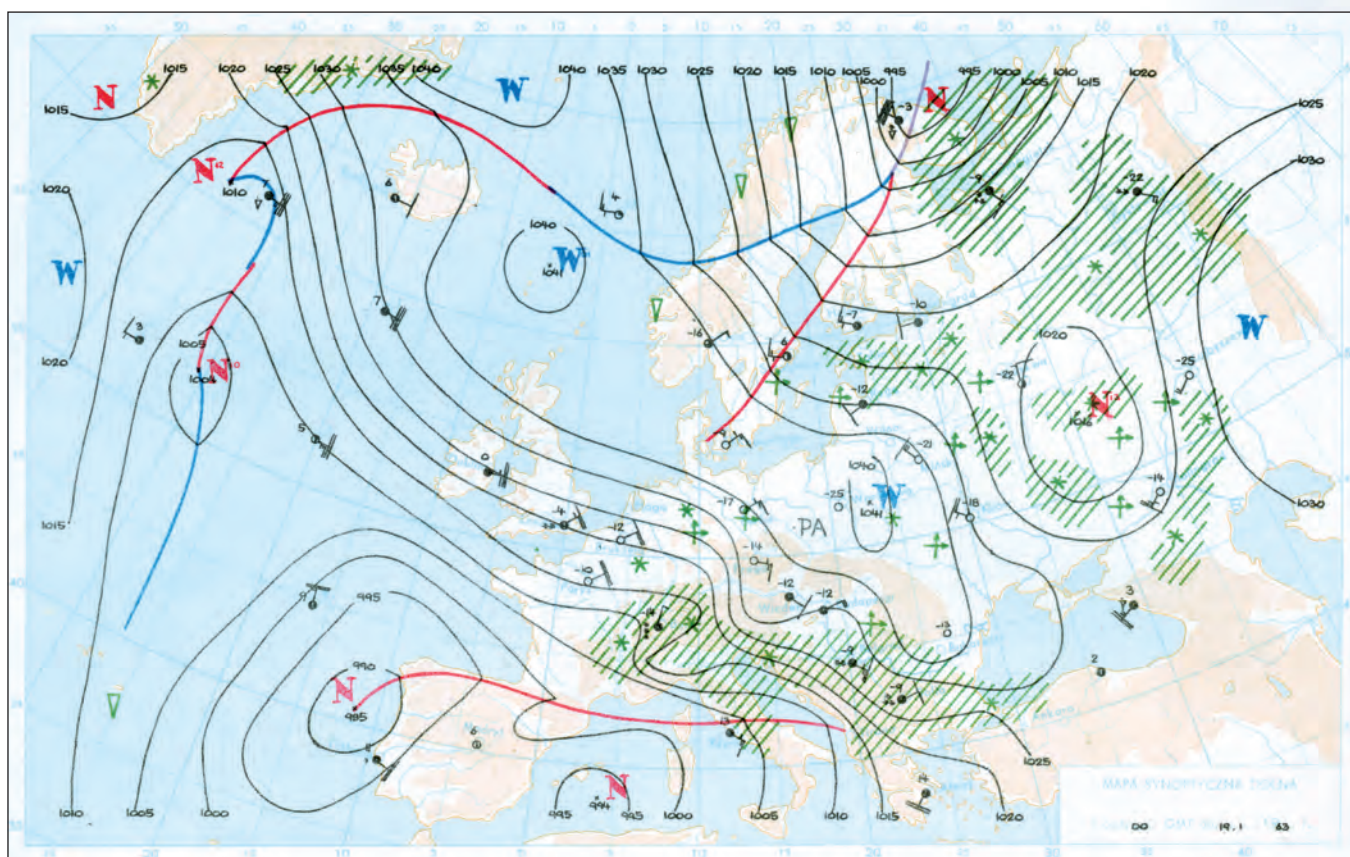
Typ cyrkulacji - Circulation type					
08-02-1956	GWL - HB	LIT - NEo	OSK - Eo	TN - Na	ZU - Ba
09-02-1956	GWL - HNFa	LIT - NEa	OSK - E	TN - Ea	ZU - Ea



a

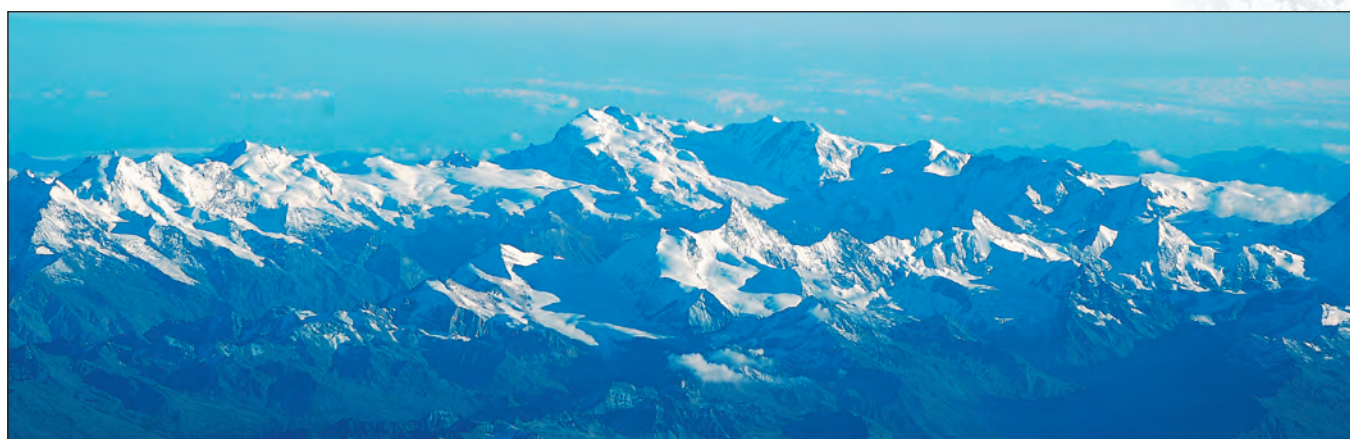
**Rycina 3.2.3**  
 a - Temperatura minimalna powietrza w Polsce 19 stycznia 1963  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
 b - mapa dolna 19.01.1963 00 UT

**Figure 3.2.3**  
 a - Minimum air temperature in Poland on 19 January 1963  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
 b - surface chart 19.01.1963 00 UT

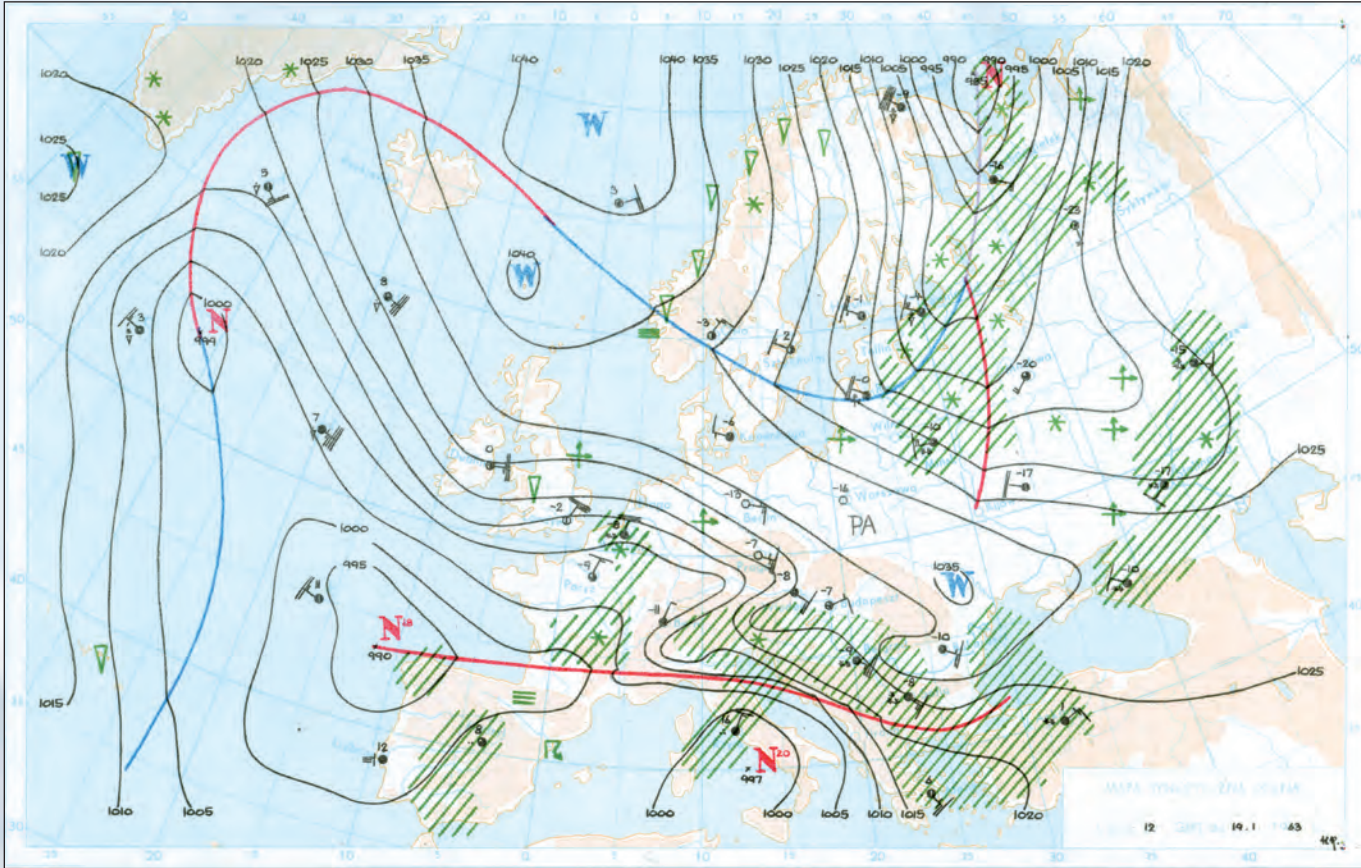


b

Typ cyrkulacji - Circulation type					
18-01-1963	GWL - HNFa	LIT - Ea	OSK - E0	TN - Ka	ZU - SEa
19-01-1963	GWL - HNa	LIT - NEa	OSK - E2C	TN - SEa	ZU - SEa



Minimalna temperatura powietrza / Minimum air temperature

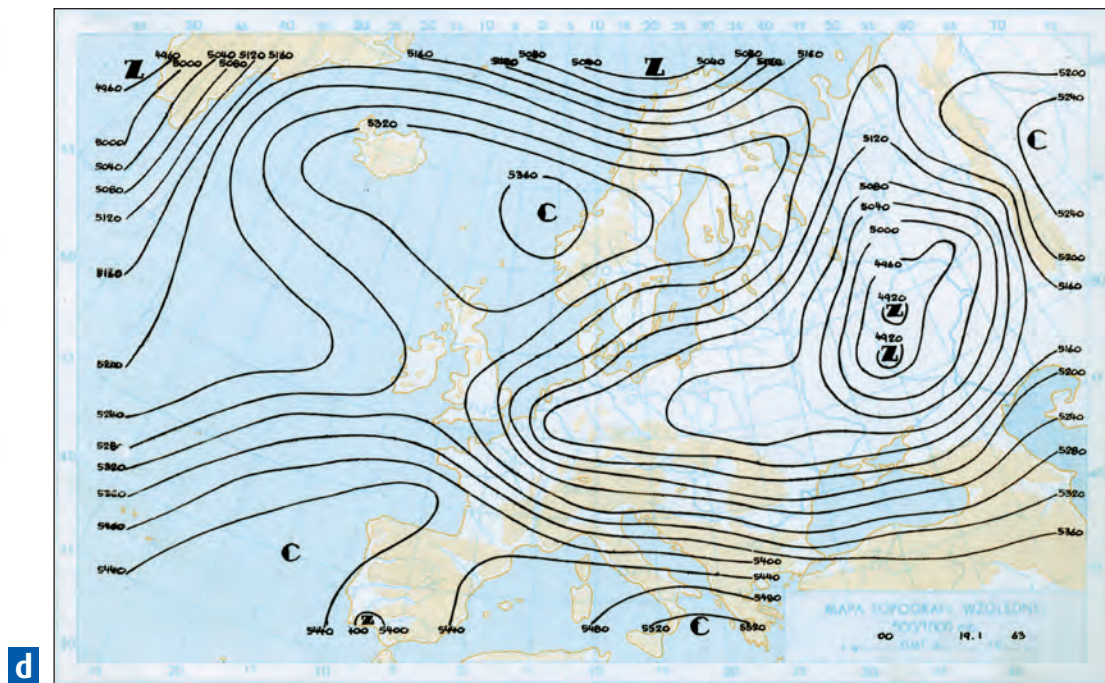


**Rycina 3.2.3**

**c** – mapa dolna  
19.01.1963 12 UT  
**d** – mapa względnej  
topografii barycznej  
500/1000 hPa  
19.01.1963 00 UT

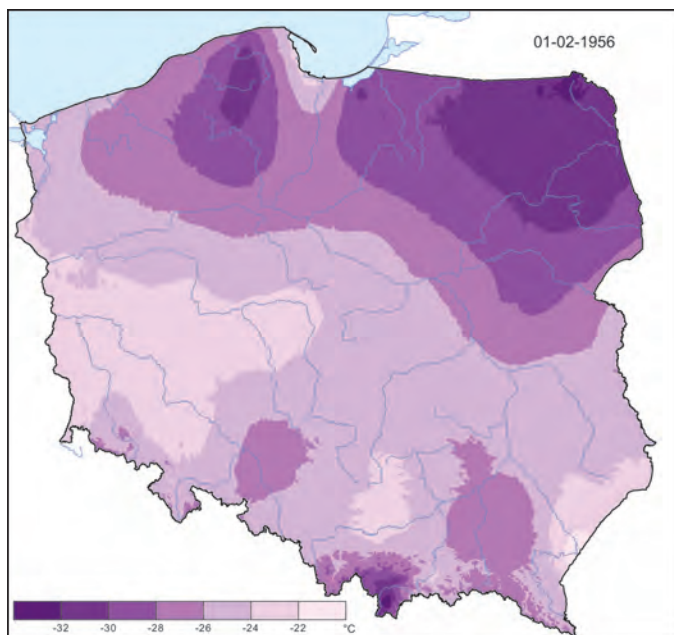
**Figure 3.2.3**

**c** – surface chart  
19.01.1963 12 UT  
**d** – thickness chart  
500/1000 hPa  
19.01.1963 00 UT



**d**

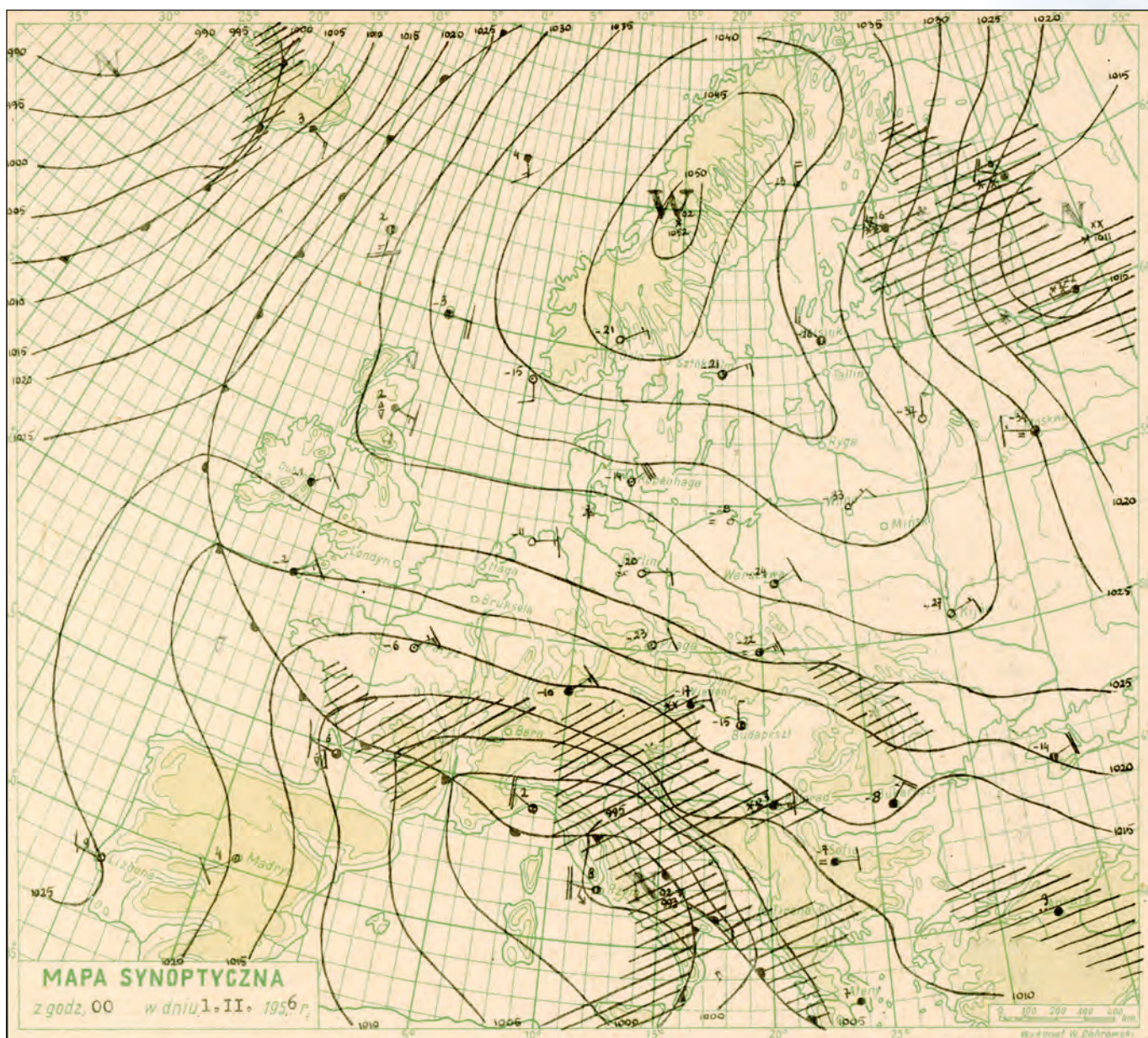




**a**

**Rycina 3.2.4**  
**a** - Temperatura minimalna powietrza w Polsce 1 lutego 1956  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
**b** - mapa dolna 01.02.1956 00 UT

**Figure 3.2.4**  
**a** - Minimum air temperature in Poland on 1 February 1956  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
**b** - surface chart 01.02.1956 00 UT



**b**

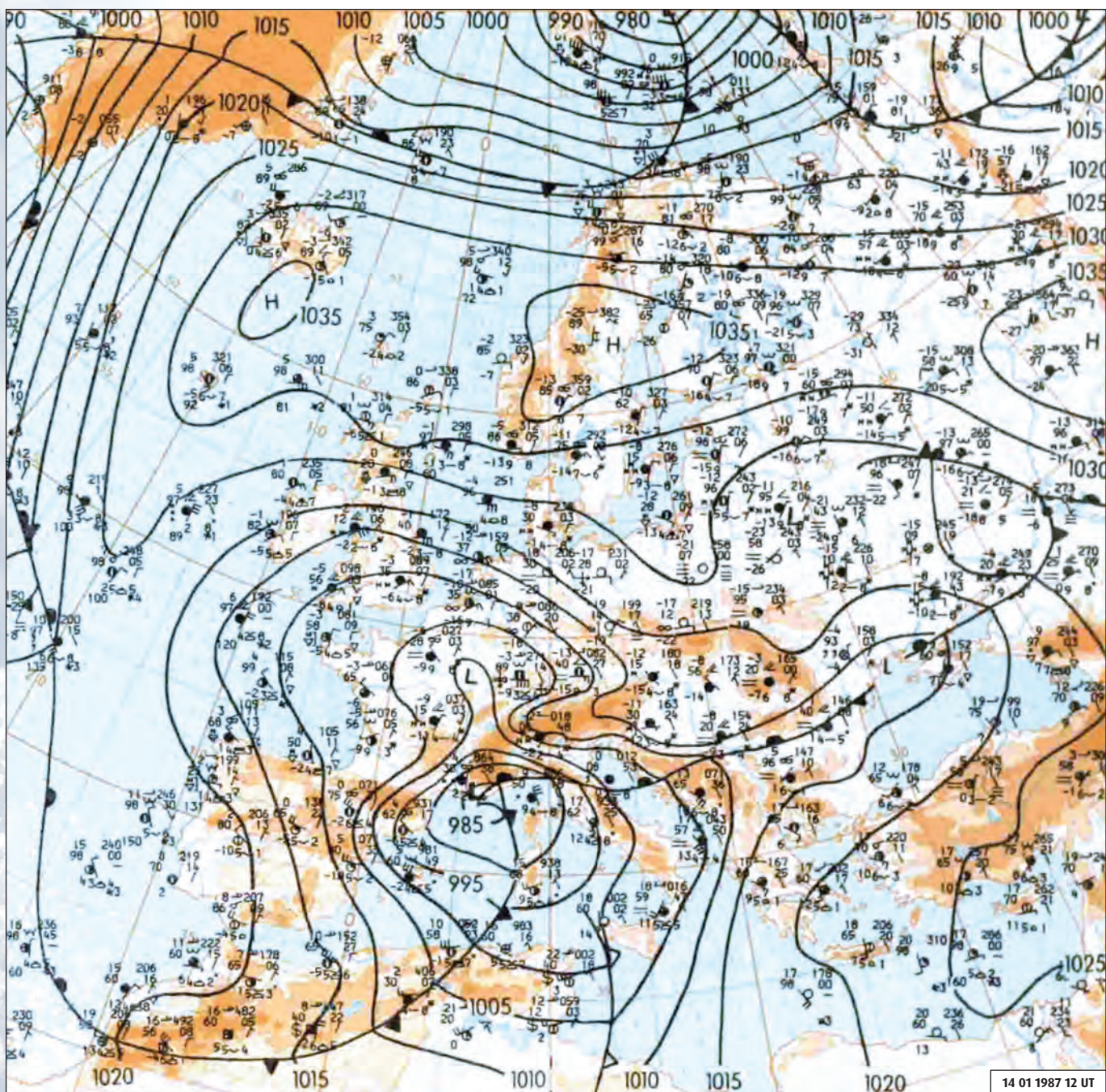
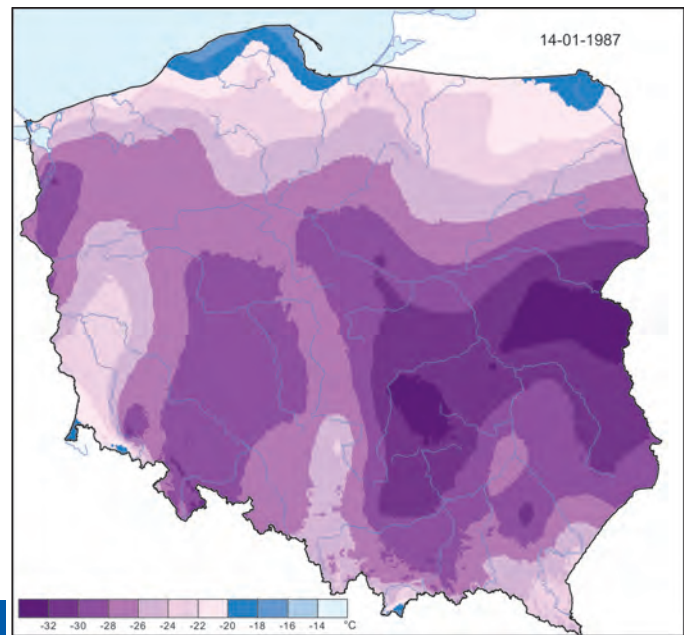
Typ cyrkulacji - Circulation type					
31-01-1956	GWL - HFa	LIT - SEa	OSK - E	TN - Ea	ZU - Ea
01-02-1956	GWL - HFa	LIT - NEa	OSK - E	TN - Ea	ZU - Ea

**Rycina 3.2.5**

- a – Temperatura minimalna powietrza w Polsce 14 stycznia 1987
- Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)
- b – mapa dolna 14.01.1987 12 UT

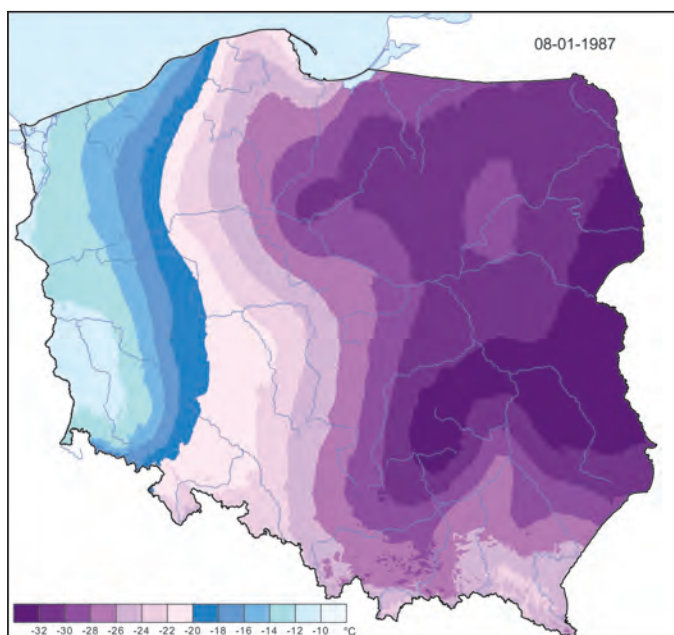
**Figure 3.2.5**

- a – Minimum air temperature in Poland on 14 January 1987
- Synoptic situation over Europe (according to B)
- b – surface chart 14.01.1987 12 UT



**Typ cyrkulacji - Circulation type**

14-01-1987 GWL - HNFz LIT - Ea OSK - E TN - Ka ZU - Ea



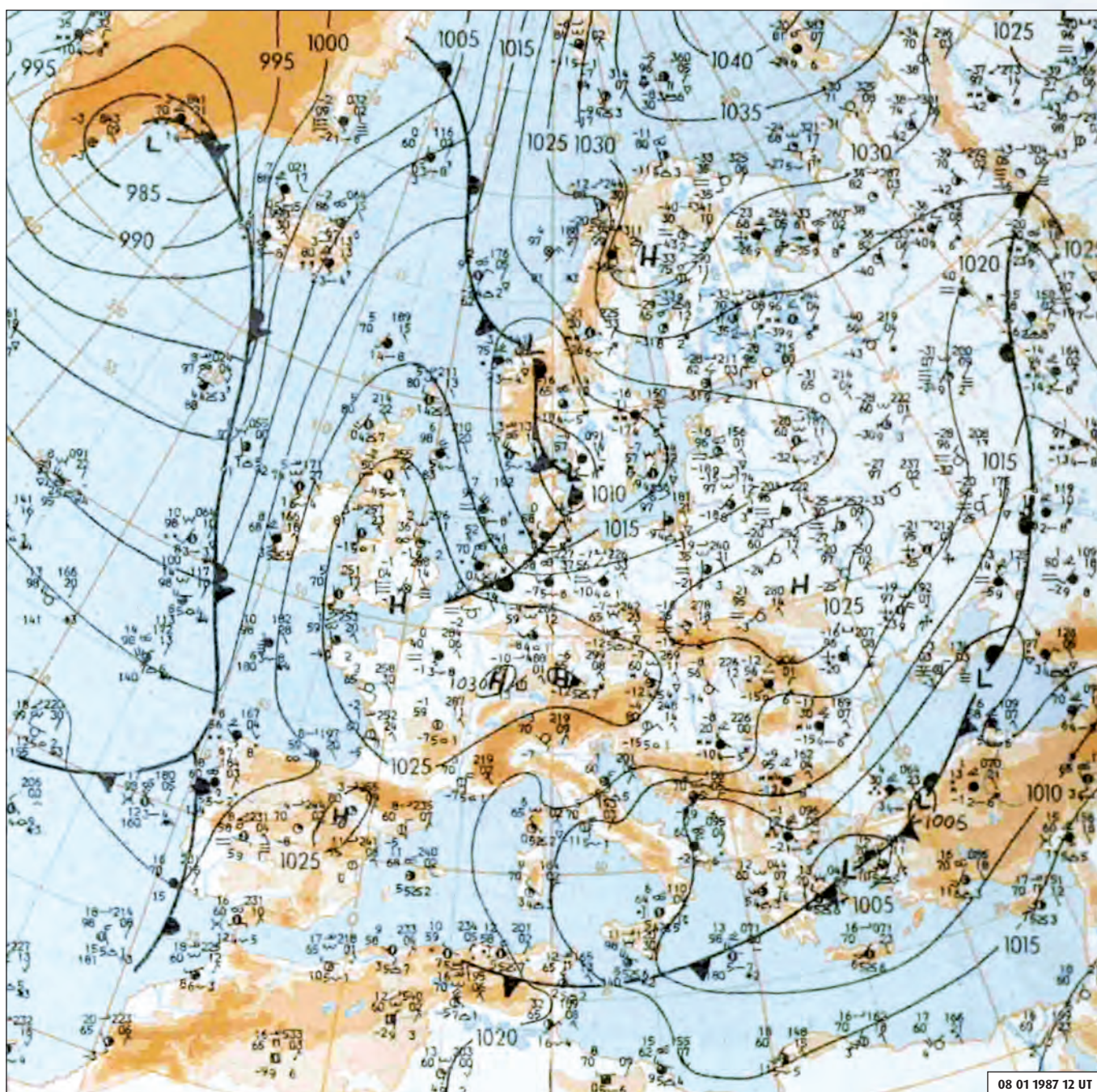
**a**

**Rycina 3.2.6**

**a** - Temperatura minimalna powietrza w Polsce 8 stycznia 1987  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa dolna 08.01.1987 12 UT

**Figure 3.2.6**

**a** - Minimum air temperature in Poland on 8 January 1987  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - surface chart 08.01.1987 12 UT



08 01 1987 12 UT

**b**

**Typ cyrkulacji - Circulation type**

08-01-1987 GWL - Nz LIT - NEa OSK - G TN - Ka ZU - Wa

Minimalna temperatura powietrza / Minimum air temperature

**Tabela 3.2.4**

Dni z minimalną temperaturą powietrza powyżej 20°C (tzw. noce tropikalne) występujące na ponad 20% stacji

**Table 3.2.4**

Days with the minimum air temperature over 20°C (so called tropical nights) occurring at over 20% stations

Data Date	Liczba stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
10-08-1992	42	TrW	SWc	BE	Sc	SWc
31-07-1994	31	Sa	SEo	x	Ka	Ba
01-08-1994	30	Sa	SEo	x	Ka	Bc
29-08-1992	25	SWz	SWc	D	SWc	SWc
02-08-1994	25	Sa	SEo	E	Ka	Ba
17-08-1989	25	SWa	SWo	D	SWc	Wa
24-07-2006	25	BM	Na	E2C	Ka	Ba
12-07-1984	24	TrW	SWa	D	SWa	Wa
05-07-1957	23	HM	NWc	E0	Wa	Wa
10-07-2002	21	SWz	SEo	BE	SEa	SEa
26-06-2006	21	SWz	Oo	E2C	Sc	Sc

**Rycina 3.2.7**

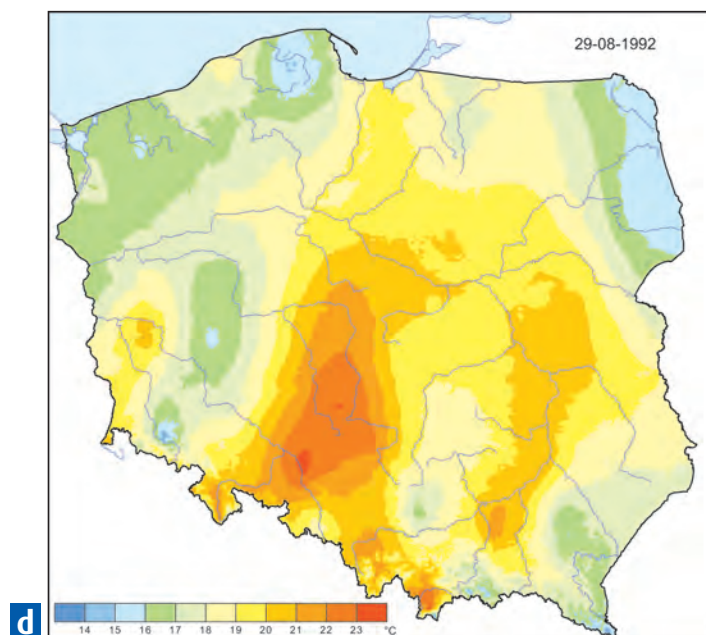
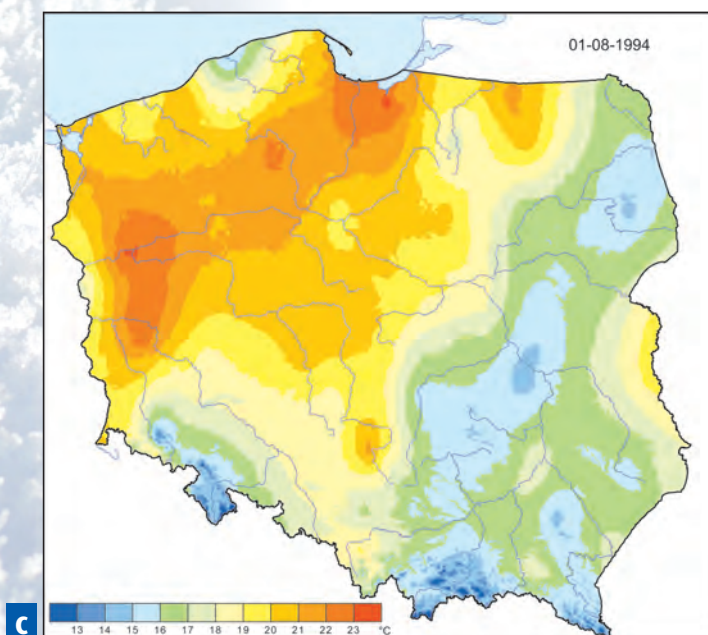
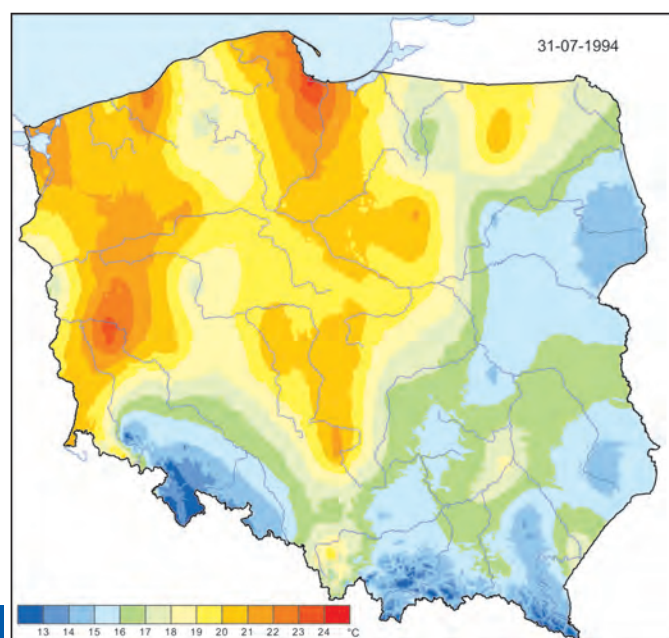
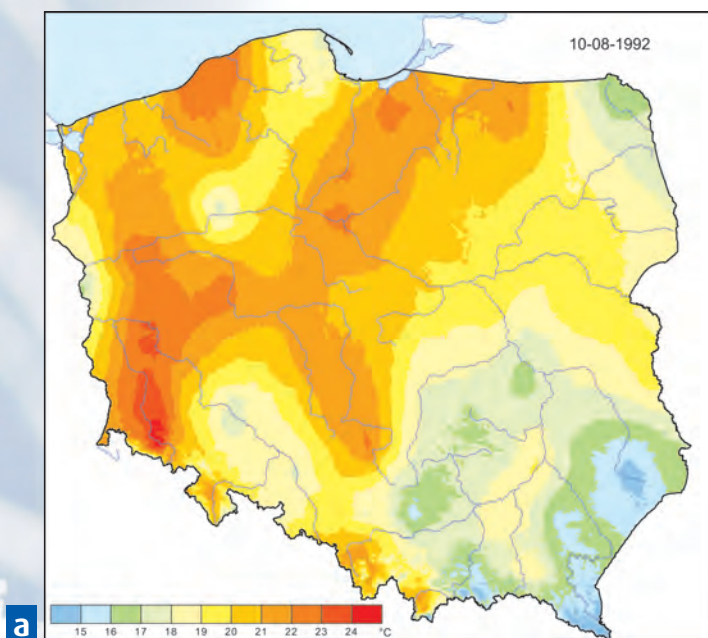
Minimalna temperatura powietrza w Polsce powyżej 20°C (tzw. noce tropikalne) na ponad 25% stacji oraz towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą:

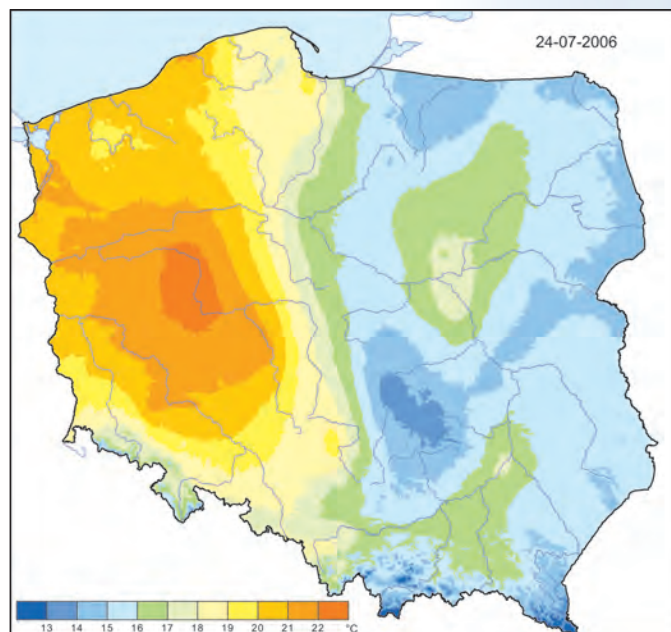
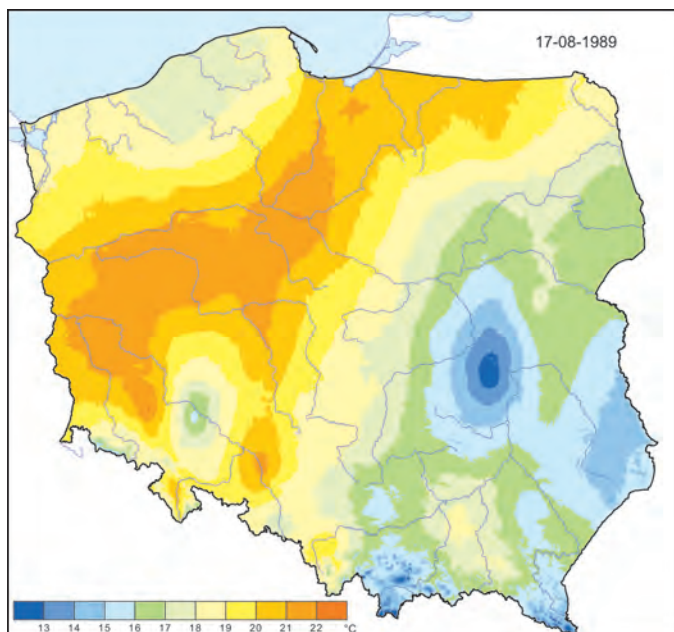
- a - 10 sierpnia 1992
- b - 31 lipca 1994
- c - 1 sierpnia 1994
- d - 29 sierpnia 1992

**Figure 3.2.7**

Minimum air temperature in Poland over 20°C (so called tropical nights) occurring at over 25% stations and the associated synoptic situations over Europe

- a - 10 August 1992
- b - 31 July 1994
- c - 1 August 1994
- d - 29 August 1992





**Rycina 3.2.7**  
Minimalna temperatura powietrza w Polsce powyżej 20°C (tzw. noce tropikalne) na ponad 25% stacji oraz towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą:

**e** – 17 sierpnia 1989

**f** – 24 lipca 2006

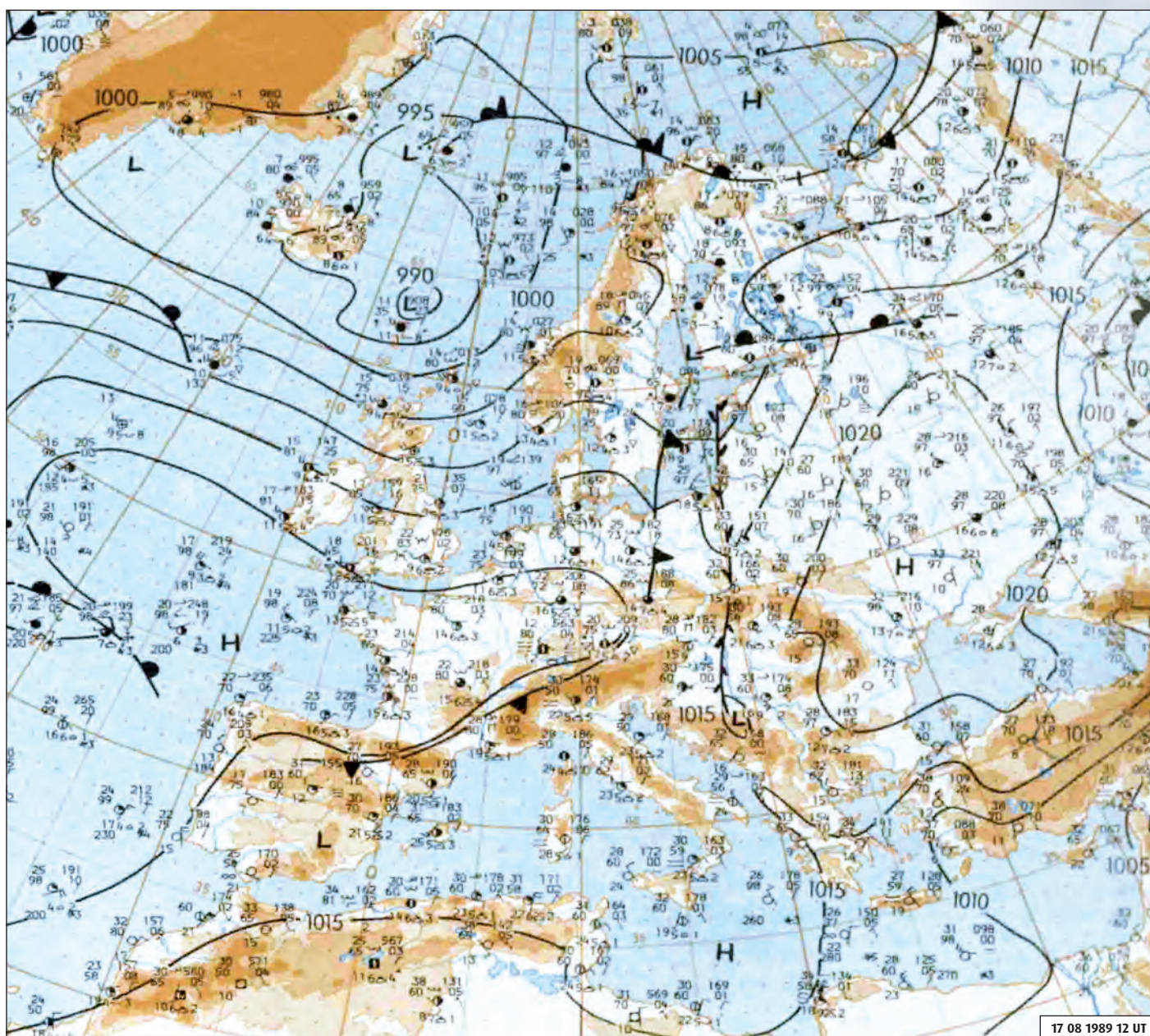
**e (ss)** – sytuacja synoptyczna nad Europą (według B):  
mapa dolna 17.08.1989 12 UT

**Figure 3.2.7**  
Minimum air temperature in Poland over 20°C (so called tropical nights) occurring at over 25% stations and the associated synoptic situations over Europe

**e** – 17 August 1989

**f** – 24 July 2006

**e (ss)** – synoptic situation over Europe (according to B):  
surface chart 17.08.1989 12 UT



Minimalna temperatura powietrza / Minimum air temperature

ekstremów są mało jednoznaczne. Na ogół jest to obszar podwyższonego ciśnienia, ale o słabo wykształconym polu barycznym. Przy takich uwarunkowaniach może występować bezadwekcyjny, najczęściej wyżowy, typ cyrkulacji lub też typ z adwekcją powietrza z sektora południowego.

Ze środowiskowego i ekonomicznego punktu widzenia bardzo istotna jest informacja o występowaniu przymrozków. Dotyczy to przede wszystkim ostatnich przymrozków wiosennych, choć informacja o ekstremalnie wczesnych pierwszych jesiennych jest też ważna. W *Atlasie* zagadnienie to zostało również rozpatrzone pod względem dat wystąpienia.

Tabela 3.2.5 zawiera daty ostatnich wiosennych i pierwszych jesiennych przymrozków na poszczególnych stacjach i towarzyszący im typ cyrkulacji według dwóch klasyfikacji. W większości przypadków, co oczywiste, typ cyrkulacji informował o napływie powietrza z sektora północnego, choć przypadki z innymi, zgoła odmiennymi, typami były nierzadkie. Należy dodać, że występowanie przymrozków wiąże się nie tylko z uwarunkowaniami cyrkulacyjnymi, lecz także z warunkami lokalnymi. Niebagatelne jest tu położenie morfologiczne stacji meteorologicznej, rodzaj pokrycia terenu, lokalna cyrkulacja itd. Zresztą same warunki meteorologiczne mogą być bardzo zmienne czasowo i przestrzennie oraz powodować, że na sąsiednich stacjach będą występować zgoła odmienne temperatury. W tabeli 3.2.6 podano daty przymrozków w drugiej połowie maja, które zarejestrowano na ponad 20% stacji. Z kolei tabela 3.2.7 zawiera daty wystąpienia przymrozków czerwcowych na co najmniej 3 stacjach, natomiast w tabeli 3.2.8 zamieszczono daty wystąpienia przymrozków w pierwszej połowie września. Jak wynika ze wszystkich tych tabel, rozpatrywane przymrozki najczęściej są notowane w układach wyżowych bez wyraźnej adwekcji lub też z napływem powietrza z sektora wschodniego, niekiedy północnego.

Ryciny 3.2.8 i 3.2.9 przedstawiają rozkład przymrozków w wymienionych dniach oraz obrazują sytuacje synoptyczne, jakie towarzyszyły ich wystąpieniu. Potwierdzają one wymienione uwarunkowania cyrkulacyjne rozpatrywanych zjawisk, choć szczegółowa ich ocena wraz z uwzględnieniem na przykład rodzaju masy powietrza wymaga znacznie bardziej dogłębnych analiz.

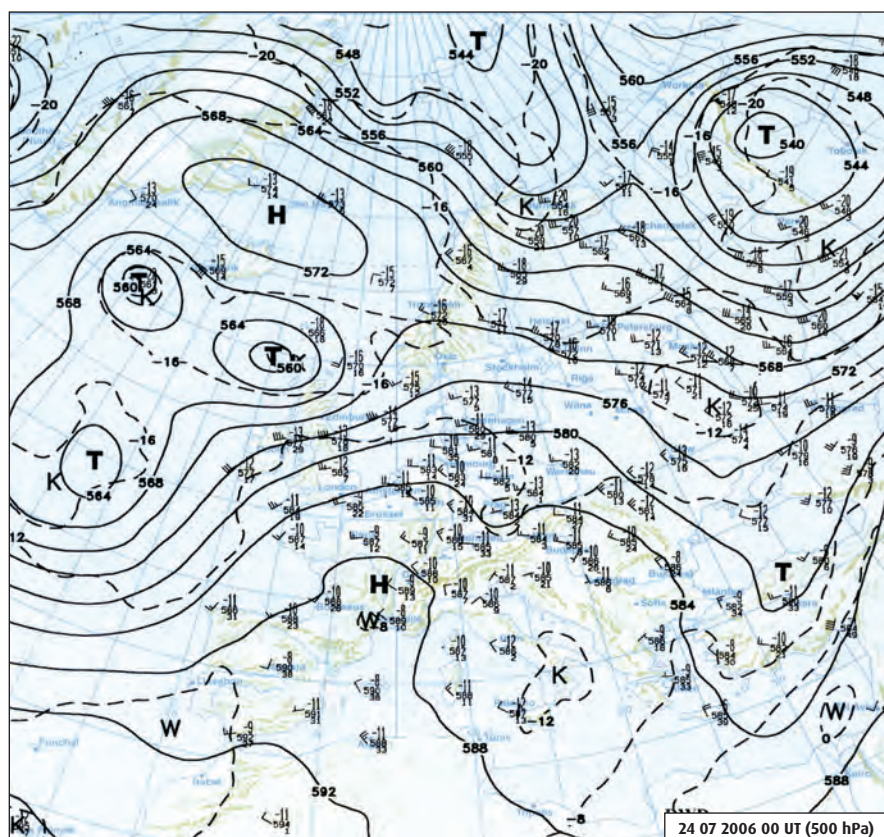
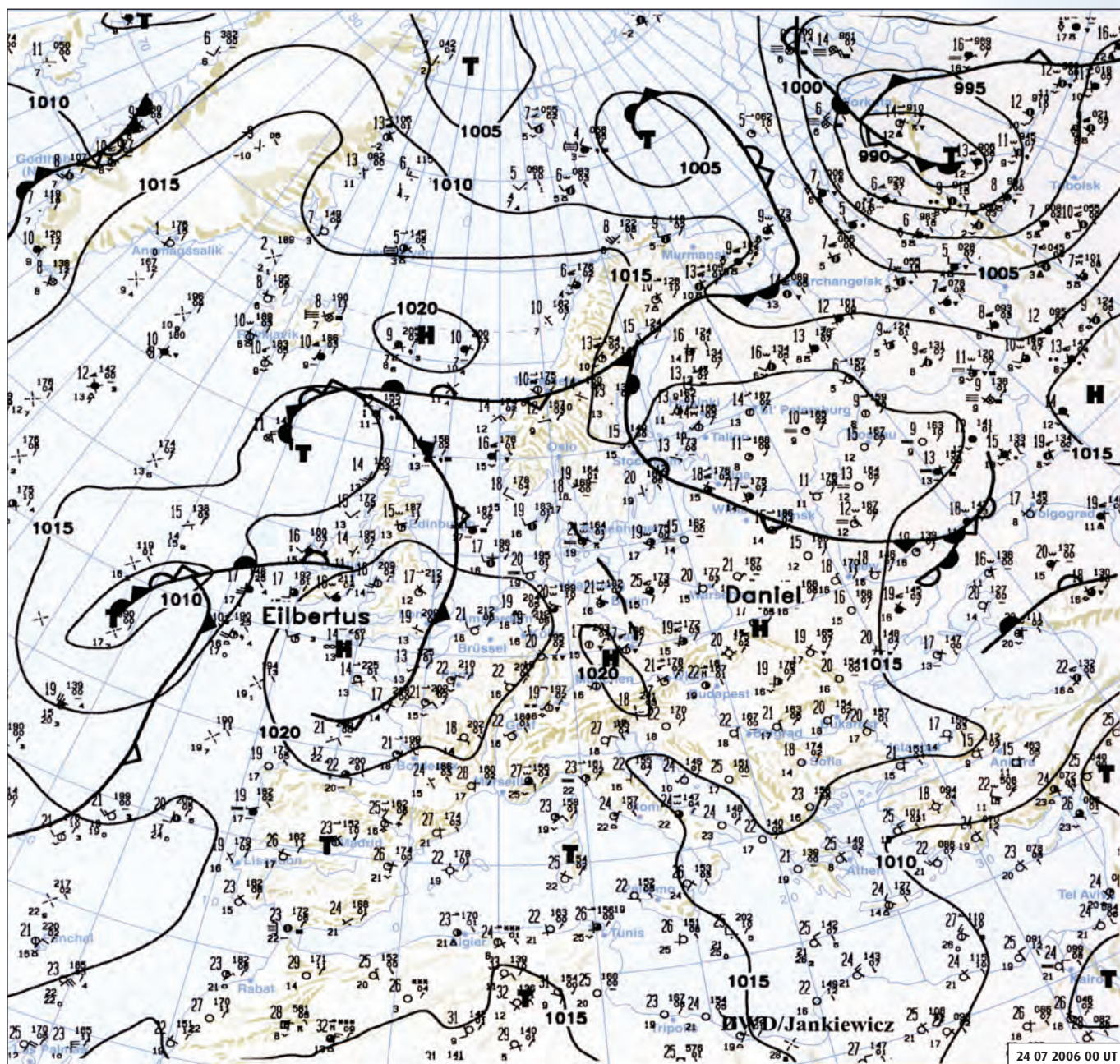
a weakly formed baric field. With such conditions being not advective, normally a high pressure circulation type or a type with advection from the southern sector may occur.

From an environmental, as well as, economic point of view, information about the occurrence of frost is very important. This mainly refers to frost in the spring, although, information about extremely early first autumn frost is also significant. In the Atlas, this issue was also discussed according to the dates of frost occurrence.

Table 3.2.5 contains the dates of last spring and first autumn frost at selected stations. The circulation type according to two classification systems was also included. In most cases, the circulation type informs about air flow from the northern sector. However, situations with other completely different types were also quite frequent. It should be added here that the occurrence of frost is related to both local and circulation conditions. The morphological location of a meteorological station itself is also very significant, i.e.: types of surface cover, local circulation, etc... Besides, the meteorological conditions themselves can vary a lot both in a temporal sense and in a spatial sense and may cause the occurrence of different temperature values at neighboring stations. Table 3.2.6 lists the dates of frost incidence in the second half of May, which were recorded at over 20% of the stations. On the other hand, Table 3.2.7 includes the dates of June frost events, which occurred at at least three stations; Table 3.2.8 contains the dates of frost events in the first half of September. As the tables suggest, the discussed frost events are most often recorded within high pressure systems without a distinct advection or with the air flow from the eastern, and sometimes, northern sector.

Figures 3.2.8 and 3.2.9 show the frost distribution on the days mentioned and they illustrate the synoptic situations which had accompanied their occurrence. They confirm the mentioned circulation conditions of the discussed phenomena. However, a detailed evaluation of these conditions considering, for example, the type of air mass, requires a much broader and more thorough analysis.





**Rycina 3.2.7**  
Minimalna temperatura powietrza w Polsce powyżej 20°C (tzw. noce tropikalne) na ponad 25% stacji oraz towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą:

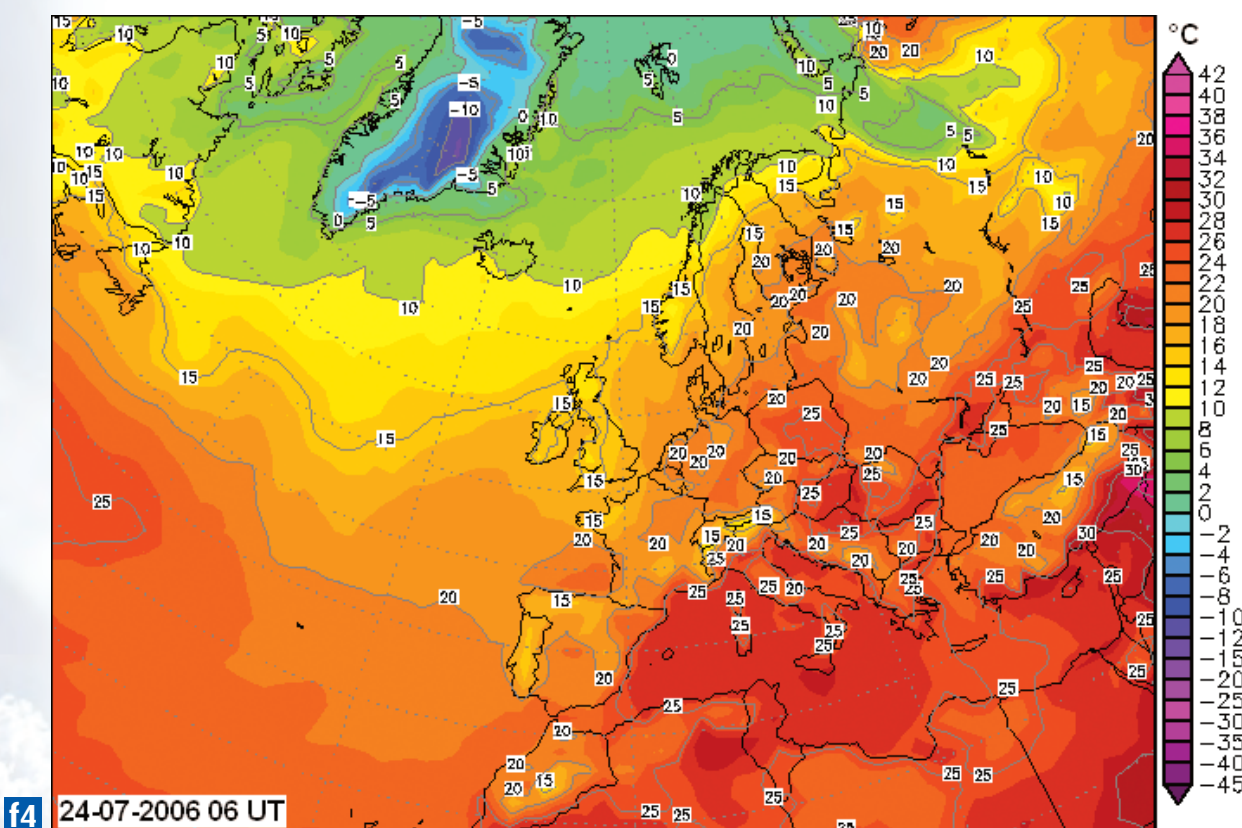
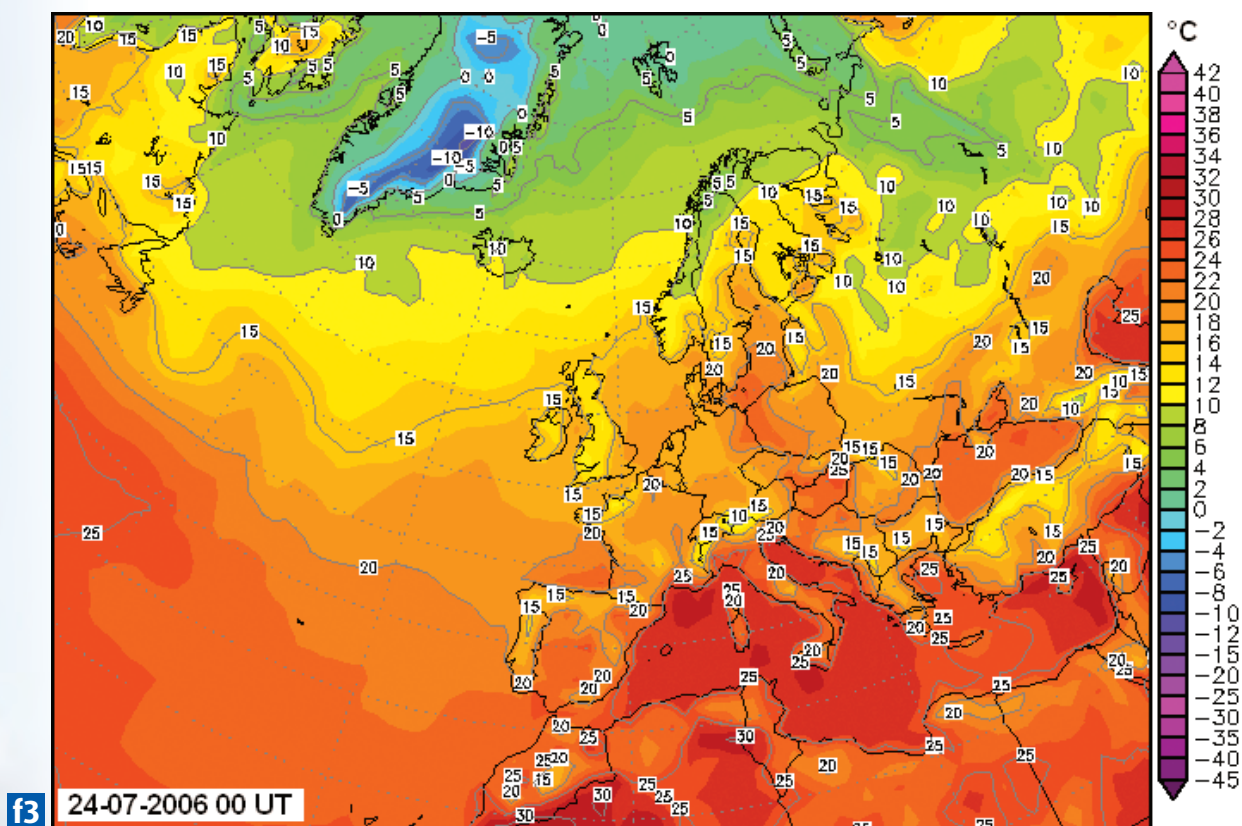
**f (ss)** – sytuacja synoptyczna nad Europą (według C): mapa dolna  
24.07.2006 00 UT

**f2 (ss)** – sytuacja synoptyczna nad Europą (według C): mapa 500 hPa  
24.07.2006 00 UT

**Figure 3.2.7**  
Minimum air temperature in Poland over 20°C (so called tropical nights) occurring at over 25% stations and the associated synoptic situations over Europe

**f (ss)** – synoptic situation over Europe (according to C): surface chart 24.07.2006 00 UT

**f2 (ss)** – synoptic situation over Europe (according to C): 500 hPa chart 24.07.2006 00 UT



**Rycina 3.2.7**

Minimalna temperatura powietrza w Polsce powyżej 20°C (tzw. noce tropikalne) na ponad 25% stacji oraz towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą:

**f3** – temperatura powietrza w Europie 24.07.2006 00 UT (według E)

**f4** – temperatura powietrza w Europie 24.07.2006 06 UT (według E)

(mapy sytuacji synoptycznych dla przypadków a-d w rozdziale 3.1)

**Figure 3.2.7**

Minimum air temperature in Poland over 20°C (so called tropical nights) occurring at over 25% stations and the associated synoptic situations over Europe

**f3** – air temperature in Europe on 24.07.2006 00 UT (according to E)

**f4** – air temperature in Europe on 24.07.2006 06 UT (according to E)

(synoptic situations charts for cases a-d in the chapter 3.1)

ostatni - last

pierwszy - first

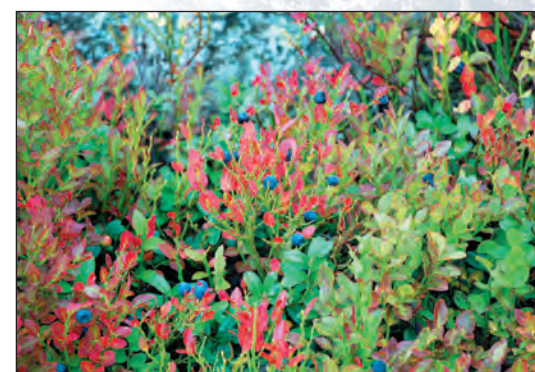
STACJA STATION	T <sub>min</sub> (°C)	Data Date	Typ cyrkulacji Circulation type		STACJA STATION	T <sub>min</sub> (°C)	Data Date	Typ cyrkulacji Circulation type	
			GWL	LIT				GWL	LIT
BIAŁYSTOK	-0,9	31-05-1951	HB	NEa	BIAŁYSTOK	-0,6	08-09-1993	TB	Sc
BIELSKO-BIAŁA	-0,2	02-06-1977	HB	NEa	BIELSKO-BIAŁA	-0,5	14-09-1973	HB	Na
CHOJNICE	-0,1	31-05-1977	HB	NEa	CHOJNICE	-0,1	18-09-1977	HNa	NEa
CZĘSTOCHOWA	-1,1	31-05-1955	HNFa	NEa	CZĘSTOCHOWA	-0,3	24-09-1970	HNa	No
ELBLĄG	-0,2	09-06-1951	HNz	Nc	ELBLĄG	-1,0	24-09-2002	TrM	No
<i>GDAŃSK</i>	<i>-0,8</i>	<i>27-04-1997</i>	<i>TrM</i>	<i>Wa</i>	<i>GDAŃSK</i>	<i>-0,1</i>	<i>20-10-2003</i>	<i>HNz</i>	<i>Ec</i>
GORZÓW WLKP.	-2,4	12-05-1978	NWz	Ea	GORZÓW WLKP.	-0,5	30-09-1959	HM	NEa
HEL	-0,1	01-06-1951	HB	Na	HEL	-0,4	27-09-1986	BM	NEa
JELEŃ GÓRA	-0,9	08-06-1962	HB	Na	JELEŃ GÓRA	-0,1	06-09-1953	NWa	NEa
KALISZ	-0,4	20-05-1952	NEa	NEc	KALISZ	-0,5	14-09-1973	HB	Na
KATOWICE	-0,3	07-06-1958	HNa	Na	KATOWICE	-0,7	14-09-1973	HB	Na
<i>KĘTRZYN</i>	<i>-0,1</i>	<i>01-06-2001</i>	<i>NWz</i>	<i>NWc</i>	<i>KĘTRZYN</i>	<i>-1,0</i>	<i>21-09-1996</i>	<i>HNFa</i>	<i>Eo</i>
KIELCE	-0,2	07-06-1958	HNa	Na	KIELCE	-1,1	14-09-2002	HNa	NEc
KŁODZKO	-0,2	01-06-1977	HB	NEa	KŁODZKO	-2,3	08-09-1991	NWa	No
KOŁO	-1,4	31-05-1955	HNFa	NEa	KOŁO	-0,3	19-09-1966	BM	Na
KOŁOBRZEG	-0,8	29-05-1957	BM	Na	KOŁOBRZEG	-0,7	28-09-1977	U	SWa
KOSZALIN	-0,2	01-06-1975	Nz	NWc	KOSZALIN	-0,2	26-09-1974	TrM	Oc
<i>KOZIENICE</i>	<i>-0,5</i>	<i>11-06-1982</i>	<i>Ws</i>	<i>Wa</i>	<i>KOZIENICE</i>	<i>-0,5</i>	<i>10-09-1986</i>	<i>NWa</i>	<i>Oa</i>
KRAKÓW	-0,1	01-06-1966	NWz	NWo	KRAKÓW	-0,7	14-09-1973	HB	Na
<i>KROSNO</i>	<i>-0,4</i>	<i>07-05-1999</i>	<i>HNFa</i>	<i>SEa</i>	<i>KROSNO</i>	<i>-0,1</i>	<i>16-09-1999</i>	<i>TrW</i>	<i>SEc</i>
LEGNICA	-0,2	20-05-1952	NEa	NEc	LEGNICA	-1,2	08-09-1991	NWa	No
LESKO	-0,1	07-06-1958	HNa	Na	LESKO	-1,0	14-09-1973	HB	Na
<i>LESZNO</i>	<i>-0,8</i>	<i>02-06-1975</i>	<i>TrM</i>	<i>Oo</i>	<i>LESZNO</i>	<i>-1,4</i>	<i>08-09-1991</i>	<i>NWa</i>	<i>No</i>
ŁĘBORK	-1,0	23-06-1959	HFa	NEa	ŁĘBORK	-0,2	15-09-1971	HB	NEa
LUBLIN	-0,2	25-05-1991	NWa	Na	LUBLIN	-1,5	16-09-1953	SEa	SEa
ŁEBA	-1,1	09-06-1951	HNz	Nc	ŁEBA	-0,3	24-09-2000	HFa	SEa
ŁÓDŹ	-0,3	01-06-1966	NWz	NWo	ŁÓDŹ	-1,3	17-09-1959	HNa	Nc
MIKOŁAJKI	-0,2	23-05-1955	NWa	NWa	MIKOŁAJKI	-0,6	27-09-1986	BM	NEa
<i>MŁAWA</i>	<i>-0,5</i>	<i>27-05-1977</i>	<i>HNa</i>	<i>Na</i>	<i>MŁAWA</i>	<i>-0,6</i>	<i>12-09-1973</i>	<i>HB</i>	<i>NEo</i>
NOWY SĄCZ	-0,5	02-06-1977	HB	NEa	NOWY SĄCZ	-0,3	14-09-1973	HB	Na
OLSZTYN	-0,5	11-06-1982	Ws	Wa	OLSZTYN	-0,1	14-09-1999	HM	SEo
OPOLE	-0,1	07-06-1958	HNa	Na	OPOLE	-1,5	26-09-1959	U	Oo
<i>OSTROŁĘKA</i>	<i>-1,0</i>	<i>31-05-1951</i>	<i>HB</i>	<i>NEa</i>	<i>OSTROŁĘKA</i>	<i>-1,3</i>	<i>13-09-1989</i>	<i>HFa</i>	<i>Oa</i>
<i>PIŁA</i>	<i>-0,4</i>	<i>07-06-1983</i>	<i>HM</i>	<i>Ea</i>	<i>PIŁA</i>	<i>-0,3</i>	<i>05-09-1976</i>	<i>TrM</i>	<i>Na</i>
PŁOCK	-1,1	31-05-1951	HB	NEa	PŁOCK	-0,3	18-09-1977	HNa	NEa
POZNAŃ	-0,1	28-05-1957	HNFa	Ea	POZNAŃ	-0,1	08-09-1991	NWa	No
<i>PRZEMYŚL</i>	<i>-0,3</i>	<i>24-05-1980</i>	<i>Na</i>	<i>Oc</i>	<i>PRZEMYŚL</i>	<i>-0,2</i>	<i>20-09-1956</i>	<i>SEa</i>	<i>Oa</i>
RACIBÓRZ	-0,1	31-05-1955	HNFa	NEa	RACIBÓRZ	-1,0	14-09-1973	HB	Na
RESKO	-0,9	09-06-1951	HNz	Nc	RESKO	-0,4	15-09-1953	SEa	SEa
RZESZÓW	-0,9	02-06-1977	HB	NEa	RZESZÓW	-1,0	14-09-1973	HB	Na
SANDOMIERZ	-0,8	20-05-1952	NEa	NEc	SANDOMIERZ	-0,1	26-09-1959	U	Oo
SIEDLCE	-0,9	11-06-1982	Ws	Wa	SIEDLCE	-1,1	13-09-2002	HNa	NEa
SŁUBICE	-0,6	06-06-1975	HM	NEa	SŁUBICE	-0,6	03-09-2003	BM	Na
<i>SULEJÓW</i>	<i>-0,4</i>	<i>01-06-1966</i>	<i>NWz</i>	<i>NWo</i>	<i>SULEJÓW</i>	<i>-1,1</i>	<i>13-09-2002</i>	<i>HNa</i>	<i>NEa</i>
SUWAŁKI	-0,9	11-06-1982	Ws	Wa	SUWAŁKI	-1,0	16-09-1999	TrW	SEc
SZCZECIN	-0,5	29-05-1957	BM	Na	SZCZECIN	-2,6	16-09-1952	HNa	Wa
<i>SZCZECINEK</i>	<i>-1,3</i>	<i>31-05-1955</i>	<i>HNFa</i>	<i>NEa</i>	<i>SZCZECINEK</i>	<i>-0,3</i>	<i>16-09-1952</i>	<i>HNa</i>	<i>Wa</i>
ŚWINOUJŚCIE	-1,7	12-05-1978	NWz	Ea	ŚWINOUJŚCIE	-2,6	13-10-1973	Ws	Sa
TARNÓW	-1,5	23-05-1980	Na	Na	TARNÓW	-0,5	23-09-1961	HFa	SEa
TERESPOL	-0,2	11-06-1982	Ws	Wa	TERESPOL	-0,7	10-09-2004	BM	Wa
TORUŃ	-1,4	07-06-1958	HNa	Na	TORUŃ	-0,8	14-09-1973	HB	Na
USTKA	-0,4	09-06-1951	HNz	Nc	USTKA	-0,5	29-09-1966	SEa	Oa
WARSZAWA	-0,5	25-05-1991	NWa	Na	WARSZAWA	-0,6	27-09-1977	HFa	SEa
WIELUŃ	-0,3	23-05-1980	Na	Na	WIELUŃ	-0,7	26-09-1977	HFa	SEa
WŁODAWA	-0,7	11-06-1982	Ws	Wa	WŁODAWA	-0,8	12-09-1973	HB	NEo
WROCŁAW	-0,8	30-05-1957	BM	NWa	WROCŁAW	-0,8	08-09-1991	NWa	No
<i>ZAMOŚĆ</i>	<i>-1,0</i>	<i>11-06-1982</i>	<i>Ws</i>	<i>Wa</i>	<i>ZAMOŚĆ</i>	<i>-0,3</i>	<i>15-09-1999</i>	<i>HM</i>	<i>Eo</i>
ZIELONA GÓRA	-0,3	22-05-1952	NEa	NEa	ZIELONA GÓRA	-0,1	03-10-1979	HFa	Ea

Tabela 3.2.5

Ostatnie wiosenne i pierwsze jesienne daty przymrozków na poszczególnych stacjach (nieuwzględniono stacji powyżej 500 m n.p.m.; stacje o krótszych ciągach obserwacji zaznaczono kursywą)

Table 3.2.5

The last spring and the first autumn frost dates at the particular stations (stations above 500 m a.s.l. excluded; stations with shorter observation series are in italic)



**Tabela 3.2.6**

Dni z ostatnimi przymrozkami w drugiej połowie maja, które wystąpiły na ponad 20% stacji

**Table 3.2.6**

Days with the last frosts in the second half of May which occurred at over 20% stations

Data Date	Liczebność stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
23-05-1980	70	Na	Na	E2C	Ka	Ba
20-05-1952	57	NEa	NEc	E0	Nc	Na
16-05-1980	54	NEa	NEa	E	Ea	Ea
18-05-1973	40	SEa	SEa	E	Ka	Sa
22-05-1952	37	NEa	NEa	E	Na	NWa
20-05-1990	36	HNa	Na	E2C	Ka	SEa
29-05-1957	36	BM	Na	E	Ea	Ba
18-05-1952	35	Na	NEa	E	Na	NWa
25-05-1991	34	NWa	Na	E	NWa	Ba
31-05-1955	22	HNFa	NEa	E	Na	Ba
16-05-1954	21	TrM	So	B	Sa	Sa
26-05-1951	20	HNz	SEa	E	SEa	SEa

**Tabela 3.2.7**

Dni z przymrozkami w czerwcu, które wystąpiły na co najmniej 3 stacjach

**Table 3.2.7**

Days with the frosts in June which occurred at least at 3 stations

Data Date	Liczebność stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
01-06-1977	16	HB	NEa	E2C	Na	Ba
07-06-1958	16	HNa	Na	E2C	Na	Ea
11-06-1982	13	Ws	Wa	E2C	Ea	SEa
09-06-1951	11	HNz	Nc	CB	SEc	Ec
01-06-1966	9	NWz	NWo	C2D	NWa	NWa
02-06-1975	9	TrM	Oo	B	Ec	Ec
01-06-1951	9	HB	Na	E2C	SEa	Ea
02-06-1977	7	HB	NEa	E	Bc	Ba
03-06-1977	7	HB	No	E	Ka	Ba

**Tabela 3.2.8**

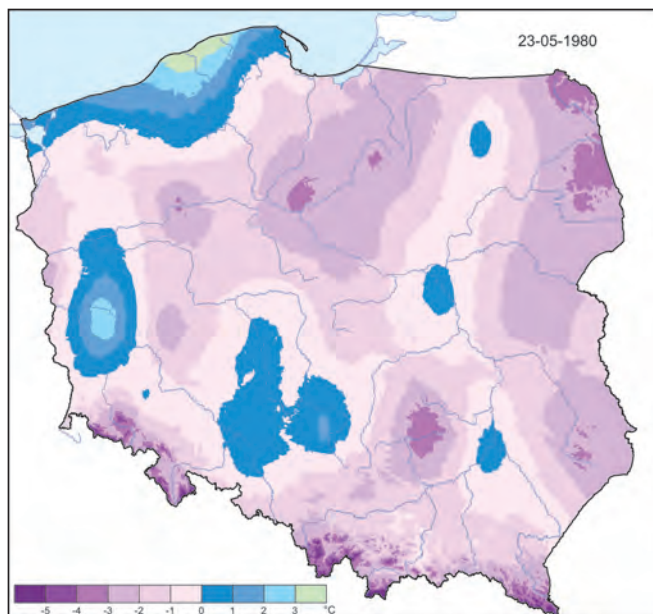
Dni z pierwszymi przymrozkami jesiennymi, które wystąpiły w pierwszej połowie września na co najmniej 3 stacjach

**Table 3.2.8**

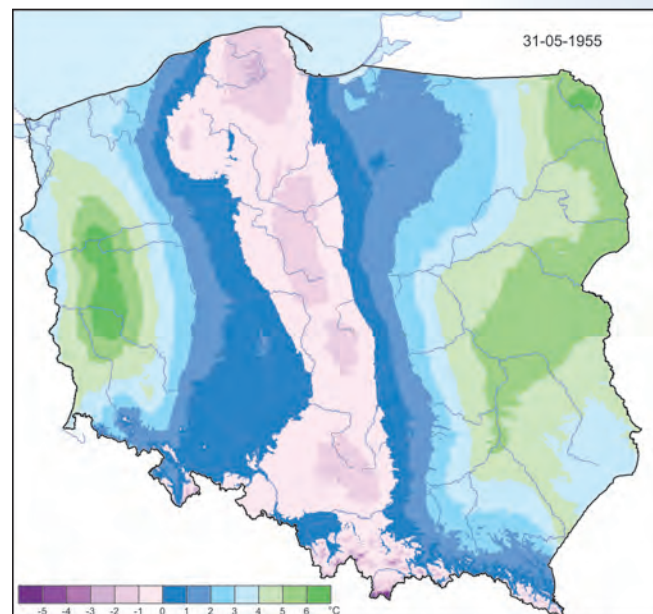
Days with the first autumn frosts which occurred in the first half of September at least at 3 stations

Data Date	Liczebność stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
14-09-1973	29	HB	Na	E2C	Ca	Wa
15-09-1953	13	SEa	SEa	E	Na	Ea
08-09-1991	12	NWa	No	E2C	Wa	Wa
13-09-2002	11	HNa	NEa	E	Ka	Ba
14-09-1999	9	HM	SEo	E1	Ea	SEa
15-09-1999	9	HM	Eo	E1	SEa	SEa
10-09-2004	7	BM	Wa	G	Ca	Ba
14-09-1971	7	HNa	NEa	CB	Ka	Ba
13-09-1989	7	HFa	Oa	G	SEa	SEa
15-09-1962	6	U	So	G	Ca	Sa
15-09-1973	5	HB	Oa	E2C	Ca	Ba
10-09-1986	5	NWa	Oa	C2D	Bc	Ea

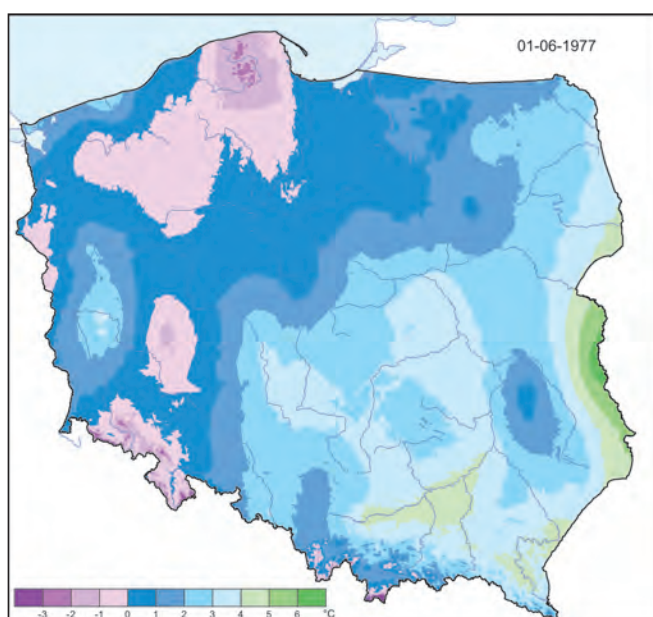




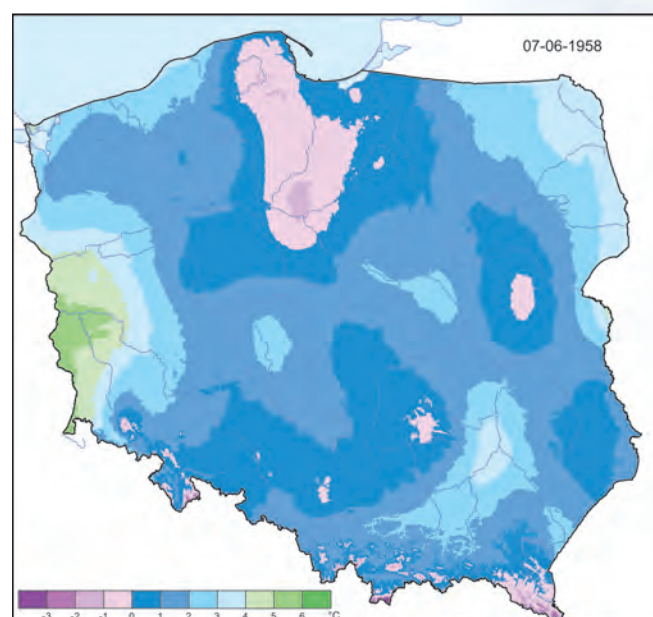
a



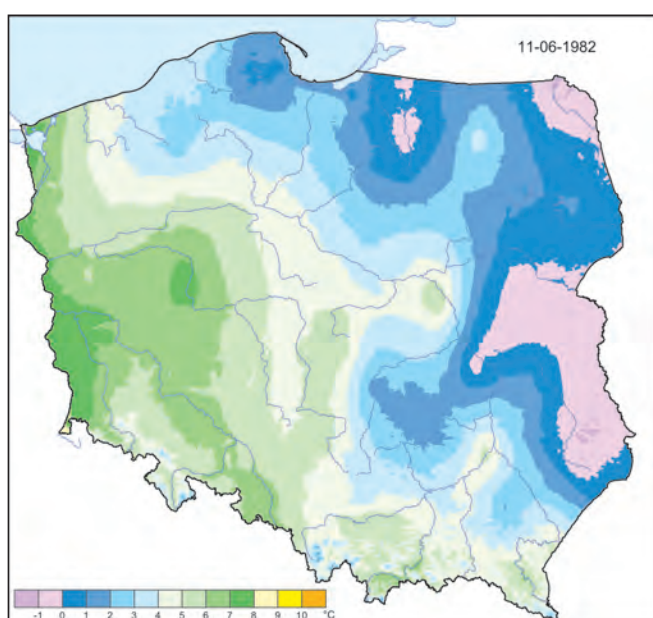
b



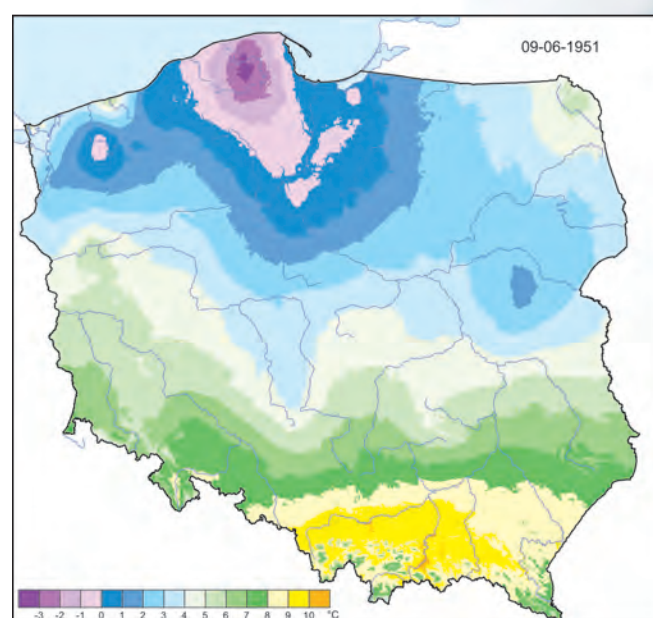
c



d



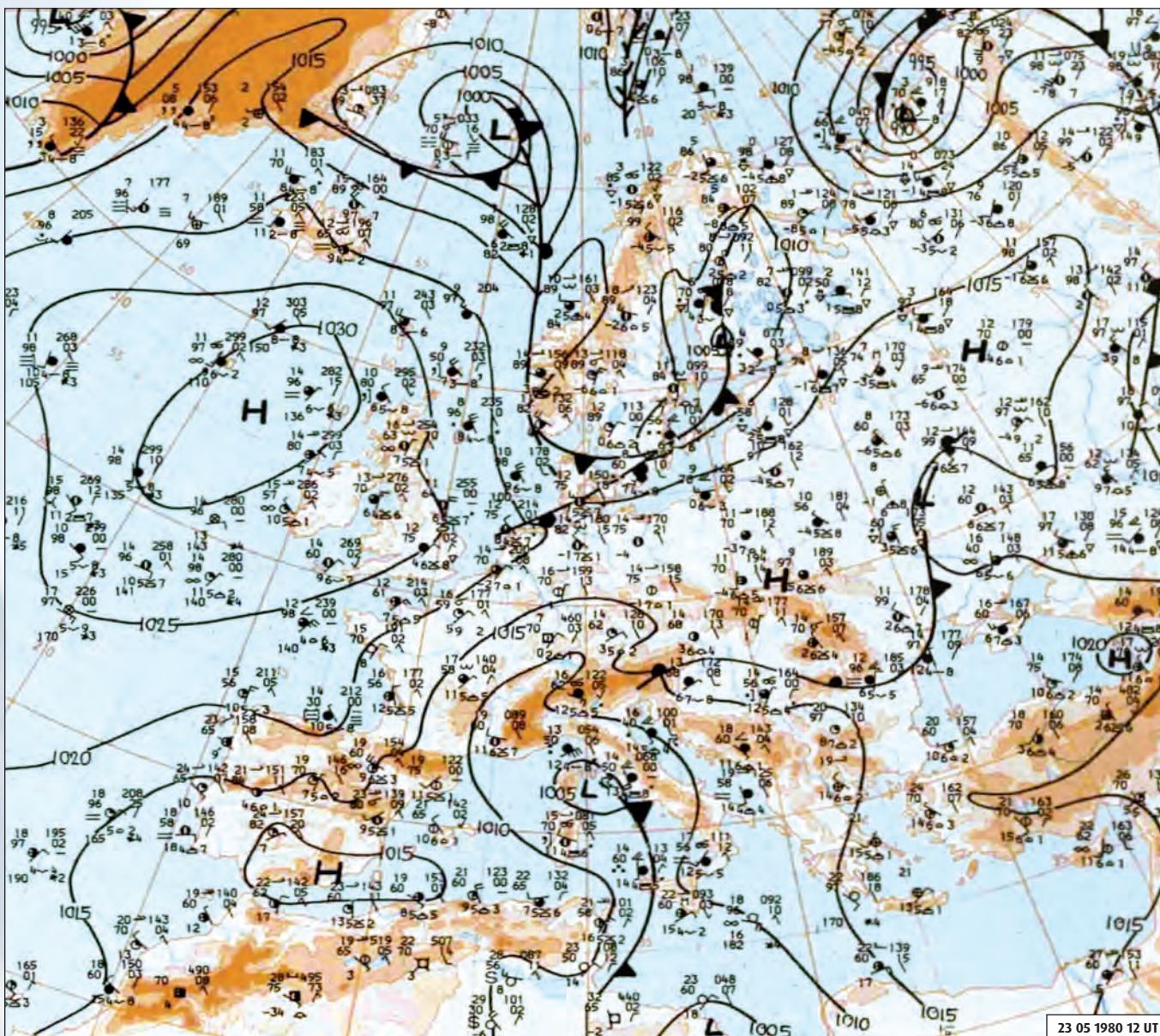
e



f

**Rycina 3.2.8**  
Minimalne temperatury powietrza w dniach z ostatnimi  
przymrozkami wiosennymi w Polsce  
a - 23 maja 1980; b - 31 maja 1955; c - 1 czerwca 1977  
d - 7 czerwca 1958; e - 11 czerwca 1982; f - 9 czerwca 1951

**Figure 3.2.8**  
Minimum air temperature during days  
with the last spring frosts in Poland  
a - 23 May 1980; b - 31 May 1955; c - 1 June 1977;  
d - 7 June 1958; e - 11 June 1982; f - 9 June 1951



**a (ss)**

23 05 1980 12 UT

**Rycina 3.2.8**

Minimalne temperatury powietrza w dniach z ostatnimi przymrozkami wiosennymi w Polsce i towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą **a (ss)** – mapa dolna 23.05.1980 12 UT (według B)

**b (ss)** – mapa dolna 31.05.1955 06 UT (według B)

**c (ss)** – mapa dolna 01.06.1977 00 UT (według A)

**c2 (ss)** – mapa 700 hPa 01.06.1977 00 UT (według A)

**d (ss)** – mapa dolna 07.06.1958 00 UT (według A)

**Figure 3.2.8**

Minimum air temperature during days with the last spring frosts in Poland and the associated synoptic situations over Europe

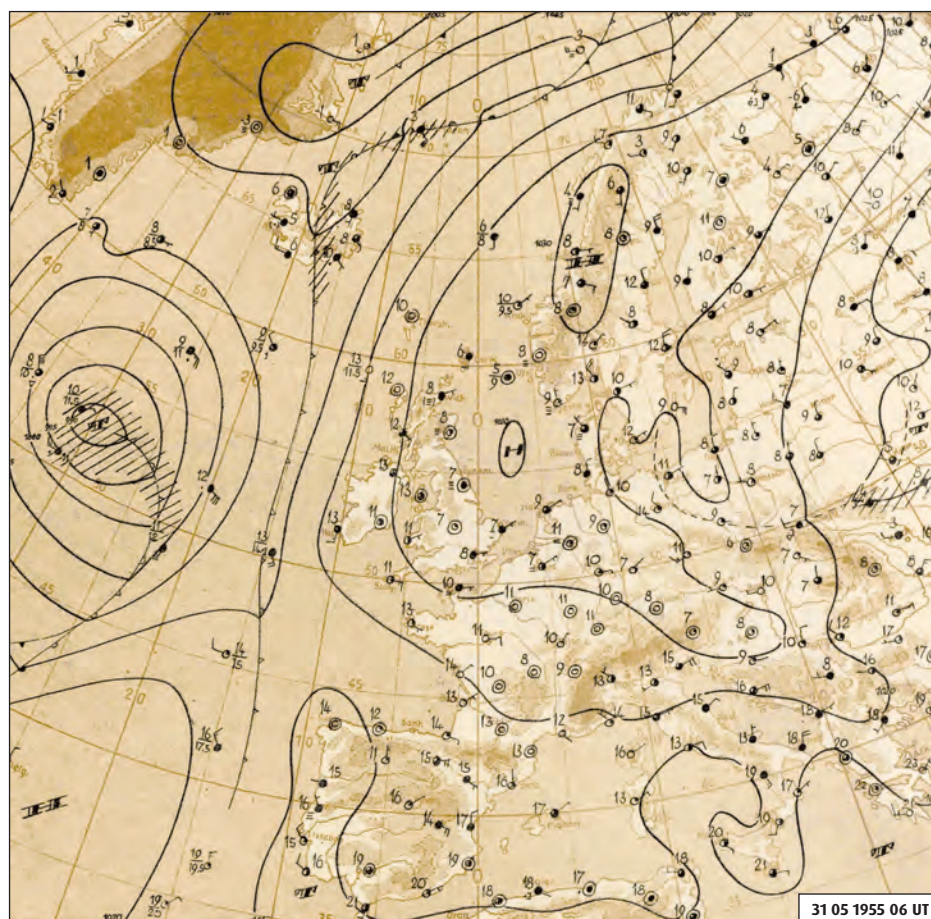
**a (ss)** – surface chart 23.05.1980 12 UT (according to B)

**b (ss)** – surface chart 31.05.1955 06 UT (according to B)

**c (ss)** – surface chart 01.06.1977 00 UT (according to A)

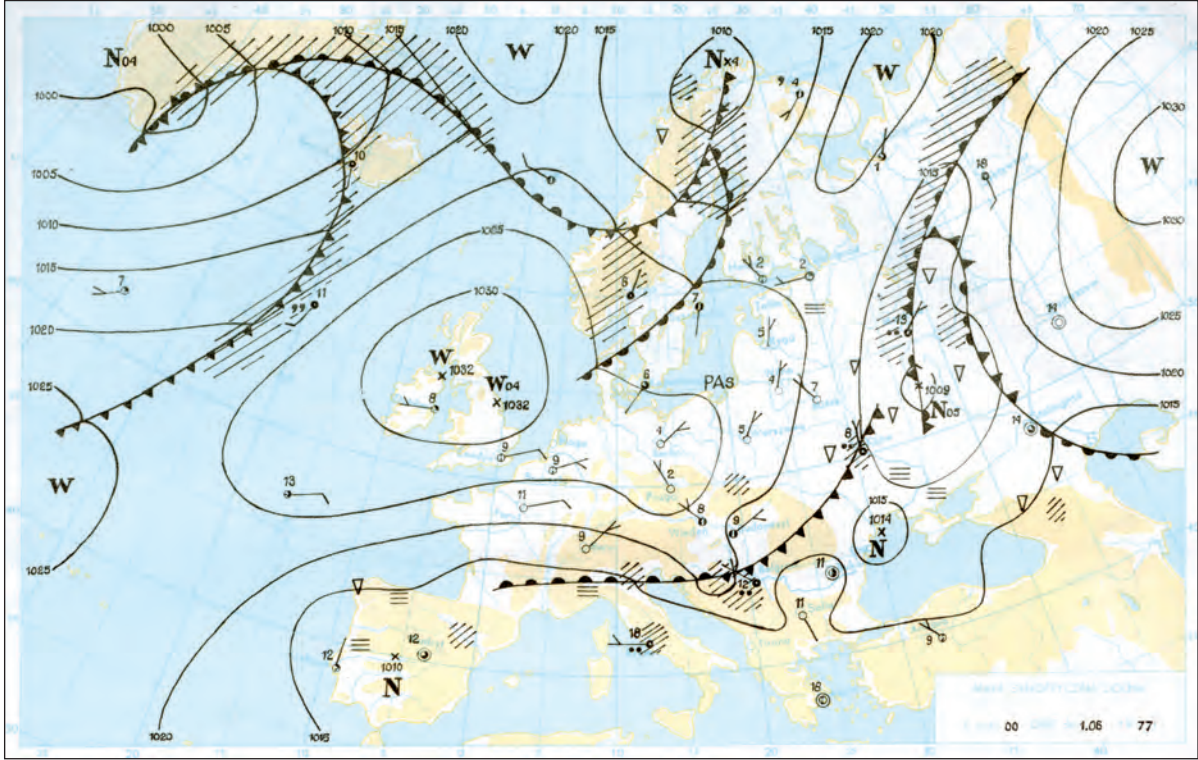
**c2 (ss)** – 700 hPa chart 01.06.1977 00 UT (according to A)

**d (ss)** – surface chart 07.06.1958 00 UT (according to A)

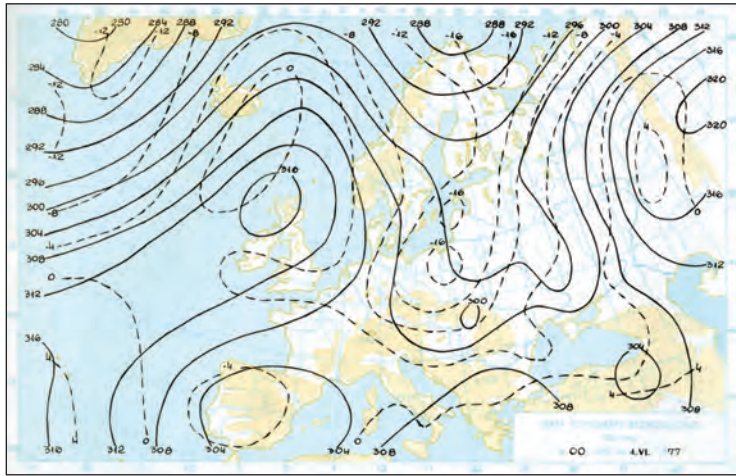


**b (ss)**

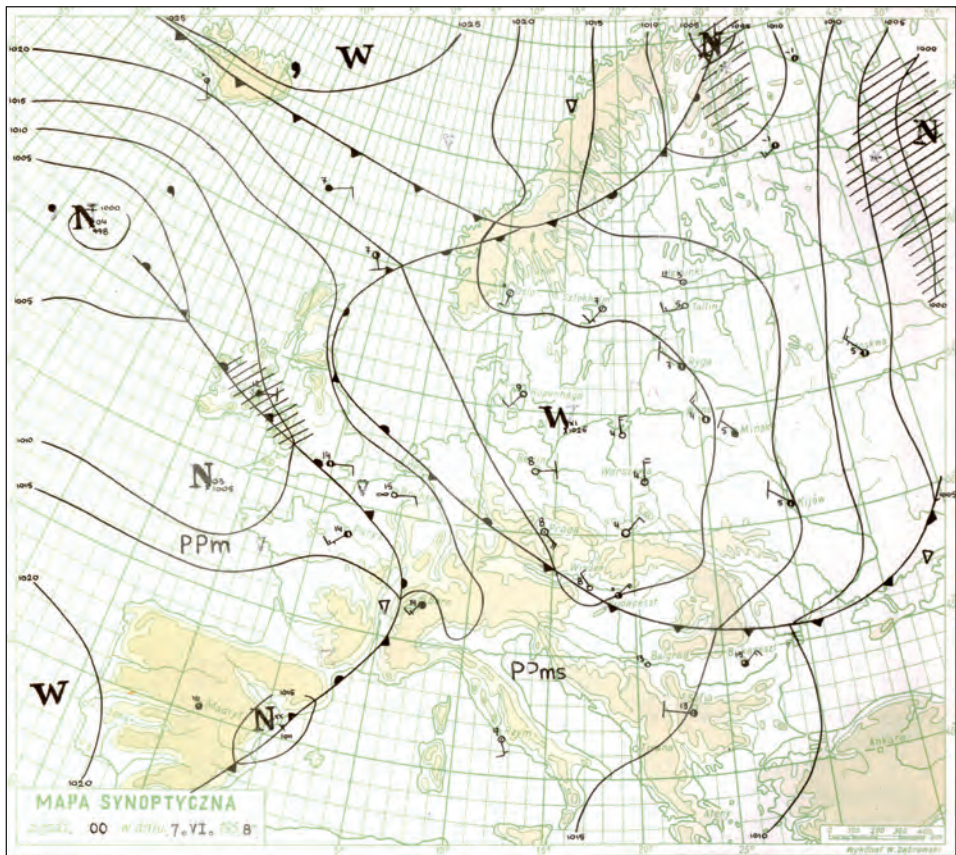
31 05 1955 06 UT



c (ss)

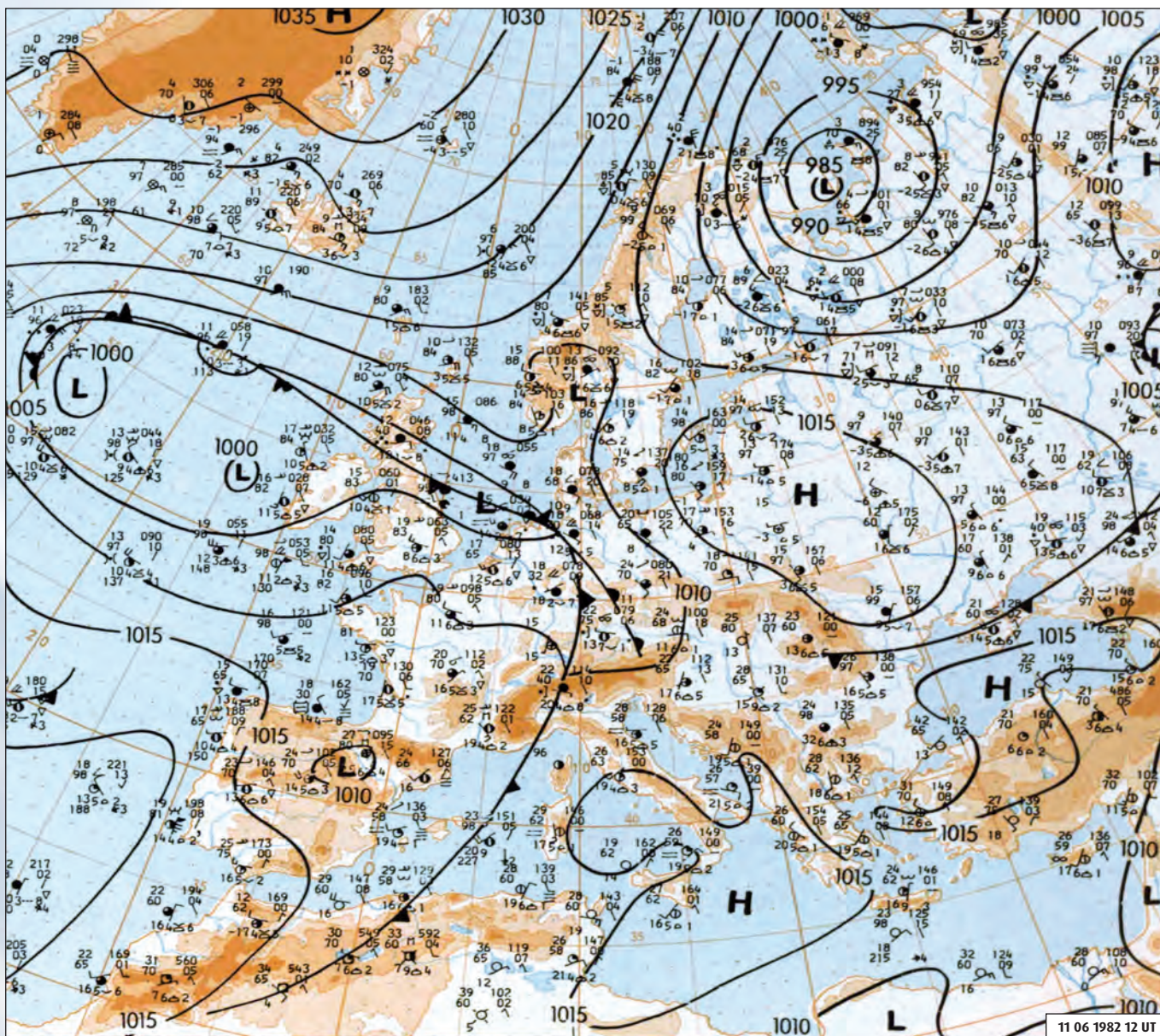


c2 (ss)



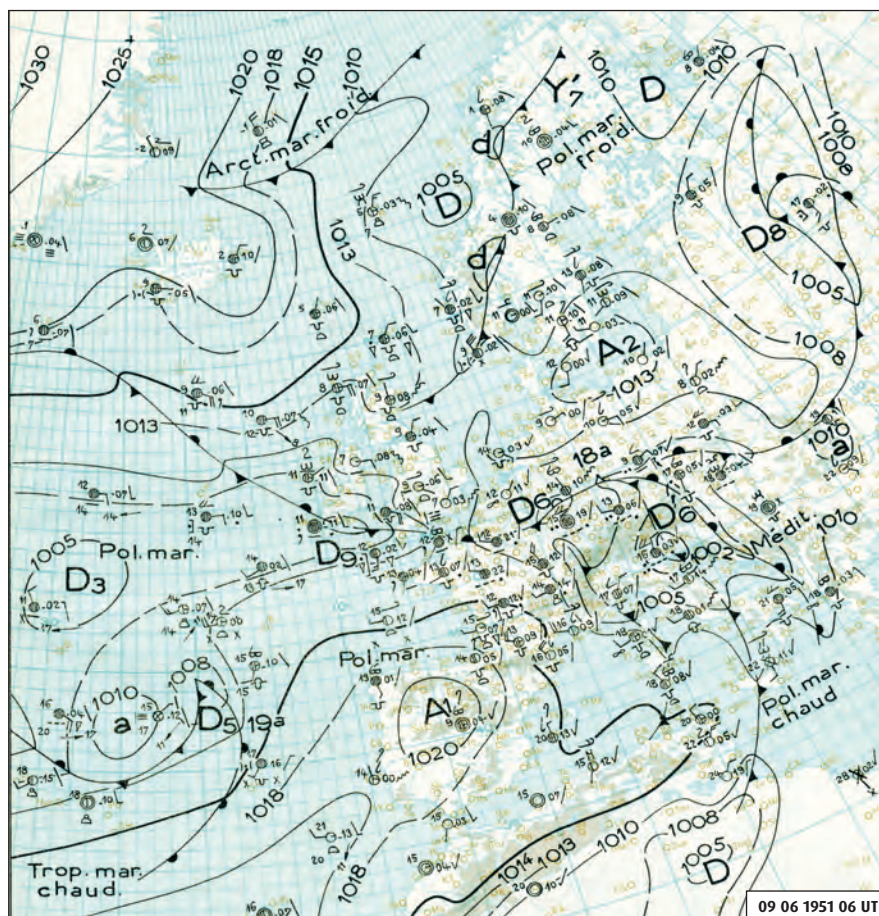
d (ss)

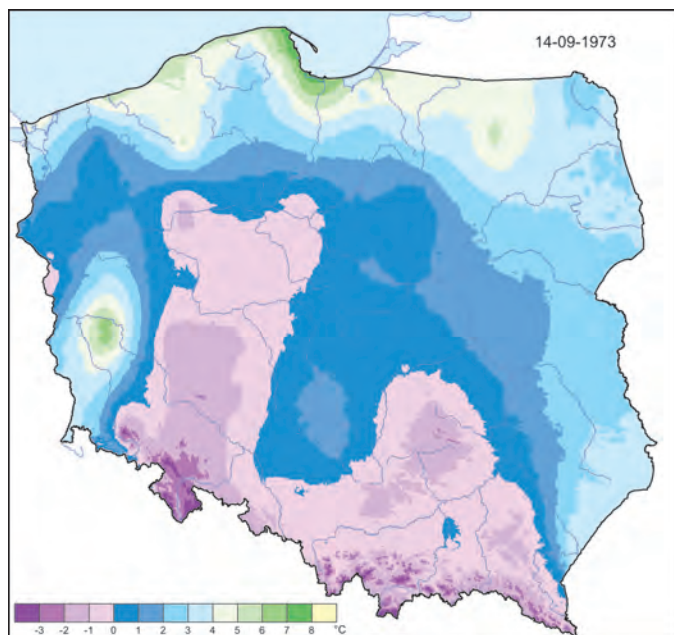
Minimalna temperatura powietrza / Minimum air temperature



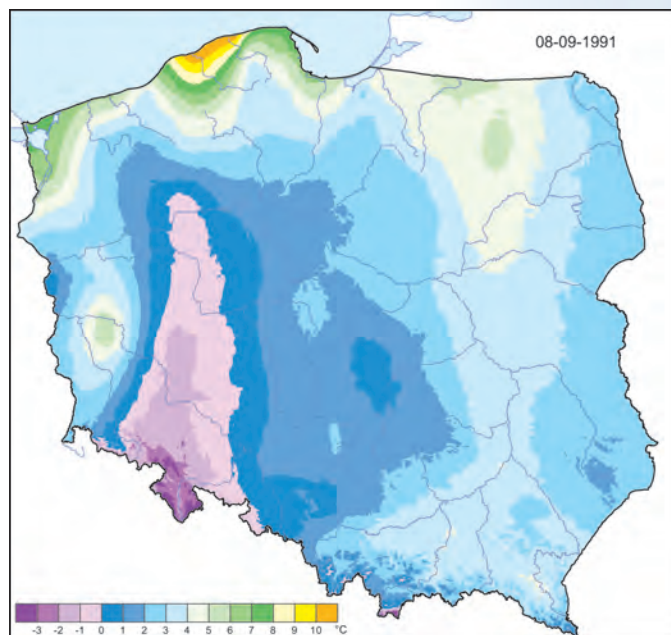
**Rycina 3.2.8**  
 Minimalne temperatury powietrza w dniach z ostatnimi przymrozkami wiosennymi w Polsce i towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą  
**e (ss)** - mapa dolna 11.06.1982 12 UT (według B)  
**f (ss)** - mapa dolna 09.06.1951 06 UT (według D)

**Figure 3.2.8**  
 Minimum air temperature during days with the last spring frosts in Poland and the associated synoptic situations over Europe  
**e (ss)** - surface chart 11.06.1982 12 UT (according to B)  
**f (ss)** - surface chart 09.06.1951 06 UT (according to D)

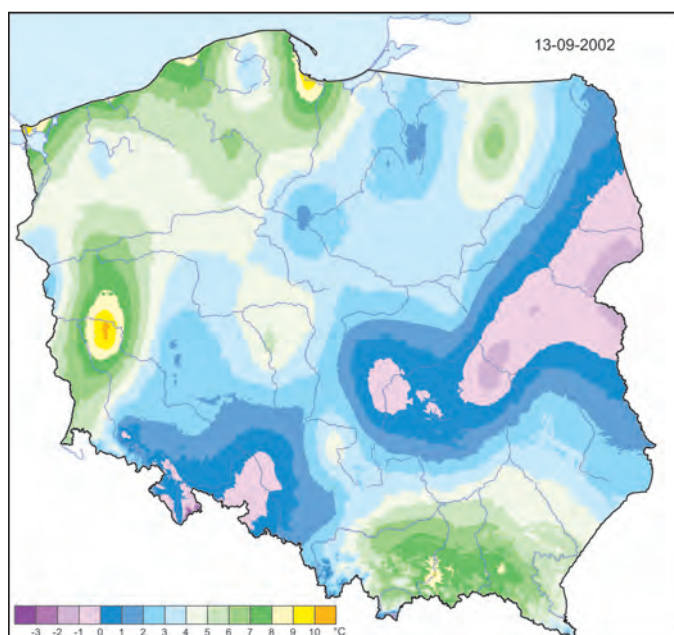




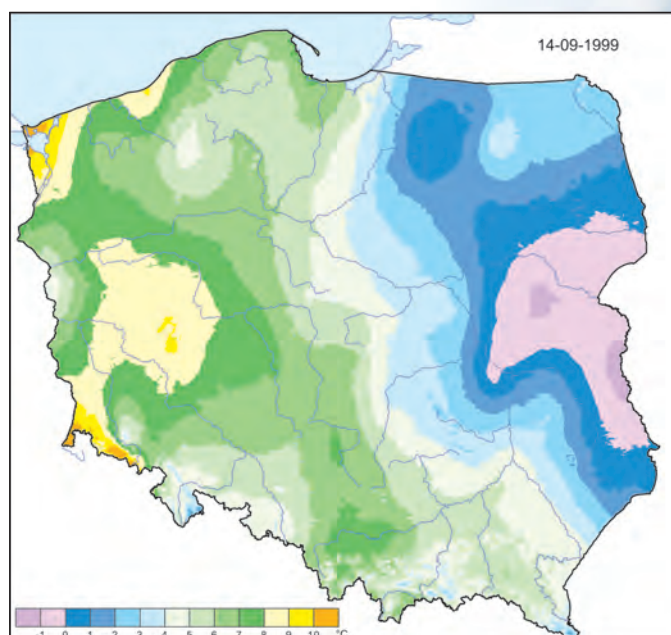
**a**



**b**



**c**

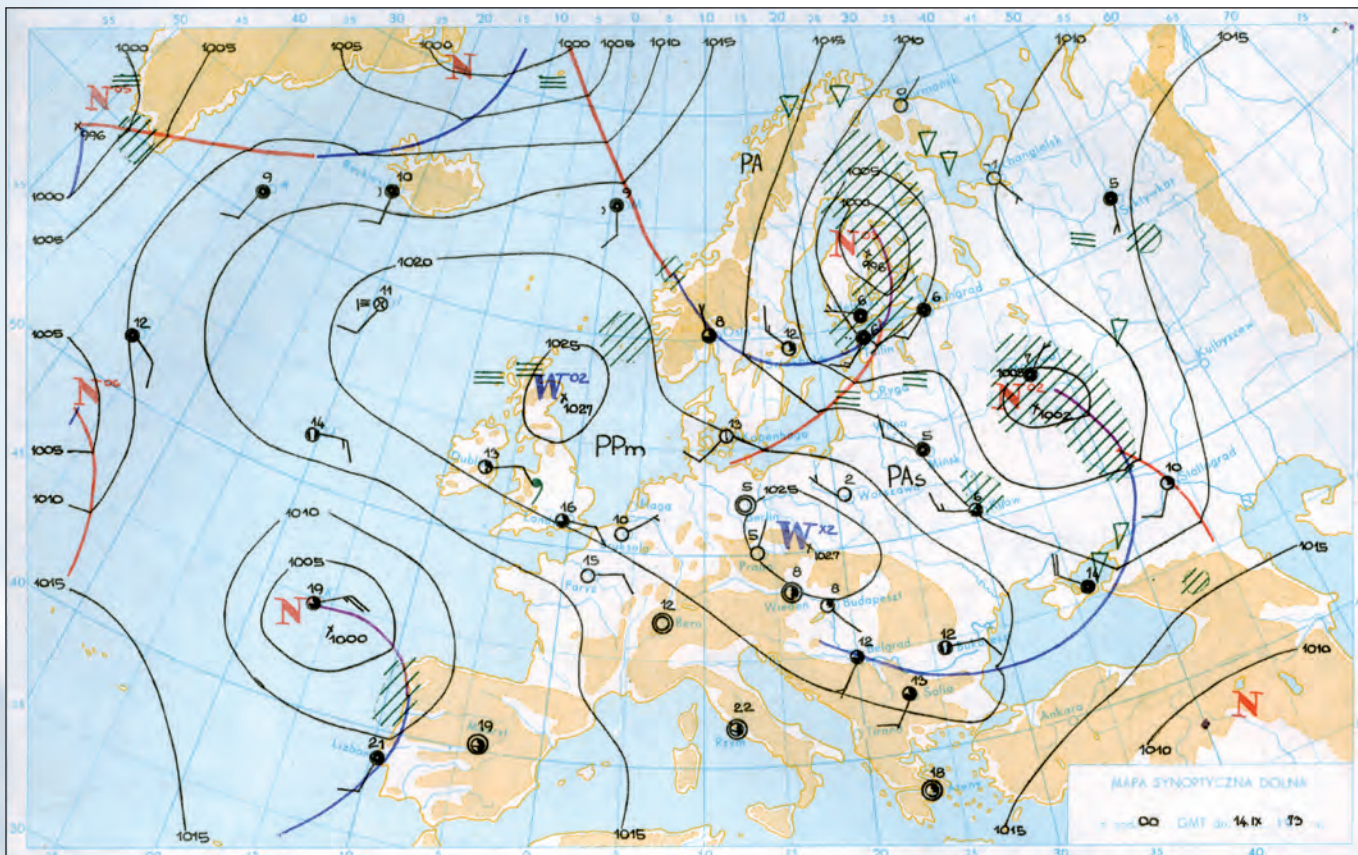


**d**

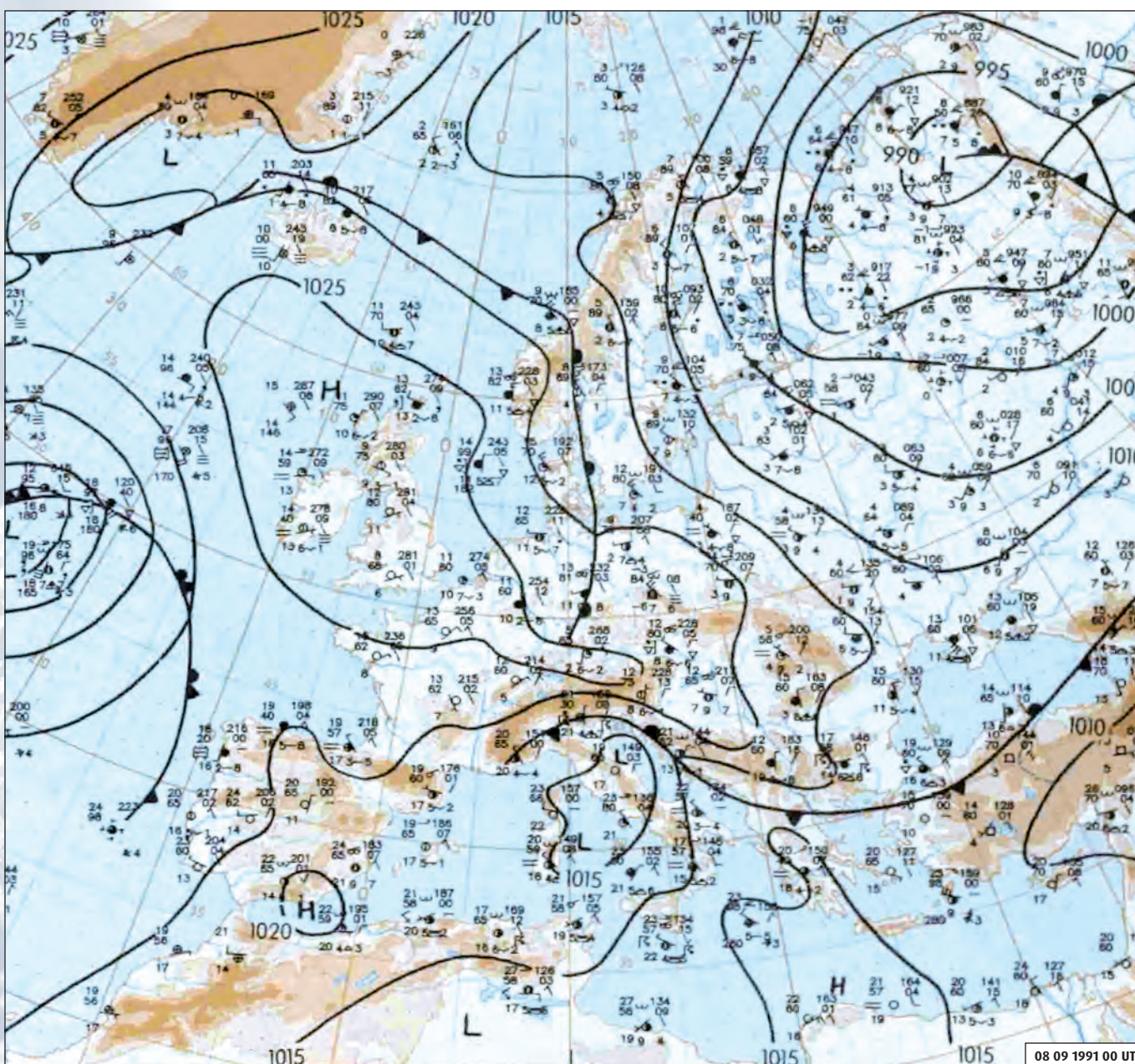
**Rycina 3.2.9**  
 Minimalne temperatury powietrza w dniach z pierwszymi przymrozkami jesiennymi w Polsce  
**a** - 14 września 1973  
**b** - 8 września 1991  
**c** - 13 września 2002  
**d** - 14 września 1999

**Figure 3.2.9**  
 Minimum air temperature during days with the first autumn frosts in Poland  
**a** - 14 September 1973  
**b** - 8 September 1991  
**c** - 13 September 2002  
**d** - 14 September 1999

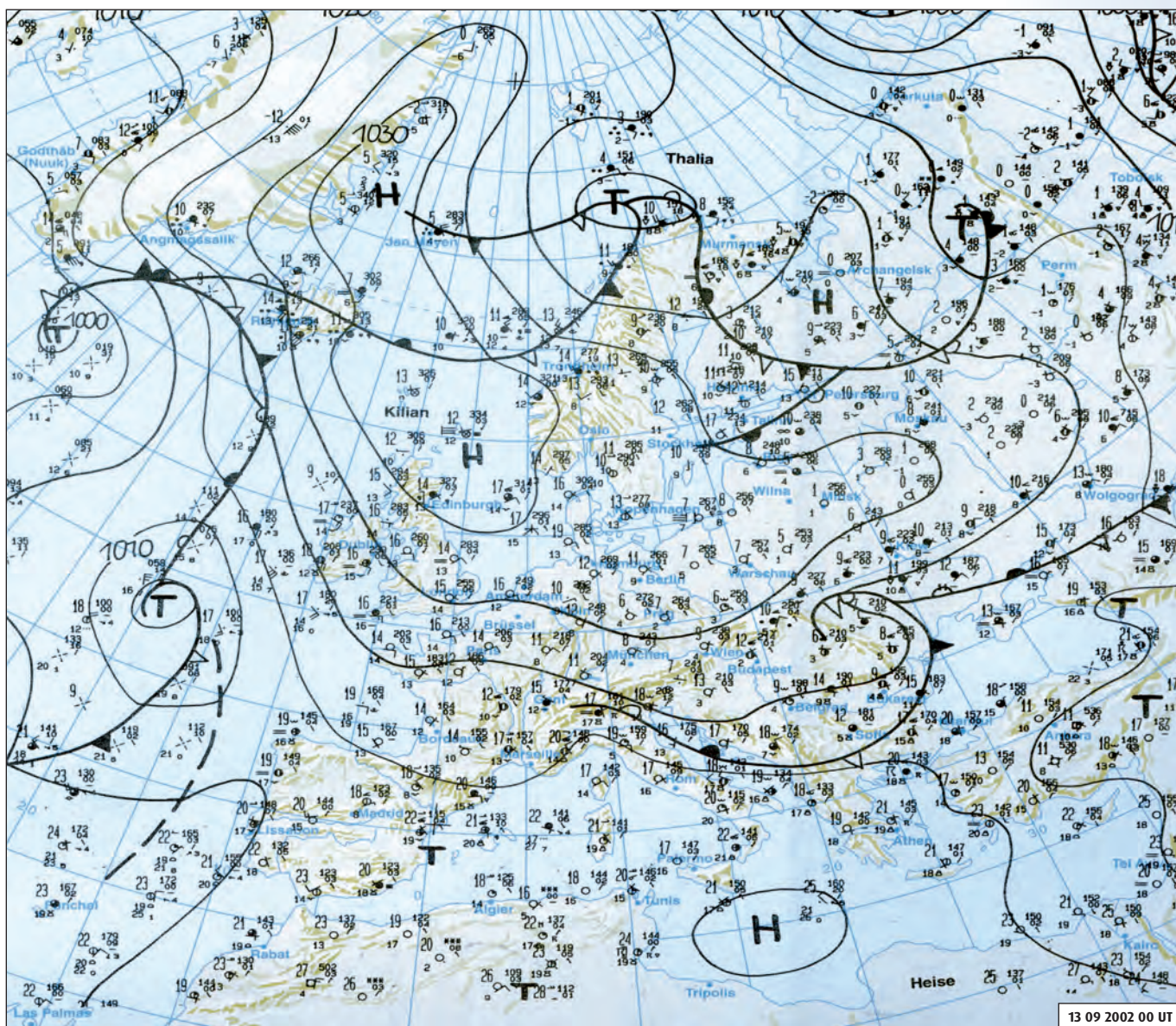




a (ss)

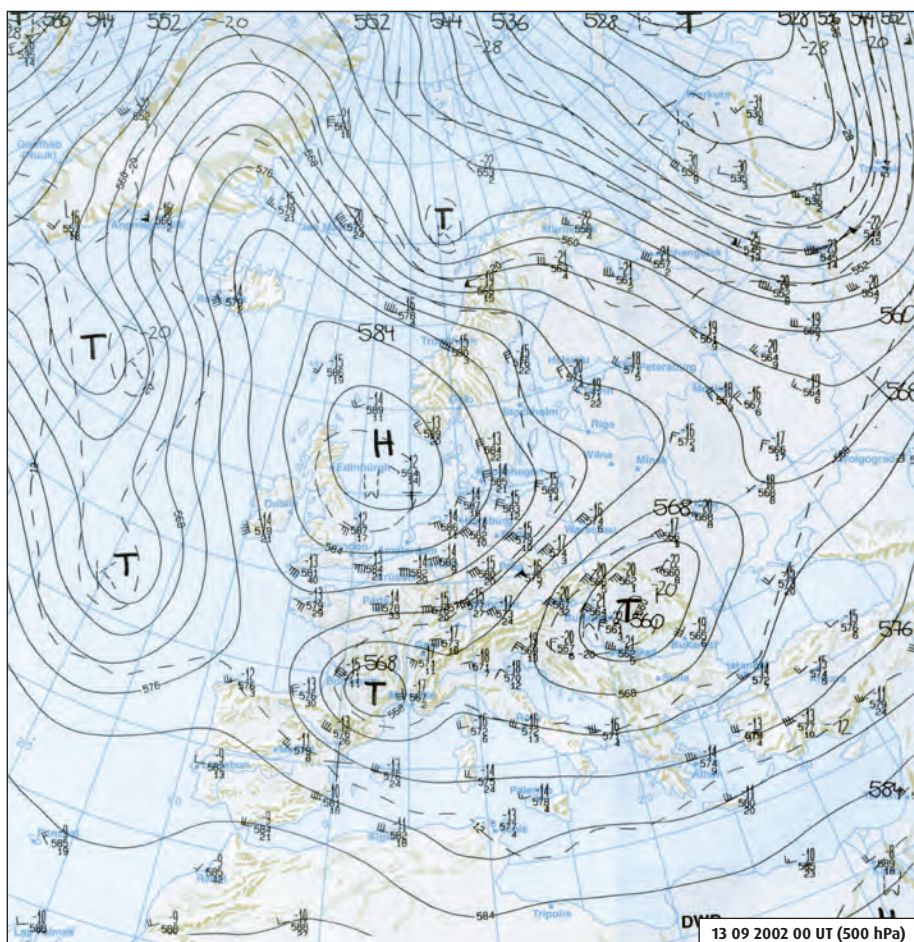


b (ss)



13 09 2002 00 UT

**c (ss)**



13 09 2002 00 UT (500 hPa)

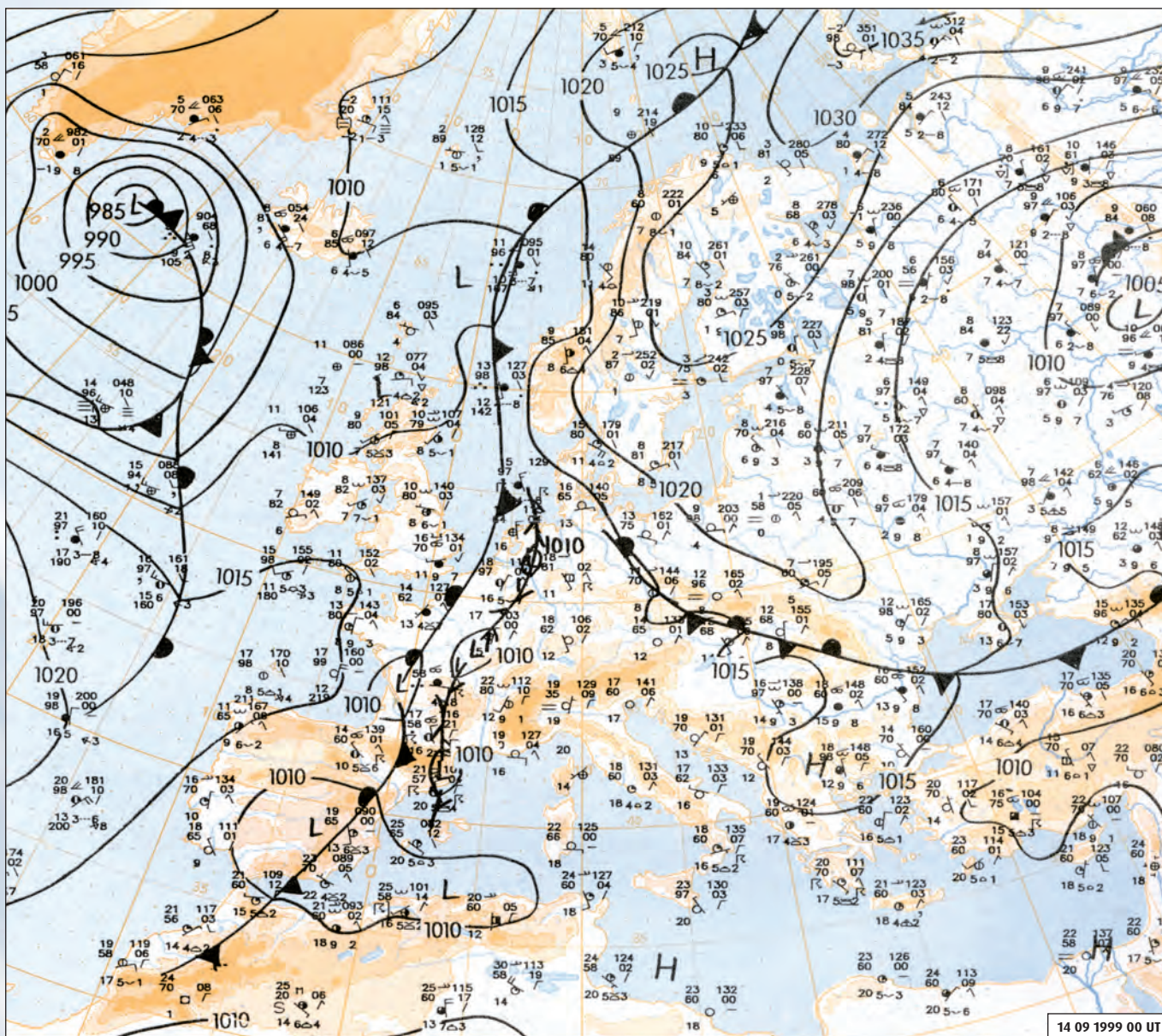
**c2 (ss)**

**Rycina 3.2.9**

Minimalne temperatury powietrza w dniach z pierwszymi przymrozkami jesiennymi w Polsce i towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą  
**a (ss)** - mapa dolna 14.09.1973 00 UT (według A)  
**b (ss)** - mapa dolna 08.09.1991 00 UT (według B)  
**c (ss)** - mapa dolna 13.09.2002 00 UT (według C)  
**c2 (ss)** - mapa 500 hPa 13.09.2002 00 UT (według C)

**Figure 3.2.9**

Minimum air temperature during days with the first autumn frosts in Poland  
**a** - 14 September 1973  
**b** - 8 September 1991  
**c** - 13 September 2002  
**d** - 14 September 1999  
and the associated synoptic situations over Europe  
**a (ss)** - surface chart 14.09.1973 00 UT (according to A)  
**b (ss)** - surface chart 08.09.1991 00 UT (according to B)  
**c (ss)** - surface chart 13.09.2002 00 UT (according to C)  
**c2 (ss)** - 500 hPa chart 13.09.2002 00 UT (according to C)



d (ss)

14 09 1999 00 UT

**Rycina 3.2.9**

Minimalne temperatury powietrza w dniach z pierwszymi przymrozkami jesiennymi w Polsce i towarzyszące im sytuacje synoptyczne nad Europą

**d (ss)** - mapa dolna 14.09.1999 00 UT

(według B)

**d2 (ss)** - mapa 500 hPa 14.09.1999 00 UT

(według B)

**Figure 3.2.9**

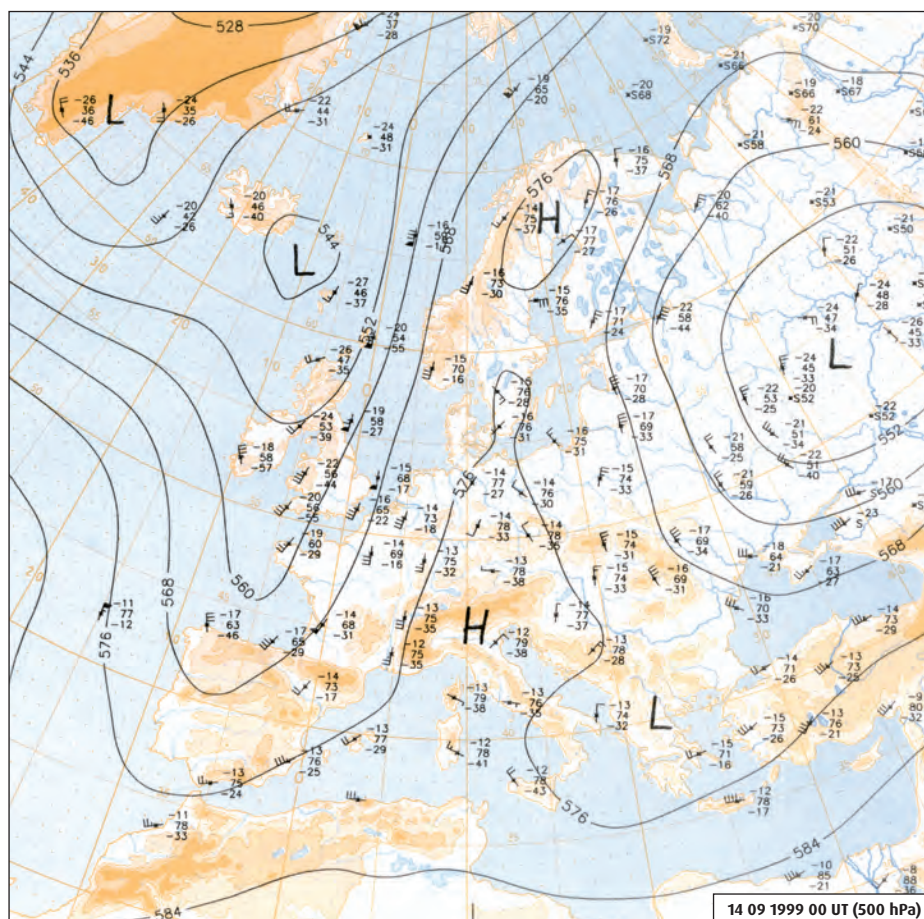
Minimum air temperature during days with the first autumn frosts in Poland

**d (ss)** - surface chart 14.09.1999 00 UT

(according to B)

**d2 (ss)** - 500 hPa chart 14.09.1999 00 UT

(according to B)



d2 (ss)

14 09 1999 00 UT (500 hPa)

# 4

## Opady atmosferyczne Atmospheric precipitation

Opady atmosferyczne są elementem meteorologicznym najczęściej wymienianym jako przyczyna wielu środowiskowych, a także społeczno-gospodarczych zdarzeń ekstremalnych. Szczególne znaczenie mają tutaj ekstremalnie duże sumy opadów, których skutki są widoczne w wielu wymiarach. W Polsce i w całej Europie Środkowej do dziś pamięta się opady, jakie wystąpiły w lipcu 1997 roku i wywołały na obszarze Polski, wschodnich Niemiec i Czech niespotykaną w ostatnich dziesięcioleciach powódź.

Dlatego też rozpatrywanie ekstremalnie wysokich opadów należy do najważniejszych zadań, gdy mowa o meteorologicznych zdarzeniach ekstremalnych. W *Atlasie* poświęcono uwagę temu elementowi, rozpatrując dla omawianego wielolecia dobowe sumy opadów ze wszystkich uwzględnionych stacji synoptycznych. Sumy te analizowano w dwójki sposób: jako bezwzględnie największe sumy dobowe opadów na poszczególnych stacjach oraz jako percentyle ciągu największych sum dobowych. Przy obliczaniu percentyli wzięto pod uwagę nie wszystkie dni, a jedynie liczbę dni z opadem (tj. sumą dobową  $\geq 0,1$  mm), która wahała się na poszczególnych stacjach, choć różnice te nie były bardzo znaczące. W skali Polski można przyjąć, że dzień z opadem wystąpił średnio co 2,5 dnia, czyli łącznie w około 9-10 tys. dni w wieloleciu 1951-2006. Przykładowo liczba dni z opadem wyniosła w Warszawie 8834, Krakowie 9657, Helu 9764, a na Kasprowym Wierchu 12 803.

Zagadnienie wpływu cyrkulacji na występowanie opadów atmosferycznych, w tym ekstremalnych, jest zarówno w literaturze światowej, jak i polskiej stosunkowo często podejmowane. Z najciekawszych z rozpatrywanego punktu widzenia należy wymienić tu studia: Milaty (1935, 1955), Michalczewskiego (1953), Wirkusa i in. (1975), Mycielskiej (1979), Lapina i Niedźwiedzia (1984), Kossowskiej-Cezak i Mrugały (1999), Cebulak (1992a), Mrugały (2001), Kaszewskiego i Siwka (2005), Kupczyk i in. (2005). Zagadnienie to w skali Polski było również przedmiotem rozważań Ustrnula i Czekierdy (2000, 2001), a dla mniejszych obszarów – Budziszewskiej i in. (1973), Morawskiej-Horawskiej (1979), Kwiatkowskiego (1984), Cebulak (1992b), Wibig i Fortuniaka (1998), Twardosza i Niedźwiedzia (2001), Ziemiańskiego i Wójcika (2003), Twardosza (2005), Zawiaślak (2005), Kirschenstein (2006). W skali południowo-zachodniej Polski na szczególne wyróżnienie zasługuje opracowanie Wrony (2008).

Zgodnie z założeniami, szczególną uwagę zwrócono na ekstremalnie wysokie opady, które wystąpiły nie punktowo,

Atmospheric precipitation is the meteorological element which is most often mentioned as the cause of many environmental and socio-economic extreme phenomena. The most important are extremely high precipitation totals whose results are visible in many dimensions. Very high precipitation totals, which had occurred in July 1997, are remembered in Poland and in Central Europe to this day. They caused unusual flooding in the recent decade in Poland, East Germany, and the Czech Republic.

Therefore, the discussion of extremely high precipitation belongs to the most of important tasks when meteorological extreme phenomena are at issue. In the Atlas this element was studied by taking into consideration daily precipitation totals for the entire discussed period based on all of the mentioned synoptic stations. The totals were analyzed in two different ways: 1) as absolutely highest daily precipitation totals at selected stations; and 2) as percentiles of the highest daily total series. While calculating percentiles not all days were taken into account but only the number of days with precipitation (i.e.: daily total  $\geq 0.1$  mm) which varied from station to station, although the differences were not very meaningful. On the scale of Poland, it can be accepted that a day with precipitation occurred, on average, every 2.5 days, so in total, there were 9,000 to 10,000 rainy days from 1951 to 2006. For example, the number of days with precipitation was 8,834 in Warszawa, 9,657 in Kraków, 9,764 in Hel, and 12,803 at Mount Kasprowy Wierch.

The problem of circulation type influence on the occurrence of atmospheric precipitation, including extreme precipitation, is quite frequently discussed both in Polish and international literature. The most interesting research studies from the literature are studies by: Milata (1935, 1955), Michalczewski (1953), Wirkus et al. (1975), Mycielska (1979), Lapin, Niedźwiedź (1984), Kossowska-Cezak, Mrugała (1999), Cebulak (1992a), Mrugała (2001), Kaszewski, Siwek (2005), Kupczyk et al. (2005). This issue was also addressed on a national scale by Ustrnul, Czekierda (2000, 2001), and on a local scale by: Budziszewska et al. (1973), Morawska-Horawska (1979), Kwiatkowski (1984), Cebulak (1992b), Wibig, Fortuniak (1998), Twardosz, Niedźwiedź (2001), Ziemiański, Wójcik (2003), Twardosz (2005), Zawiaślak (2005), Kirschenstein (2006). Special attention needs to be paid to the Wrona study (2008), which covers southwestern Poland.

Particular attention was paid to extremely high precipitation which did not occur at single geographic locations (e.g.

to znaczy nie tylko na jednej stacji, ale co najmniej na trzech stacjach. Pozwoliło to na uniknięcie rozpatrywania opadów o charakterze zdecydowanie punktowym, których przyczyny są złożone, najczęściej lokalne i przy których powstaniu trudno mówić o bezpośrednich i jednoznacznych uwarunkowaniach cyrkulacyjnych.

### Opady w ciągu roku

Na wstępie przedstawiono maksymalne sumy dobowe opadów, jakie zanotowano na poszczególnych stacjach. Jak widać na rycinie 4.1, największe sumy dobowe na większości stacji nie przekraczają 100 mm. Dotyczy to zwłaszcza środkowej i północnej Polski. W Polsce Południowej sumy te na wielu stacjach przekroczyły 100 mm, przy czym największe wystąpiły w górach z absolutnym maksimum na Kasprowym Wierchu, gdzie 30 czerwca 1973 suma dobową opadu sięgnęła 232 mm. Warto dodać, że w tym samym dniu na sąsiedniej stacji klimatologicznej na Hali Gąsienicowej spadło 300 mm deszczu. Wartość ta do dziś jest przyjmowana za największą zmierzoną na obszarze Polski.

Ocena warunków cyrkulacyjnych, jakie powodowały te maksymalne opady dobowe w każdym z przypadków, powinna być dokonana indywidualnie. Jednak analizując poszczególne typy cyrkulacji, niezależnie zresztą od rozpatrywanego kalendarza typów cyrkulacji, można stwierdzić, że zdecydowana większość tych ekstremalnie dużych sum opadu wystąpiła w sytuacjach cyklonalnych z napływem powietrza z sektora północnego (tab. 4.1). Dotyczy to zarówno kierunku NE, jak i N oraz NW. Warto zwrócić uwagę, że maksymalne sumy dobowe opadów wystąpiły tylko na kilku stacjach przy zaleganiu centrum niżu nad Polską, na nieco większej liczbie stacji przy bruździe cyklonalnej. Na kilku stacjach najwyższy maksymalny opad dobowy wystąpił przy jednoznacznie wyżowym typie cyrkulacji (Łeba, Terespol, Ustka).

Tabela 4.1 zawiera tylko absolutne sumy dobowe opadów. W *Atlasie*, zgodnie z przyjętą zasadą, są rozpatrywane wszystkie ekstremalne wartości, które zdefiniowano za pomocą percentyli przewyższenia 1%, czy nawet 0,1% sum dobowych. Tabela 4.2 zawiera daty opadów, których sumy przekroczyły wartość występującą z prawdopodobieństwem 1 percentyla na ponad 10 stacjach.

Z kolei w tabeli 4.3 zamieszczono dni z sumami dobowymi opadów, które wystąpiły z prawdopodobieństwem 0,1%, czyli średnio na poszczególnych stacjach około 10 razy w rozpatrywanym 56-leciu. Zamieszczono tylko przypadki, przy których opad ekstremalny był zmierzony na więcej niż 3 stacjach. Jak widać, na największej liczbie stacji, bo aż na 10, ekstremalny opad wystąpił 18 lipca 1970 oraz 8 sierpnia 1978. Na 9 stacjach opad taki zdarzył się 6 września 1992 oraz 8 lipca 1996. We wszystkich tych dniach nad obszarem Polski zalegał niż.

Poniżej zamieszczono przykłady tych ekstremalnie wysokich opadów, przedstawiając rozkład sum dobowych na obszarze Polski oraz sytuację synoptyczną, jaka występowała nad Europą. W każdym przypadku zaprezentowano mapę synoptyczną dolną, w niektórych też mapy sytuacji synoptycznych na górnych poziomach barycznych. W *Atlasie*

one station) but was recorded by at least three stations. This allowed us to avoid a discussion about precipitation of a very local nature whose causes are fairly complex, most often local, and it is difficult to discuss the direct circulation conditions accompanying its formation.

### Precipitation throughout the year

In the beginning, maximum daily precipitation totals were presented, which were recorded at each station. According to Figure 4.1, the highest daily totals at most of the stations do not exceed 100 mm. This especially applies to northern and central Poland. In southern Poland, totals did exceed 100 mm at many stations, and the highest total occurred in the mountains with the absolute maximum occurring on Mount Kasprowy Wierch, where on the 30th of June 1973, the daily precipitation total was 232 mm. It is worth adding that on the same day at the neighboring Hala Gąsienicowa Climate Station, there were 300 mm of rainfall. To this day, this value is considered the highest measured rainfall value in Poland.

The assessment of circulation conditions which had caused this maximum daily precipitation, in each of the cases, should be performed individually. Nevertheless, having analyzed particular circulation types, independently from the discussed circulation type calendar, it can be stated that the majority of the extremely high precipitation totals had occurred in cyclone-type situations with air flow from the northern sector (Tab. 4.1). This applied to NE, N, and NW directions. It is worth mentioning that the maximum daily precipitation totals occurred at only several stations during periods of a stationary low pressure centre, and at a slightly higher number of stations during a cyclone trough. At several stations, the highest maximum daily precipitation was accompanied by a high pressure circulation type (Łeba, Terespol, Ustka).

The above table contains only absolute daily precipitation totals. Based on the publishing guidelines accepted for the Atlas, all extreme values are discussed and are defined by means of exceeded percentiles (1% or even 0.1% of daily totals). Table 4.2 includes precipitation dates where totals exceeded the value of 1 percentile at over 10 stations.

Table 4.3 includes days with daily precipitation totals which occurred with a probability of 0.1%, that is, on average, at particular stations, about ten times during the 56 year period of interest. Only those cases were included where the extreme precipitation was measured at more than 3 stations. As can be seen in the highest number of stations (10 of them), extreme precipitation took place on the 18th of July 1970 and the 8th of August 1978; and at 9 stations, such precipitation took place on the 6th of September 1992 and the 8th of July 1996. Low pressure was present over Poland on each of the days mentioned.

Examples of extremely high precipitation are included below, presenting the daily total distribution in Poland and the synoptic situation which prevailed over Europe at the time. In each case, a surface synoptic map was presented, and in some cases, synoptic situation maps featuring upper baric layers were included. In the Atlas, detailed characteristics of synoptic causes of each precipitation event are not given because this issue was not part of the purpose of this work. Moreover,

STACJA STATION	P max mm	Data Date	Typ cyrkulacji Circulation type				
			GWL	LIT	OSK	TN	ZU
BIAŁYSTOK	90,6	26-06-1985	Ws	No	E0	NWa	NWa
BIELSKO-BIAŁA	147,4	21-08-1972	TrM	NEc	E0	Nc	NWc
CHOJNICE	84,6	19-07-1974	TrM	Oc	E0	NWc	NWa
CZĘSTOCHOWA	83,2	08-06-1988	HNz	Ec	E0	Bc	NWc
ELBLĄG	83,8	06-09-1992	Wa	Nc	E0	NWc	NWc
GDAŃSK	118,0	09-07-2001	Wz	SWc	CB	Wc	Wc
GORZÓW WLKP.	77,4	08-08-1977	NEz	Ea	E0	Ea	SEa
HEL	76,4	10-07-1980	TM	Nc	E0	Wc	Wc
JELEŃ GÓRA	119,3	20-07-2001	TrW	Nc	CB	Bc	Ba
KALISZ	86,8	08-08-1985	TrM	Oc	B	Nc	NWc
KASPROWY WIERCH	232,0	30-06-1973	HM	Wa	C2D	Nc	Na
KATOWICE	87,6	22-04-1972	NEz	NEo	E0	Ec	Ec
KĘTRZYN	72,0	06-09-1992	Wa	Nc	E0	NWc	NWc
KIELCE	155,2	24-07-2001	BM	Ec	CB	NEc	Ec
KŁODZKO	84,1	20-07-2001	TrW	Nc	CB	Bc	Ba
KOŁO	79,1	23-08-1956	Ws	Oc	x	SEc	Ec
KOŁOBRZEG	85,2	09-07-1996	TrM	NEc	E0	NWc	Wc
KOSZALIN	101,3	18-08-1991	NWa	NWc	CB	Bc	Wc
KOZIENICE	81,1	29-07-2000	Wz	Nc	C2D	NWc	NWc
KRAKÓW	87,4	17-05-1985	HNz	NEa	E	NEc	NEa
KROSNO	102,8	22-05-1987	HNz	NEc	E0	NEc	NEc
LEGNICA	85,9	20-07-2001	TrW	Nc	CB	Bc	Ba
LESKO	80,7	06-09-1996	HNa	NEc	E0	Nc	Nc
LESZNO	79,2	29-08-1997	TB	Sc	F	Bc	Bc
LĘBORK	83,7	10-07-1980	TM	Nc	E0	Wc	Wc
LUBLIN	72,3	31-05-1980	Ws	SWc	CB	Nc	Nc
ŁEBA	141,0	24-07-1988	BM	So	D2C	SWa	Sa
ŁÓDŹ	99,8	15-06-1980	Wz	Sc	E1	Bc	Bc
MIKOŁAJKI	78,4	17-08-1957	Wz	Nc	A	NWc	NWc
MŁAWA	78,5	03-09-1995	TM	Ec	E0	Wc	Wc
NOWY SĄCZ	107,2	29-06-1958	HFa	Ec	E0	Nc	NWc
OLSZTYN	98,9	06-09-1992	Wa	Nc	E0	NWc	NWc
OPOLE	99,0	27-07-1998	Wz	So	F	Ea	SEa
OSTROŁĘKA	94,9	03-09-1995	TM	Ec	E0	Wc	Wc
PIŁA	76,0	09-06-1990	TM	NEc	F	Bc	NWc
PŁOCK	83,8	14-05-1962	Nz	Oc	E0	Cc	NWc
POZNAŃ	85,7	08-07-1996	TrM	Nc	F	Cc	SEc
PRZEMYŚL	83,5	06-09-1996	HNa	NEc	E0	Nc	Nc
RACIBÓRZ	92,9	07-07-1997	Na	NEc	E0	NEc	Nc
RESKO	74,8	09-07-1996	TrM	NEc	E0	NWc	Wc
RZESZÓW	62,2	22-05-1987	HNz	NEc	E0	NEc	NEc
SANDOMIERZ	75,6	29-07-2000	Wz	Nc	C2D	NWc	NWc
SIEDLCE	81,0	11-08-2006	TM	NEc	E	NWc	NWc
SŁUBICE	132,5	08-08-1978	Nz	Oc	E0	Bc	Sc
SULEJÓW	65,1	01-08-1977	NEz	NEc	E0	Cc	NEc
SUWAŁKI	64,2	06-10-1956	Nz	Nc	CB	SEc	Nc
SZCZECIN	74,3	08-08-1978	Nz	Oc	E0	Bc	Sc
SZCZECINEK	84,1	15-06-1980	Wz	Sc	E1	Bc	Bc
ŚNIEŻKA	149,7	31-07-1977	NEz	Nc	E	SEc	SEc
ŚWINOUJŚCIE	58,7	29-08-1969	NWz	Nc	B	Wc	Wc
TARNÓW	110,8	18-07-1970	TrM	Nc	E0	Nc	NWc
TERESPOL	81,9	19-05-1975	HB	Ea	E	Ka	Ba
TORUŃ	101,6	15-06-1980	Wz	Sc	E1	Bc	Bc
USTKA	94,2	24-07-1988	BM	So	D2C	SWa	Sa
WARSZAWA	69,6	05-08-2002	TM	Ec	E	Bc	SEc
WIELUŃ	78,7	06-07-1997	Na	Nc	E0	Nc	Nc
WŁODAWA	88,9	11-08-2006	TM	NEc	E	NWc	NWc
WROCŁAW	74,4	20-07-2001	TrW	Nc	CB	Bc	Ba
ZAKOPANE	138,7	30-06-1973 18-07-1970	HM TrM	Wa Nc	C2D E0	Nc Nc	Na NWc
ZAMOŚĆ	89,9	31-05-1980	Ws	SWc	CB	Nc	Nc
ZIELONA GÓRA	80,0	04-06-1961	NEz	NEc	E0	Bc	NEc

**Tabela 4.1**  
Maksymalne sumy  
dobowe opadów  
na poszczególnych stacjach  
oraz towarzyszące im  
typy cyrkulacji

**Table 4.1**  
Maximum daily  
precipitation totals  
at the particular stations  
and the associated  
circulation types

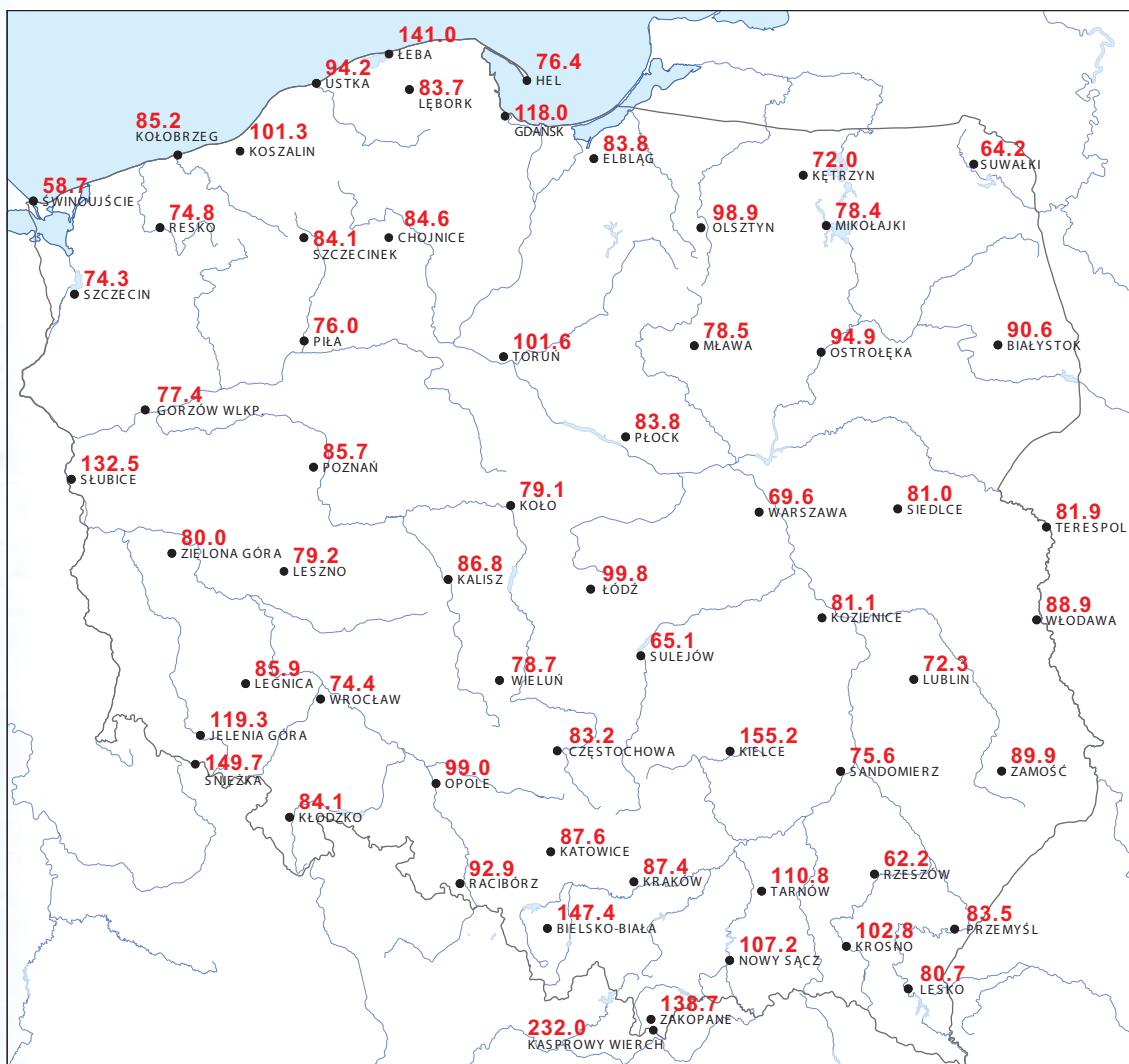


**Rycina 4.1**

Maksymalne sumy dobowe opadów (mm) na poszczególnych stacjach

**Figure 4.1**

Maximum daily precipitation totals (mm) at the particular stations



**Tabela 4.2**

Daty, kiedy suma dobowo opadów przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem p=1% na ponad 10 stacjach

**Table 4.2**

Dates when daily precipitation totals exceeded the value with probability p=1% at over 10 stations

Data Date	Liczba stacji Number of stations	Typ cyrkulacji Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
08-07-1996	31	TrM	Nc	F	Cc	Sec
16-10-1974	22	TrM	Nc	E0	NEc	NWc
31-08-1995	22	Nz	NEc	E0	NWc	Wc
06-07-1997	21	Na	Nc	E0	Nc	Nc
19-07-1997	21	NEz	NEc	F	Cc	NEc
07-08-1985	19	TrM	Wc	B	Nc	Nc
06-09-1992	19	Wa	Nc	E0	NWc	NWc
26-08-1969	18	TrM	Oc	B	Cc	Bc
02-09-1988	18	Wz	Sc	BE	Sc	Sc
29-07-2000	18	Wz	Nc	C2D	NWc	NWc
18-07-1970	17	TrM	Nc	E0	Nc	NWc
29-06-1971	17	Wz	Nc	CB	NWc	NWc
03-08-1983	17	NEz	Oc	B	Bc	NEc
27-07-1960	16	Wz	Nc	E0	Nc	NWc
06-10-1956	15	Nz	Nc	CB	SEc	Nc
16-07-1957	15	NWz	Oc	E0	Bc	Nc
31-07-1961	15	BM	Ec	E0	Nc	Wa
17-07-1970	15	TrM	NEc	E0	Nc	NEc
18-07-1974	15	TrM	Oc	B	Cc	NEc
09-10-1994	15	HM	Oo	E1	Nc	NWa
03-09-1995	15	TM	Ec	E0	Wc	Wc
22-06-1999	15	TrM	NEc	CB	Nc	Nc
21-08-1972	14	TrM	NEc	E0	Nc	NWc
19-08-1977	14	TM	SEc	F	Cc	Bc
01-06-1980	14	Ws	Nc	F	NWc	NWc
15-06-1980	14	Wz	Sc	E1	Bc	Bc
12-08-1986	14	HNz	NEa	E	Bc	SEc
18-07-1997	14	NEz	Ec	F	SEc	SEc
05-04-2000	14	TrW	NWc	CB	Ec	Ec
25-07-1975	13	Wz	NWc	C2D	Nc	NWa

Data Date	Liczba stacji Number of stations	Typ cyrkulacji Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
08-08-1978	13	Nz	Oc	E0	Bc	Sc
07-07-1997	13	Na	NEc	E0	NEc	Nc
25-06-1966	12	Wz	Nc	x	NWc	Na
20-07-1975	12	Wz	Oc	E0	NWc	NWc
10-10-1980	12	Wz	SWo	B	Ec	Ec
27-06-1982	12	Ws	SEc	B	Bc	NEc
09-06-1990	12	TM	NEc	F	Bc	NWc
27-06-1991	12	TrW	Wc	B	Bc	SEc
13-05-1995	12	TrM	Ec	F	Sc	Sc
29-08-1997	12	TB	Sc	F	Bc	Bc
13-09-1998	12	TrM	SEc	B	Cc	NWc
10-08-1964	11	HNfz	NEc	E0	Bc	NEc
29-05-1966	11	HB	NEo	E0	Nc	Nc
17-05-1967	11	TrW	SWc	B	Sc	Sc
20-08-1972	11	TrM	NEc	E0	NEc	NEc
19-07-1974	11	TrM	Oc	E0	NWc	NWa
23-07-1976	11	BM	NEo	E	Nc	NEa
20-05-1977	11	NEz	Ea	E	Sc	SEa
22-08-1977	11	TM	Ec	F	Cc	Ec
24-09-1979	11	NEz	Oo	E0	SEc	Ec
10-07-1980	11	TM	Nc	E0	Wc	Wc
11-03-1981	11	SWz	Wc	D	Wc	SWc
02-05-1983	11	Ws	Nc	B	NWc	NWc
06-06-1984	11	TM	Ec	E0	Wc	Wc
08-08-1985	11	TrM	Oc	B	Nc	NWc
05-06-1986	11	TM	Ec	B	Cc	Bc
22-06-1996	11	TrW	NWc	x	Bc	Bc
09-07-1996	11	TrM	NEc	E0	NWc	Wc
23-06-2001	11	NWa	NEc	CB	NWc	NWc

Data Date	Liczba stacji Number of stations	Typ cyrkulacji Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
18-07-1970	10	TrM	Nc	E0	Nc	NWc
08-08-1978	10	Nz	Oc	E0	Bc	Sc
06-09-1992	9	Wa	Nc	E0	NWc	NWc
08-07-1996	9	TrM	Nc	F	Cc	SEc
10-08-1964	7	HNFz	NEc	E0	Bc	NEc
16-07-1957	6	NWz	Oc	E0	Bc	Nc
27-07-1960	6	Wz	Nc	E0	Nc	NWc
03-09-1995	6	TM	Ec	E0	Wc	Wc
06-07-1997	6	Na	Nc	E0	Nc	Nc
29-07-2000	6	Wz	Nc	C2D	NWc	NWc
24-07-1988	5	BM	So	D2C	SWa	Sa
06-10-1956	4	Nz	Nc	CB	SEc	Nc
17-07-1965	4	NEz	NEo	E	Bc	Ec
03-08-1972	4	Nz	Wc	B	Bc	Bc
30-06-1973	4	HM	Wa	C2D	Nc	Na
18-07-1974	4	TrM	Oc	B	Cc	NEc
19-07-1975	4	Wz	Oc	C2D	Bc	Ec
19-08-1977	4	TM	SEc	F	Cc	Bc
04-08-1979	4	TrW	Na	CB	Bc	NEa
15-06-1980	4	Wz	Sc	E1	Bc	Bc
10-07-1980	4	TM	Nc	E0	Wc	Wc
14-07-1983	4	NWa	Nc	E0	Nc	Nc
22-05-1987	4	HNz	NEc	E0	NEc	NEc
01-09-1992	4	Wz	SWc	C2D	Bc	NWc
09-10-1994	4	HM	Oo	E1	Nc	NWa
31-08-1995	4	Nz	NEc	E0	NWc	Wc
09-07-1996	4	TrM	NEc	E0	NWc	Wc
20-07-2001	4	TrW	Nc	CB	Bc	Bc

**Tabela 4.3**  
 Dаты, kiedy suma dobowa opadów przekroczyła wartość występującą z prawdopodobieństwem  $p=0.1\%$  na ponad 3 stacjach

**Table 4.3**  
 Dates when daily precipitation totals exceeded the value with probability  $p=0.1\%$  at over 3 stations



nie podano dokładnej charakterystyki przyczyn synoptycznych każdego zdarzenia opadowego, gdyż nie było to celem opracowania, a ponadto ocena tej sytuacji wymagałaby szerokiego rozpoznania warunków synoptycznych i meteorologicznych każdego przypadku wraz z analizą przebiegu sytuacji synoptycznej przed wystąpieniem opadu.

Na rycinie 4.2 zaprezentowano sumy dobowe opadów 18 lipca 1970, które były zdecydowanie największe w zachodniej części Karpat i przekraczały 150 mm. Były one przyczyną katastrofalnej powodzi opisanej w literaturze (Morawska-Horawska 1971, Mycielska i Michalczewski 1972). Sytuacja synoptyczna powodująca ekstrema opadowe w dorzeczu górnej Wisły była klasyczna. Nad Ukrainą zalegał płytki układ niżowy z systemem frontów, który spowodował cyklonalny napływ powietrza z północy i północnego wschodu. Wyraźny układ niżowy przynoszący spływ powietrza z tych samych kierunków jest również widoczny na mapie 700 hPa. Jego centrum znalazło się nad Węgrami i południowo-wschodnią Polską. W takich warunkach kontakt ciepłego i wilgotnego powietrza z rejonu Morza Czarnego z chłodnymi masami powietrza napływającymi z północy i północnego wschodu powoduje wystąpienie wysokich opadów. Dodatkowo w Polsce Południowej następuje dynamiczne wznoszenie powietrza na barierze górskiej, co dodatkowo zwiększa ilość opadów w tym regionie. Istotny jest też duży gradient baryczny nad Polską, a tym samym stały i silny napływ powietrza z północy. Na mapie opadów – rycina 4.2 – należy zwrócić uwagę na ich brak nad północno-zachodnią Polską.

Na rycinie 4.3 przedstawiono ekstremalne opady na zachodnich krańcach Polski, których sumy przekraczały 100 mm. Opady te były związane z zaleganiem głębokiego niżu z centrum nad Polską. Dlatego też nad znaczną częścią kraju można doszukać się występowania bruzdy cyklonalnej, nad wschodnimi krańcami adwekcji z południa, a nad zachodnimi napływu z kierunków N i NE. Największe opady wystąpiły w tylnej części niżu. Znaczny gradient baryczny wskazuje na silny napływ świeżych i wilgotnych mas powietrza z nad Morza Północnego i Bałtyku. Niżowi temu towarzyszył system aktywnych frontów z burzami tworzącymi się w wyniku kontaktu chłodnego powietrza polarnego morskiego z bardzo ciepłą masą powietrza zalegającą w ciepłym wycinku niżu.

Ciekawe zdarzenie związane z opadem wystąpiło 6 września 1992. Opady o charakterze ekstremalnym objęły wschodnią część Pojezierza Mazurskiego, w tym przede wszystkim Warmię. Sumy opadów przekraczały tam 50-80 mm (ryc. 4.4). Opad wystąpił przy zaleganiu dość rozległego i wysokiego układu niżowego z centrum nad Ukrainą, który nad Polską dał spływ powietrza z północy i północnego wschodu. Najsilniejsze opady wystąpiły w strefie frontu ciepłego, za którym napływało ciepłe powietrze z SE, z rejonu Morza Czarnego. Dobrze wykształcony układ niżowy jest również widoczny nad całym obszarem Ukrainy i Karpat na mapie 300 hPa. Warto również zwrócić uwagę na bliskie położenie jet-streamu, który mógł dodatkowo powodować intensyfikację opadów w tym regionie, będącym po wznoszącej stronie osi.

8 lipca 1996 (ryc. 4.5) opady ekstremalne wystąpiły w południowo-zachodniej Polsce, zwłaszcza w dorzeczu środko-

the assessment of such situations would require a thorough analysis of synoptic and meteorological conditions of each case along with an analysis of each synoptic situation before a given precipitation event.

Figure 4.2 presents daily precipitation totals from the 18th of July 1970, which were definitely the highest in the western part of the Carpathian Mountains and exceeded 150 mm. They were the reason for the catastrophic flood described in the literature (Morawska-Horawska 1971, Mycielska, Michalczewski 1972). The synoptic situation was a classic one, which causes precipitation extremes in the upper Vistula Basin. A shallow low pressure system was hovering over the Ukraine with the front system causing cyclone-type air flow from the north and northeast. A distinct low pressure system bringing air flow from the same two directions is also visible on the 700 hPa map. Its centre was located over Hungary and SE Poland. In such conditions, the contact of warm and humid air from the Black Sea region with cool air masses coming in from the north and northeast caused a high precipitation event. Additionally, in southern Poland, there is a dynamic rise of air over the mountain barrier which also increases the amount of precipitation in this area. A large baric gradient over Poland is also significant, producing a strong constant air flow from the north. It is worth highlighting that on the precipitation map in Figure 4.2, there is a complete lack of any precipitation over northwestern Poland.

Figure 4.3 presents extreme precipitation in western Poland whose totals exceeded 100 mm. This precipitation was connected with a deep low pressure system with its center over Poland. Therefore, over the majority of the country the incidence of a cyclone-type trough can be expected, meanwhile, over the eastern part of the country, advection from the south can be observed as well as advection from the west coming in from the north and northwest. The highest precipitation occurred in the back of the low pressure system. A significant baric gradient indicates a strong flow of fresh and humid air masses from the North Sea and the Baltic Sea. This low pressure system was accompanied by an active front system with thunderstorms forming at the meeting point of cool maritime polar air masses with a very warm air mass covering the warm part of low pressure pattern.

An interesting precipitation event occurred on the 6th of September 1992. Extreme precipitation covered the eastern part of the Mazury Lake District, especially the Warmia region. Precipitation totals exceeded 50-80 mm (Fig. 4.4). This precipitation occurred along with a quite large and high low pressure system with its centre over the Ukraine. This system brought to Poland air masses from the north and the northeast. The strongest precipitation occurred in the warm front zone followed by warm air from the southeast (the Black Sea region). The well developed low pressure system is also visible over the entire area of the Ukraine and the Carpathian Mountains on the 300 hPa map. It is also worth indicating the close location of a jet stream which could additionally intensify precipitation in this region, being on the rising side of the axis.

On the 8th of July 1996 (Fig. 4.5), extreme precipitation occurred in southwestern Poland, mainly in the middle Odra and

wej Odry i Warty (Głowicki i in. 2006, Wrona 2008). Nad Alpami i Zatoką Genueską zalegał płytki niż, a południowo-zachodnia Polska była w zasięgu zatoki niskiego ciśnienia i pod wpływem frontów. Na poziomie 500 hPa był wyraźny intensywny sptyw powietrza z SW. Niż ten przemieszczał się zgodnie z kierunkiem sptywu na północny wschód i znalazł się nad Czechami i Sudetami. Powstała typowa sytuacja baryczna sprzyjająca wystąpieniu wysokich opadów w południowo-zachodniej części kraju, gdy centrum niżu i jego tylna część przechodzą przez Dolny Śląsk i w dolnych warstwach troposfery następuje napływ wilgotnego powietrza z północy, a w środkowej troposferze zalega górna zatoka niżowa i napływ powietrza z południa.

Podobna sytuacja baryczna wystąpiła 10 sierpnia 1964, gdy największe sumy opadów zanotowano również w południowo-zachodniej Polsce, w tym zwłaszcza w Karkonoszach, gdzie sumy sięgnęły 100 mm (ryc. 4.6). Opady te były związane z niżem z centrum nad południową Polską, któremu towarzyszył front stacjonarny. W tym przypadku również napływ wilgotnego powietrza z północy oraz wymuszone wznoszenie na barierze górskiej przyniosło tak wysokie opady. W północno-wschodniej części kraju opady nie wystąpiły.

Opady, jakie zanotowano w środkowej Polsce 16 lipca 1957, były związane z zaleganiem płytkiego niżu nad Karpatami Wschodnimi (ryc. 4.7). Sumy opadów przekraczały 80 mm, ale miały dość ograniczony zasięg przestrzenny. Na ich wystąpienie miały też wpływ liczne wówczas burze, które są typowe w lecie dla płytkich niżów w ciepłej masie powietrza i mogą się wiązać z lokalnymi silnymi opadami.

Podobny rozkład opadów wystąpił 27 lipca 1960 (ryc. 4.8). Przebiegały one południkowo przez środkową Polskę, przy czym ich maksima przekraczały tylko nieznacznie 50 mm. Były one spowodowane płytkim układem niżowym z centrum nad Ukrainą i Białorusią (Michalczewski i Mycielska 1963). Towarzyszył mu układ frontów widoczny nad północno-wschodnią Polską. Jednak najsilniejsze opady można wiązać z frontem okluzji, który przemieszczał się z zachodu na wschód kraju, przynosząc świeże, chłodniejsze i wilgotniejsze powietrze polarne morskie. Wchodząc w obszar zalegającego nad Polską niżu, spowodował jego pogłębienie się i nasilenie zjawisk opadowych.

Na rycinie 4.9 jest widoczny obszar ekstremalnych opadów o wysokości ponad 80 mm, które wystąpiły 3 września 1995 na granicy Niziny Mazowieckiej i Pojezierza Mazurskiego. Opady te należy wiązać z płytkim, niewielkim niżem nad Litwy. Rozległy układ niżowy jest też widoczny nad całą Europą Środkową na mapie 500 hPa. Sytuacja ta jest zbliżona do opisanej wcześniej z 6 września 1992. Również i w tym przypadku nad północno-wschodnią częścią kraju zalegał niż z układem frontów atmosferycznych, widoczny też w środkowej troposferze. Znaczne zagęszczenie izohips na mapie topografii barycznej 500 hPa wskazuje na możliwość występowania w tym rejonie, na wyższych poziomach, jet-streamu.

Warta river basins (see Głowicki et al. 2006 and Wrona 2008). There was a shallow low pressure system hovering over the Alps and Genoa Bay and SW Poland was within the reach of its low pressure trough and under the influence of fronts. At the 500 hPa level, there was a distinct intensive air mass flow from the southwest. The low pressure system was moving along with the direction of air flow towards the northeast and ended up over the Czech Republic and the Sudety Mountains. In this way, a typical baric situation had formed, favorable to the occurrence of high precipitation in the southwestern part of the country, when the center of the low pressure system and its back part went across Lower Silesia, and in the lower layers of troposphere there is a humid air flow from the north and in the middle part of the troposphere there is an upper low pressure trough and an air flow from the south.

A similar baric situation occurred on the 10th of August 1964, when the highest precipitation totals were recorded in SW Poland, especially in the Karkonosze Mountains, where precipitation totals reached 100 mm (Fig. 4.6). This precipitation was related to a low pressure system with its centre over southern Poland, which was accompanied by a stationary front. In this case, a humid air mass flow from the north and its forced rise over the mountain barrier brought substantial precipitation. In the NE part of the country, no precipitation had been recorded.

The precipitation which was recorded in central Poland on the 16th of July 1957, was connected with a shallow low pressure system over the Eastern Carpathian Mountains (Fig. 4.7). Precipitation totals exceeded 80 mm but they had a quite limited spatial range. Numerous thunderstorms which occurred at the time had a strong influence on precipitation totals. In the summer, thunderstorms are typical for shallow low pressure systems within warm air masses and they can produce strong local precipitation.

Similar to the mentioned above precipitation distribution, another precipitation event occurred on the 27th of July 1960 (Fig. 4.8), running along meridians across central Poland, with maxima barely exceeding 50 mm. The event was caused by a shallow low air pressure system over the Ukraine and Belarus (Michalczewski, Mycielska 1963). This pattern was accompanied by a front system visible over southeastern Poland. However, the strongest precipitation can be connected with an occlusion front which was moving from the west to the east of the country, bringing fresh cool as well as humid maritime polar air. The occlusion front, coming into the area of a low pressure system overlaying Poland, caused its deepening and the intensification of precipitation phenomena.

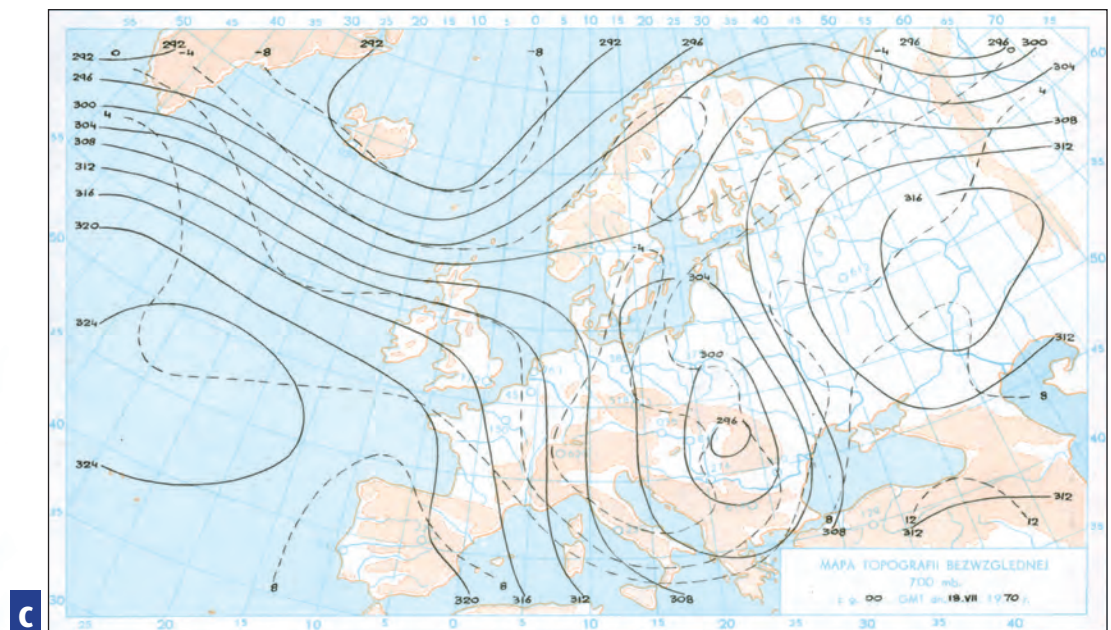
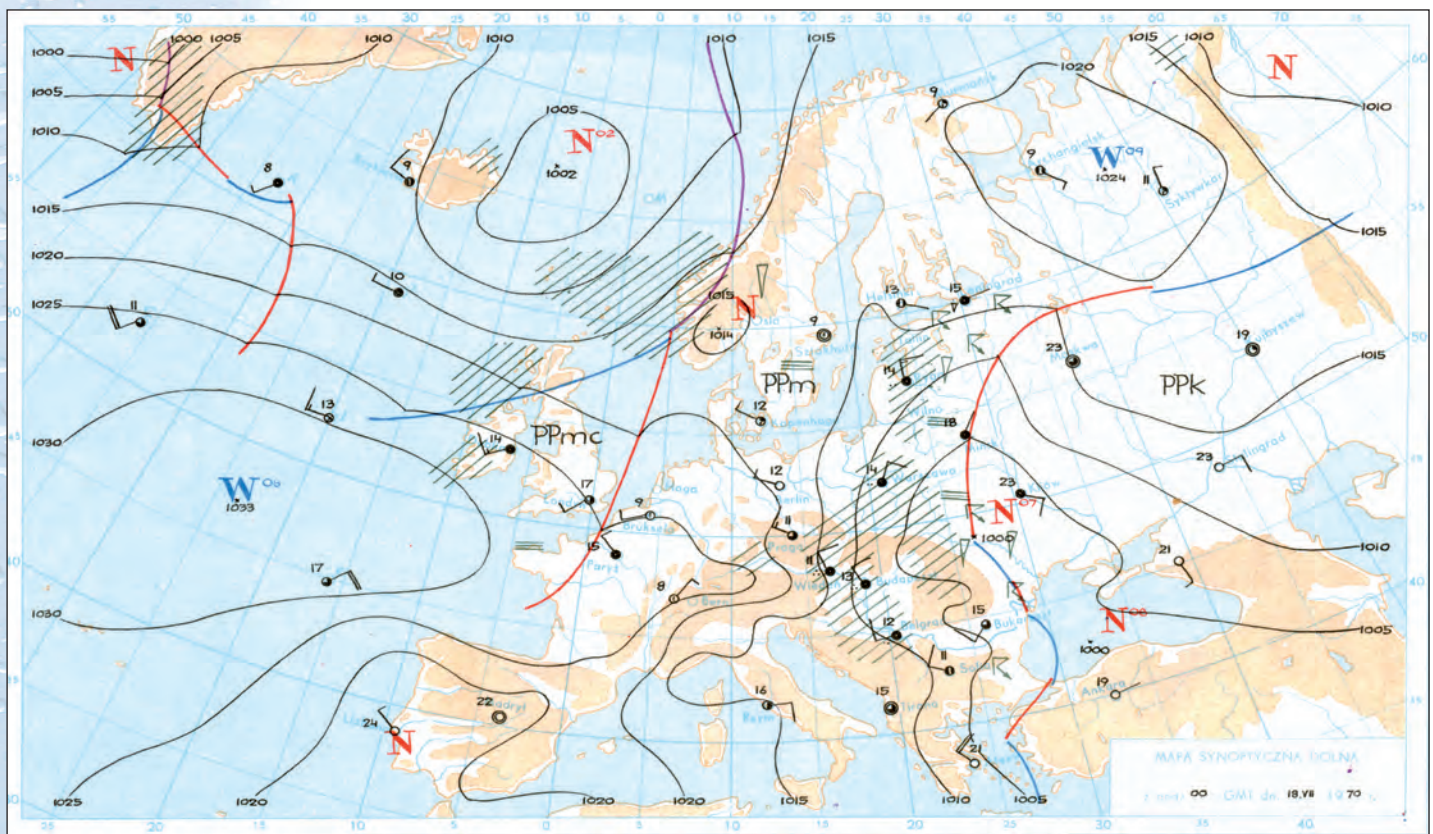
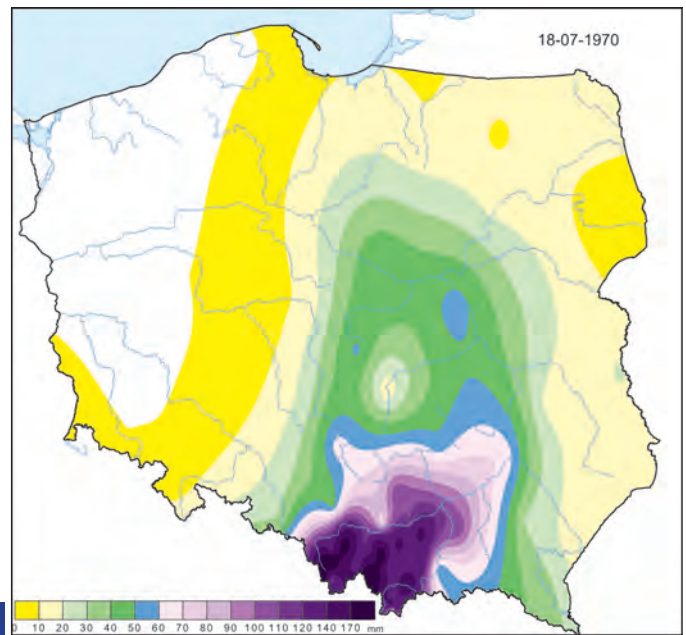
In Figure 4.9, there is an extreme precipitation area of over 80 mm which occurred on the 3rd of September 1995, across the boundary of the Masovian Plain and Mazury Lake District. This precipitation was connected with a small and shallow low pressure system from Lithuania. The extensive low pressure system is also visible all over central Europe on the 500 hPa map. This situation is similar to the one which was described earlier, from the 6th of September 1992. In this case, a low air pressure system featuring an atmospheric front pattern covered the northeastern part of the country; it was also visible in the middle troposphere. The considerable density of isohyps on the 500 hPa baric topographic map indicates the possibility of a jet stream in the upper layers in this region.

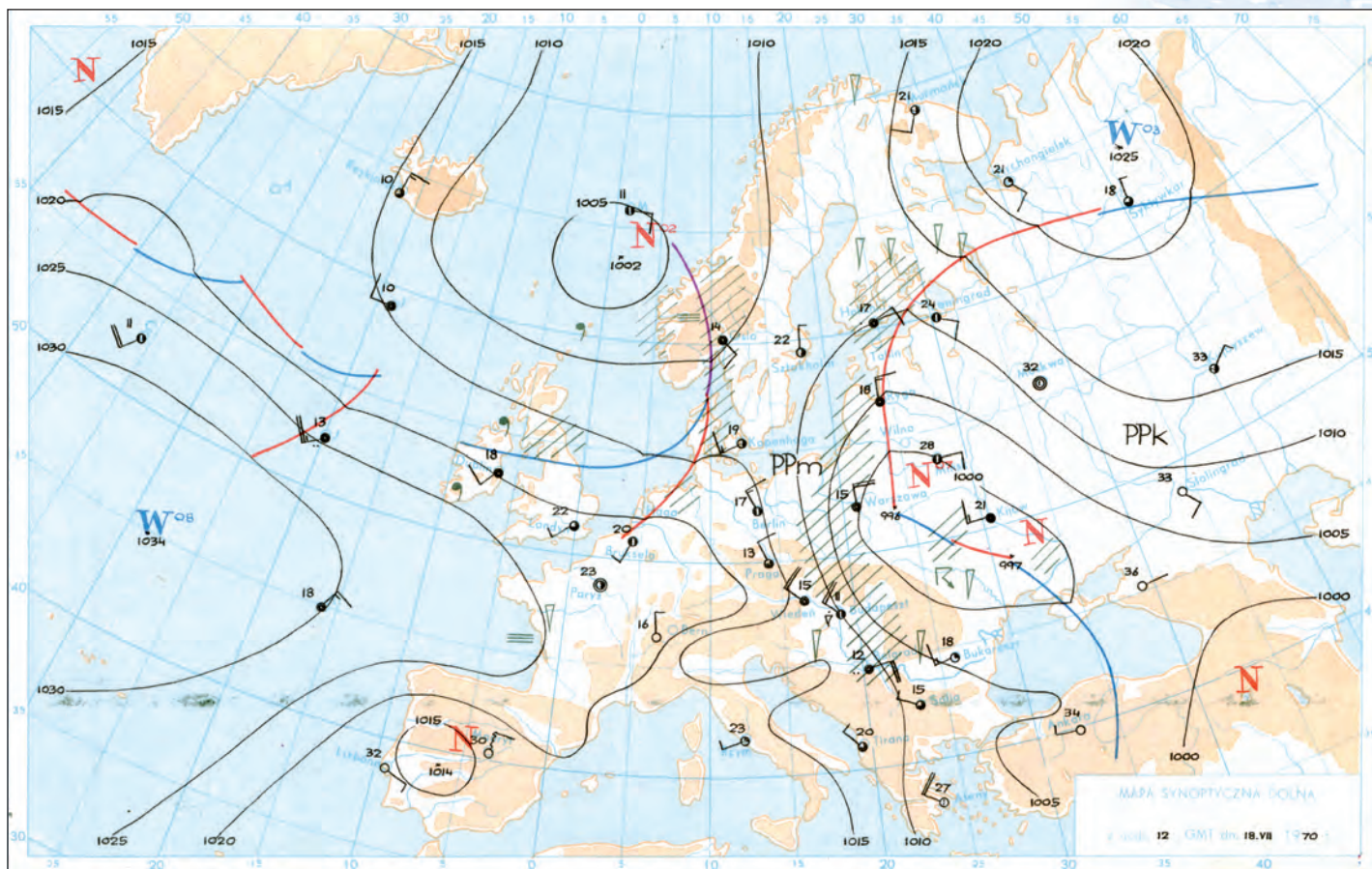
**Rycina 4.2**

- a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 18 lipca 1970
- Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)
- b** - mapa dolna 18.07.1970 00 UT
- c** - mapa 700 hPa 18.07.1970 00 UT
- d** - mapa dolna 18.07.1970 12 UT
- e** - mapa 700 hPa 18.07.1970 12 UT

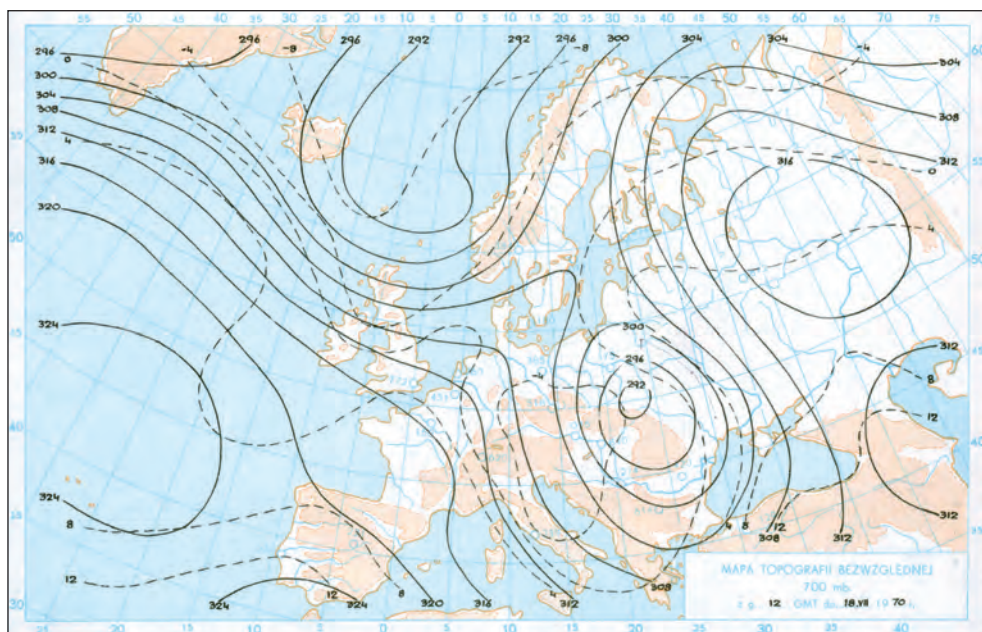
**Figure 4.2**

- a** - Daily precipitation totals in Poland on 18 July 1970
- Synoptic situation over Europe (according to A)
- b** - surface chart 18.07.1970 00 UT
- c** - 700 hPa chart 18.07.1970 00 UT
- d** - surface chart 18.07.1970 12 UT
- e** - 700 hPa chart 18.07.1970 12 UT



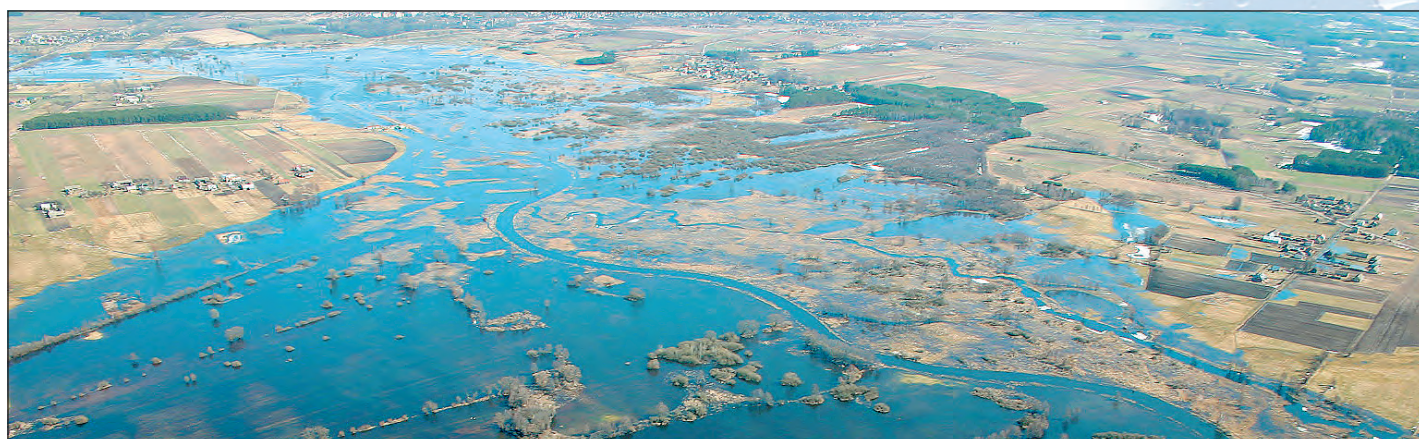


d



e

Typ cyrkulacji - Circulation type					
17-07-1970	GWL - TrM	LIT - NEc	OSK - EO	TN - Nc	ZU - NEc
18-07-1970	GWL - TrM	LIT - Nc	OSK - EO	TN - Nc	ZU - NWC



Opady atmosferyczne / Atmospheric precipitation

**Rycina 4.3**

**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 8 sierpnia 1978

Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)

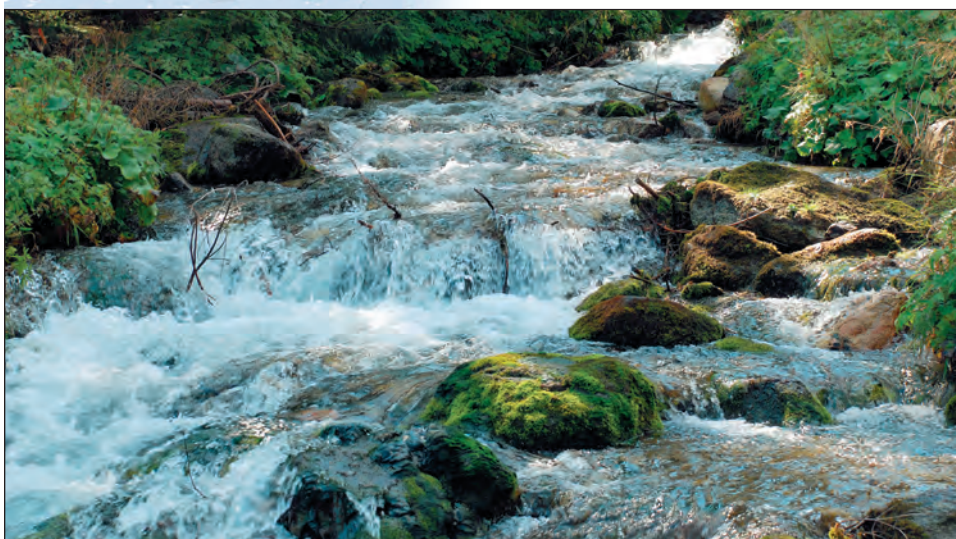
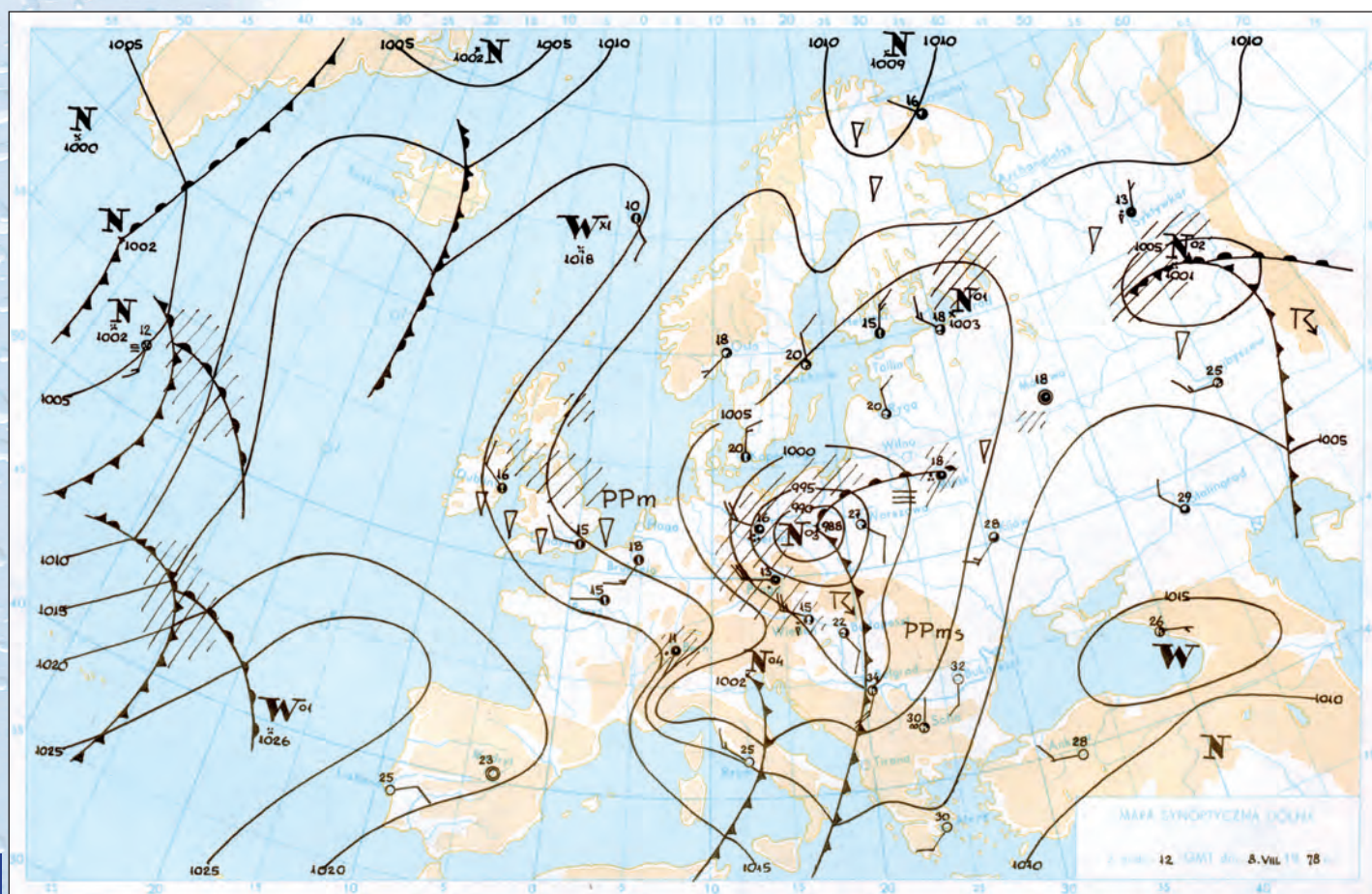
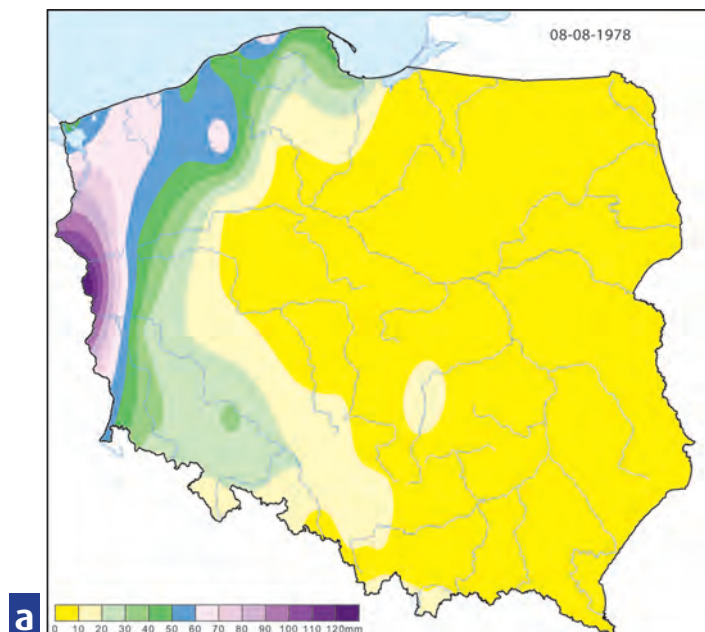
**b** - mapa dolna 08.08.1978 12 UT

**Figure 4.3**

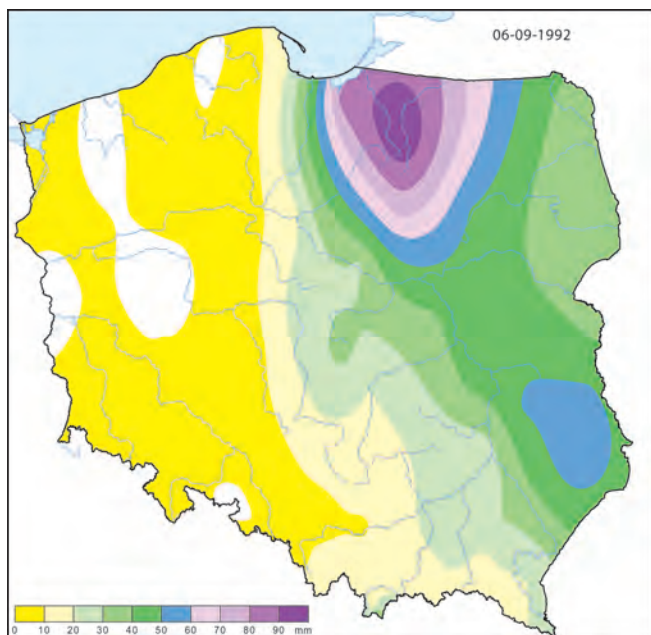
**a** - Daily precipitation totals in Poland on 8 August 1978

Synoptic situation over Europe (according to A)

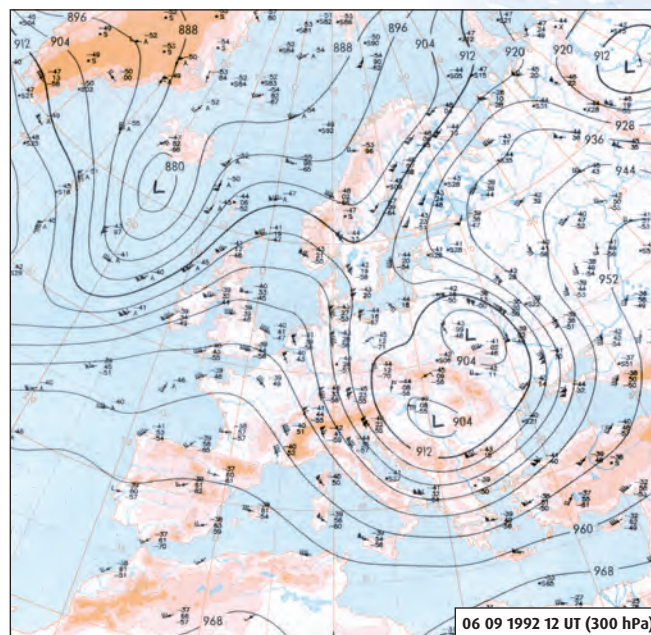
**b** - surface chart 08.08.1978 12 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
08-08-1978	GWL - Nz	LIT - Oc	OSK - E0	TN - Bc	ZU - Sc



**a**



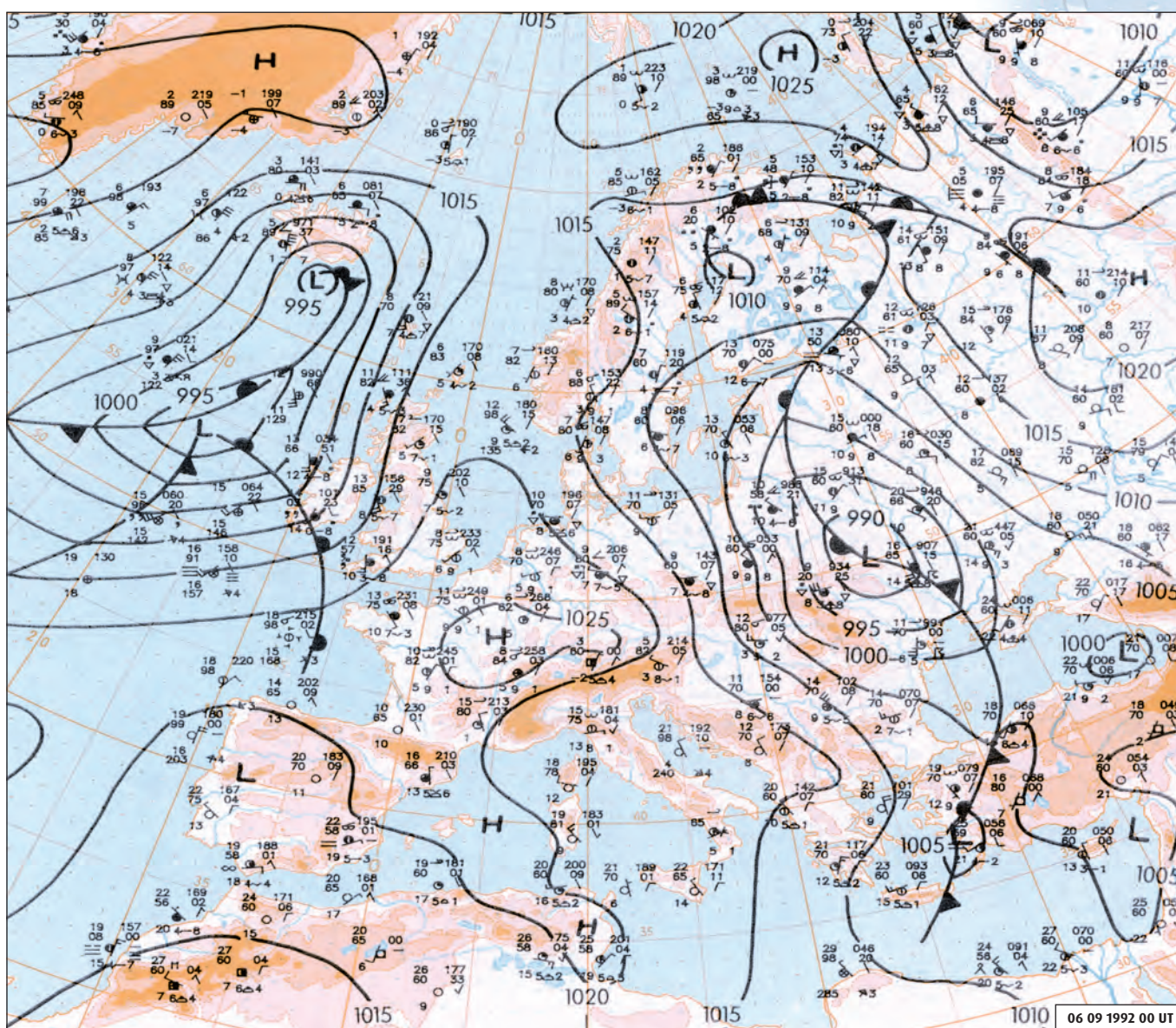
**b**

**Rycina 4.4**

**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 6 września 1992  
Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa 300 hPa 06.09.1992 12 UT  
**c** - mapa dolna 06.09.1992 00 UT

**Figure 4.4**

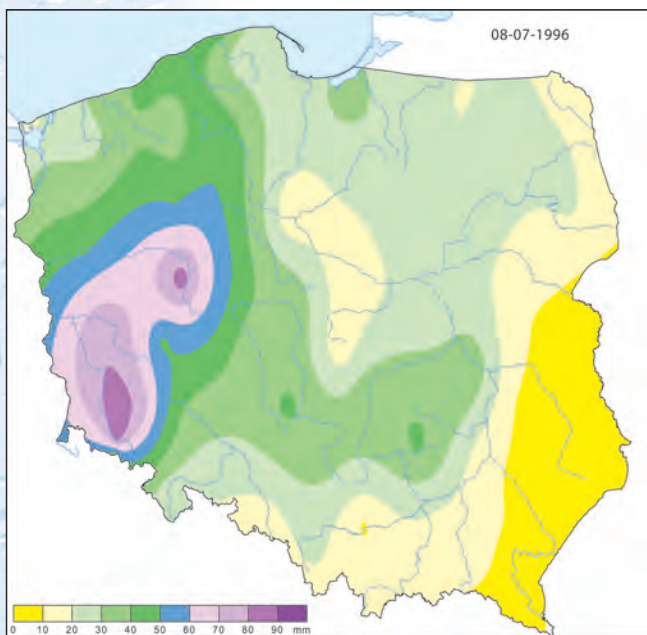
**a** - Daily precipitation totals in Poland on 6 September 1992  
Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - 300 hPa chart 06.09.1992 12 UT  
**c** - surface chart 06.09.1992 00 UT



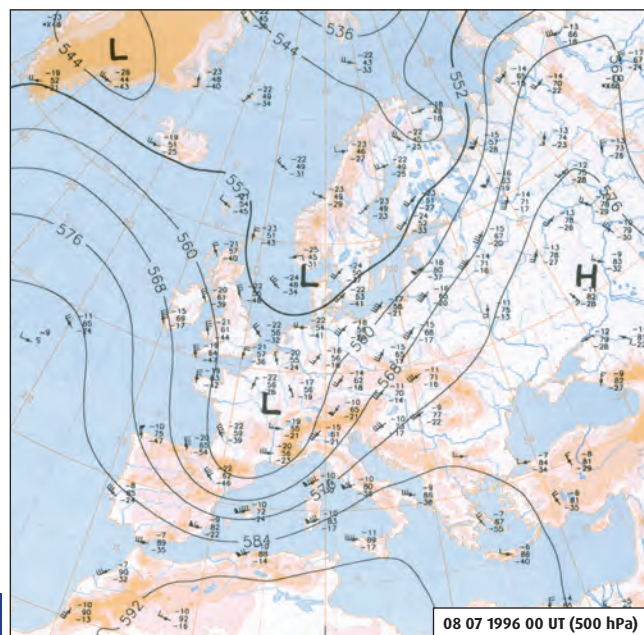
**c**

**Typ cyrkulacji - Circulation type**

05-09-1992	GWL - Wz	LIT - Nc	OSK - CB	TN - Nc	ZU - Nc
06-09-1992	GWL - Wa	LIT - Nc	OSK - E0	TN - Nwc	ZU - Nwc



**a**



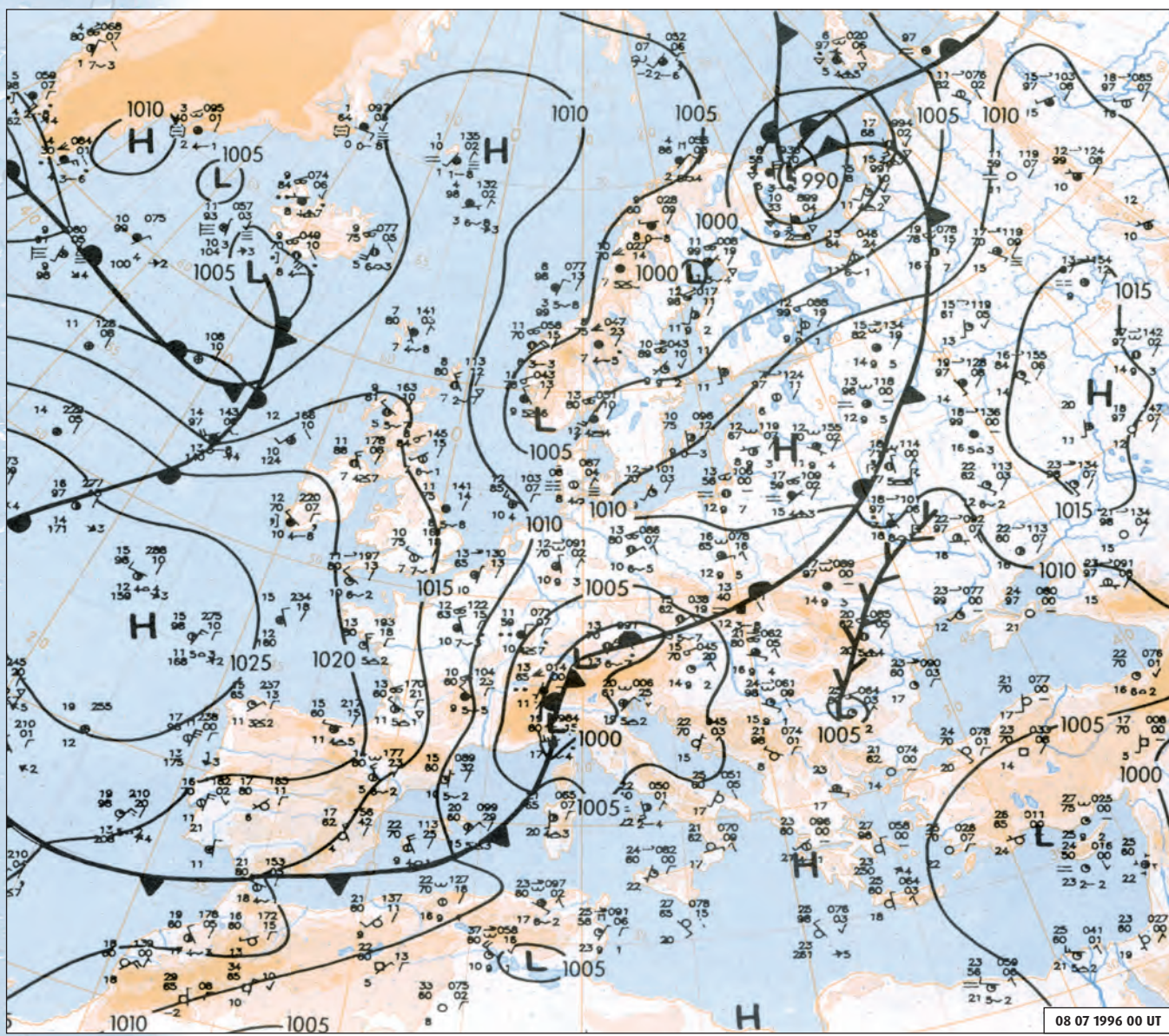
**b**

**Rycina 4.5**

**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 8 lipca 1996  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa 500 hPa 08.07.1996 00 UT  
**c** - mapa dolna 08.07.1996 00 UT

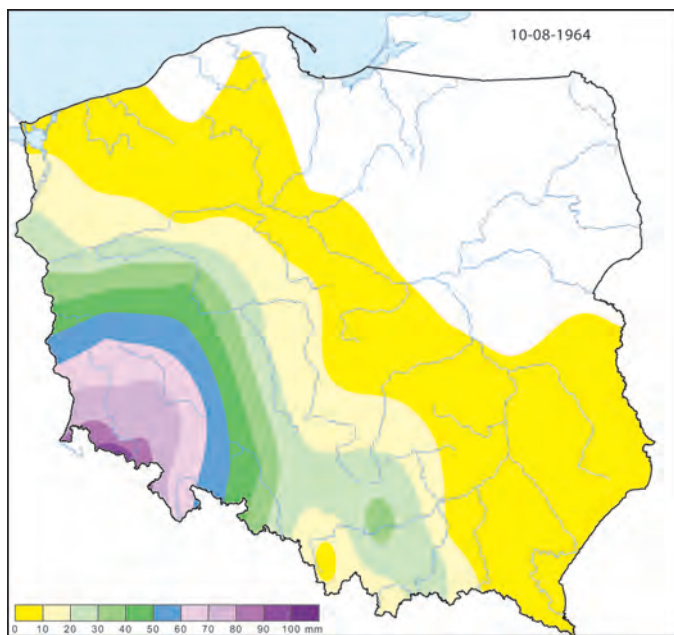
**Figure 4.5**

**a** - Daily precipitation totals in Poland on 8 July 1996  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - 500 hPa chart 08.07.1996 00 UT  
**c** - surface chart 08.07.1996 00 UT



**c**

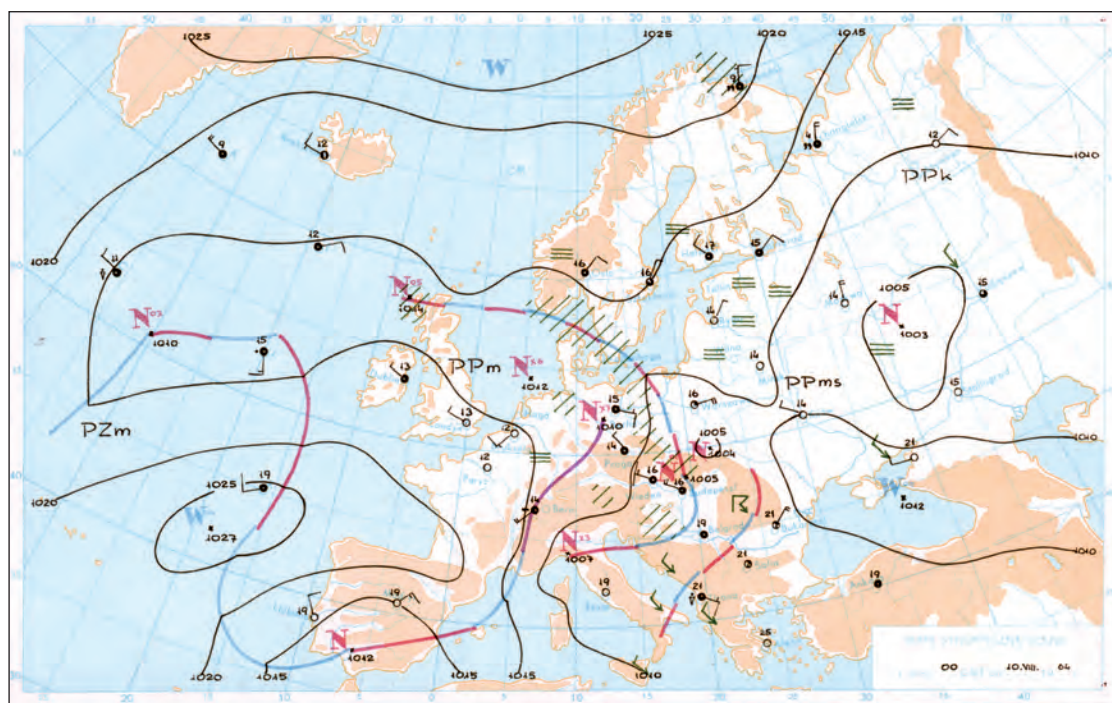
Typ cyrkulacji - Circulation type					
07-07-1996	GWL - TrW	LIT - Wc	OSK - CB	TN - x	ZU - Bc
08-07-1996	GWL - TrM	LIT - Nc	OSK - F	TN - Cc	ZU - SEC



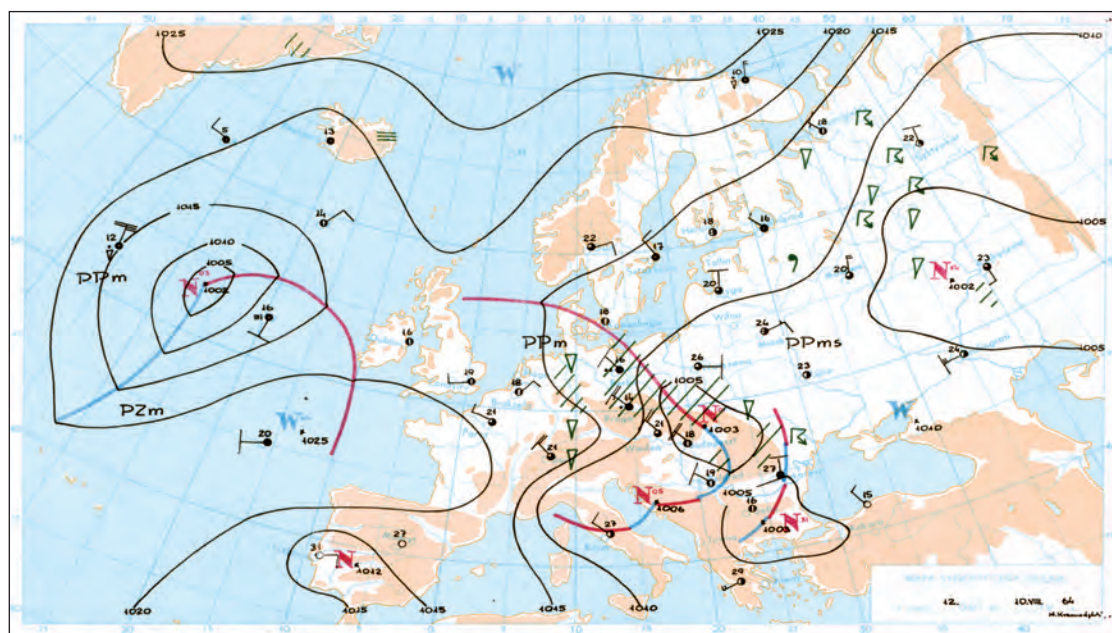
**a**

**Rycina 4.6**  
**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 10 sierpnia 1964  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
**b** - mapa dolna 10.08.1964 00 UT  
**c** - mapa dolna 10.08.1964 12 UT

**Figure 4.6**  
**a** - Daily precipitation totals in Poland on 10 August 1964  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
**b** - surface chart 10.08.1964 00 UT  
**c** - surface chart 10.08.1964 12 UT



**b**



**c**

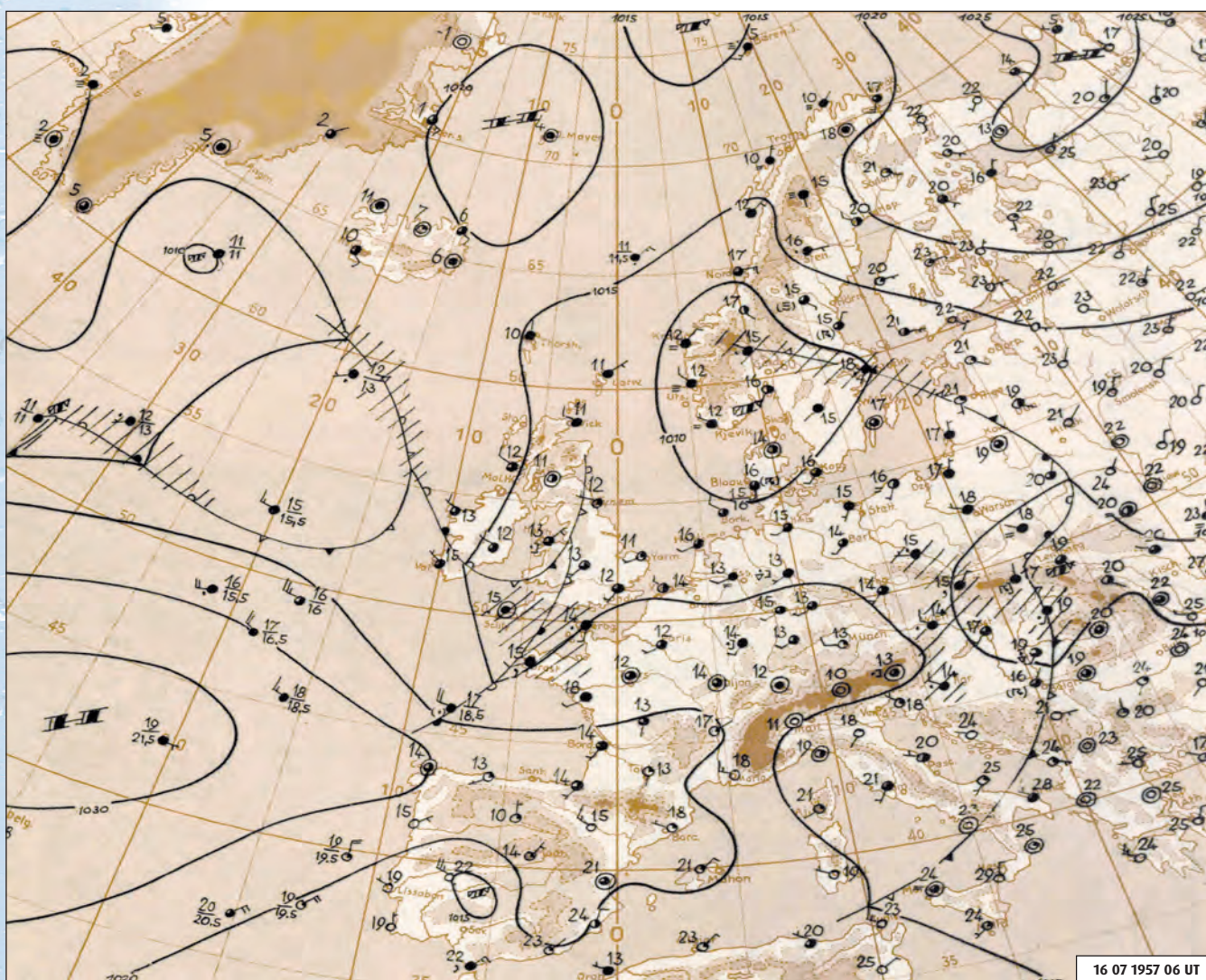
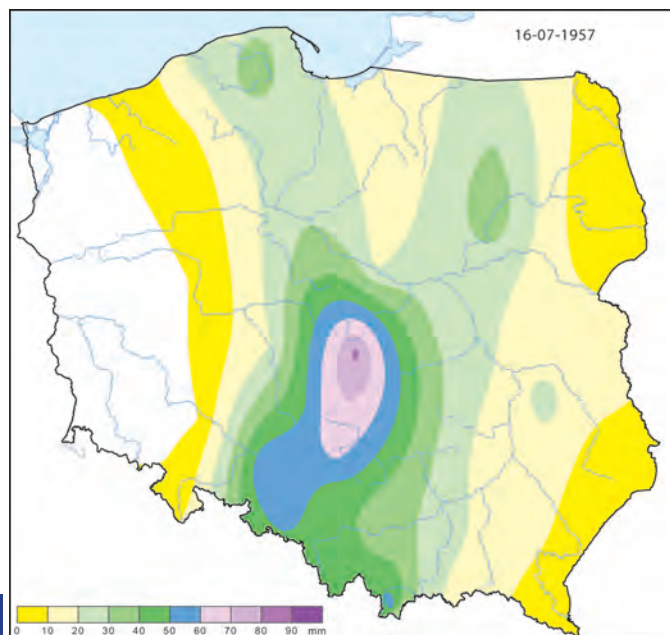
Typ cyrkulacji - Circulation type						
09-08-1964	GWL - HNFz	LIT - NEC	OSK - x	TN - SEc	ZU - Bc	
10-08-1964	GWL - HNFz	LIT - NEC	OSK - E0	TN - Bc	ZU - NEc	

**Rycina 4.7**

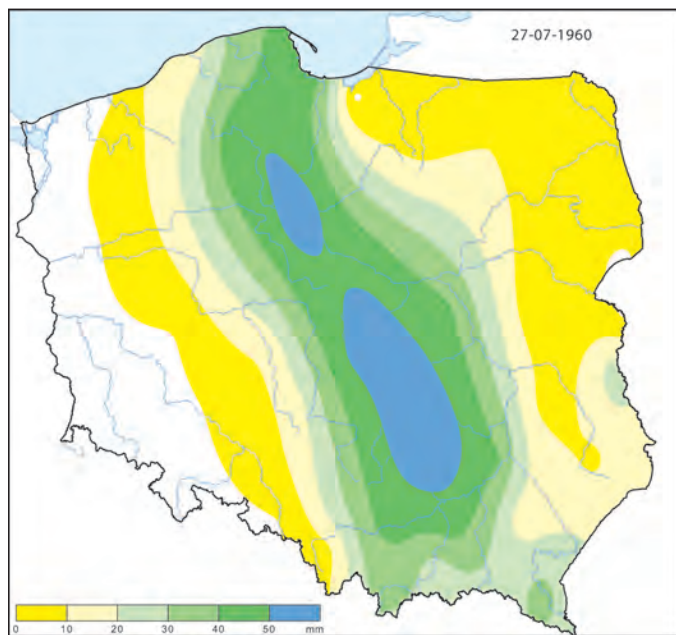
a - Sumy dobowe opadów w Polsce 16 lipca 1957  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
 b - mapa dolna 16.07.1957 06 UT

**Figure 4.7**

a - Daily precipitation totals in Poland on 16 July 1957  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
 b - surface chart 16.07.1957 06 UT



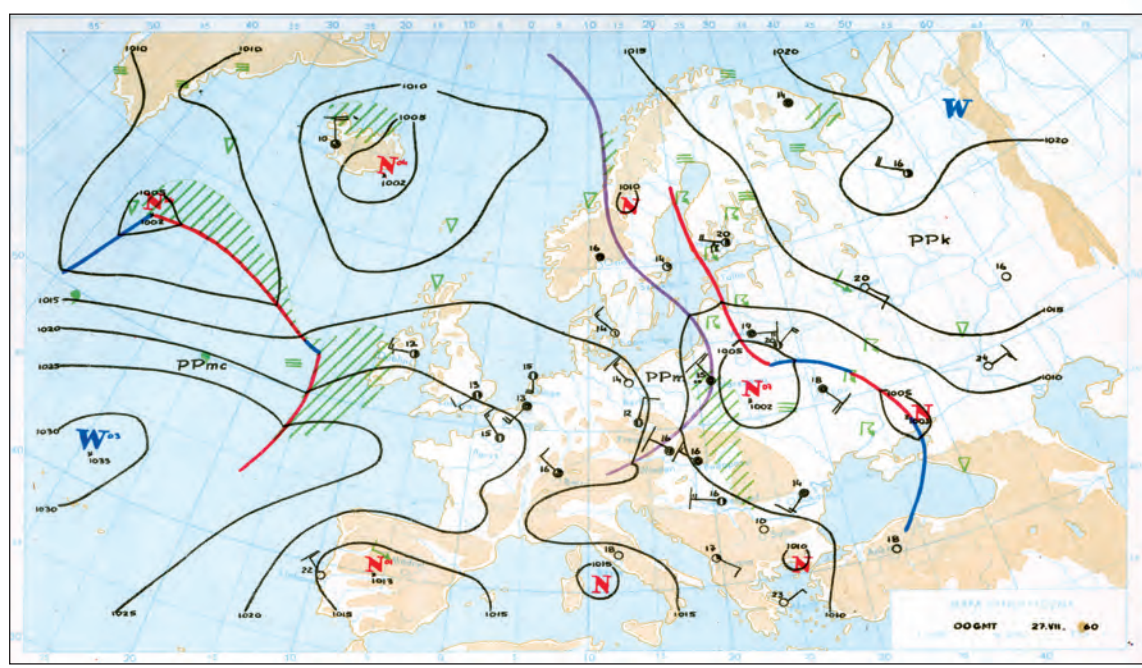
Typ cyrkulacji - Circulation type					
16-07-1957	GWL - NWz	LIT - Oc	OSK - E0	TN - Bc	ZU - Nc



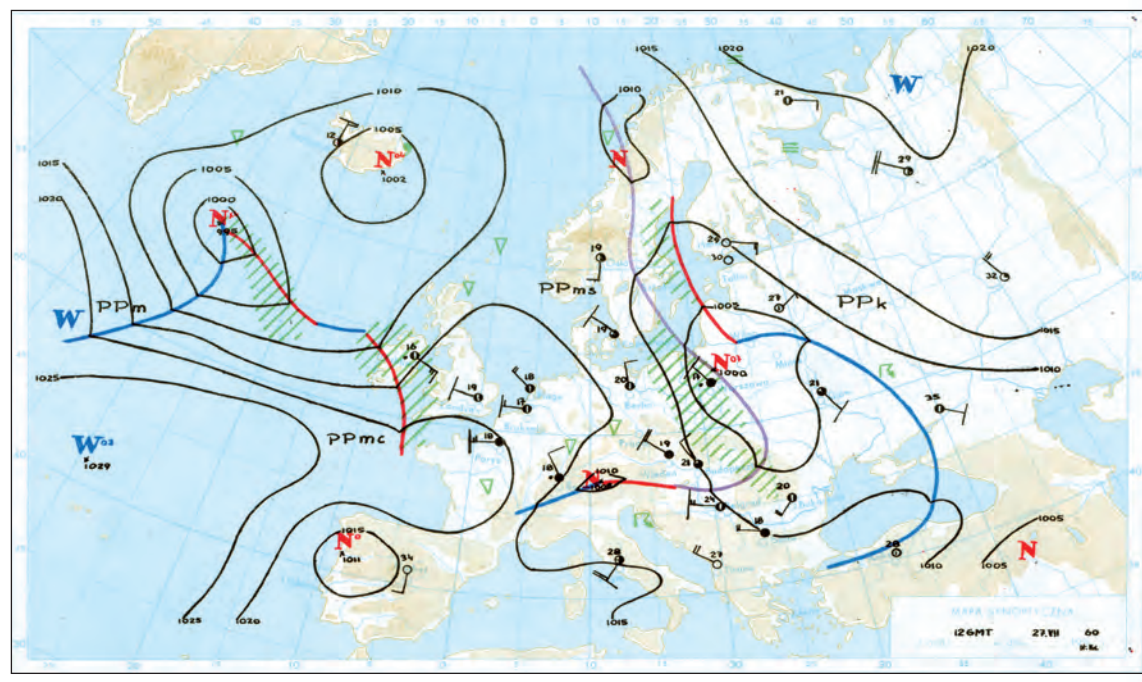
**a**

**Rycina 4.8**  
**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 27 lipca 1960  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
**b** - mapa dolna 27.07.1960 00 UT  
**c** - mapa dolna 27.07.1960 12 UT

**Figure 4.8**  
**a** - Daily precipitation totals in Poland on 27 July 1960  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
**b** - surface chart 27.07.1960 00 UT  
**c** - surface chart 27.07.1960 12 UT



**b**



**c**

Typ cyrkulacji - Circulation type					
26-07-1960	GWL - Wz	LIT - Nc	OSK - E0	TN - Nc	ZU - Nc
27-07-1960	GWL - Wz	LIT - Nc	OSK - E0	TN - Nc	ZU - Nwc

Na rycinie 4.10 jest zobrazowane zdarzenie opadowe z 6 lipca 1997, które było jednym z kilku w lipcu tego roku i które przyczyniło się do wywołania katastrofalnej powodzi w dorzeczu Odry i zachodniej części dorzecza górnej Wisły. Meteorologiczne i synoptyczne uwarunkowania tego opadu są szeroko w literaturze omówione (Adamczyk i Olszowicz 1999, Lorenc 1998, Niedźwiedź i Czekierda 1998, Niedźwiedź 1999, Niedźwiedź i in. 1999). Jak widać, nad Ukrainą zalegał płytki niż, który był układem quasi-stacjonarnym. Z jego zaleganiem był związany też front okluzji. Nad południowo-zachodnią Polskę napływało powietrze z północy. Na obrazach satelitarnych z Meteosata nad Polską Środkową i Zachodnią jest widoczna zwarta pokrywa chmurowa. Na zdjęciu można dopatrzeć się propagacji tego układu chmurowego w kierunku SW. Napływ ten powodował piętrzenie się chmur na stokach Sudetów i zachodniej części Karpat Zachodnich. Na poziomie 500 hPa jest widoczny układ niżowy nad całą Europą Środkową.

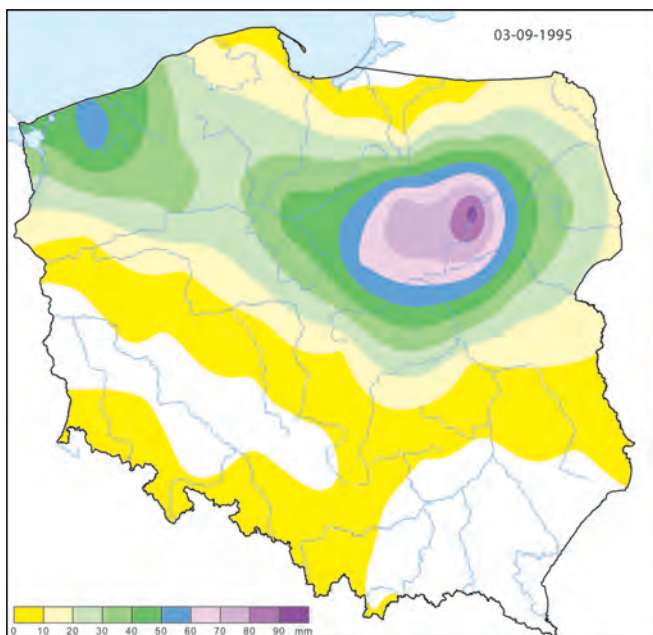
Rozpatrywany przykład uświadamia też zagadnienie prezentacji przestrzennej oraz interpolacji opadów atmosferycznych. Na rycinie 4.10a przedstawiono rozkład opadów skonstruowany za pomocą zwykłego kriginu z wykorzystaniem danych tylko ze stacji synoptycznych (61 punktów). Rycina 4.10b przedstawia ten sam element wykreślony tą samą metodą, ale na podstawie danych z przeszło 1000 punktów. Szczegółowość obu obrazów jest więc różna, jednak ogólne cechy rozkładu opadów bardzo podobne. Zamieszczony przykład potwierdza wstępne badania autorów wykazujące, że dla schematycznego zobrazowania opadów w skali całej Polski wystarczy wykorzystanie informacji tylko ze stacji synoptycznych. Z kolei na rycinie 4.10c i 4.10d opady pochodzące ze wspomnianych 61 stacji wykreślono za pomocą metody kriginu resztowego oraz metody odwrotnych odległości (IDW). W obu przypadkach uzyskane wyniki należy uznać za bardzo podobne. Niewielkie różnice można też było stwierdzić, porównując błędy kwadratowe ich interpolacji. Wynik ten potwierdza, że w skali Polski przy schematycznym ujęciu rozkładu przestrzennego opadów metoda interpolacji ma drugorzędne znaczenie.

Na rycinie 4.11 przedstawiono przypadek z 29 lipca 2000, kiedy w środkowo-wschodniej Polsce sumy opadów przekroczyły 80 mm. Nad obszarem Europy Środkowej jest widoczny płytki niż z systemem frontów. Przez Polskę przebiega front okluzji i to na nim wystąpiły najsilniejsze opady. Podobnie jak w jednym z poprzednio opisywanych przypadków, postępująca za frontem adwekcja chłodniejszego powietrza znad Atlantyku spowodowała w ciągu dnia pogłębienie się niżu nad wschodnią Polską. Pogłębiła się też zatoka w środkowej troposferze, widoczna na zdjęciu satelitarnym z godziny 12.00 UT, co nasiliło wznoszenie się powietrza i tworzenie grubej warstwy chmur.

Figure 4.10 shows a precipitation event from the 6th of July 1997, which was one of many in July 1997 and it contributed to the catastrophic flood in the Odra River Basin and in the western part of the upper Vistula River Basin. The meteorological and synoptic conditions of this precipitation event have been widely discussed in the literature (Adamczyk, Olszowicz 1999, Lorenc 1998, Niedźwiedź, Czekierda 1998, Niedźwiedź 1999, Niedźwiedź et al. 1999). A shallow low pressure system was hovering over the Ukraine, exhibiting a quasi-stationary pattern. Its occurrence was also related to occlusion. Air from the north was flowing over southwestern Poland. Meteosat satellite images show dense cloud cover over central and western Poland. In this picture, one can see the propagation of this cloud pattern towards the southwest. This flow caused clouds to pile up on Sudety Mountains slopes and the western part of the West Carpathians Mountains. At a level of 500 hPa, a low pressure pattern is visible over all of central Europe.

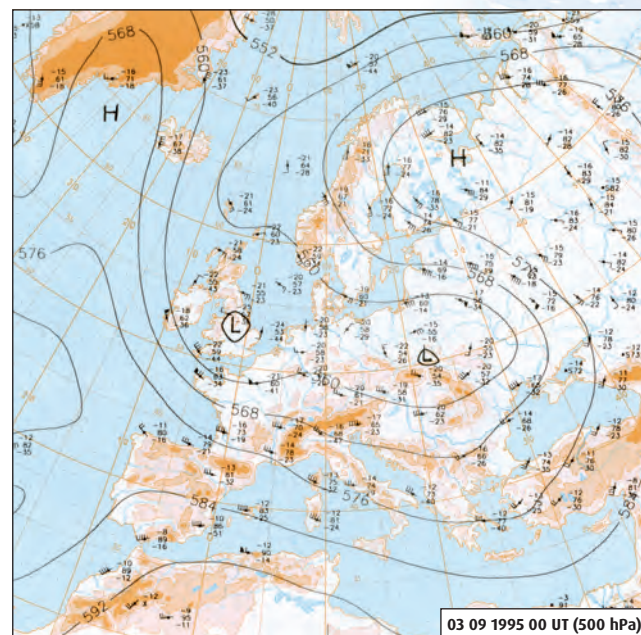
The issue of spatial presentation and the interpolation of atmospheric precipitation are also visible in the discussed example. Figure 4.10a shows the distribution of precipitation formed by means of ordinary kriging using data obtained only from synoptic stations (61 points). Figure 4.10b presents the same element drawn by the same method but based on data from over 1000 points. The accuracy of the two charts is different but the general features of the precipitation distribution are very similar. The enclosed example confirms the authors' initial research showing that, for the schematic illustration of precipitation on a national scale, it is enough to use the information available from synoptic stations. In Figure 4.10c and 4.10d, precipitation obtained from the 61 stations was drawn by means of residual kriging and the IDW method. In both cases, the obtained results should be considered very similar. These results also confirm that, on a national scale, the interpolation method has another meaning when it comes to the schematic illustration of precipitation.

Figure 4.11 presents a case from the 29th of July 2000, when precipitation totals in the midsection of eastern Poland exceeded 80 mm. A shallow low with a front system is visible over Central Europe. An occlusion front runs across Poland and it was where the strongest precipitation occurred. Just like in one of the described cases, the advection of cooler air from over the Atlantic following the front, made the low over eastern Poland deeper during the daytime. The trough in the middle troposphere also became deeper, and it was clearly visible in the satellite image from 12.00 UT, having had forced the rise of air and created a thick layer of clouds.



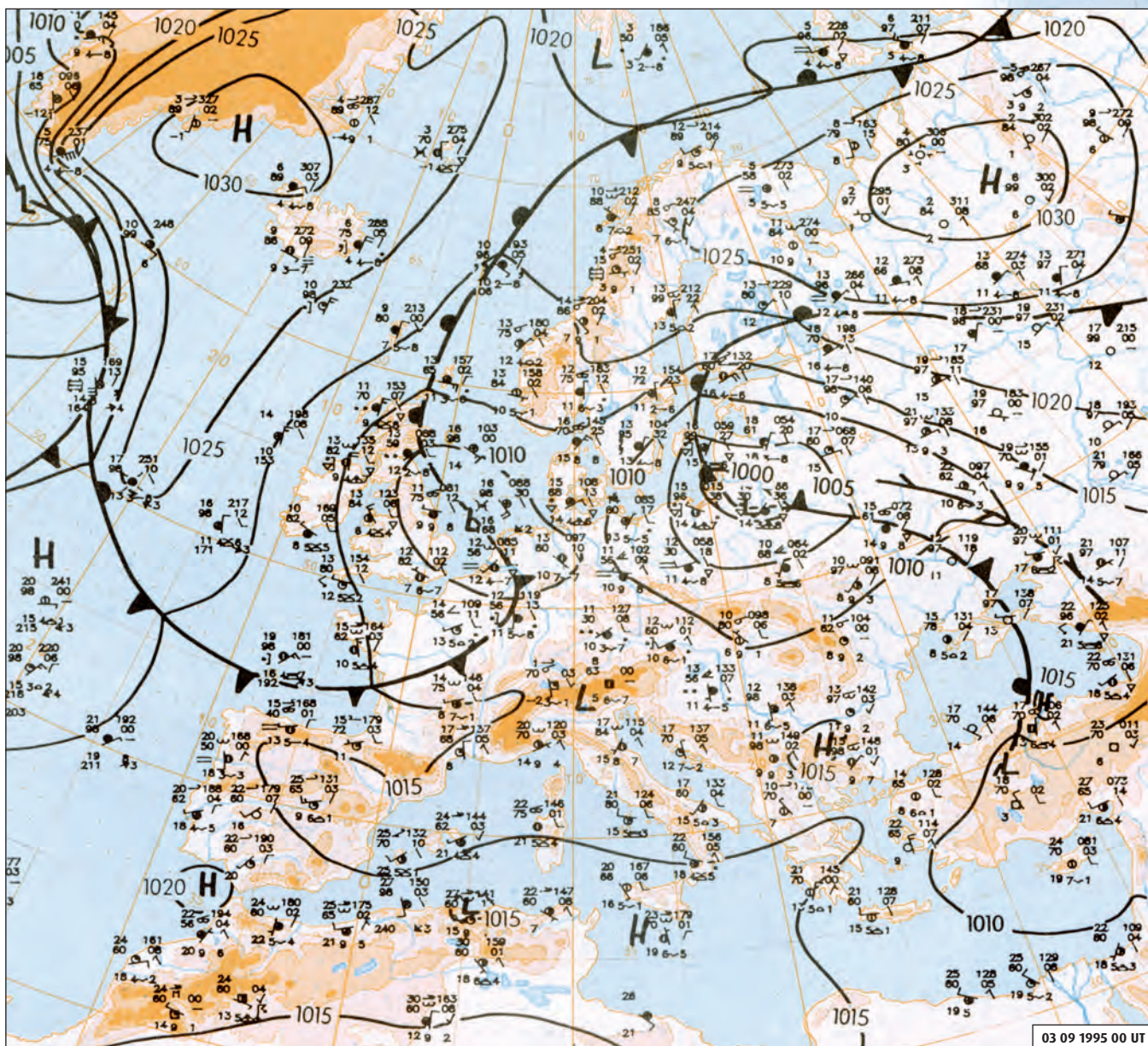
**Rycina 4.9**

**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 3 września 1995  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa 500 hPa 03.09.1995 00 UT  
**c** - mapa dolna 03.09.1995 00 UT

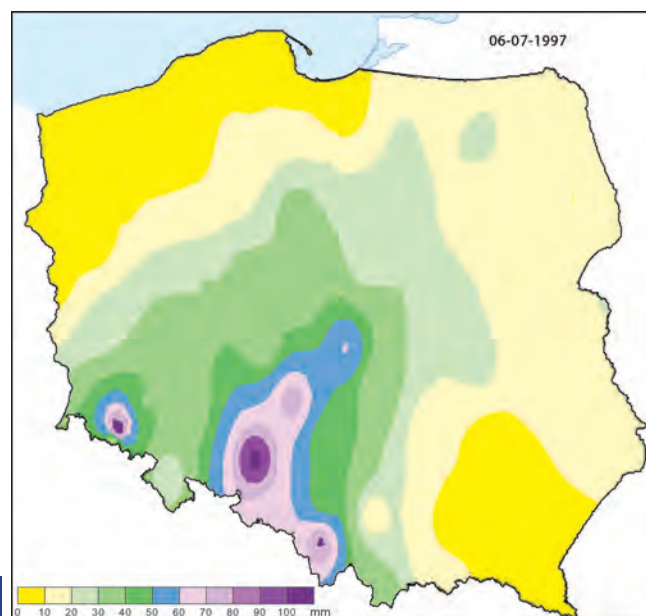
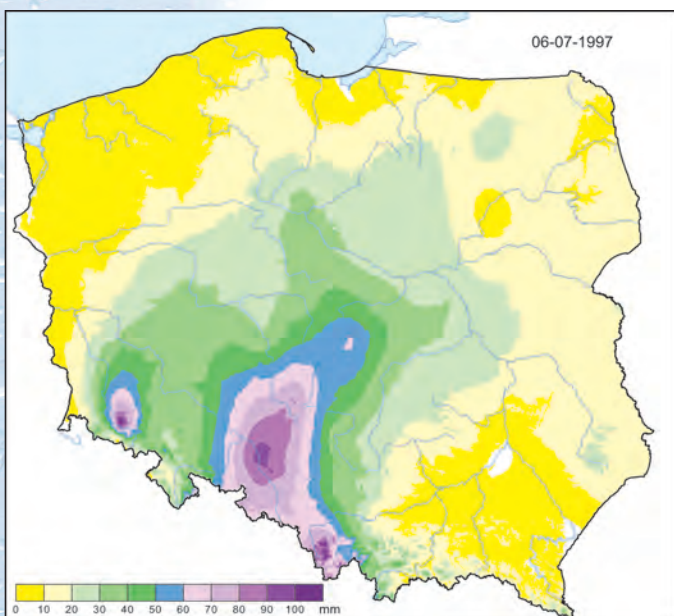
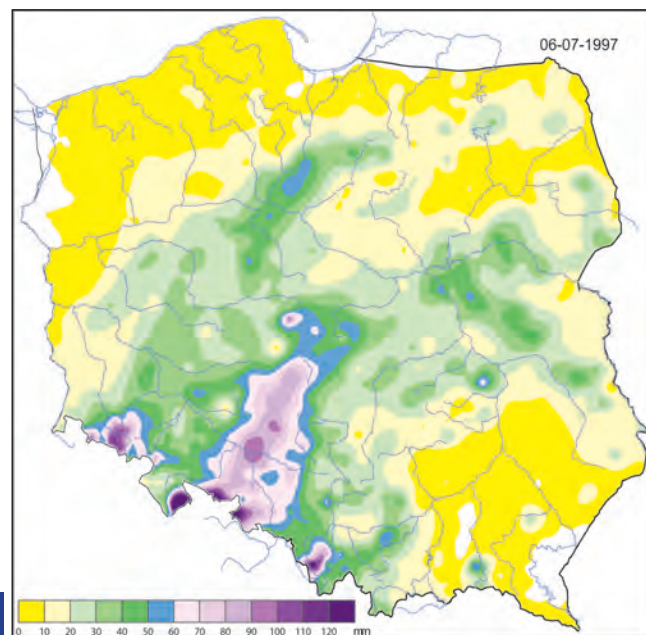
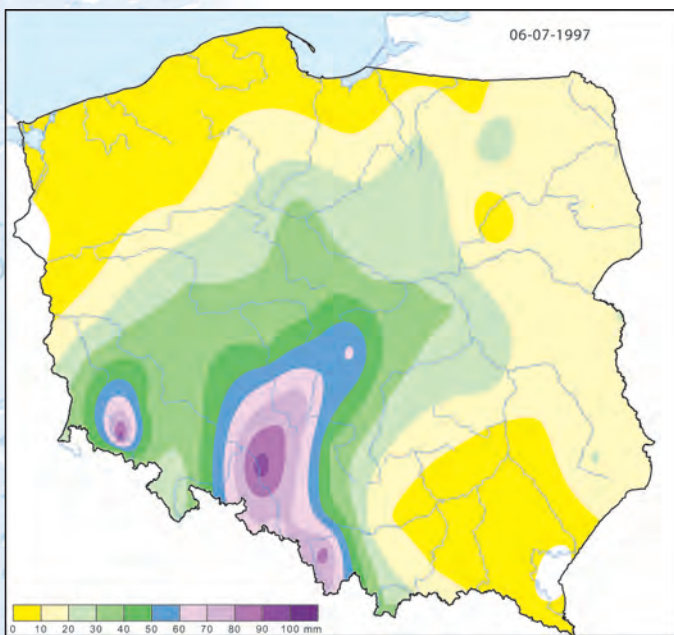


**Figure 4.9**

**a** - Daily precipitation totals in Poland on 3 September 1995  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - 500 hPa chart 03.09.1995 00 UT  
**c** - surface chart 03.09.1995 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
02-09-1995	GWL - TM	LIT - Ec	OSK - E0	TN - Bc	ZU - Wc
03-09-1995	GWL - TM	LIT - Ec	OSK - E0	TN - Wc	ZU - Wc



**Rycina 4.10**

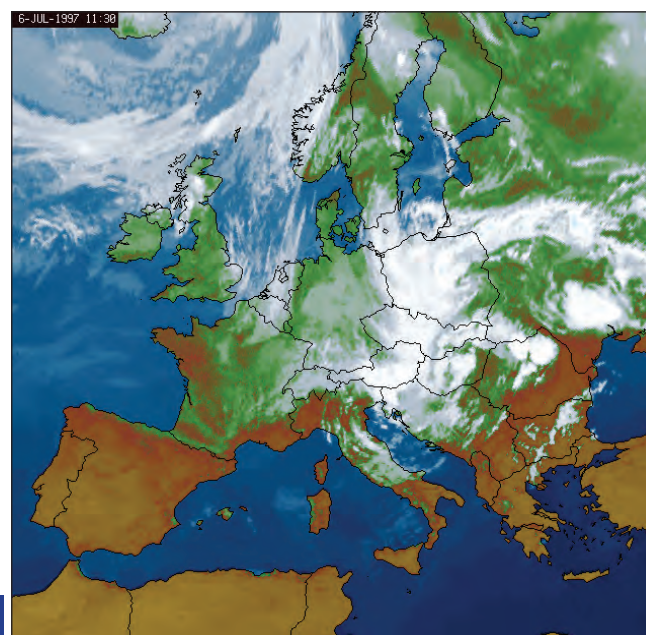
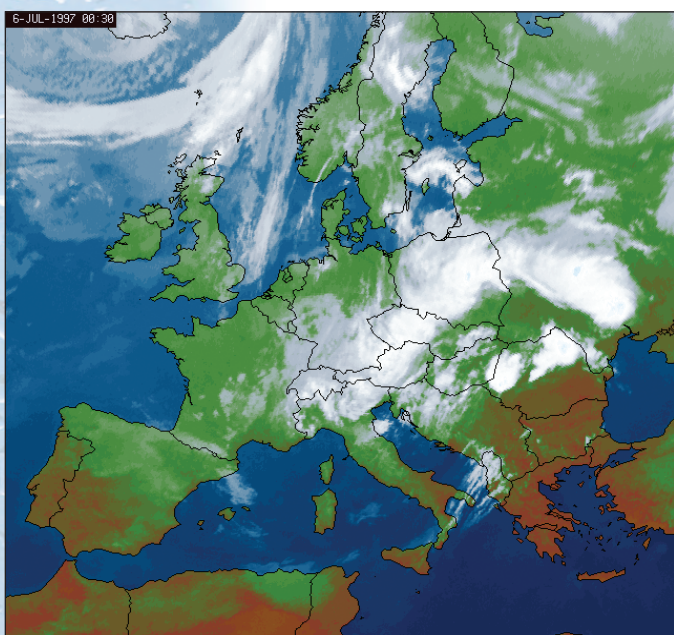
Sumy dobowe opadów w Polsce 6 lipca 1997

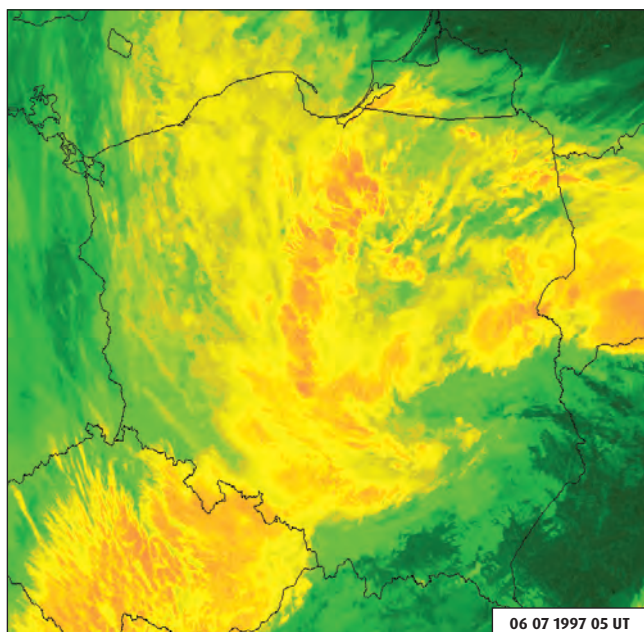
- a - na podstawie 61 stacji (zwykły kriging)
- b - na podstawie 1227 stacji i posterunków (zwykły kriging)
- c - na podstawie 61 stacji (kriging resztowy)
- d - na podstawie 61 stacji (metoda IDW)
- e - obraz satelitarny Meteosat (kanał IR), 06.07.1997 00.30 UT
- f - obraz satelitarny Meteosat (kanał IR), 06.07.1997 11.30 UT

**Figure 4.10**

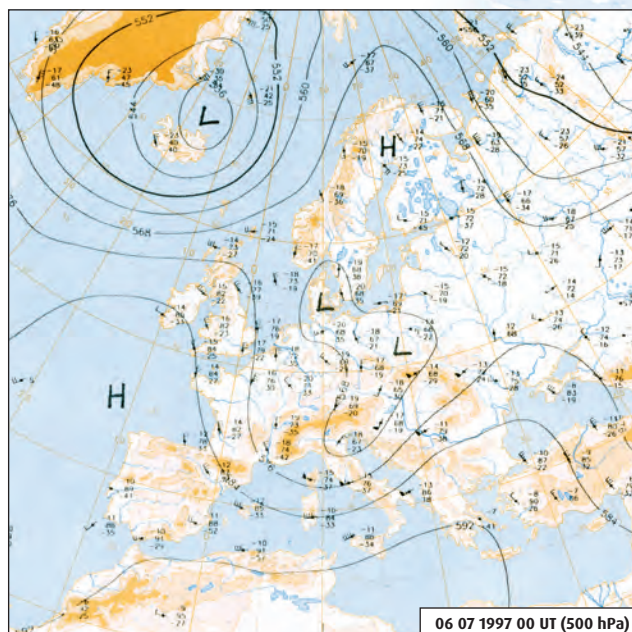
Daily precipitation totals in Poland on 6 July 1997

- a - based on 61 stations (ordinary kriging)
- b - based on 1227 stations and posts (ordinary kriging)
- c - based on 61 stations (residual kriging)
- d - based on 61 stations (IDW method)
- e - satellite image Meteosat (IR channel), 06.07.1997 00.30 UT
- f - satellite image Meteosat (IR channel), 06.07.1997 11.30 UT





**g**



**h**

**Rycina 4.10**

Sumy dobowe opadów w Polsce 6 lipca 1997

**g** - obraz satelitarne Meteosat (kanał termalny), 06.07.1997 05.00 UT

Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)

**h** - mapa 500 hPa 06.07.1997 00 UT

**i** - mapa dolna 06.07.1997 00 UT

**Figure 4.10**

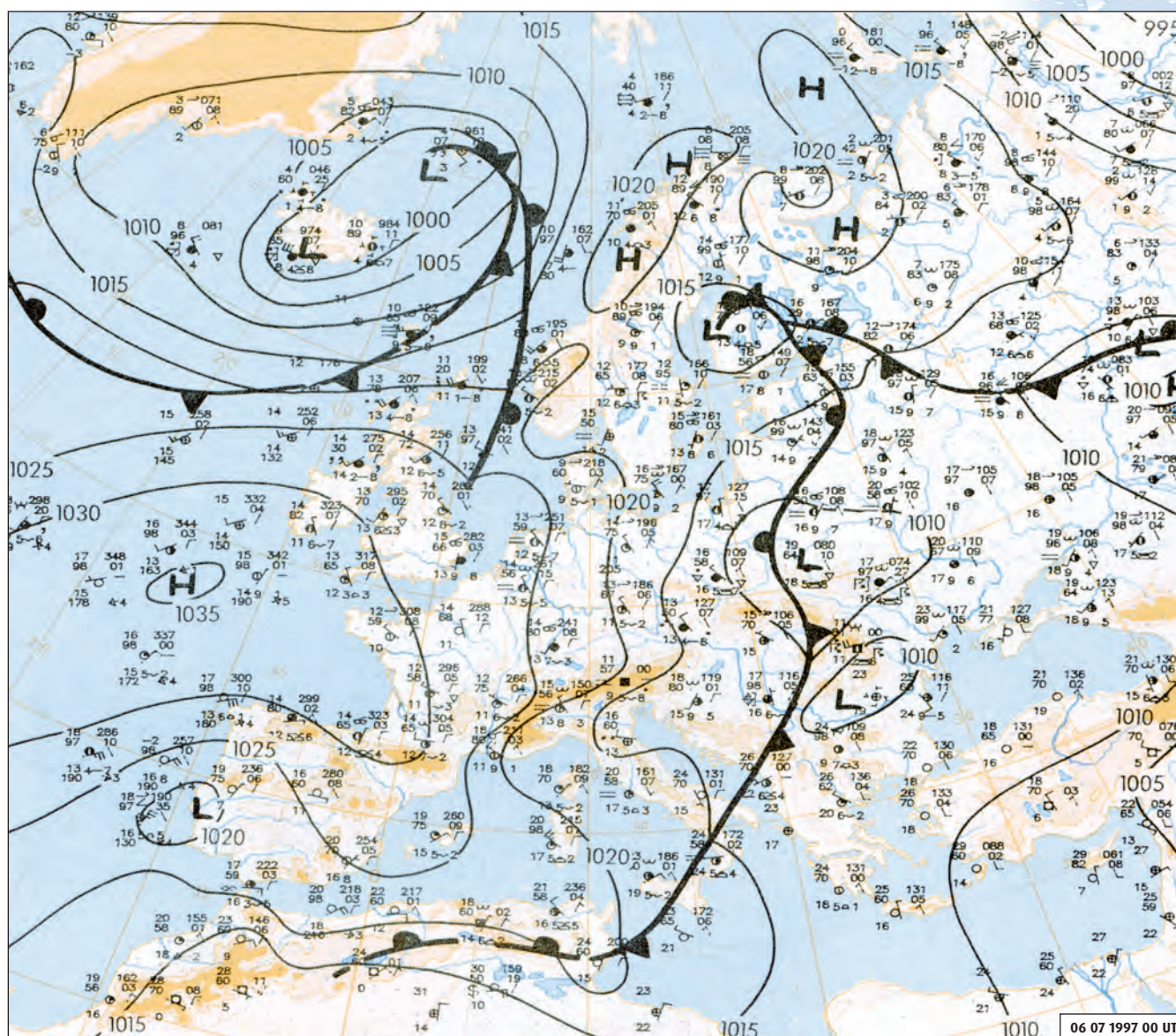
Daily precipitation totals in Poland on 6 July 1997

**g** - satellite image Meteosat (thermal channel), 06.07.1997 05.00 UT

Synoptic situation over Europe (according to B)

**h** - 500 hPa chart 06.07.1997 00 UT

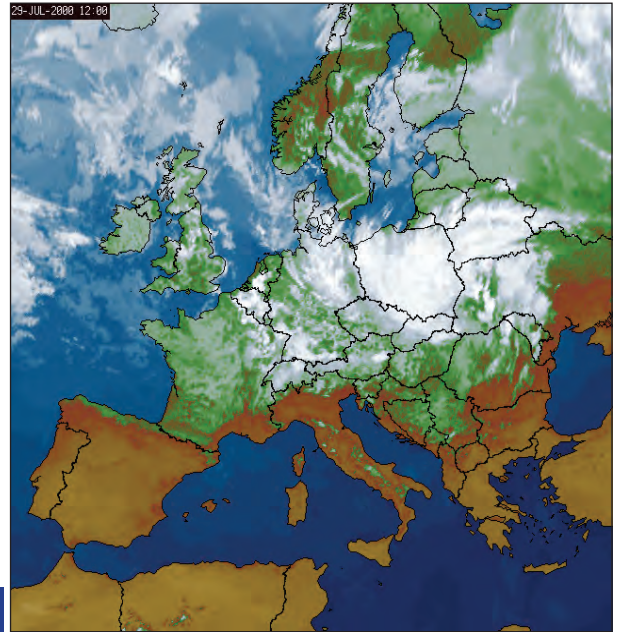
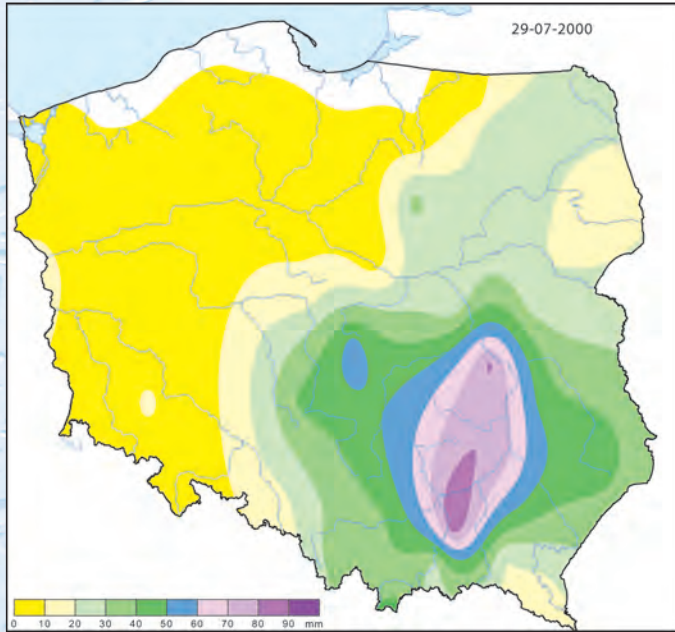
**i** - surface chart 06.07.1997 00 UT



**i**

**Typ cyrkulacji - Circulation type**

05-07-1997	GWL - TrW	LIT - No	OSK - x	TN - Bc	ZU - NEa
06-07-1997	GWL - Na	LIT - Nc	OSK - E0	TN - Nc	ZU - Nc

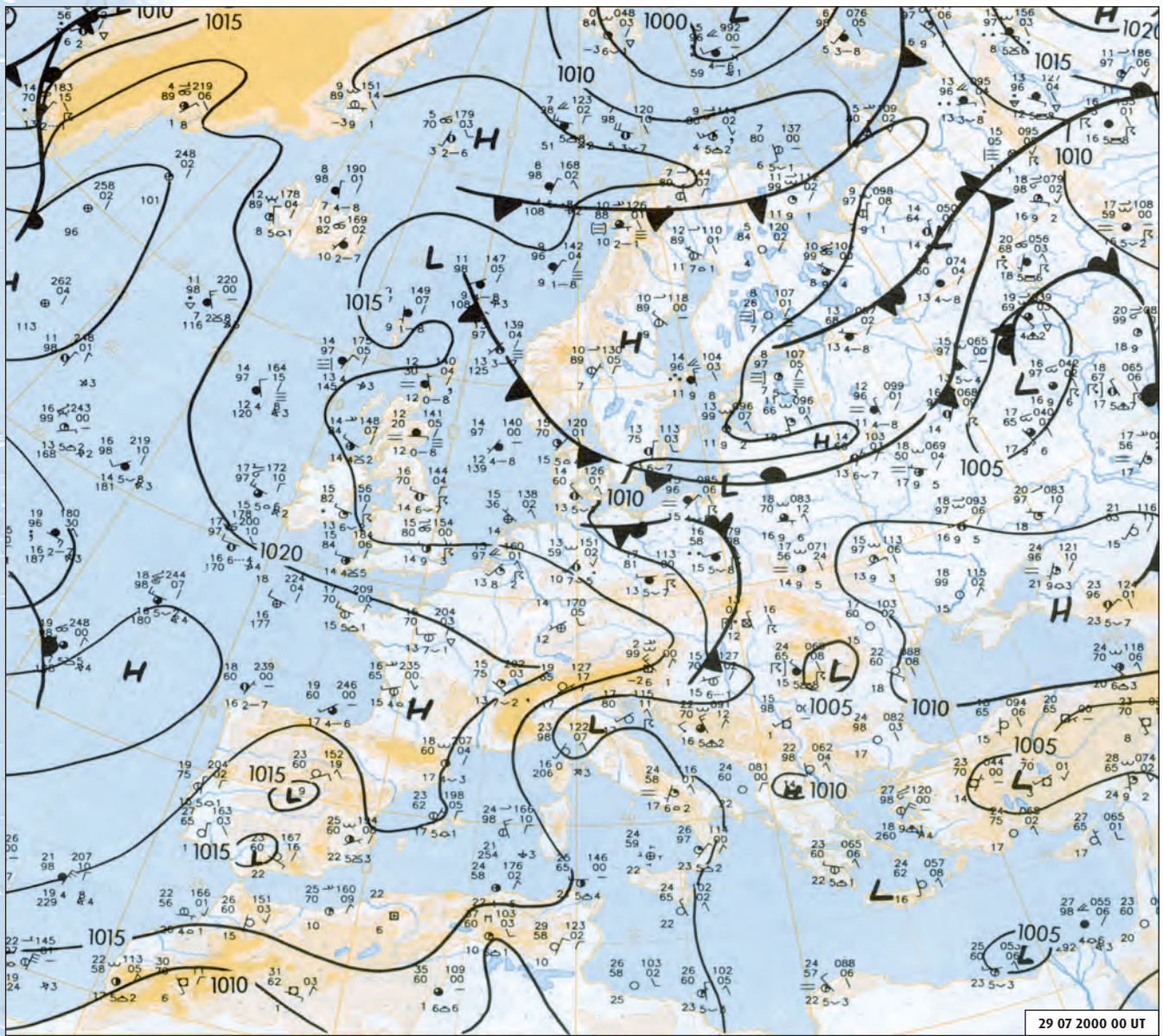


**Rycina 4.11**

- a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 29 lipca 2000
- b** - obraz satelitalny Meteosat (kanał IR), 29.07.2000 12.00 UT
- Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)
- c** - mapa dolna 29.07.2000 00 UT

**Figure 4.11**

- a** - Daily precipitation totals in Poland on 29 July 2000
- b** - satellite image Meteosat (IR channel), 29.07.2000 12.00 UT
- Synoptic situation over Europe (according to B)
- c** - surface chart 29.07.2000 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
28-07-2000	GWL - HNz	LIT - Nc	OSK - C2D	TN - Bc	ZU - Bc
29-07-2000	GWL - Wz	LIT - Nc	OSK - C2D	TN - NWc	ZU - NWc

## Opady zimowe

Jak powszechnie wiadomo, co jest zresztą szeroko potwierdzone w literaturze, ekstremalnie duże sumy opadów dobowych nad Polską występują w okresie półrocza ciepłego. W sezonie chłodnym, zwłaszcza zimą, ekstremalnie duże sumy opadów są znacznie mniejsze. Ich znaczenie hydrologiczne i środowiskowe jest jednak istotne, stąd poświęcono im szczególną uwagę. W rezultacie opady ekstremalne obliczono niezależnie dla zimy, wyznaczając też dla tego okresu (obejmującego miesiące od grudnia do lutego) sumy opadów, których prawdopodobieństwo wystąpienia przewyższa wartość 1, a nawet 0,1 percentyla.

Na wstępie jednak wyznaczono największe zimowe maksima dobowe opadów. Jak widać na rycinie 4.12, maksymalne sumy dobowe opadów zimą nie przekraczają 20-30 mm. Wyjątkiem są, podobnie jak latem, obszary górskie, gdzie mogą przekroczyć 50 mm. W sezonie tym, poza górami, nie obserwuje się większego zróżnicowania przestrzennego. Jak wynika z tabeli 4.4, opady występują w sytuacjach cyklonalnych z napływem powietrza z północy (podobnie jak latem), ale częściej mogą też wystąpić w sytuacji z adwekcją z zachodu lub rzadziej z północnego zachodu.

W tabeli 4.5 zamieszczono dni z sumami dobowymi, których prawdopodobieństwo wystąpienia przekroczyło wartość 1 percentyla i jednocześnie wystąpiły na więcej niż 10 stacjach. Z tabeli tej wynika, że w zdecydowanej większości przypadków nad Polską dominował zachodni cyklonalny napływ powietrza. Bliższe zapoznanie się z tymi sytuacjami wykazało, że adwekcji towarzyszyło występowanie aktywnych frontów atmosferycznych. Najwięcej opadów ekstremalnych, bo aż na 20 stacjach, wystąpiło 11 grudnia 1994, który to przypadek będzie przedstawiony później.

Tu będą zaprezentowane zdarzenia najbardziej ekstremalne, to jest takie, których prawdopodobieństwo wystąpienia było powyżej wartości 0,1 percentyla, co oznacza, że były jednymi z trzech o największych sumach dobowych na każdej stacji. Na ponad 10% stacji opad, którego prawdopodobieństwo wystąpienia przewyższa wartość 0,1 percentyla, wystąpił 23 lutego 1966 (ryc. 4.13). Obfite opady wystąpiły wtedy w południowej Polsce, przekraczając w górach 50 mm. Sytuacja synoptyczna według uwzględnionych klasyfikacji nie była jednoznaczna, choć kształtowała się pod wpływem rozległego niżu z centrum nad Łotwą oraz stacjonarnym frontem, który zaznaczył się we wschodniej Polsce. Ekstremalny opad obejmujący 7 stacji wystąpił 30 stycznia 1979 (ryc. 4.14). Wywołał go dość rozległy niż z centrum nad Białorusią, który wpłynął na sumy opadów, przede wszystkim w północno-wschodniej Polsce. Na 6 stacjach ekstremalny opad wystąpił z kolei 4 grudnia 1966 i objął południowo-zachodnią Polskę. W tym dniu centrum niżu było nad Węgrami, a strefa intensywnych opadów występowała wzdłuż stacjonarnego frontu przebiegającego przez wschód Polski (ryc. 4.15).

## Winter precipitation

As it is commonly known and widely discussed in the literature, extremely high daily precipitation totals over Poland occur during the warm half of the year. In the cool season, especially winter, extremely high precipitation totals occur far less frequently. However, their hydrological and environmental significance is very important and this is why they received special attention. As a result, extreme precipitation was independently calculated for the winter season, noting precipitation totals for this period (December to February) which had exceeded the value of 1 and even 0.1 percentile.

In the beginning, the highest winter maxima of daily precipitation were calculated. As it can be seen in Figure 4.12, maximum daily precipitation totals do not exceed 20-30 mm. Mountainous areas, just like in summer, are the exceptions where precipitation may exceed 50 mm. In this season, excluding the mountains, any significant spatial variability cannot be observed. Table 4.4 presents precipitation that occurs in cyclone-type situations with air flow from the north (just like in the summer), but it can also occur in situations with advection from the west or less frequently from the northwest.

Table 4.5 includes days with daily totals which exceeded the value of 1 percentile and simultaneously occurred at more than 10 stations. It can be clearly seen from this table, that in the majority of cases, western cyclone-type air flow dominated over Poland. A closer look at these situations shows that advection was accompanied by active atmospheric fronts. Most extreme precipitation (20 stations) occurred on the 11th of December 1994 – the discussion of which is yet to come.

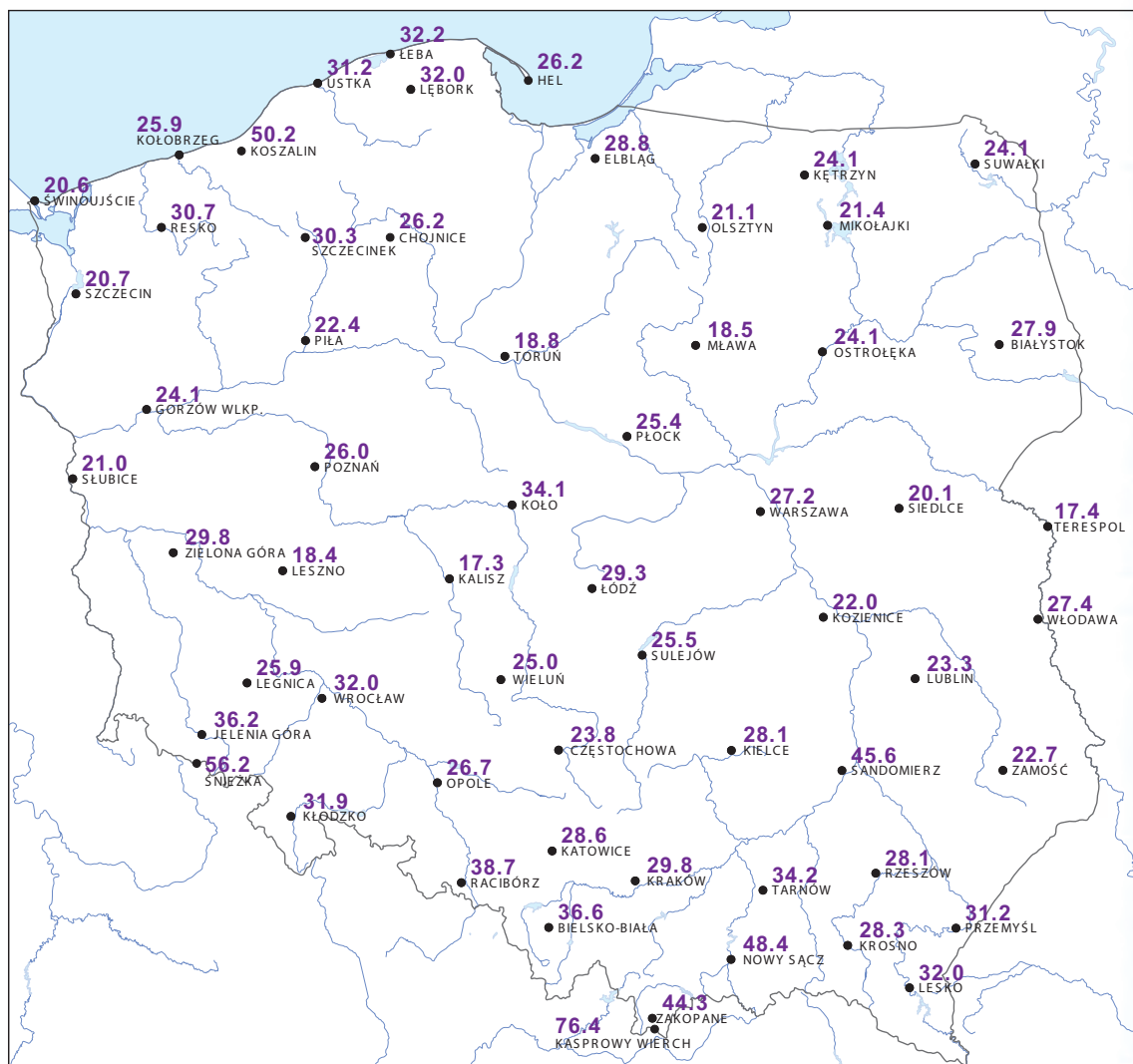
The events presented below were the most extreme and they occurred above the value of 0.1 percentile which means that they were one of the three with the highest daily totals at each station. Precipitation exceeding the value of 0.1 percentile occurred on the 23rd of February 1966 at over 10% of the stations (Fig. 4.13). Strong precipitation occurred in the south of Poland, exceeding 50 mm in the mountains. According to the classification systems used herein, the synoptic situation was not straightforward, although, it had formed under an extensive low with its centre over Latvia and a stationary front which occurred in eastern Poland. Extreme precipitation, covering seven stations, took place on the 30th of January 1979 (Fig. 4.14). This precipitation event was triggered by a fairly extensive low with its centre over Belarus, and it impacted precipitation totals, first of all, in northeastern Poland. Extreme precipitation occurred at six stations on the 4th of Dec. 1966 and covered SE Poland. On this day, the low's centre was over Hungary and an extreme precipitation zone occurred along a stationary front running across the east of Poland (Fig. 4.15).

**Tabela 4.4**  
Maksymalne sumy  
dobowe opadów (mm)  
w zimie (XII-II) na  
poszczególnych stacjach  
oraz towarzyszące im  
typy cyrkulacji

**Table 4.4**  
Maximum daily  
precipitation totals (mm)  
in winter (December  
- February) at the  
particular stations and  
the associated circulation  
types

STACJA STATION	P max mm	Data Date	Typ cyrkulacji Circulation type				
			GWL	LIT	OSK	TN	ZU
BIAŁYSTOK	27,9	30-01-1979	TB	Oc	F	Nc	NWc
BIELSKO-BIAŁA	36,6	06-12-1961	NWz	NWc	CB	Wc	NWc
CHOJNICE	26,2	15-12-2005	NWz	NWc	CB	Wc	NWc
CZĘSTOCHOWA	23,8	30-12-2005	TrM	So	BE	NEc	Nc
ELBLĄG	28,8	01-12-1958	HB	Nc	CB	NWc	Na
GORZÓW WLKP.	24,1	12-01-1976	Wz	NWc	CB	NWc	Wc
HEL	26,2	25-12-1958	NEz	SEc	F	Sc	Ec
JELEŃ GÓRA	36,2	07-12-1974	Wz	NWc	CB	NWc	NWc
KALISZ	17,3	08-12-1981	Ws	Wc	CB	SWc	Wc
KASPROWY WIERCH	76,4	27-02-1973	TrM	NEc	E0	NEc	Nc
KATOWICE	28,6	06-12-2005	TrM	SEc	E1	Ec	Ec
KĘTRZYN	24,1	30-01-1979	TB	Oc	F	Nc	NWc
KIELCE	28,1	29-01-1953	NWz	NWc	A	NWc	NWc
KŁODZKO	31,9	23-02-1960	Ws	Oc	E0	SWc	Sc
KOŁO	34,1	14-12-1957	NEz	NEc	E0	Cc	NWc
KOŁOBRZEG	25,9	29-02-1956	Wz	Wo	A	Wc	Wa
KOSZALIN	50,2	29-02-1956	Wz	Wo	A	Wc	Wa
KOZIENICE	22,0	30-12-2005	TrM	So	BE	NEc	Nc
KRAKÓW	29,8	06-12-1961	NWz	NWc	CB	Wc	NWc
KROSNO	28,3	11-12-1994	Wz	Wo	A	Wc	Wa
LEGNICA	25,9	07-12-1974	Wz	NWc	CB	NWc	NWc
LESKO	32,0	17-12-1975	TrM	Nc	CB	x	SEc
		15-12-1985	NWz	NWc	C2D	Wc	Wa
LESZNO	18,4	07-12-1974	Wz	NWc	CB	NWc	NWc
LĘBORK	32,0	05-12-1954	NWz	Wc	CB	Wc	Wc
LUBLIN	23,3	04-12-1966	TrM	Oc	B	NWc	NWc
ŁEBA	32,2	04-12-1999	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
ŁÓDŹ	29,3	13-12-1998	Wz	Wc	CB	Wc	Wa
MIKOŁAJKI	21,4	30-01-1979	TB	Oc	F	Nc	NWc
MŁAWA	18,5	12-12-1994	Wz	NWc	CB	Wa	Wa
NOWY SĄCZ	48,4	23-02-1966	SWz	Oc	D	x	SEc
OLSZTYN	21,1	12-12-1994	Wz	NWc	CB	Wa	Wa
OPOLE	26,7	30-01-1982	NWz	Nc	CB	Wc	Wc
OSTROŁĘKA	24,1	30-01-1979	TB	Oc	F	Nc	NWc
PIŁA	22,4	11-02-2002	Wz	Wc	CB	Wc	Wc
PŁOCK	25,4	11-02-2002	Wz	Wc	CB	Wc	Wc
POZNAŃ	26,0	07-12-2005	TrM	Ec	E1	Cc	Nc
PRZEMYŚL	31,2	04-12-1966	TrM	Oc	B	NWc	NWc
RACIBÓRZ	38,7	05-12-1992	Wz	SWc	A	SWc	SWc
RESKO	30,7	04-12-1951	Wz	Wc	A	Wa	Wa
RZESZÓW	28,1	23-02-1977	TrW	Oc	B	Cc	Nc
SANDOMIERZ	45,6	30-01-1978	TrM	SEc	B	Sc	Bc
SIEDLCE	20,1	12-12-1994	Wz	NWc	CB	Wa	Wa
SŁUBICE	21,0	19-12-1986	Wz	Oc	B	Wc	Wc
SULEJÓW	25,5	13-12-1998	Wz	Wc	CB	Wc	Wa
SUWAŁKI	24,1	12-02-2002	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
SZCZECIN	20,7	14-02-1951	Ww	SEc	E0	SWc	Ec
SZCZECINEK	30,3	11-12-1994	Wz	Wo	A	Wc	Wa
ŚNIEŻKA	56,2	15-12-1952	TrM	SWc	B	Sc	SEc
ŚWINOUJŚCIE	20,6	07-02-1953	NEa	Ec	E0	NWc	Bc
TARNÓW	34,2	11-12-1960	NEz	Ec	F	Sc	Ec
TERESPOL	17,4	05-12-1964	TrM	Nc	E0	Nc	NWc
TORUŃ	18,8	30-12-2000	Ws	Oc	E1	Bc	Ec
USTKA	31,2	05-12-1954	NWz	Wc	CB	Wc	Wc
WARSZAWA	27,2	05-12-1992	Wz	SWc	A	SWc	SWc
WIELUŃ	25,0	06-12-2005	TrM	SEc	E1	Ec	Ec
WŁODAWA	27,4	12-12-1994	Wz	NWc	CB	Wa	Wa
WROCŁAW	32,0	07-12-1974	Wz	NWc	CB	NWc	NWc
ZAKOPANE	44,3	23-02-1966	SWz	Oc	D	x	SEc
ZAMOŚĆ	22,7	26-02-1951	TrM	Sc	B	SWc	Bc
ZIELONA GÓRA	29,8	20-01-1952	NEz	NEc	E0	Bc	NEc





**Rycina 4.12**  
Maksymalne sumy  
dobowe opadów (mm)  
w zimie (XII-II) na  
poszczególnych stacjach

**Figure 4.12**  
Maximum daily  
precipitation totals (mm)  
in winter (December -  
February) at the particular  
stations

Data Date	Liczba stacji Number of stations	Typ cyrkulacji Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
11-12-1994	20	Wz	Wo	A	Wc	Wa
16-12-1985	18	NWz	No	E0	NWc	NWa
13-12-1998	17	Wz	Wc	CB	Wc	Wa
06-12-2005	16	TrM	SEc	E1	Ec	Ec
18-12-1965	14	Ww	SWc	E1	Wc	SWa
15-12-1982	14	Wz	SWc	A	Wc	Wc
12-12-1994	14	Wz	NWc	CB	Wa	Wa
02-02-1967	13	Wz	SWo	C2D	Wc	Wa
19-01-1974	13	Wz	NWc	C2D	NWc	Wa
15-12-1985	13	NWz	NWo	C2D	Wc	Wa
23-02-1966	12	SWz	Oc	D	x	SEc
18-12-1966	12	Wz	SWc	C2D	Wc	Wa
23-12-1967	12	Wz	SWc	A	Wc	Wc
25-02-1977	12	Na	Oc	B	Sc	Bc
11-12-1980	12	Wa	NWo	A	Wc	Wa
03-01-1981	12	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
05-12-1992	12	Wz	SWc	A	SWc	SWc
15-12-1952	11	TrM	SWc	B	Sc	SEc
07-12-1955	11	Wa	NWc	CB	NWc	Wc
04-12-1966	11	TrM	Oc	B	NWc	NWc
24-02-1968	11	HNFz	Ea	E	Ec	Ea
25-01-1984	11	Ws	Ec	F	NEc	NEc
30-12-2005	11	TrM	So	BE	NEc	Nc

**Tabela 4.5**  
Daty, kiedy suma dobowy  
opadów w zimie (XII-II)  
przekroczyła wartość występującą  
z prawdopodobieństwem p=1% na  
ponad 10 stacjach

**Table 4.5**  
Dates when daily precipitation totals  
in winter (December-February)  
exceeded the value with probability  
p=1% at over 10 stations

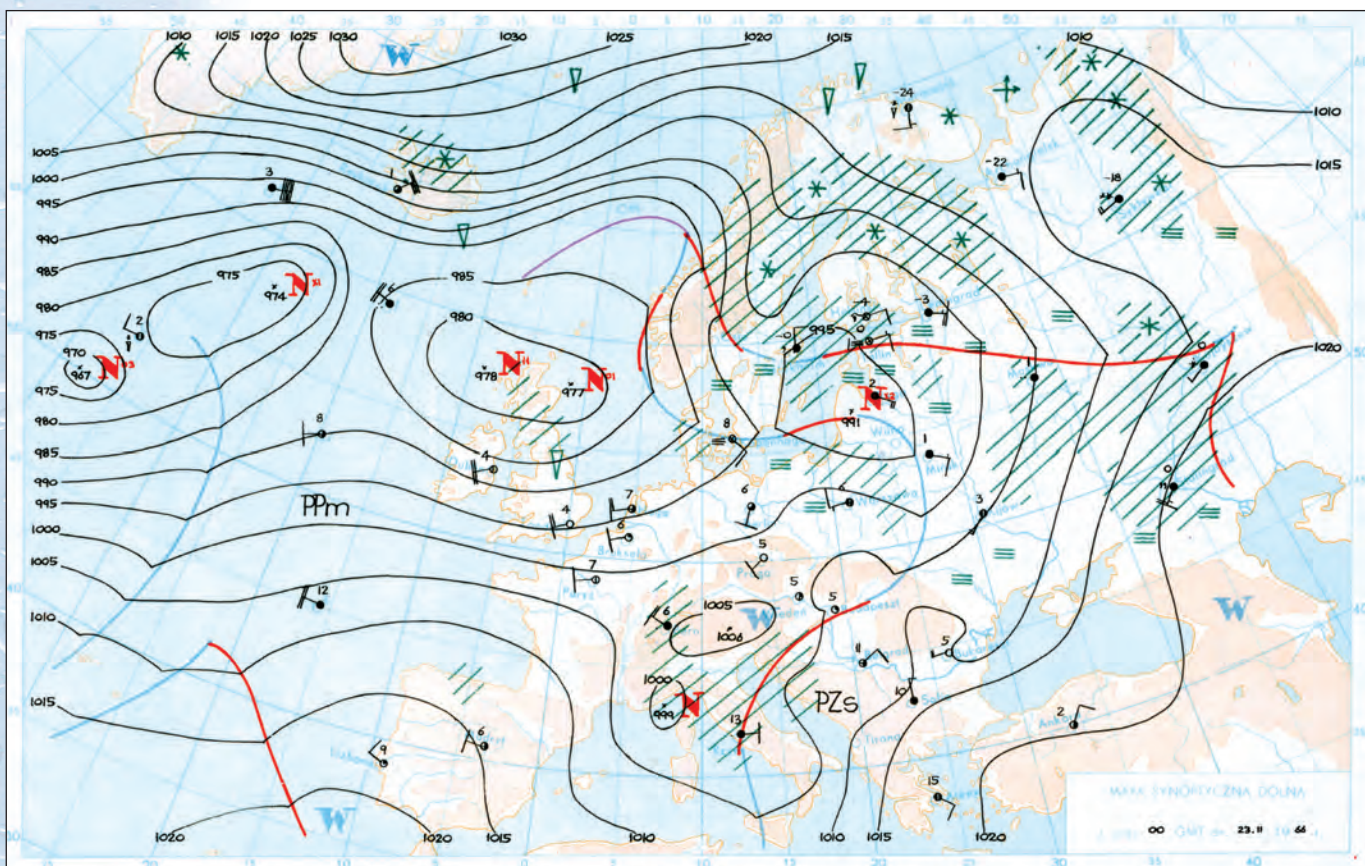
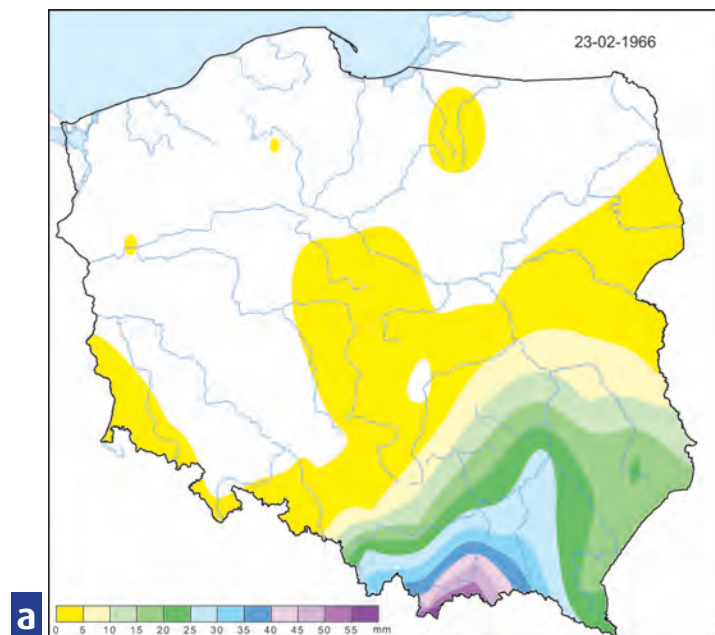


**Rycina 4.13**

a – Sumy dobowe opadów w Polsce 23 lutego 1966  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
 b – mapa dolna 23.02.1966 00 UT

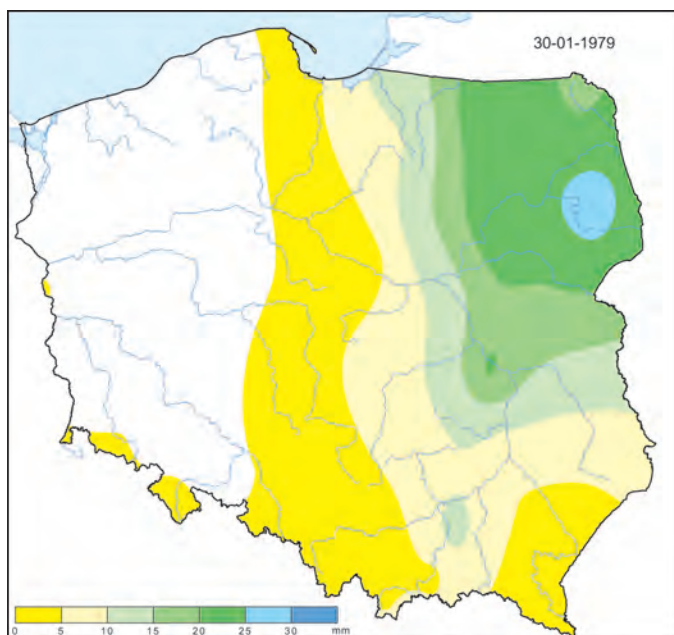
**Figure 4.13**

a – Daily precipitation totals in Poland on 23 February 1966  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
 b – surface chart 23.02.1966 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
22-02-1966	GWL - SWz	LIT - Sc	OSK - D	TN - SWc	ZU - Wc
23-02-1966	GWL - SWz	LIT - Oc	OSK - D	TN - x	ZU - SEC



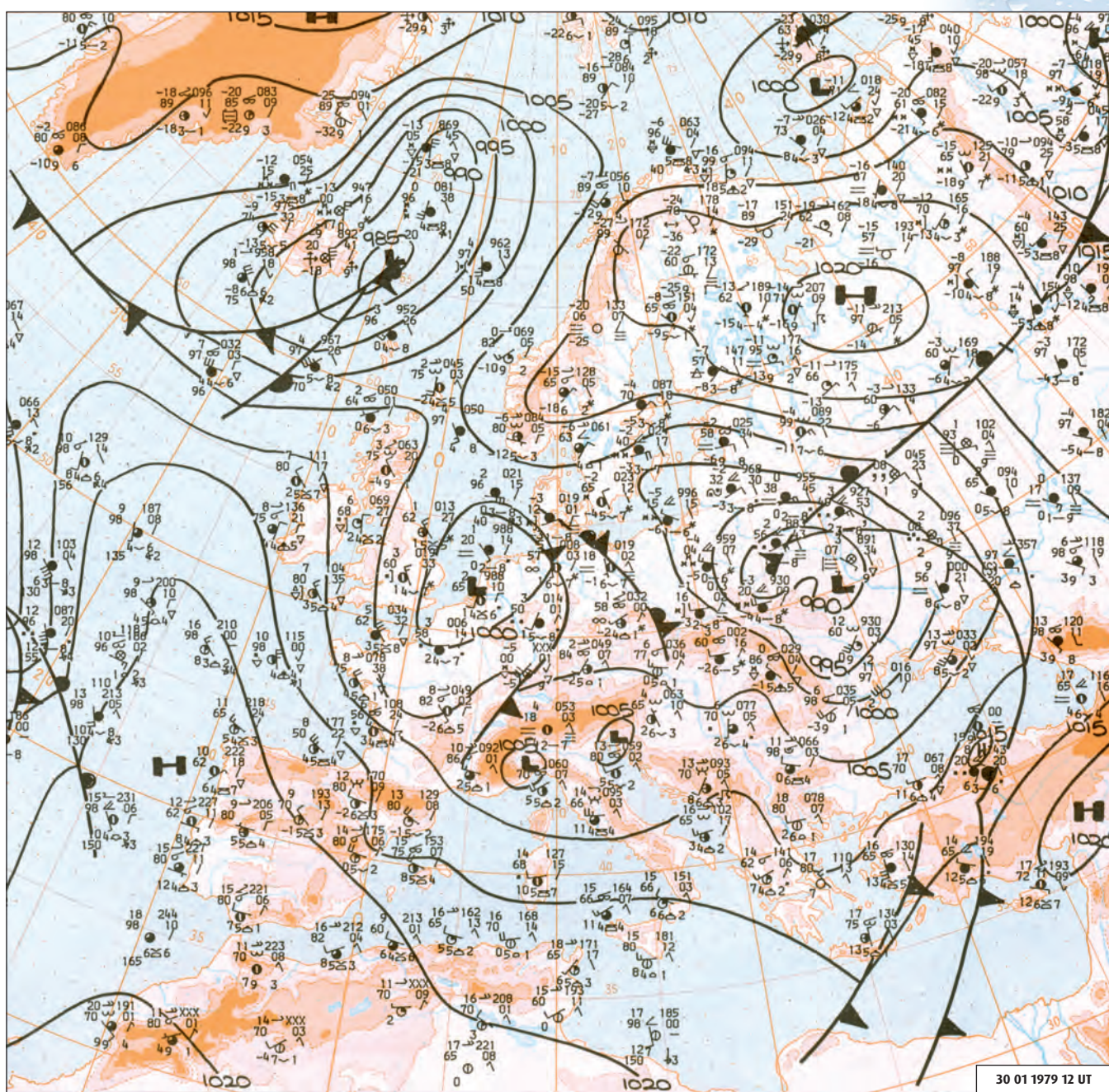


**a**

**Rycina 4.14**  
**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 30 stycznia 1979  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**b** - mapa dolna 30.01.1979 12 UT

**Figure 4.14**

**a** - Daily precipitation totals in Poland on 30 January 1979  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
**b** - surface chart 30.01.1979 12 UT



**b**

Typ cyrkulacji - Circulation type					
30-01-1979	GWL - TB	LIT - Oc	OSK - F	TN - Nc	ZU - Nwc

**Rycina 4.15**

a - Sumy dobowe opadów w Polsce 4 grudnia 1966

Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)

b - mapa dolna 04.12.1966 00 UT

c - mapa dolna 04.12.1966 12 UT

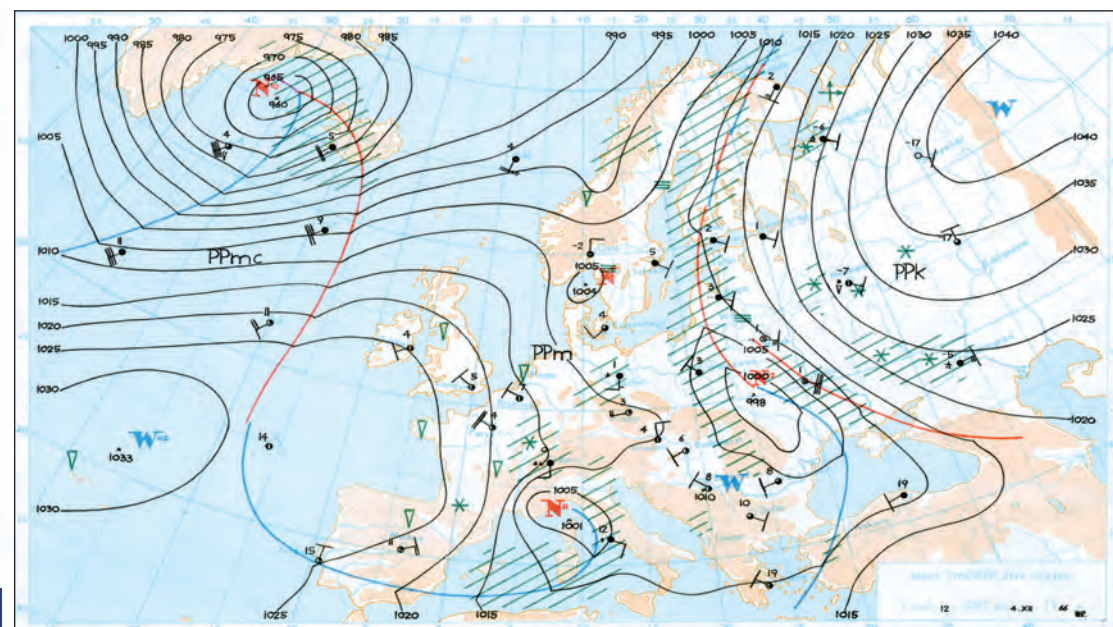
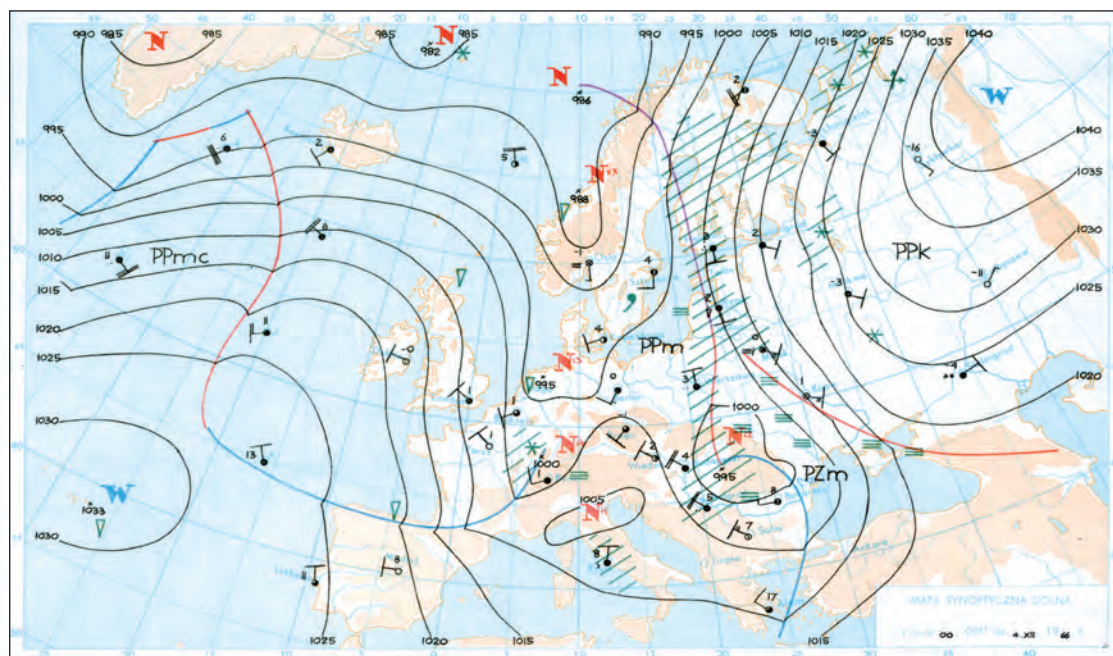
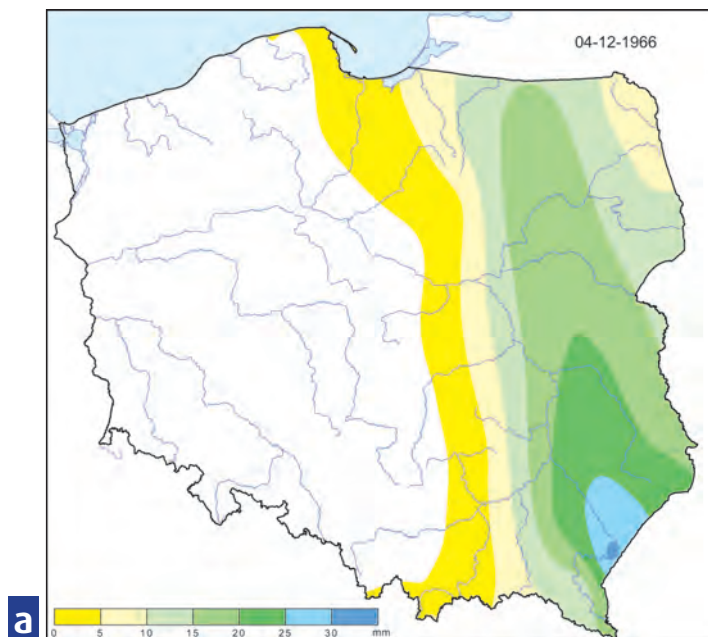
**Figure 4.15**

a - Daily precipitation totals in Poland on 4 December 1966

Synoptic situation over Europe (according to A)

b - surface chart 04.12.1966 00 UT

c - surface chart 04.12.1966 12 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
03-12-1966	GWL - TrM	LIT - SWc	OSK - B	TN - Sc	ZU - Bc
04-12-1966	GWL - TrM	LIT - Oc	OSK - B	TN - NWc	ZU - NWc

Ciekawa sytuacja synoptyczna była 11 grudnia 1960, kiedy według rozpatrywanych kalendarzy wystąpił różny typ cyrkulacji (ryc. 4.16). Nad znaczną częścią Polski dominował spływ z SE. Niż z ośrodkiem nad północnym Adriatykiem pogłębiał się i przemieszczał się na wschód w kierunku Rumunii i Ukrainy, kierując nad Polskę wilgotne powietrze z nad Morza Czarnego. Doprowadziło to do powstania typowej sytuacji barycznej, w której najsilniejsze opady wystąpiły na styku ciepłych mas powietrza z powietrzem polarnym morskim, które napływało z północy nad zachodnią część kraju, w strefie frontu atmosferycznego. W tej sytuacji ekstremalne opady wystąpiły na Podkarpaciu i przekroczyły 30 mm. Opady o mniejszym natężeniu wystąpiły także 2 lutego 1967 w zachodniej Polsce. Były wywołane frontem okluzji przy adwekcji powietrza z zachodu (ryc. 4.17).

Wspomniana wcześniej sytuacja z 11 grudnia 1994 przedstawia typ cyrkulacji z napływem powietrza z zachodu oraz specyficzny zasięg frontów obejmujący północną i wschodnią Polskę (ryc. 4.18). Wymienione obszary charakteryzowały się największymi sumami dobowymi opadów. Na uwagę zasługuje też sytuacja z ekstremalnymi opadami, które wystąpiły 6 grudnia 2005. Obszar Polski znalazł się wówczas początkowo pomiędzy wyżem na wschodzie i niżem z centrum nad Danią (ryc. 4.19). Jednak najważniejszy wpływ na pogodę w Polsce miał niż widoczny na przedstawionej mapie nad północnymi Włochami. W ciągu dnia przemieścił się on zgodnie z kierunkiem spływu widocznym na mapie 500 hPa najpierw nad Serbię, a następnie nad Słowację i dalej nad Polskę. Nad wschodnią i środkową część kraju przyniósł wilgotne i dość ciepłe powietrze z nad basenu Morza Śródziemnego, które w kontakcie ze znacznie chłodniejszymi masami powietrza zalegającymi nad zachodnią Polską uległo szybkiej kondensacji, co doprowadziło do powstania intensywnych opadów. Obraz satelitarny potwierdził obecność warstwy chmur o znacznej miąższości nad południem Polski. Na zdjęciu jest ona widoczna również w godzinach wieczornych na zachodzie, co jednak nie znalazło odbicia w zwiększonych sumach opadów na tym obszarze.

A very interesting synoptic situation took place on the 11th of December 1960, when according to the considered calendars, different circulation types occurred (Fig. 4.16). Air flow from the southeast prevailed over the major part of Poland. The low, with its centre over the North Adriatic, was deepening and moving towards the east in the direction of Romania and the Ukraine, bringing humid air from the Black Sea over Poland. It created a typical baric situation, where the strongest precipitation occurred at the meeting point of warm air masses with maritime polar air, which was flowing from the north over the western part of the country in the atmospheric front zone. In this situation, extreme precipitation occurred in the Sub-Carpathian region and exceeded 30 mm. Precipitation of lower intensity also occurred on the 2nd of February 1967 in western Poland. It was triggered by an occlusion front along with advection from the west (Fig. 4.17).

The situation on the 11th of December 1994, which was mentioned above, presents a circulation type with western air flow and a specific front range covering the north and the south of Poland (Fig. 4.18). The listed areas were characterized by the highest daily precipitation totals. Special attention also needs to be paid to a situation with extreme precipitation which took place on the 6th of December 2005. In the beginning, Poland was between high pressure in the east and a low with its centre over Denmark (Fig. 4.19). However, the low over northern Italy visible on the map had the most important influence on the weather in Poland at that time. Then, during the day, it moved along the flow direction seen on the 500 hPa map; first over Serbia and then over Slovakia and further over Poland. It brought humid and relatively warm air from the Mediterranean over the eastern and central part of the country. These air masses, in contact with much cooler air covering western Poland, condensed quickly, which caused intense precipitation. A satellite image confirmed the presence of a thick cloud layer over the south of Poland. It was also visible in the evening in the west. However, it did not reflect itself in the higher precipitation totals in this area.



**Rycina 4.16**

a - Sumy dobowe opadów w Polsce 11 grudnia 1960

Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)

b - mapa dolna 11.12.1960 00 UT

c - mapa dolna 11.12.1960 12 UT

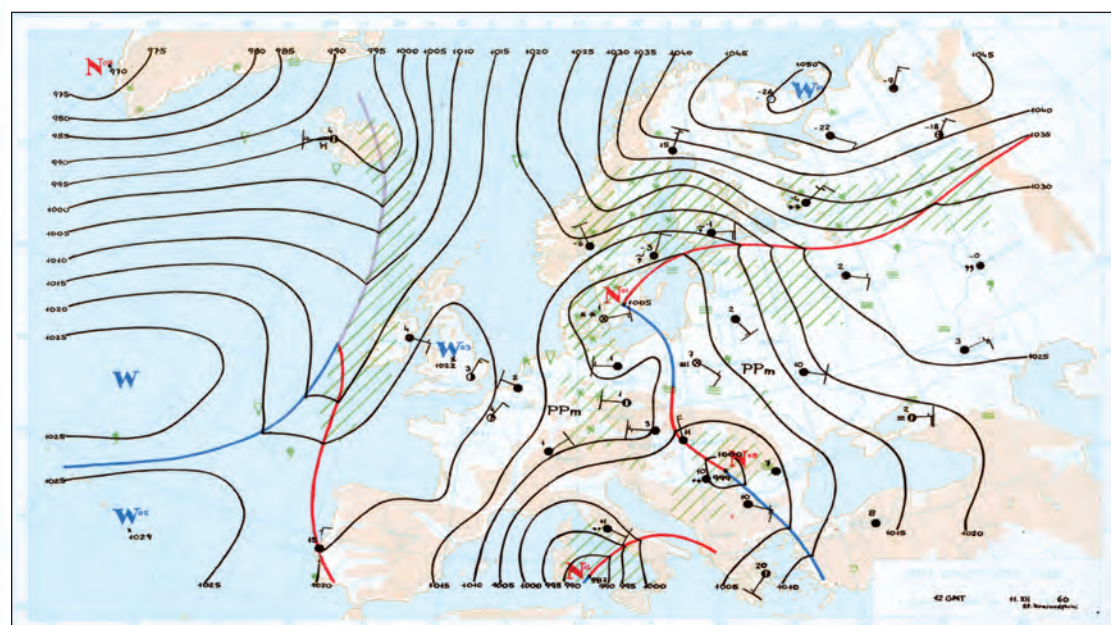
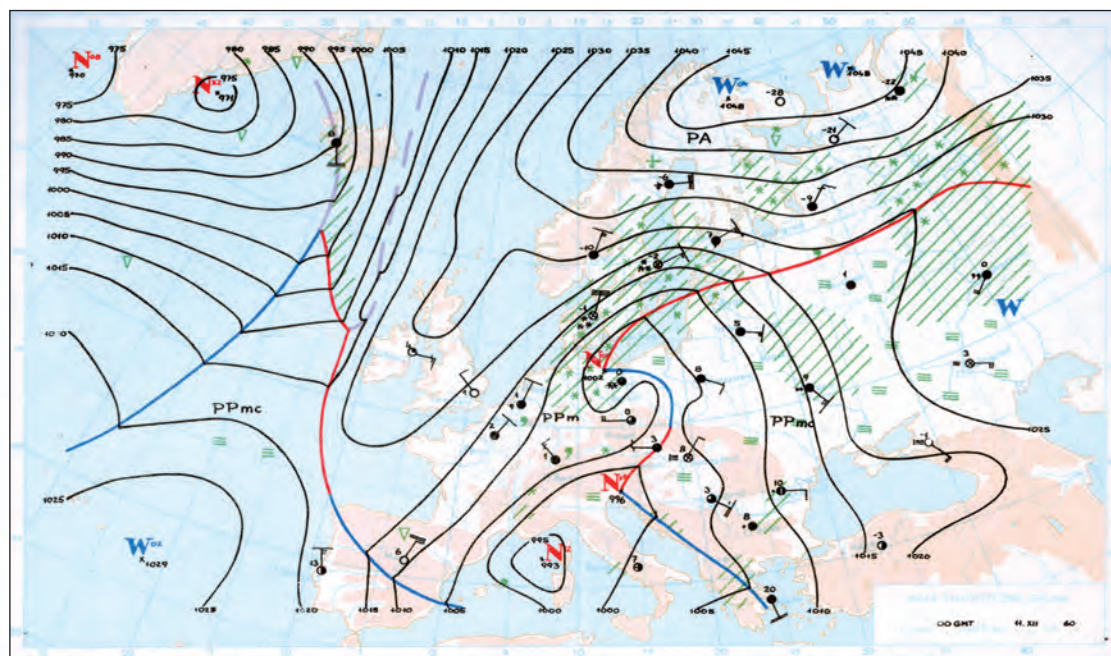
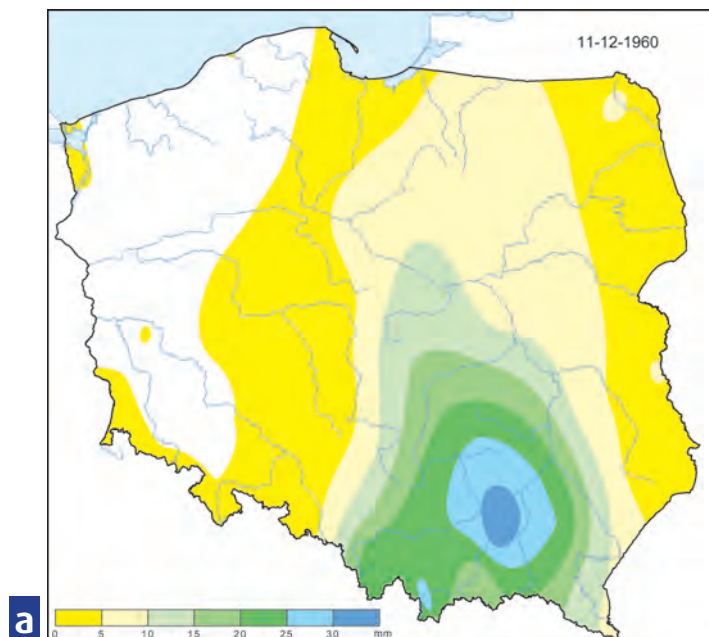
**Figure 4.16**

a - Daily precipitation totals in Poland on 11 December 1960

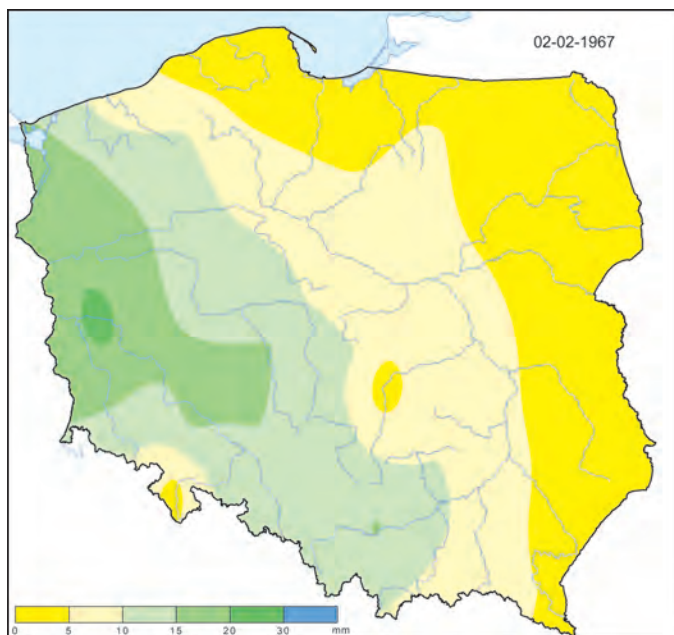
Synoptic situation over Europe (according to A)

b - surface chart 11.12.1960 00 UT

c - surface chart 11.12.1960 12 UT



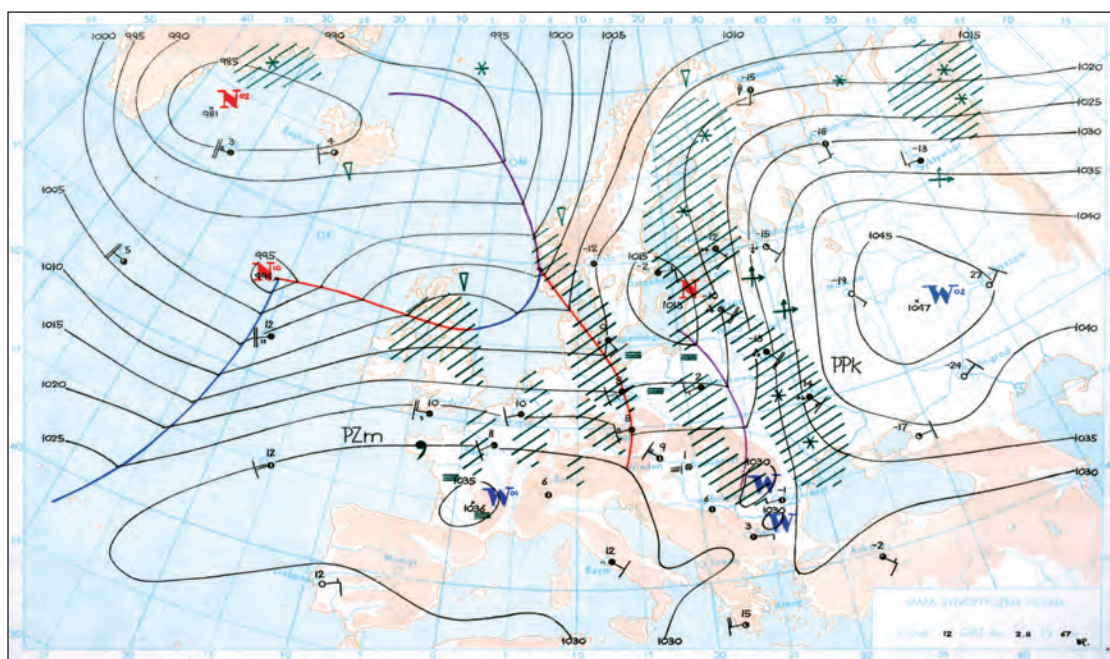
Typ cyrkulacji - Circulation type					
10-12-1960	GWL - HFz	LIT - Ec	OSK - F	TN - Sc	ZU - Sc
11-12-1960	GWL - NEz	LIT - Ec	OSK - F	TN - Sc	ZU - Ec



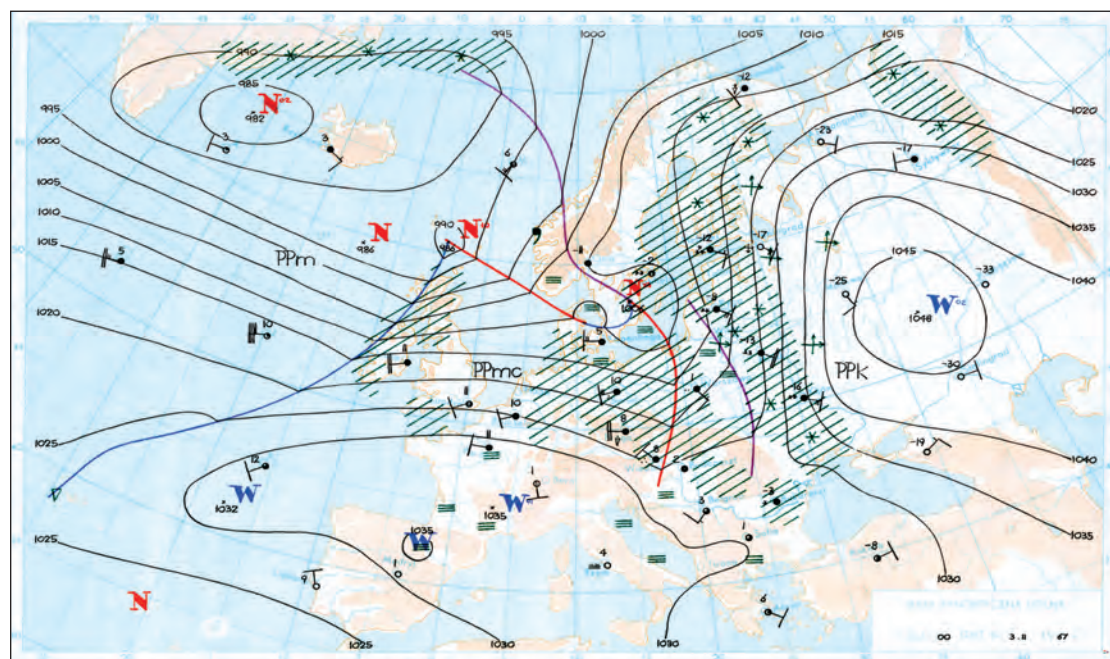
**a**

**Rycina 4.17**  
**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 2 lutego 1967  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
**b** - mapa dolna 02.02.1967 12 UT  
**c** - mapa dolna 03.02.1967 00 UT

**Figure 4.17**  
**a** - Daily precipitation totals in Poland on 2 February 1967  
 Synoptic situation over Europe (according to A)  
**b** - surface chart 02.02.1967 12 UT  
**c** - surface chart 03.02.1967 00 UT



**b**



**c**

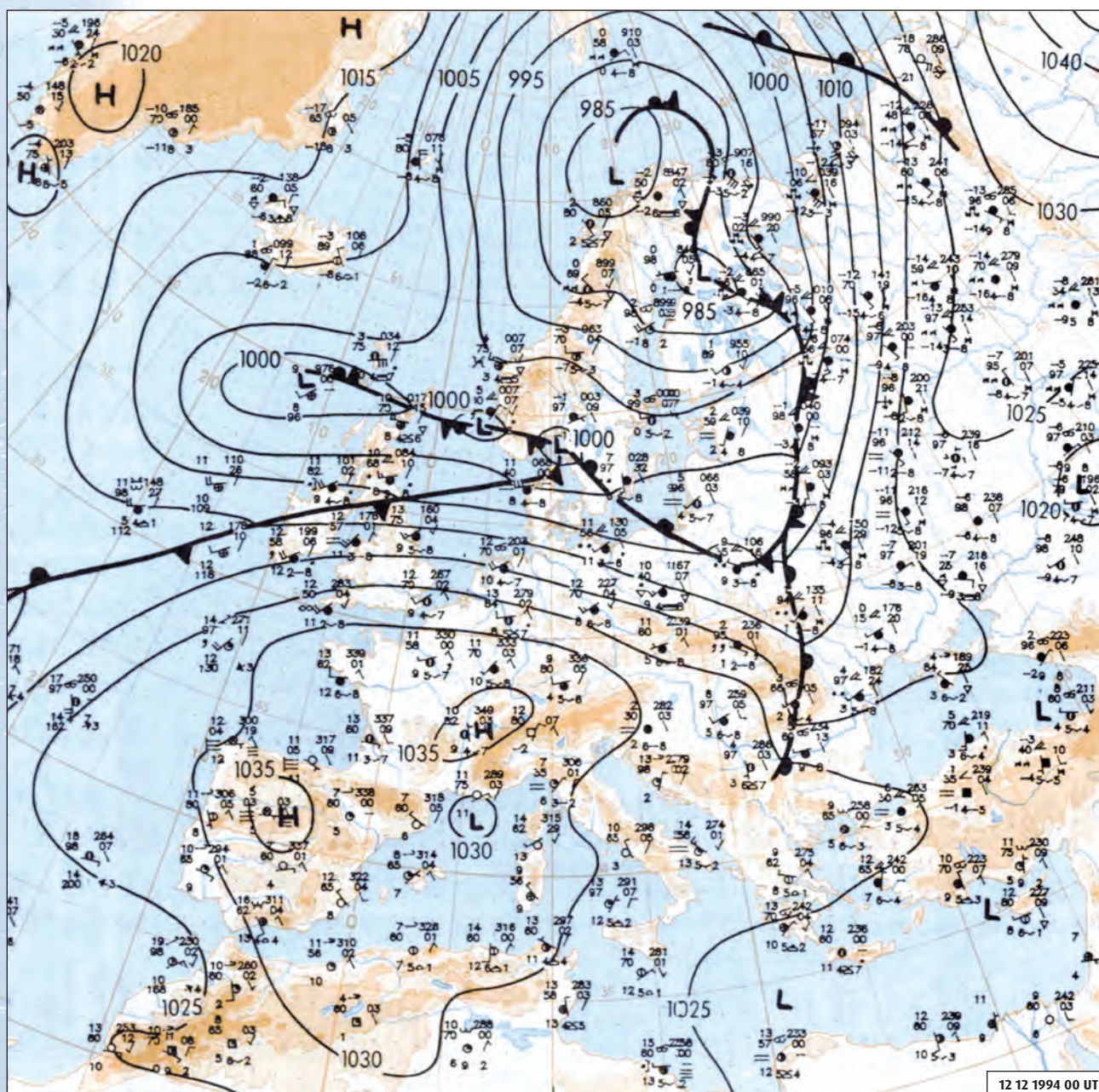
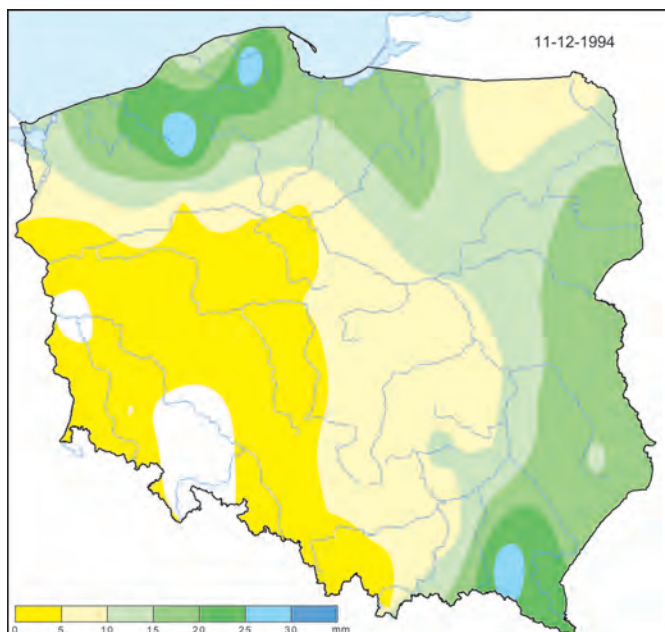
Typ cyrkulacji - Circulation type					
02-02-1967	GWL - Wz	LIT - SWo	OSK - C2D	TN - Wc	ZU - Wa
03-02-1967	GWL - Wz	LIT - SWo	OSK - C2D	TN - Wc	ZU - Wa

**Rycina 4.18**

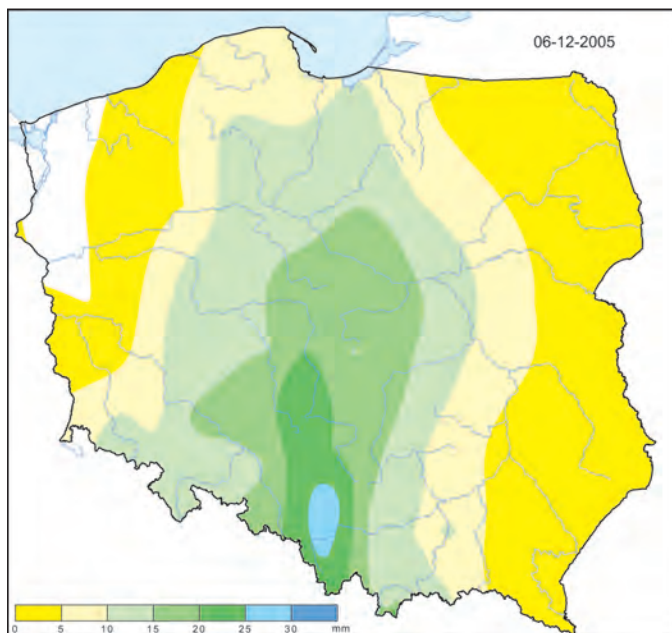
a - Sumy dobowe opadów w Polsce 11 grudnia 1994  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
 b - mapa dolna 12.12.1994 00 UT

**Figure 4.18**

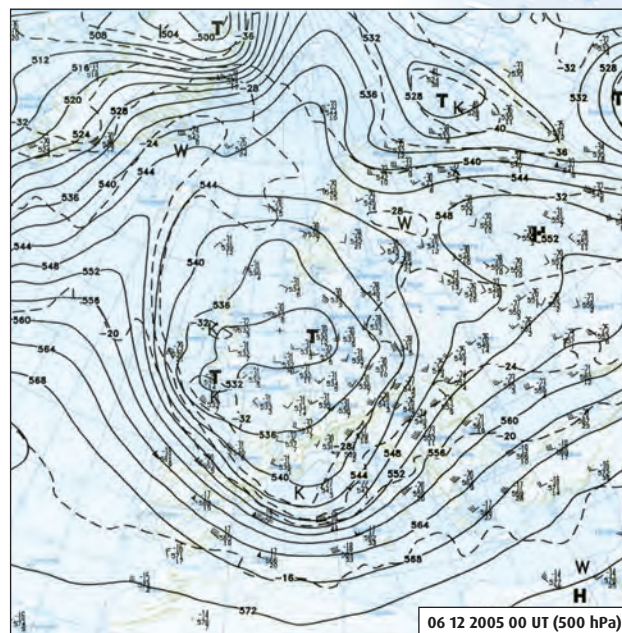
a - Daily precipitation totals in Poland on 11 December 1994  
 Synoptic situation over Europe (according to B)  
 b - surface chart 12.12.1994 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
11-12-1994	GWL - Wz	LIT - Wo	OSK - A	TN - Wc	ZU - Wa
12-12-1994	GWL - Wz	LIT - NWc	OSK - CB	TN - Wa	ZU - Wa



**a**



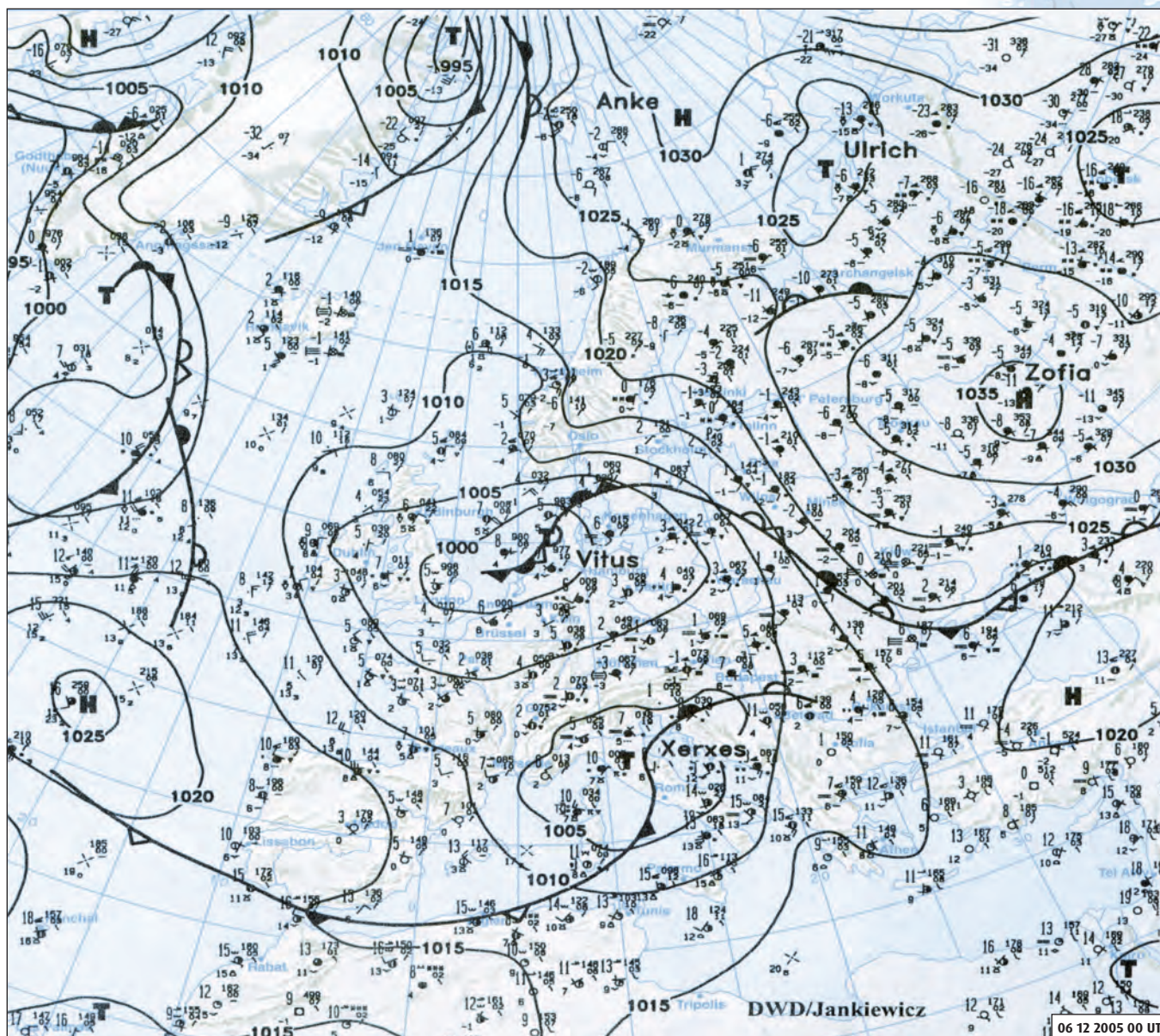
**b**

**Rycina 4.19**

**a** - Sumy dobowe opadów w Polsce 6 grudnia 2005  
Sytuacja synoptyczna nad Europą (według C)  
**b** - mapa 500 hPa 06.12.2005 00 UT  
**c** - mapa dolna 06.12.2005 00 UT

**Figure 4.19**

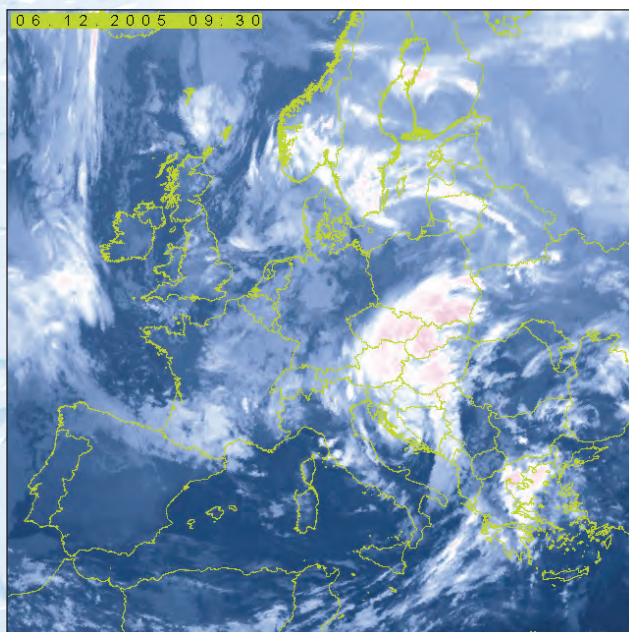
**a** - Daily precipitation totals in Poland on 6 December 2005  
Synoptic situation over Europe (according to C)  
**b** - 500 hPa chart 06.12.2005 00 UT  
**c** - surface chart 06.12.2005 00 UT



**c**

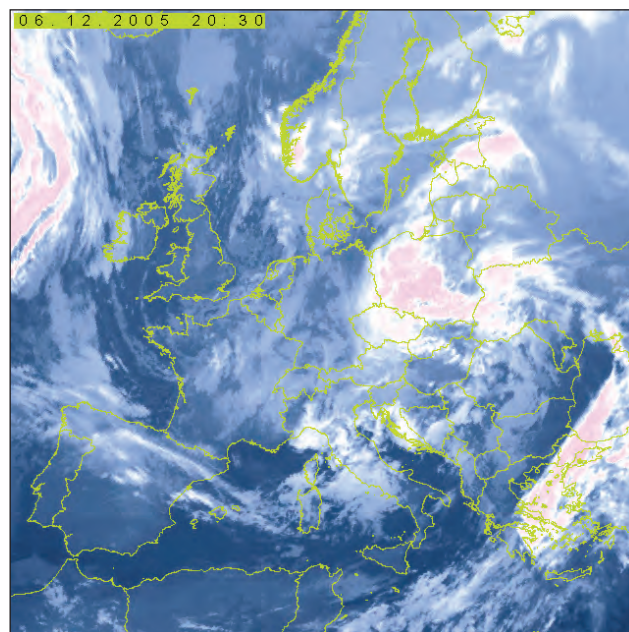
**Typ cyrkulacji - Circulation type**

05-12-2005	GWL - TrW	LIT - SEc	OSK - B	TN - Sc	ZU - SEc
06-12-2005	GWL - TrM	LIT - SEc	OSK - E1	TN - Ec	ZU - Ec



**d**

**Rycina 4.19**  
Sytuacja synoptyczna nad Europą (według C)  
**d** - obraz satelitarny Meteosat (kanał IR), 06.12.2005 09.30 UT  
**e** - obraz satelitarny Meteosat (kanał IR), 06.12.2005 20.30 UT



**e**

**Figure 4.19**  
Synoptic situation over Europe (according to C)  
**d** - satellite image Meteosat (IR channel), 06.12.2005 09.30 UT  
**e** - satellite image Meteosat (IR channel), 06.12.2005 20.30 UT



# 5

## Inne elementy meteorologiczne

## Other meteorological elements

### 5.1. Mgła

Mgła jest zjawiskiem meteorologicznym należącym do grupy tzw. hydrometeorów, a według *Słownika meteorologicznego* (2003) stanowi ją zawiesina bardzo małych kropeł wody lub kryształków lodu w przyziemnej warstwie powietrza zmniejszająca widzialność w kierunku poziomym poniżej 1 km. Nieco inaczej jej skład definiuje *Glossary of Meteorology* (2000), który podaje, że mgła zawiera tylko zawieszane kropelki wody. Jednak większość podręczników podaje, że mgła składa się zarówno z kropeł wody, jak i kryształków lodu (np. Oliver, Fairbridge 1987, Moran, Morgan 1989, Dunlop 2001). Jej występowanie zależy od warunków meteorologicznych, w znacznym stopniu wywołanych sytuacją synoptyczną, oraz od lokalnych warunków terenowych. W opracowaniu, zgodnie z jego celem, są rozpatrywane tylko uwarunkowania cyrkulacyjne.

Zjawisko mgły, choć znacznie mniej dynamiczne i gwałtowne od innych zjawisk ekstremalnych, np. burzy czy gradu, jest również groźne i powoduje ogromne komplikacje społeczno-ekonomiczne. W największym stopniu są one związane z transportem zarówno powietrznym, jak i naziemnym, powodując niekiedy prawdziwy paraliż całej gospodarki obszaru, na którym występuje mgła. W opracowaniu rozpatrywano długość zalegania mgły na poszczególnych stacjach meteorologicznych. Do szczegółowych rozważań wzięto sytuacje, kiedy zjawisko to występowało na znacznym obszarze kraju i w ciągu całej doby, czyli przez 24 godziny. Tak długie zaleganie mgły z praktycznego punktu widzenia ma największe znaczenie i dlatego właśnie te przypadki były przedmiotem analiz. W opracowaniu ze względu na pewne wątpliwości odnośnie do jednorodności materiału obserwacyjnego nie uwzględniono intensywności mgły, która wymaga dodatkowych i bardzo żmudnych analiz. Z tych samych względów rozpatrzono tylko okres 1966-2006.

W tabeli 5.1 przedstawiono wszystkie przypadki mgieł w rozpatrywanym wieloleciu, które trwały przez całą dobę na więcej niż 10% wszystkich rozpatrywanych stacji, czyli w praktyce na co najmniej 5 stacjach. Jednocześnie podano występujący w tych dniach typ cyrkulacji. Jak można było oczekiwać, w większości przypadków nad Polską zalegało klasyczne centrum wyżu lub też klin wyżowy (Wiążewski, Bąkowski 2007). W wielu przypadkach widać też dominację układów barycznych z adwekcją z sektora wschodniego lub południowego. Tylko w kilku sytuacjach wystąpił typ z adwekcją powietrza z sektora zachodniego. Reasumując,

### 5.1. Fog

Fog is a phenomenon which belongs to a group of so-called hydrometeorites, and according to the *Meteorological dictionary* (*Słownik meteorologiczny* 2003) it is a suspension of water droplets or ice crystals in the ground layer of the air that impairs visibility in the horizontal direction below 1 km. Another definition of fog content is given by the *Glossary of Meteorology* (2000), which states that fog only contains suspended water droplets. However, most textbooks claim that fog consists of both suspended water droplets and ice crystals (e.g. Oliver, Fairbridge 1987, Moran, Morgan 1989, Dunlop 2001). The occurrence of fog depends on meteorological conditions caused to a large extent by a given synoptic situation and local terrain conditions. In this work, according to its objectives, only circulation conditions are taken into consideration.

The phenomena of fog, although much less dynamic or violent than other extreme phenomena, such as thunderstorms or hail, is equally dangerous and brings about huge social and economic complications. Land and air transportation suffer and fog may sometimes lead to a complete crippling of the whole economy in an area where fog occurs. In this study, the duration of fog at each meteorological station was considered. Situations when this phenomenon occurred across a large part of the country were taken into detailed consideration. Attention was paid to fog coverage during 24-hour periods. Such long coverage has important implications and, for this reason, cases of long-lasting fog were a subject for analysis. In this work, in light of certain doubts about the homogeneity of the observation material available, the intensity of fog was not included in the Atlas, as it requires additional and very tedious analysis.

Table 5.1 illustrates all cases of fog during the 1966-2006 study period which lasted 24 hours at more than 10 of the considered weather stations, i.e.: at at least 5 stations. At the same time, each day has a circulation type provided. As expected, in most cases, either a centre of a classical high pressure system or a high pressure wedge prevailed over Poland (Wiążewski, Bąkowski 2007). In many cases, the dominance of baric patterns with advection from the eastern or southern sectors can be observed. Only in a few cases does a type with advection from the western sector come into play. In summary, it can be stated that intensive extreme fog of long duration occurred first of all in high pressure non-advective situations or along with weak advection, mainly from the southern or eastern direction. This statement, however, is not revolution-

można z całą stanowczością stwierdzić, że intensywne mgły ekstremalnie długo trwające występowały przede wszystkim w sytuacjach wyżowych bezadwekcyjnych lub ze słabą adwekcją powietrza głównie z kierunku południowego lub wschodniego. Stwierdzenie to, choć nie jest odkrywcze, potwierdza, że najbardziej uciążliwe mgły są typu radiacyjnego, mogą jednocześnie obejmować całą Polskę i trwać nawet kilka dni.

Rycina 5.1.1 prezentuje sytuację z 17 października 1969, kiedy mgła wystąpiła na obszarze całego kraju (z wyjątkiem Tatr), a na wielu stacjach utrzymywała się przez całą dobę. Nad Europą Środkową zalegał wówczas wyż baryczny z centrum nad Polską. Jednocześnie nad Polską stagnowała wilgotna masa powietrza polarnego morskiego starego. Inny ekstremalny epizod z bardzo intensywną mgłą wystąpił 27-28 listopada 2006 (ryc. 5.1.2). Europa Środkowa była w zasięgu rozległego wyżu z centrum nad Wschodnimi Karpatami. Wyż ten był pionowo bardzo rozbudowany i na poziomie 500 hPa powodował sływ stosunkowo ciepłego powietrza z nad Morza Czarnego. Sondáže aerologiczne wykazały istnienie płytkiej, ale bardzo intensywnej inwersji termicznej. Jest ona szczególnie dobrze widoczna na krzywej obrazującej rozkład temperatury pseudopotencjalnej. Pionowy gradient temperatury i rozkład pionowy temperatury pseudopotencjalnej wskazały w tym przypadku na stałą lub obojętną równowagę w przyziemnej warstwie atmosfery.

Kolejny przypadek ekstremalnej mgły wystąpił 8 listopada 1966. Polska była wtedy pod wpływem wyżu z nad Rosji i Ukrainy, a na jej wschodnich rubieżach przebiegał front o charakterze stacjonarnym lub quasi-stacjonarnym (ryc. 5.1.3). Szczególnie gęsta i długotrwała mgła występowała wtedy we wschodniej części kraju. Na wielu stacjach utrzymywała się przez całą dobę.

ary. It simply confirms that the most troublesome of fog types is the radiation type, and can cover all of Poland at the same time and last up to several days.

Figure 5.1.1 presents the situation from the 17th of October 1969 when fog covered all of Poland (excluding the Tatra Mountains) and at many weather stations, it persisted throughout the entire day. A baric high pressure system covered Central Europe with its centre over Poland. At the same time, an "old" humid maritime polar air mass had stagnated over Poland. Another extreme event with very intense fog happened on the 27th-28th of November 2003 (Fig. 5.1.2). Central Europe came within range of an extensive high pressure system with its centre over the eastern Carpathians. This high pressure system was well developed vertically, and at a level of 500 hPa, it caused relatively warm air flow from the Black Sea region. Aerologic probing showed the existence of a shallow but very intense thermal inversion. It can be distinctively seen on the curve illustrating the pseudo-potential temperature distribution. An analysis of indicators of atmospheric stability indicated the presence of extremely stable atmospheric conditions. However, this was only a reference to the lower troposphere.

The next case of extreme fog took place on the 8th of November 1966. Poland was then under the influence of high pressure from Russia and the Ukraine, and a stationary front was hovering over its eastern border area (Fig. 5.1.3). Particularly dense and long-lasting fog was covering the eastern part of the country and lasted for the entire day at some weather stations.



Data Date	Liczba stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
17-10-1969	42	SWa	Oa	G	Ea	Ea
28-11-2006	34	BM	SWa	E1	Ka	Ba
08-11-1966	23	Sa	Sa	E1	Sa	Sa
27-11-2006	20	BM	Wa	E1	Ka	Ba
19-01-1999	19	SWa	SWa	D2C	Ka	Wa
25-12-1973	18	U	So	B	Sa	SWa
07-11-1983	18	HM	SWa	D2C	Ca	Ba
08-11-1983	18	HM	Wa	D2C	Ka	SWa
20-01-1999	18	SWa	SWa	D2C	SWa	Wa
18-10-1969	16	Sa	Ea	G	SEa	SEa
15-12-1972	16	Sa	Oa	G	Ca	Ba
04-03-1978	16	Sz	SEo	BE	Sa	SEc
08-11-1984	16	Sa	SEo	BE	Sa	Sa
11-12-1996	16	SEa	Ea	G	Sa	Ba
14-02-1966	12	HFz	Ec	F	Sc	Ec
21-10-1977	12	Sa	SWa	E1	Sa	Sa
24-12-1982	12	TrM	SWa	B	Ea	NEa
28-02-1983	12	Ww	Oc	E	Wc	SWc
16-11-1986	12	SWa	SWa	D2C	Wa	Wa
04-11-1993	12	SEa	SEo	BE	SEa	Ba
16-12-1972	11	Sa	Oa	G	Ca	Wa
05-12-1982	11	HM	Wa	G	Ka	Wa
08-03-1986	11	BM	Oa	C2D	Ea	Ea

**Tabela 5.1**  
Dni z mgłą występująca  
w ciągu całej doby (24 h)  
na więcej niż 10% stacji  
i towarzyszące im typy  
cyrkulacji, 1966-2006

**Table 5.1**  
Days with fog occurring  
for 24 hours at over 10%  
stations and the associated  
circulation types,  
1966-2006

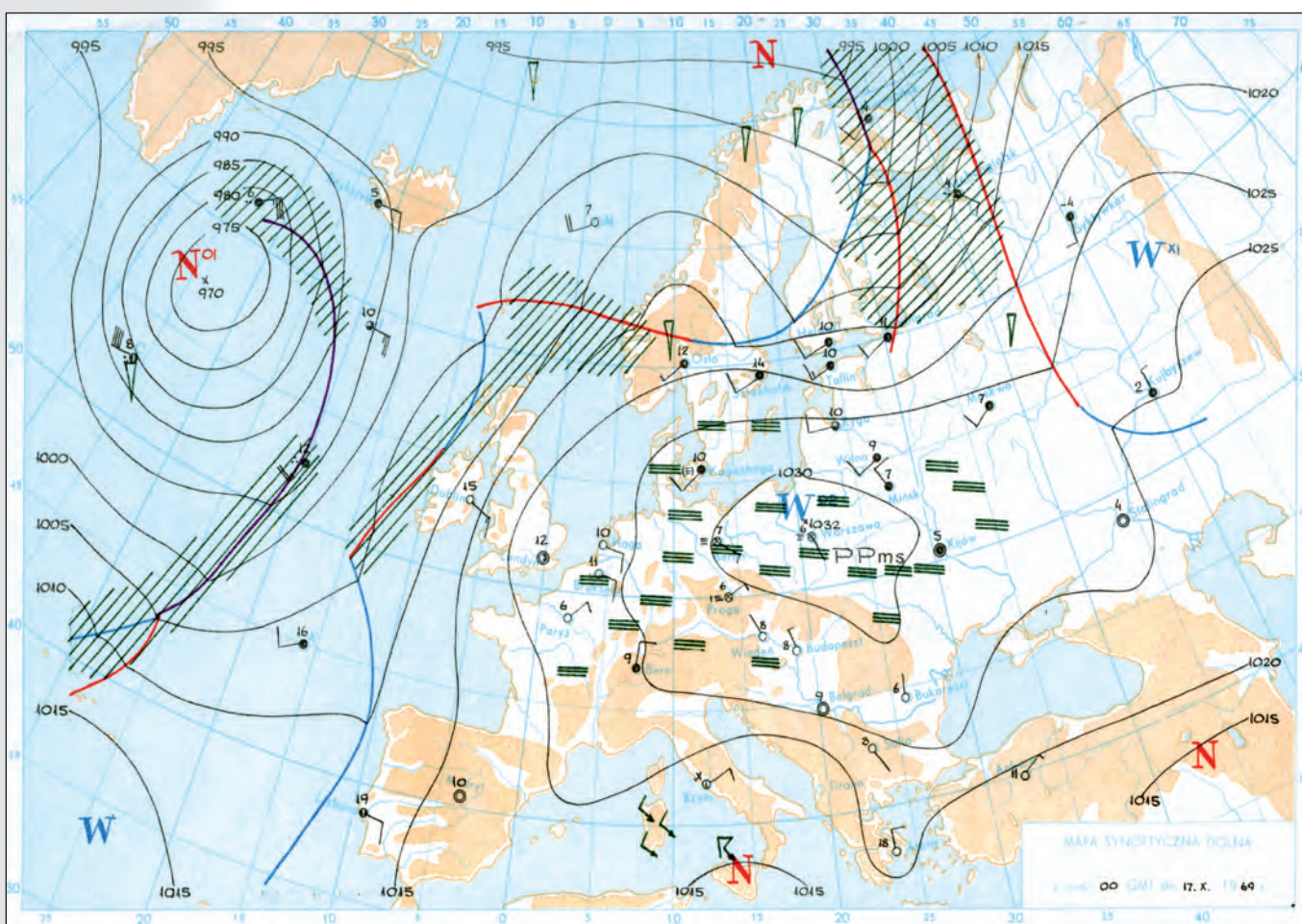
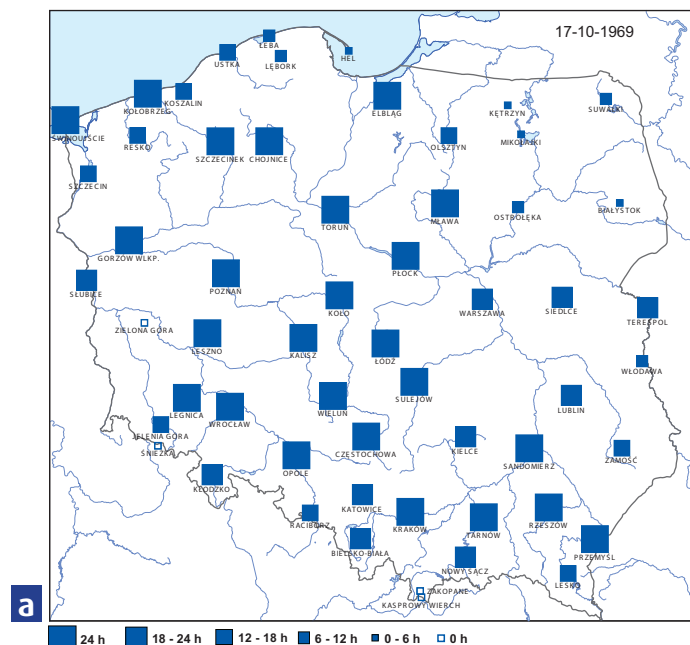


**Rycina 5.1.1**

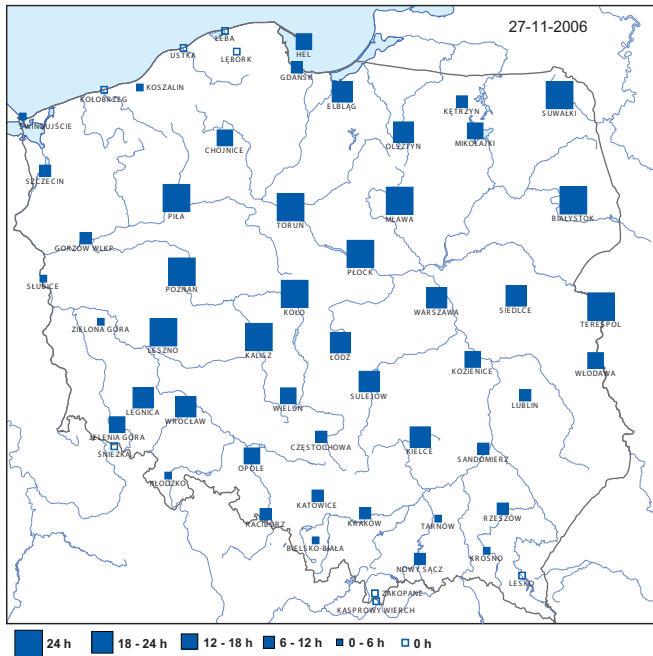
**a** - Liczba godzin z mgłą w Polsce 17 października 1969  
**b** - Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 17 października 1969 00 UT (według A)

**Figure 5.1.1**

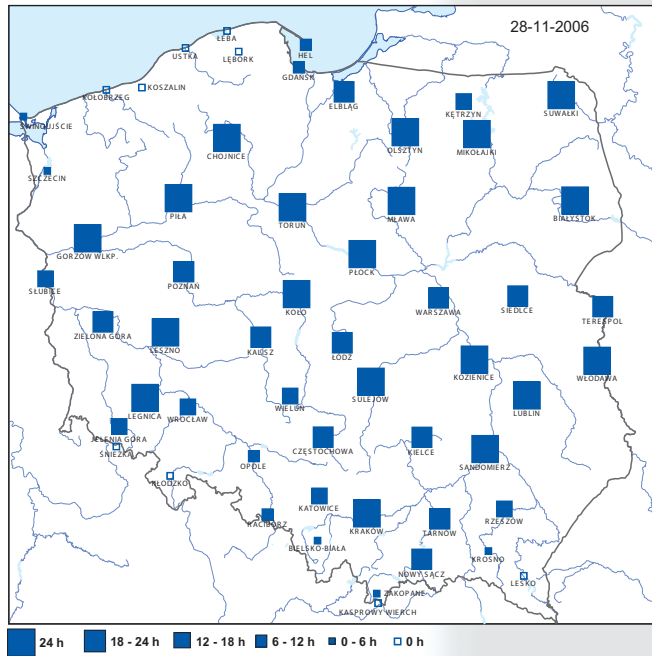
**a** - Number of hours with fog in Poland on 17 October 1969  
**b** - Synoptic situation over Europe (surface chart) on 17 October 1969 00 UT (according to A)



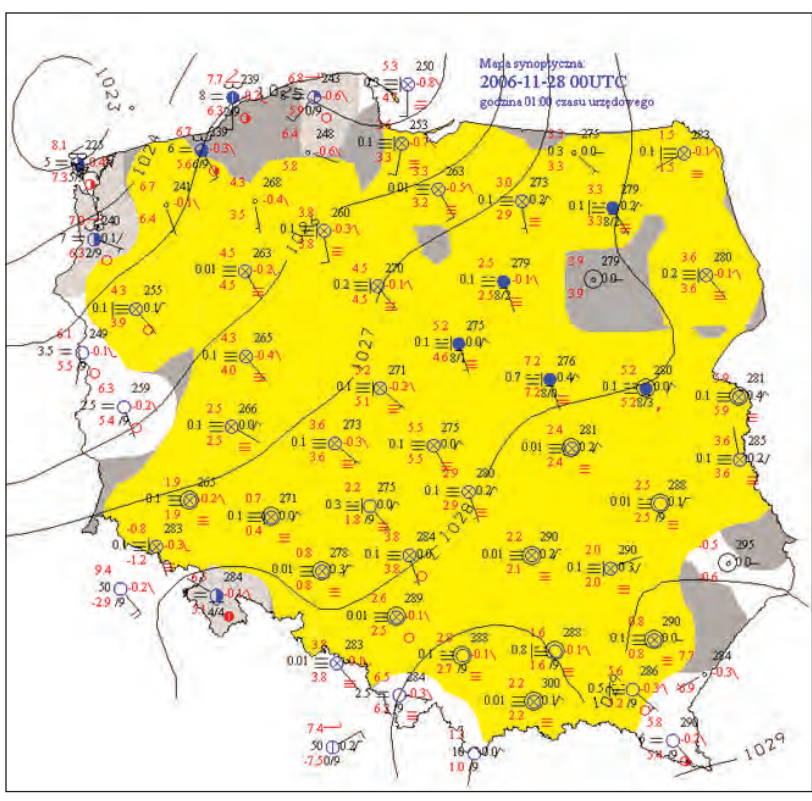
Typ cyrkulacji - Circulation type					
16-10-1969	GWL - SWa	LIT - Wa	OSK - G	TN - Ea	ZU - Ea
17-10-1969	GWL - SWa	LIT - Oa	OSK - G	TN - Ea	ZU - Ea



a



b



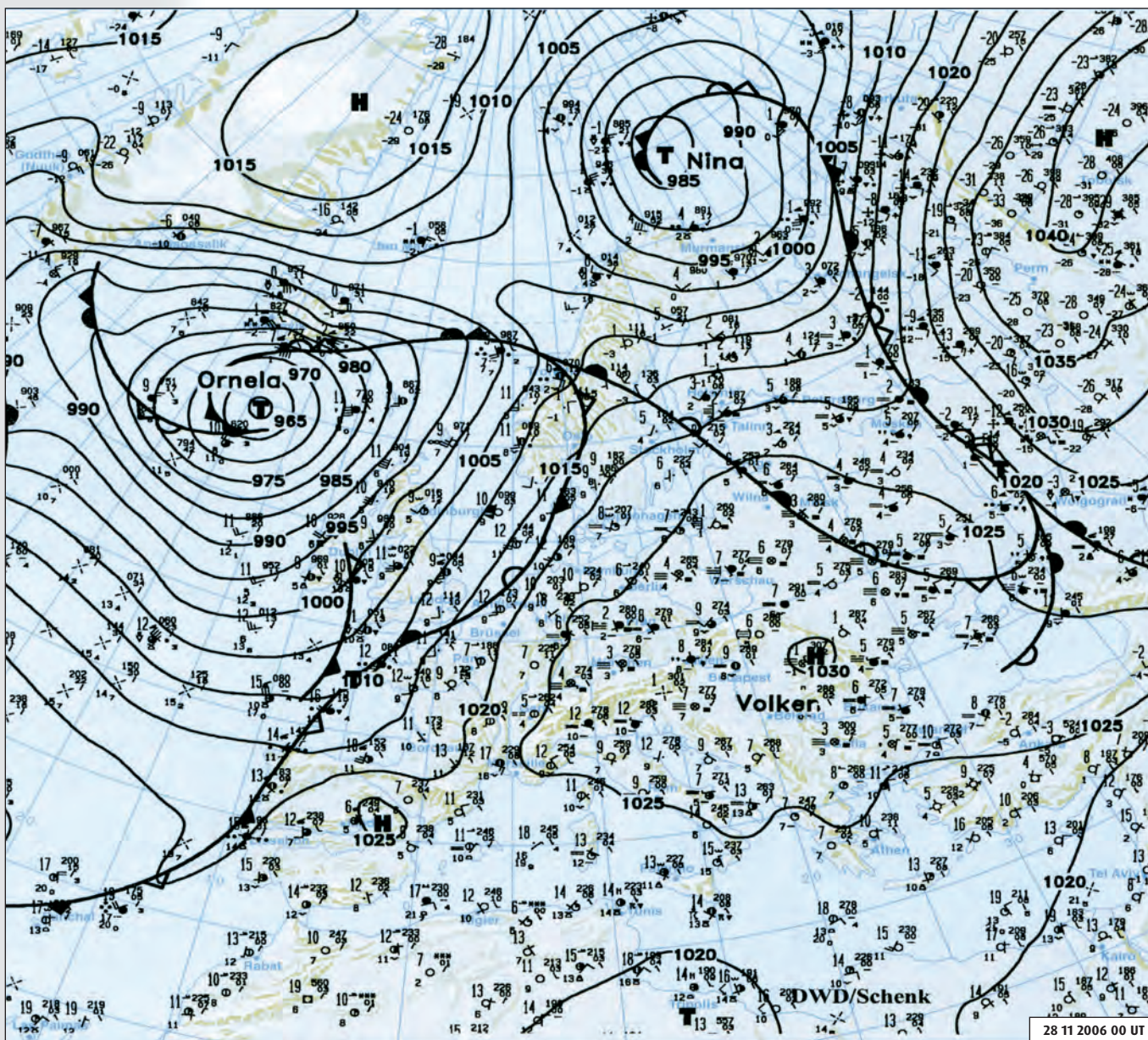
**Rycina 5.1.2**

- a - Liczba godzin z mgłą w Polsce 27 listopada 2006
- b - Liczba godzin z mgłą w Polsce 28 listopada 2006
- c - Mapa synoptyczna Polski 28 listopada 2006 00 UT (według IMGW)

**Figure 5.1.2**

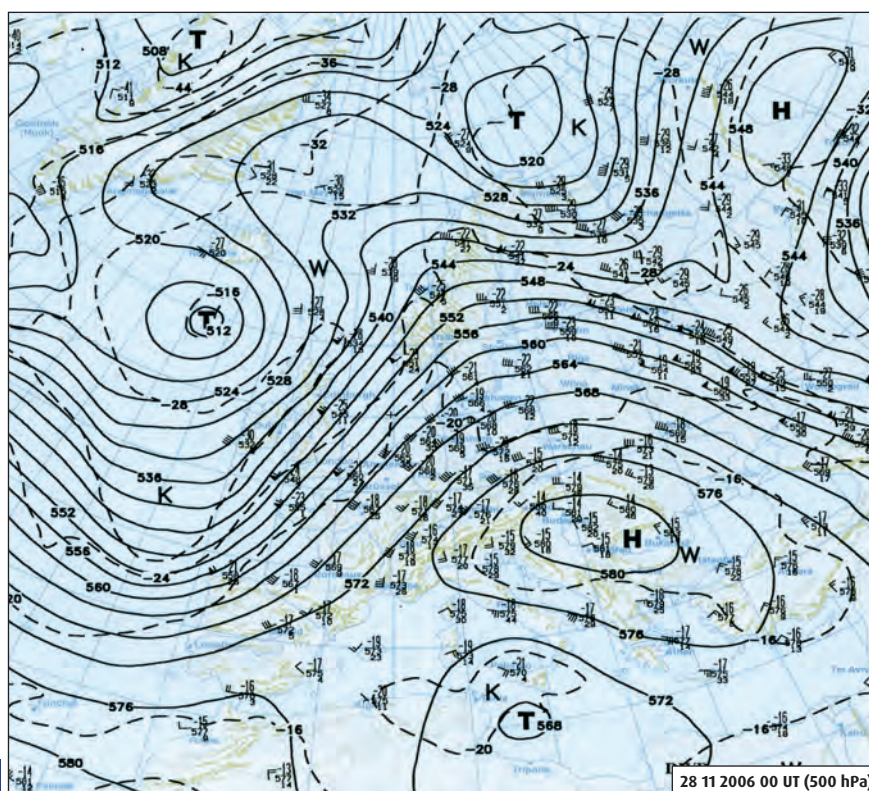
- a - Number of hours with fog in Poland on 27 November 2006
- b - Number of hours with fog in Poland on 28 November 2006
- c - Synoptic map of Poland on 28 November 2006 00 UT (according to IMGW)





d

Typ cyrkulacji - Circulation type					
27-11-2006	GWL - BM	LIT - Wa	OSK - E1	TN - Ka	ZU - Ba
28-11-2006	GWL - BM	LIT - SWa	OSK - E1	TN - Ka	ZU - Ba



e

**Rycina 5.1.2**

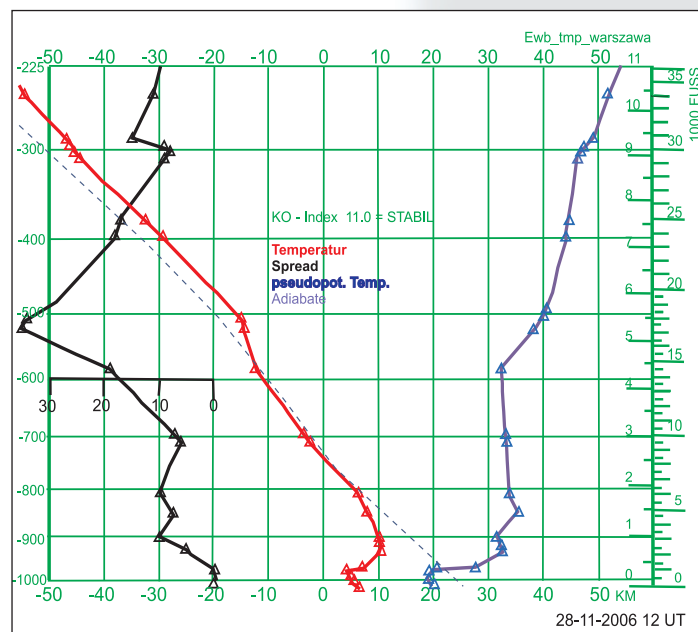
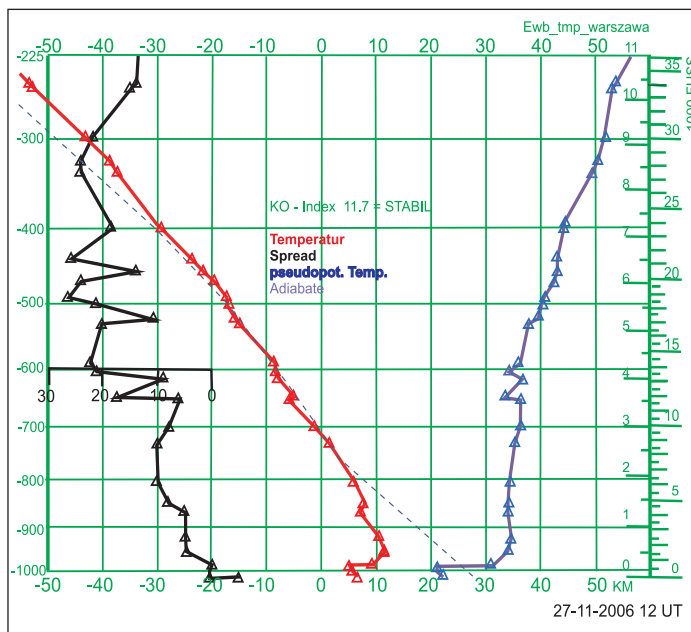
**d** - Sytuacja synoptyczna (mapa dolna) nad Europą 28 listopada 2006 00 UT (według C)

**e** - Sytuacja synoptyczna (mapa 500 hPa) nad Europą 28 listopada 2006 00 UT (według C)

**Figure 5.1.2**

**d** - Synoptic situation (surface chart) over Europe on 28 November 2006 00 UT (according to C)

**e** - Synoptic situation (500 hPa chart) over Europe on 28 November 2006 00 UT (according to C)



**Rycina 5.1.2**

f - Diagram aerologiczny ze stacji Legionowo (Warszawa) 27 listopada 2006 12 UT (według B, zmodyfikowane)  
 g - Diagram aerologiczny ze stacji Legionowo (Warszawa) 28 listopada 2006 12 UT (według B, zmodyfikowane)

**Figure 5.1.2**

f - Aerological diagram from Legionowo (Warszawa) station on 27 November 2006 12 UT (according to B, modified)  
 g - Aerological diagram from Legionowo (Warszawa) station on 28 November 2006 12 UT (according to B, modified)



**Rycina 5.1.3**

**a** - Liczba godzin z mgłą w Polsce  
8 listopada 1966

**b** - Sytuacja synoptyczna  
(mapa dolna)  
nad Europą 8 listopada 1966 00 UT  
(według A)

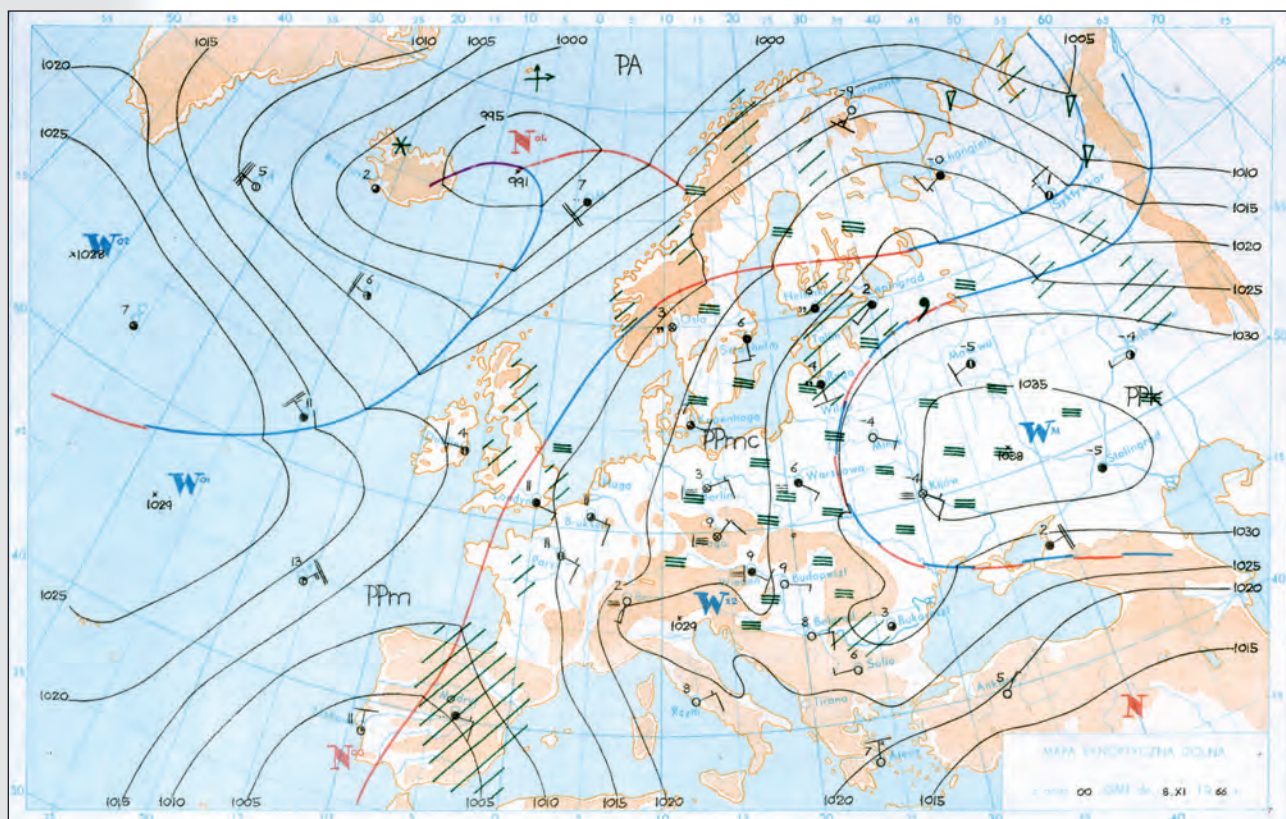
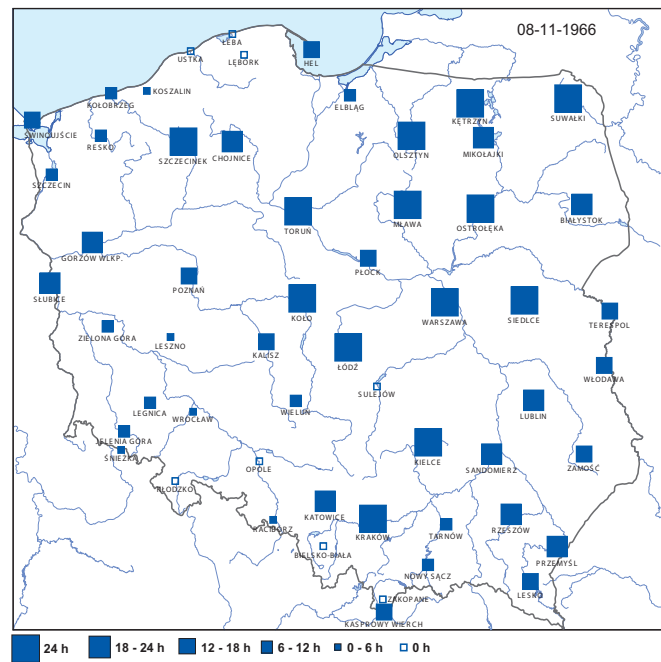
**c** - Sytuacja synoptyczna  
(mapa 700 hPa)  
nad Europą  
8 listopada 1966 00 UT  
(według A)

**Figure 5.1.3**

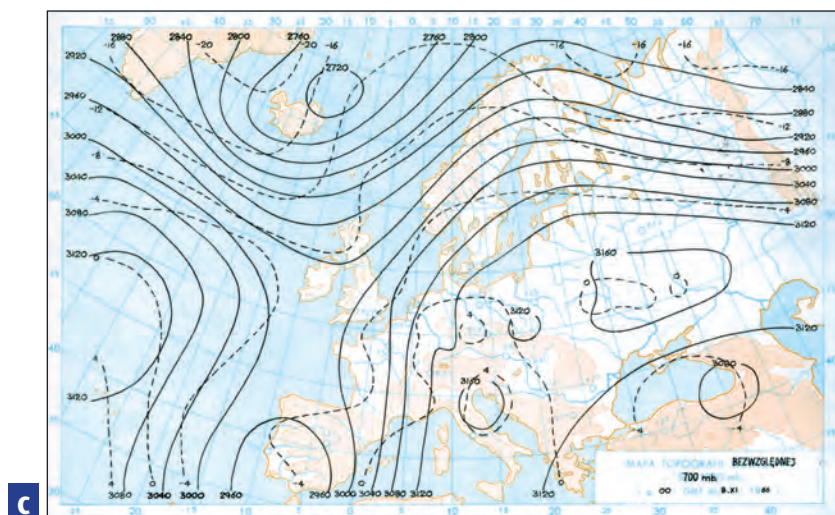
**a** - Number of hours with fog  
in Poland on 8 November 1966

**b** - Synoptic situation  
(surface chart)  
over Europe  
on 8 November 1966 00 UT  
(according to A)

**c** - Synoptic situation  
(700 hPa chart)  
over Europe on 8 November 1966 00 UT  
(according to A)



Typ cyrkulacji - Circulation type					
07-11-1966	GWL - Sa	LIT - Sa	OSK - E1	TN - Sa	ZU - Sa
08-11-1966	GWL - Sa	LIT - Sa	OSK - E1	TN - Sa	ZU - Sa



## 5.2. Widzialność

W poprzednim podrozdziale zwrócono uwagę na zjawisko, które jest bardzo niepożądane i niekorzystne z wielu względów. Jak wiadomo, powoduje znaczące ograniczenie widzialności. Nasuwa się więc pytanie o sytuacje, kiedy widzialność jest najlepsza i w jakich sytuacjach synoptycznych występuje. Oczywiście z literatury jednoznacznie wynika, że najlepszą widzialność można obserwować po przejściu frontu, zwłaszcza chłodnego, po krótkotrwałym opadzie czy też w czasie występowania zjawisk fenowych w górach. Aktualne jest jednak pytanie, jak zresztą w odniesieniu do innych zjawisk i elementów meteorologicznych, w jakich sytuacjach synoptycznych i typach cyrkulacji występujących na znacznym obszarze można zaobserwować ekstremalnie dobrą widzialność.

Na wstępie należy określić, o jakich przypadkach można mówić, że mają ekstremalnie dobre warunki widzialności. Podobnie jak w przypadku innych elementów, potencjalnie istnieje kilka metod ich wyznaczenia. Jednak w rzeczywistości pojawiają się tutaj problemy, które sprowadzają się do jednorodności materiałów za cały okres 1951-2006 dla uwzględnionych w *Atlasie* stacji. Wstępna bowiem analiza danych wykazała, że ze względu na zmiany skal widzialności oraz niekiedy nie najlepszą precyzję tych danych (pozyskiwanych wizualnie) trudno o jednorodny materiał do analiz. Przygotowanie takich danych wymagałoby oddzielnych wnikliwych studiów, stąd w *Atlasie* zrezygnowano z ich przedstawienia za pomocą metod zastosowanych w innych rozdziałach. W efekcie, by pokazać sytuacje z ekstremalnie dobrą widzialnością, wzięto do rozważań 3 stacje położone wzdłuż południka 20°E reprezentujące północ, centrum i południe Polski. Stacje te to Hel, Warszawa i Kraków. Za ekstremalnie dobrą widzialność uznano taką, która przekracza 50 km. Dane dla tych 3 stacji poddano szczegółowej kontroli jakości i choć tu i ówdzie pojawiły się wątpliwości, głównie na stacji Hel, to jednak uznano, że są one jednorodne i mogą posłużyć do analiz.

W celu stwierdzenia, które przypadki należy uznać za ekstremalne, postanowiono wyznaczyć dni, kiedy widzialność na wszystkich 3 stacjach przekraczała 50 km, przynajmniej w jednym z ośmiu terminów obserwacyjnych. Okazało się jednak, że taki przypadek w całym wieloleciu się nie zdarzył. W kolejnym kroku uwzględniono więc sytuacje, kiedy widzialność na dwóch stacjach była powyżej 50 km, a na trzeciej powyżej 20 km. Jak się okazało, przypadek taki był tylko jeden – 19 kwietnia 1974. Jak widać na rycinie 5.2.1, wystąpił przy zalegającym wyżu na zachodzie Europy i płytkich niżach na wschodzie. Taki układ pola barycznego przyczynił się do prawie południkowego spływu masy powietrza arktycznego z północy. Adwekcja ta jest też widoczna na mapie 700 hPa, a także na diagramie aerologicznym z Legionowa. Intensywny spływ z północy jest widoczny w całym przekroju pionowym troposfery. Powietrze to, jak wiadomo, charakteryzuje się bardzo dobrą przezroczystością i przy szybkim spływie z północy nie miało możliwości nabrania cech podłoża, nad którym się przemieszczało. Stąd

## 5.2. Visibility

The previous subchapter addressed a phenomenon that is very undesirable for a number of reasons. It is widely known that fog limits visibility. Therefore, this begs the question: When is visibility best and what synoptic situations accompany good visibility? The literature, of course, indicates that visibility is best once a front has passed by (especially a cool front), following short-lived rainfall, and during foehn phenomena in the mountains. A question comes to mind, however, and it sounds similar to questions posed in previous sections: What synoptic situations and circulation types are associated with extremely good visibility?

First, the concept of extremely good visibility needs to be defined. There are several methods of doing that, as was the case with other elements of the weather. In fact, however, problems do arise, which force us to analyze only fully homogeneous data from the previously selected 1951-2006 time period, collected by the weather stations also previously mentioned. An initial analysis of data suggested that the use of visibility data is very difficult, given different visibility scales and sometimes a lack of accuracy. Visibility data is acquired visually and such data may not be always homogeneous. The preparation of visibility data would require detailed analysis and this is why the authors decided against the use of visibility data in the same manner applied to other elements of the weather. In order to show situations with extremely good visibility, data from three weather stations was used. The three stations (Hel, Warszawa, Kraków) are located along the 20°E line of longitude and represent northern, central, and southern Poland. Extremely good visibility was defined as visibility that exceeds 50 km. The data from the three stations were tested for quality, and despite some misgivings (mainly about Hel data), they were determined to be homogeneous and useful.

In order to be able to state which situations can be labeled “extremely good” visibility, the authors identified days when visibility at all three stations exceeded 50 km at least once during eight possible observation periods. Next, situations where visibility over 50 km was noted at only two of the stations were identified with the third station noting visibility over 20 km. It turned out that this scenario had only occurred once: April 19, 1974. Figure 5.2.1 shows this situation with a high pressure system in western Europe and shallow low pressure systems in eastern Europe. This type of complex pressure system produced a flow of arctic air from the north to the south virtually along lines of longitude. This type of advection is also visible on the 700 hPa map and the aerological diagram from Legionowo. An intense flow of air from the north is visible along the entire vertical cross section of the troposphere. This type of air is characterized by very high transparency, and since it moved in from the north very quickly, it could not adopt any characteristics of the air masses it was moving through. For this reason, visibility was excellent along the N-S cross section of interest as well as throughout southern Poland.

While the above case, undoubtedly, may have been extreme, it did confirm that air mass type is a factor in visibility levels. Visibility is clearly best following the influx of fresh arc-

nad całym rozpatrywanym obszarem, łącznie z Polską Południową, występowała znakomita widzialność.

Ten niewątpliwie ekstremalny przypadek potwierdził tylko, że na bardzo dobrą widzialność wpływ ma rodzaj masy powietrza i że bezwzględnie najlepsza widzialność jest przy napływie świeżej masy powietrza arktycznego. Stąd też najlepszej widzialności można się spodziewać przy typach cyrkulacji, które warunkują sptyw powietrza arktycznego. Wniosek ten tylko w niewielkim stopniu potwierdza rycina 5.2.2. Przedstawiono na niej częstość przypadków dni z widzialnością powyżej 50 km przynajmniej w jednym terminie obserwacyjnym w Krakowie przy różnych typach cyrkulacji. Jak widać, najwięcej przypadków z bardzo dobrą widzialnością zdarza się w typach cyrkulacji z adwekcją powietrza z zachodu lub też w układach wyżowych bezadwekcyjnych. Ten pierwszy rodzaj sytuacji wiąże się z frontami chłodnymi, które po przejściu na ogół znacznie zwiększają widzialność. Analiza nie wykazała większej częstości bardzo dobrej widzialności przy typach z napływem powietrza z sektora południowego, z którym można by wiązać zjawiska fenowe. Najprawdopodobniej jest to wynikiem częstego zalegania inwersji w dolinie Wisły przy takich właśnie sytuacjach.

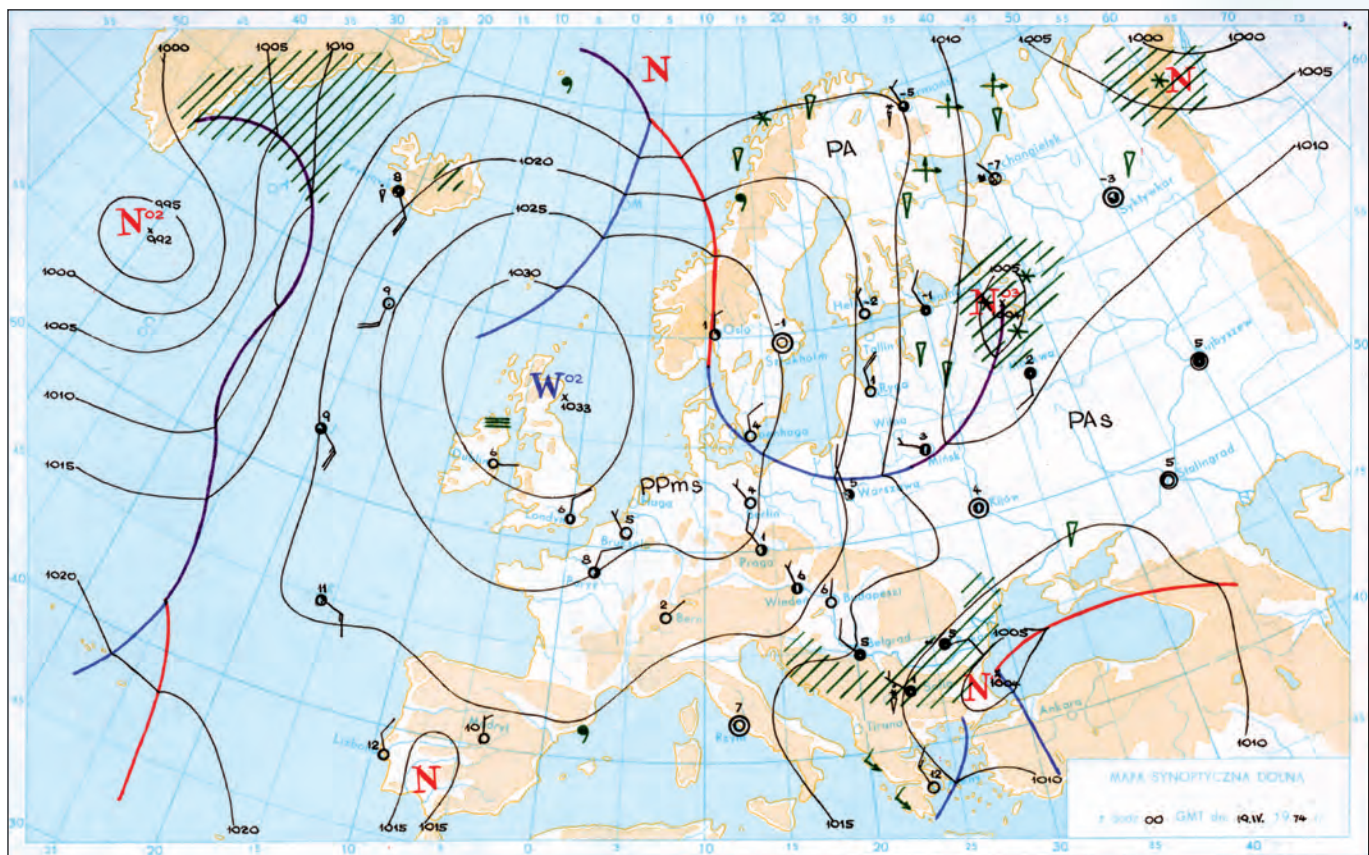
Analizy podobnej do przeprowadzonej dla Krakowa nie można było wykonać dla wielu innych stacji ze względu na brak w pełni jednorodnych danych.

tic air and this type of air mass can normally be expected to produce good visibility. This conclusion is confirmed in Figure 5.2.2 but only to some extent. The figure shows examples of days with visibility over 50 km at least once during the observation period in Kraków, given different types of air circulation in effect.

It is now clear that very good visibility is associated with circulation types featuring air advection from the west or advection free high pressure systems. The former type is associated with cool fronts, which tend to increase visibility as they move across an area. Very good visibility was not shown to occur frequently with air flow from the south, where foehn phenomena could be a factor. This is most likely the result of persistent inversion in the Vistula River Valley in situations such as this one.

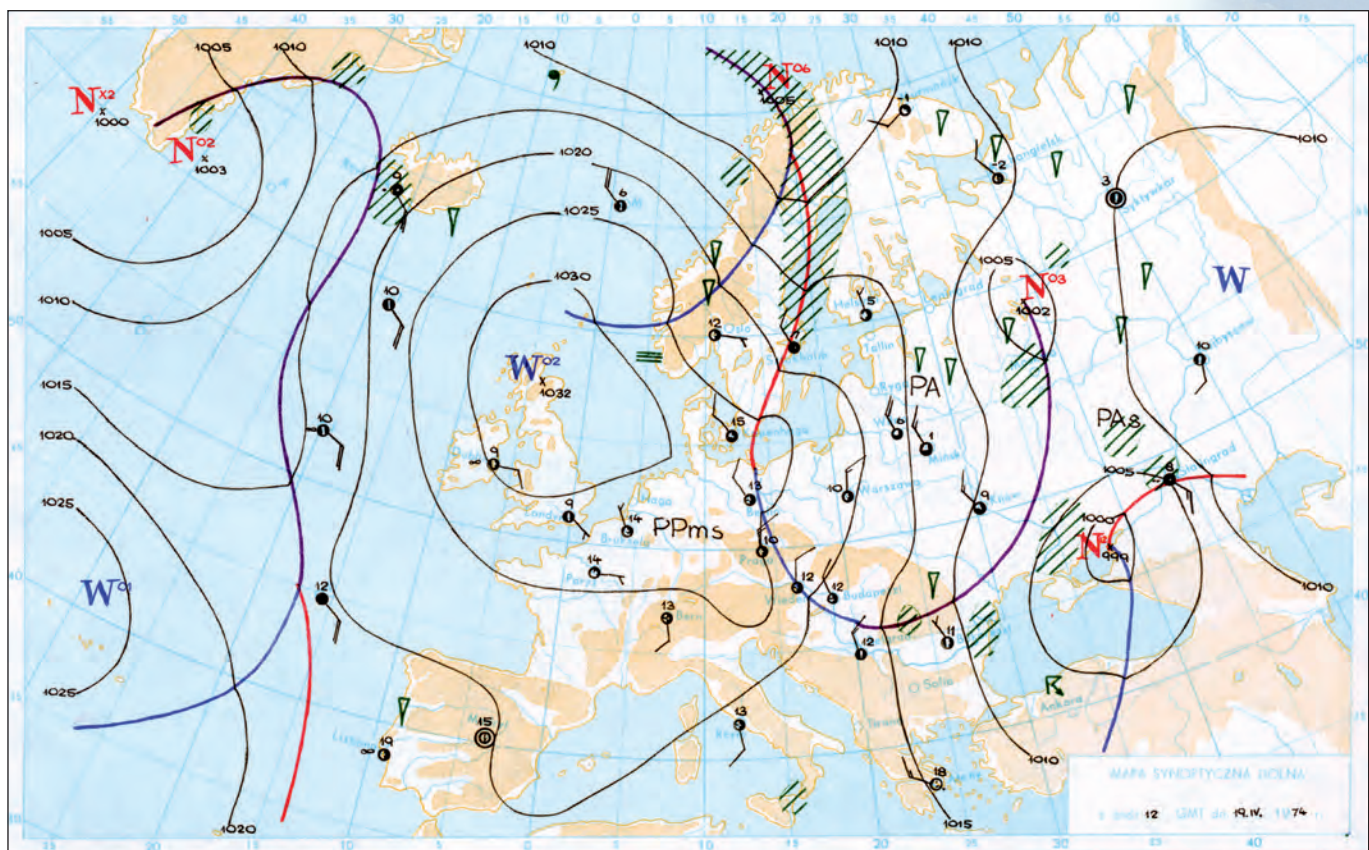
An analysis similar to that of Kraków data could not be performed for a lot of other stations in light of the lack of homogeneity in their visibility data.



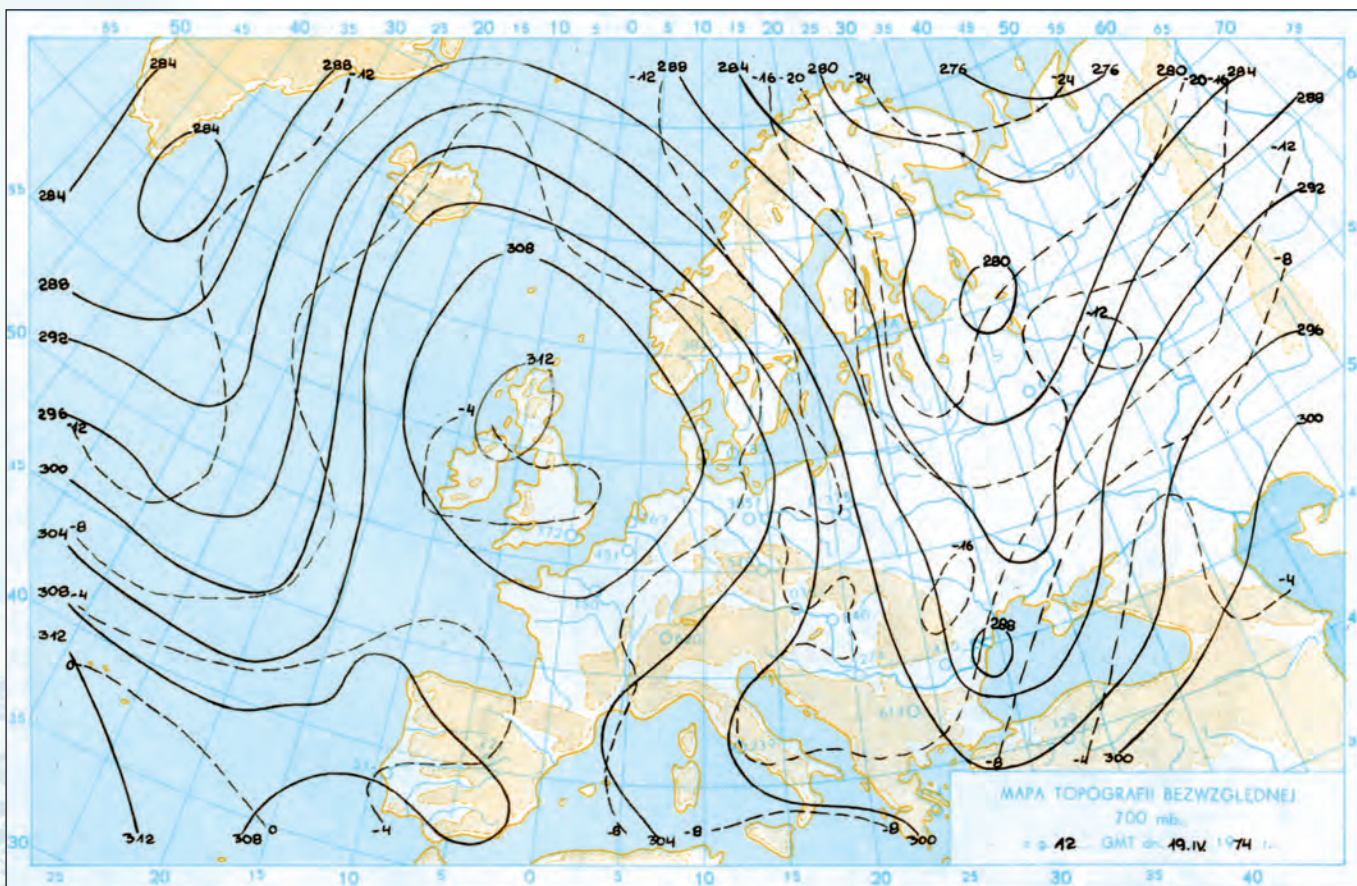


**Rycina 5.2.1**  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą 19 kwietnia 1974 (według A)  
**a** - mapa dolna 19.04.1974 00 UT  
**b** - mapa dolna 19.04.1974 12 UT

**Figure 5.2.1**  
 Synoptic situation over Europe on 19 April 1974 (according to A)  
**a** - surface chart 19.04.1974 00 UT  
**b** - surface chart 19.04.1974 12 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
18-04-1974	GWL - HB	LIT - NEa	OSK - E	TN - NEa	ZU - NEa
19-04-1974	GWL - HB	LIT - Na	OSK - E	TN - Na	ZU - NEa



**c**

**Rycina 5.2.1**  
 Sytuacja synoptyczna nad Europą  
 19 kwietnia 1974 (według A)

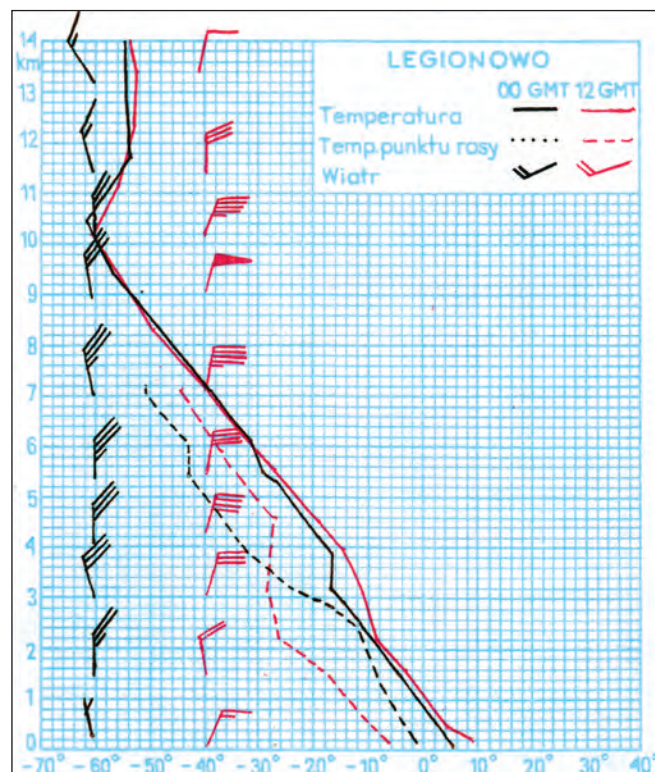
**c** – mapa 700 hPa 19.04.1974 12 UT  
**d** – diagram aerologiczny ze stacji  
 Legionowo 19.04.1974 00 i 12 UT

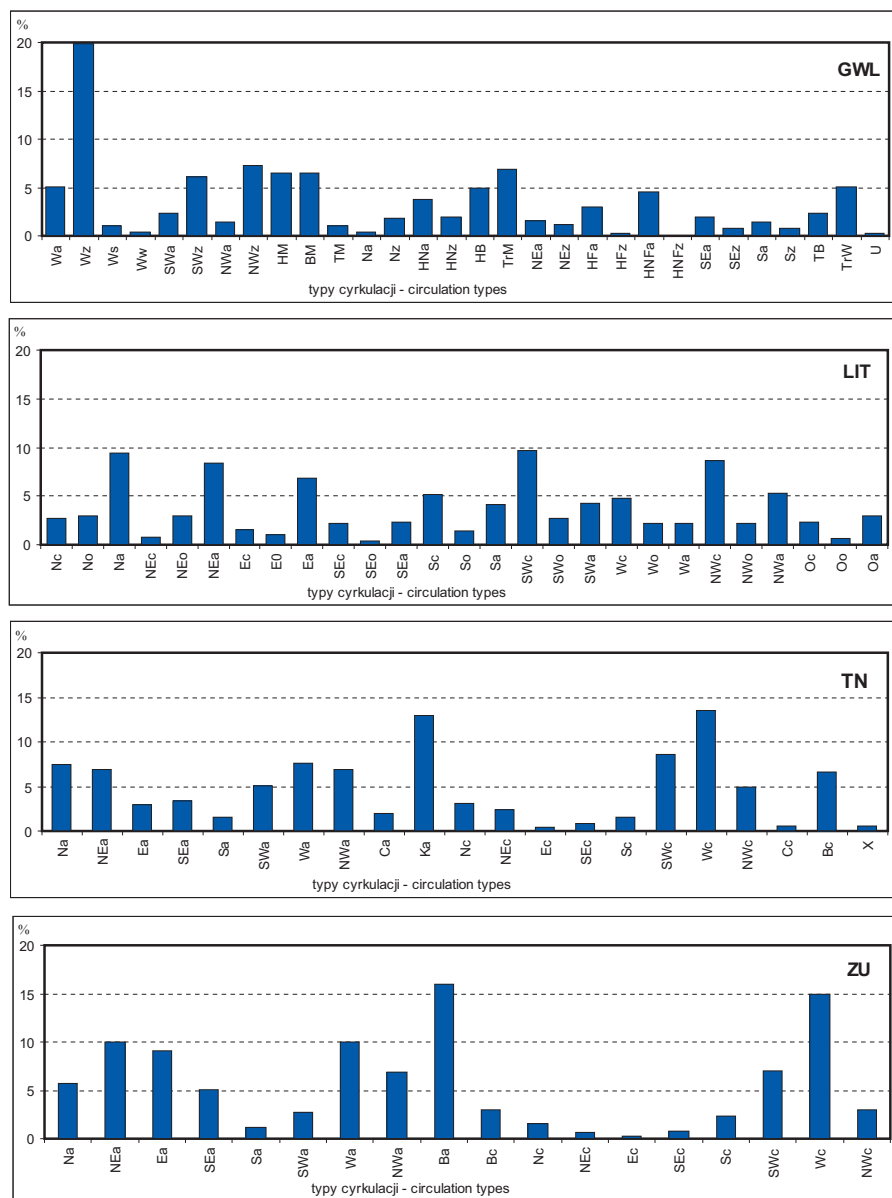
**Figure 5.2.1**  
 Synoptic situation over Europe  
 on 19 April 1974 (according to A)

**c** – 700 hPa chart 19.04.1974 12 UT  
**d** – aerological diagram from Legionowo  
 station 19.04.1974 00 and 12 UT



**d**





**Rycina 5.2.2**  
Częstość dni z widzialnością powyżej 50 km w Krakowie w poszczególnych typach cyrkulacji

**Figure 5.2.2**  
Frequency of days with the visibility over 50 km in Kraków during the particular circulation types



### 5.3. Pokrywa śnieżna

Pokrywa śnieżna to element pogody i klimatu, który powstaje w wyniku oddziaływania kilku czynników. Bynajmniej warunki meteorologiczne, w tym sam opad śniegu, nie są tu warunkami jedynymi, choć niewątpliwie kluczowymi. Oczywiście bez opadu śniegu i odpowiednich warunków termicznych pokrywa nie mogłaby się utworzyć i przetrwać. Dlatego element ten należy w wielu przypadkach rozpatrywać kompleksowo, a wysokość pokrywy śnieżnej czy też czas jej zalegania, pojawiania lub zanikania nie mogą być traktowane niezależnie od innych elementów meteorologicznych, a niekiedy też lokalnych. W literaturze światowej, w tym polskiej, jest spora liczba publikacji na temat pokrywy śnieżnej, jej synoptycznych przyczyn i wartości ekstremalnych. Wśród tych prac zwrócono uwagę na studia Chrzanowskiego (1988), Nowosada (1992), Benistona (1997), Bednorz (2001, 2007), Falarz (2004, 2007) oraz Bednorz i Wibig (2008).

Dlatego też w tej części rozpatrzono sytuacje synoptyczne z największym przyrostem pokrywy śnieżnej, a także z najwcześniejszym jej pojawieniem się. Obie te sytuacje są bardzo istotne zarówno ze środowiskowego, jak i gospodarczego punktu widzenia. Jak w przypadku innych zjawisk ekstremalnych, powstało pytanie o przyrost wysokości pokrywy śnieżnej, który należy uznać za ekstremalny. Ze względu na brak jednoznacznych przesłanek meteorologicznych i zróżnicowanie regionalne rozpatrywanego elementu, posłużono się w tym wypadku wytycznymi Ministerstwa Środowiska (Dziennik... 2007). Za znaczącą wartość przyjęto przyrost pokrywy śnieżnej o co najmniej 15 cm w ciągu doby.

Na wstępie podano największą zmierzoną wysokość pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach. Jak widać na rycinie 5.3.1, na znacznym obszarze Polski absolutna maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej osiągnęła 50-60 cm. Wyjątkiem, co oczywiste, są obszary górskie, w tym ich szczyty (Kasprowy Wierch – 355 cm, Śnieżka – 295 cm). Większa maksymalna wysokość niż średnio w Polsce była notowana na Pojezierzu Mazurskim, zwłaszcza na Suwalszczyźnie (Suwałki – 84 cm). Z kolei mniejsze wysokości zmierzono na Nizinie Śląskiej i na zachodzie, gdzie były poniżej 50 cm.

W tabeli 5.3.1 i na ryc. 5.3.2 zamieszczono największe zanotowane przyrosty pokrywy śnieżnej z dnia na dzień oraz towarzyszące im typy cyrkulacji. Na większości stacji te maksymalne przyrosty sięgały 20-30 cm. Pojawiały się też przy różnych typach cyrkulacji, jednak najczęściej przy cyklonalnych z napływem powietrza z północy lub północnego zachodu, rzadziej północnego wschodu. Oczywiście na Kasprowym Wierchu i Śnieżce, a nawet w Zakopanem przyrosty te w ciągu 24 godzin przekroczyły 50 cm.

Przypadki z dużymi przyrostami pokrywy śnieżnej na znacznym obszarze są związane z sytuacjami synoptycznymi, jakie wywoływały ekstremalne opady. Tak więc były to na ogół płytkie niż baryczne z centrum na wschód lub południowy wschód od granic Polski. Sytuacja taka zdarzyła się 31 grudnia 2005, kiedy z 30 na 31 grudnia przyrost pokrywy o co najmniej 15 cm był zanotowany aż na 13 stacjach, a na 5 z nich przekroczył 20 cm (ryc. 5.3.3, w rozważaniach

### 5.3 Snow cover

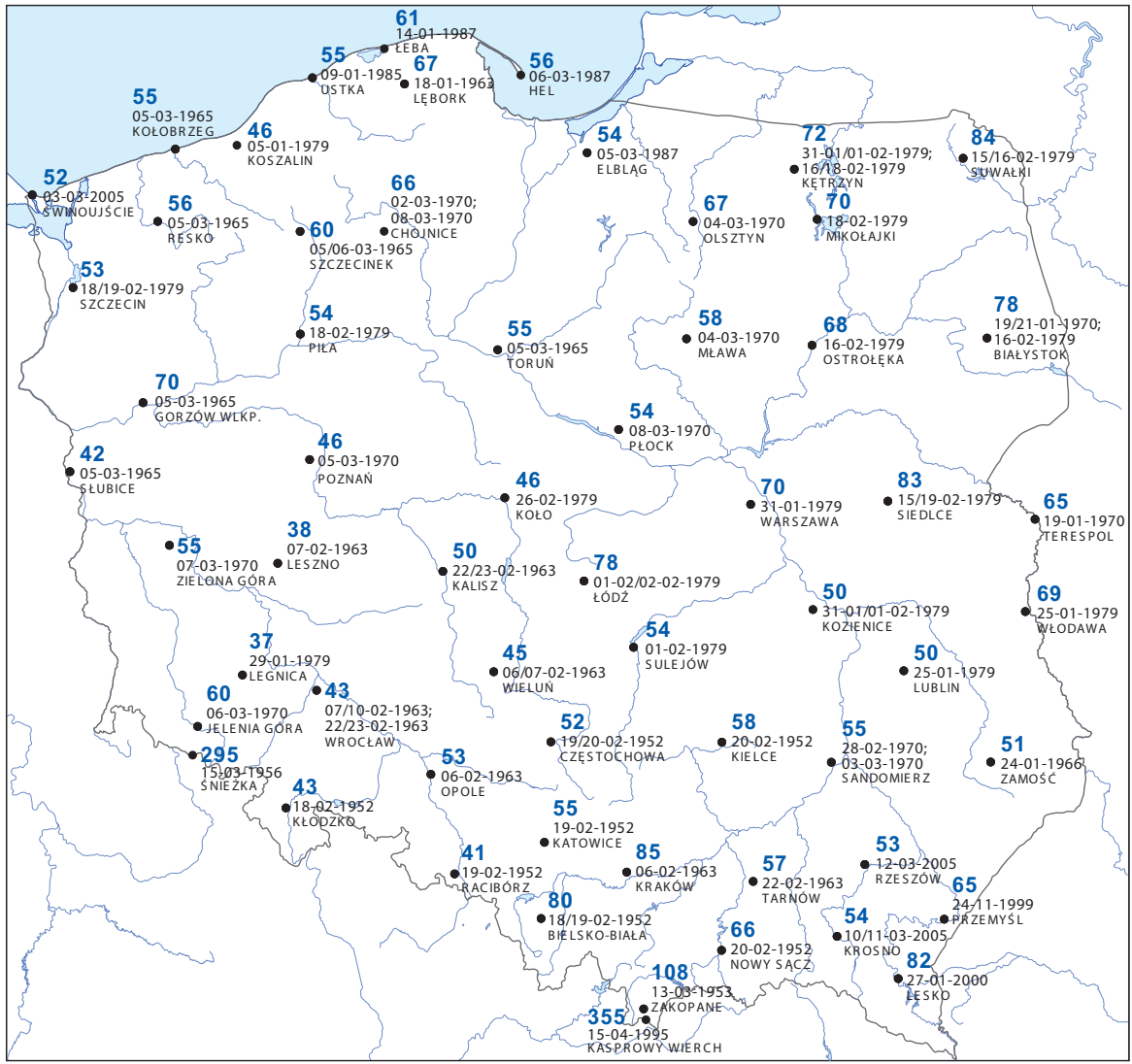
Snow cover is an element of weather and climate, which arises due to the action of a number of factors. Snowfall and other meteorological conditions are certainly key factors, however, they are not the only factors. There would be no snow cover without snowfall and appropriate thermal conditions. This issue needs to be approached in a complex manner and the depth of snow cover and its duration on the ground, as well as the associated processes of accumulation and melting, cannot be viewed as being independent of other meteorological factors, including local factors. The scientific literature both in Poland and across the world contains a large number of publications on the subject of snow cover, the synoptic factors behind it, and extreme values. The following works have been taken into account in the publication of this Atlas: Chrzanowski (1988), Nowosad (1992), Beniston (1997), Bednorz (2001, 2007), Falarz (2004, 2007) and Bednorz, Wibig (2008).

This part of the Atlas will take a look at synoptic situations featuring the highest of accumulations of snow, cases of very early snow, and the issue of snow cover duration. All of these issues are highly relevant to the natural environment as well as from an economic point of view. As in the case of other extreme phenomena, here the pertinent question applies to the rate of snow accumulation, a rate that can be considered extreme. In light of the lack of unequivocal meteorological data and regional differences in snow cover, guidelines set forth by the Ministry of the Environment were used (Dziennik... 2007). In the Atlas, it is assumed that an extreme rate of snowfall is at least 15 cm per 24 hours.

First, the largest measured snow depth reported by each weather station is provided. Figure 5.3.1 indicates that for most of Poland, the absolute maximum snow depth reached 50-60 cm. Mountain areas are, of course, the exception, including Mount Kasprowy Wierch – 355 cm and Mount Śnieżka – 295 cm. An above average snow depth maximum was recorded in the Mazury Lake District, especially the region of Suwałki (84 cm). Lower Silesia and western parts of Poland generally had a snow cover less than 50 cm deep.

Table 5.3.1 and Fig. 5.3.2 contains the highest recorded increases in snow cover from day to day and their associated circulation types. Most stations reported maximum increases reaching 20-30 cm under different circulation conditions. The circulation type most often encountered, however, is the cyclone-type with air flow normally from the north or northwest and less commonly from the northeast. Once again, Mount Kasprowy Wierch, Mount Śnieżka, and even the mountain city of Zakopane recorded 24-hour snow increases of over 50 cm.

Cases of significant accumulations of snow over large areas are associated with synoptic situations caused by extreme precipitation events. This includes shallow low pressure systems with storm centers located east or southeast of Poland. This type of situation occurred on Dec. 31, 2005 when at least 15 cm of snow had accumulated the night before at 13 stations. Five of the thirteen stations recorded an increase of 20 cm (Fig. 5.3.3). Data from stations located atop Mount Kasprowy Wierch and Mount Śnieżka were not included in this case. The



**Rycina 5.3.1**  
Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej (cm) na poszczególnych stacjach

**Figure 5.3.1**  
Maximum snow cover depth (cm) at the particular stations



nie uwzględniono stacji szczytowych Kasprowego Wierchu i Śnieżki). Suma dobowych opadów na obszarze o tych ekstremalnie dużych przyrostach pokrywy przekroczyła 20 mm. Na mapach jest widoczny wysoki, chłodny niż zalegający nad Karpatami. Bardzo podobna sytuacja synoptyczna oraz przyrost pokrywy śnieżnej co najmniej o 15 cm wystąpiły 28/29 marca 1993 na 12 stacjach (ryc. 5.3.4). W środkowej i południowej Polsce również suma dobowego opadu przekroczyła 20 mm. Warto zwrócić uwagę, że zdarzyło się to już w ostatnich dniach marca. Z kolei na 10 stacjach położonych w Karpatach lub na ich przedpolu, przy bardzo podobnej sytuacji synoptycznej, taki przyrost pokrywy śnieżnej nastąpił 14/15 listopada 1985 (ryc. 5.3.5). Ekstremalne opady śniegu wystąpiły też w kwietniu. W dniach 3-5 kwietnia 1970 zarówno w południowej, środkowej, jak i północnej Polsce nastąpiły przyrosty pokrywy śnieżnej przekraczające 15 cm (ryc. 5.3.6). Sytuację tę wywołał stosunkowo rozległy układ niżowy z systemem frontów. Jego centrum znalazło się nad wschodnią i północno-wschodnią Polską.

Ekstremalne przypadki z pokrywą śnieżną to nie tylko te z jej największą miąższością lub przyrostem dobowym, ale także z najwcześniejszym terminem jej wystąpienia. Dla wielu dziedzin życia wczesne wystąpienie pokrywy śnieżnej jest poważniejszym problemem niż znaczący jej przyrost w ciągu zimy. W tabeli 5.3.2 zamieszczono najwcześniejsze daty wystąpienia pokrywy na co najmniej 5% stacji. Zamieszczone tam typy cyrkulacji wskazują, że zdarzenia takie pojawiały się w bezadwekcyjnych typach cyklonalnych (centrum niżu, bruzda cyklonalna) lub z napływem powietrza na ogół z sektora północnego, choć adwekcja z innych kierunków również mogła wystąpić. Najwcześniej, bo już 13 października pokrywa śnieżna wystąpiła w 1973 oraz 2002 roku. Na rycinie 5.3.7 przedstawiono jej wysokość w tym pierwszym przypadku, a także wysokość opadu oraz temperaturę minimalną powietrza. Jak widać, pokrywa pojawiła się w sumie na 9 stacjach, przede wszystkim środkowo-wschodniej Polski. We Włodawie i Siedlcach osiągnęła miąższość odpowiednio 15 i 18 cm. Wywołał ją płytki niż z frontami z centrum nad Ukrainą, który spowodował też napływ powietrza z północnego wschodu. Miało ono charakter masy powietrza arktycznego.

24-hour precipitation total across the record snowfall zone exceeded 20 mm.

Maps show a high cool low pressure system hovering over the Carpathians. A very similar synoptic situation and significant snow accumulation (at least 15 cm) occurred on March 28/29, 1993 at 12 stations (Fig. 5.3.4). 24-hour precipitation totals across central and southern Poland also did exceed 20 mm. It is worth mentioning that this event took place towards the end of March. Another significant snowfall event took place on Nov. 14/15, 1985 featuring a similar synoptic situation and was recorded by 10 stations located in the Carpathians and across their foreland (Fig. 5.3.5). Extremely strong snowfall has also been recorded in April. On April 3-5, 1970, increases of 15 cm of snow or more were recorded across southern, central, and northern Poland (Fig. 5.3.6). This snow event was caused by a relatively large low pressure system as well as a system of fronts with the system's center being located over eastern and northeastern Poland.

Extreme snow events are not merely those with the largest accumulation of snow or the largest increase in snow depth but also those occurring earlier than expected. Early snowfall is a more serious problem than large winter-time accumulations for people from many walks of life. Table 5.3.2 contains data on snowfall that had occurred at at least 5% of all meteorological stations. The circulation types listed in the table indicate that such events took place in advection free cyclonic types of circulation (center of low pressure system, cyclonic trough) or with a generally northerly flow of air, although advection from other directions could also have occurred. The earliest cases of snowfall come from 1973 and 2002 with snowfall taking place on October 13th. Figure 5.3.7 shows snow amounts, precipitation amounts, and minimum air temperatures in the first case. The snowfall was recorded by 9 stations in central-eastern Poland. Snow depth in Włodawa and Siedlce reached 15 cm and 18 cm, respectively. The snow event was caused by a shallow low pressure system with fronts arriving from its center over the Ukraine and an influx of air from the northeast. The event can be characterized as an arctic air mass event.



STACJA STATION	$\Delta/24\text{ h}$ (cm)	Data Date	Typ cyrkulacji - Circulation type				
			GWL	LIT	OSK	TN	ZU
BIAŁYSTOK	28	18-01-1970	HFz	SEa	E	Ec	NEa
BIELSKO-BIAŁA	46	09-11-1952	Nz	Nc	CB	NWc	NWc
CHOJNICE	22	26-11-1973	Nz	NWc	CB	Wc	NWc
CZĘSTOCHOWA	23	31-12-2005	TrM	Sc	B	SWc	SWc
ELBLĄG	33	02-12-1958	HB	NEa	C2D	Na	Na
GORZÓW WLKP.	20	27-02-1965 05-03-1965	HNz TM	NEc Ec	CB E0	Bc SWc	Wc Wc
HEL	24	14-01-1959	HNz	Nc	CB	Wc	Wc
JELEŃ GÓRA	30	27-11-1969	NWz	NWc	CB	Nc	Nc
KALISZ	21	17-02-1973	NEz	Ec	F	Cc	NWc
KASPROWY WIERCH	68	05-02-1952 30-05-1966	NWz HB	NEo NEc	E0 E0	Nc Nc	NEa Nc
KATOWICE	25	10-01-1959	HNz	NEc	CB	Nc	Wc
KĘTRZYN	47	31-01-1979	Wz	Oc	E0	NWc	Wc
KIELCE	22	07-01-1958	Wz	Oc	B	SWc	Wc
KŁODZKO	21	04-01-1971	TrM	No	E0	x	NWa
KOŁO	22	27-01-1986	TrM	Sc	E0	Wa	Wa
KOŁOBRZEG	35	04-03-1965	TM	Ec	E0	Wc	Wc
KOSZALIN	33	26-11-1973	Nz	NWc	CB	Wc	NWc
KOZIENICE	18	01-02-1988	Wz	So	D	x	Sa
KRAKÓW	22	03-04-1996	HFz	Oa	E0	Ec	Ea
KROSNO	29	05-11-1995	Nz	Na	E2C	Na	NEa
LEGNICA	19	20-11-1995	Nz	Na	G	Na	NEa
LESKO	46	05-12-1964	TrM	Nc	E0	Nc	NWc
ŁĘBORK	31	14-01-1959	HNz	Nc	CB	Wc	Wc
LUBLIN	25	02-04-1958	HFa	SEa	E1	Nc	Ea
ŁEBA	26	06-02-1958 10-01-1987	Ws Nz	Nc SEo	CB E0	Wc Ea	NWc Ea
ŁÓDŹ	26	29-03-1993 31-12-2005	NEa TrM	Ec Sc	E0 B	Nc SWc	NWc SWc
MIKOŁAJKI	28	07-01-1982	HNFa	NEc	E0	Nc	NWc
MŁAWA	15	31-12-1970	TrM	Nc	E0	Wc	Wc
NOWY SĄCZ	32	12-02-1999	BM	Sa	G	NEa	NEa
OLSZTYN	24	21-02-1986	HNz	SEc	F	Bc	Bc
OPOLE	30	07-03-1965	NEa	Oa	E	Ec	Ea
OSTROŁĘKA	21	28-01-1970	HNfz	NEc	E0	NWc	NWa
PIŁA	19	21-02-1996	TrM	Ec	E0	Bc	Nc
PŁOCK	19	04-04-1970	TrM	NEc	E0	NWc	Wc
POZNAŃ	17	04-03-1965	TM	Ec	E0	Wc	Wc
PRZEMYŚL	30	12-02-1999	BM	Ea	G	NEa	NEa
RACIBÓRZ	24	31-12-2005	TrM	Sc	B	SWc	SWc
RESKO	30	11-04-1977	NWz	NEo	E0	Ka	Ba
RZESZÓW	23	27-03-1952	HNz	NEo	E0	Ec	NEc
SANDOMIERZ	19	02-02-1988	Wz	SWc	D	SWc	SWc
SIEDLCE	23	31-01-1979	Wz	Oc	E0	NWc	Wc
SŁUBICE	23	04-03-1965 20-02-1986	TM HNz	Ec E0	E0 F	Wc Ec	Wc Ec
SULEJÓW	18	29-03-1993 31-12-2005	NEa TrM	Ec Sc	E0 B	Nc SWc	NWc SWc
SUWAŁKI	34	01-01-2001	SWz	So	E1	Wa	Wc
SZCZECIN	23	04-01-1979	Na	SEc	E0	NWc	NWc
SZCZECINEK	24	05-04-1970	TM	NEc	E0	SWc	SWc
ŚNIEŻKA	68	16-12-1952	NWz	Wc	B	Wc	Bc
ŚWINOUJŚCIE	31	08-02-1953	NEa	Eo	E0	Ca	NEa
TARNÓW	22	17-03-1962 21-02-1963	HNa HNz	NEo NEc	E0 E0	NEc NEc	Nc NEc
TERESPOL	30	18-01-1970	HFz	SEa	E	Ec	NEa
TORUŃ	22	31-12-2000	Ws	Oc	E1	NWc	Wc
USTKA	28	05-01-1986	Ws	Sc	E0	Wa	Wc
WARSZAWA	25	31-01-1979	Wz	Oc	E0	NWc	Wc
WIELUŃ	22	10-04-1977 31-12-2005	Nz TrM	Ec Sc	F B	Cc SWc	NWc SWc
WŁODAWA	34	13-02-1991	TM	Ec	F	Nc	NWc
WROCŁAW	24	20-11-1995	Nz	Na	G	Na	NEa
ZAKOPANE	55	14-04-1973	BM	Na	C2D	Ec	NEa
ZAMOŚĆ	24	02-04-1958 30-12-1959	HFa Wz	SEa Oc	E1 D	Nc NWa	Ea Wc
ZIELONA GÓRA	27	21-01-1952	NEz	NEo	E0	x	NEc

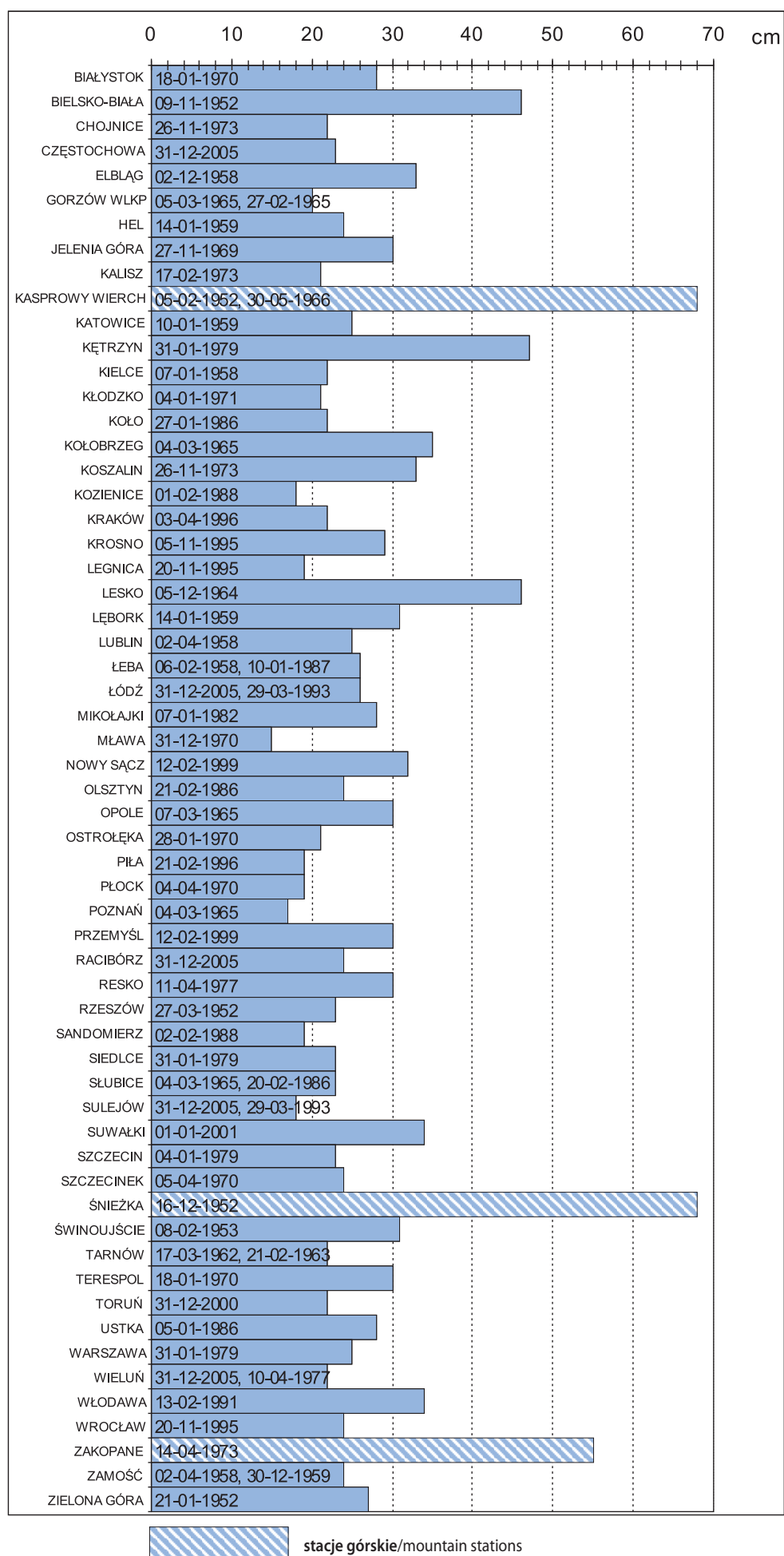
**Tabela 5.3.1**  
Maksymalne przyrosty  
pokrywy śnieżnej (cm)  
w ciągu doby (24 h)  
i towarzyszące im typy  
cyrkulacji

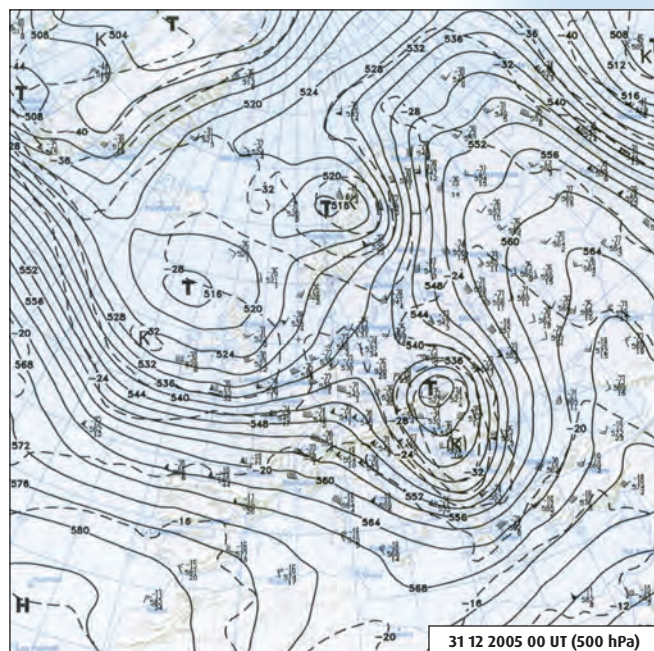
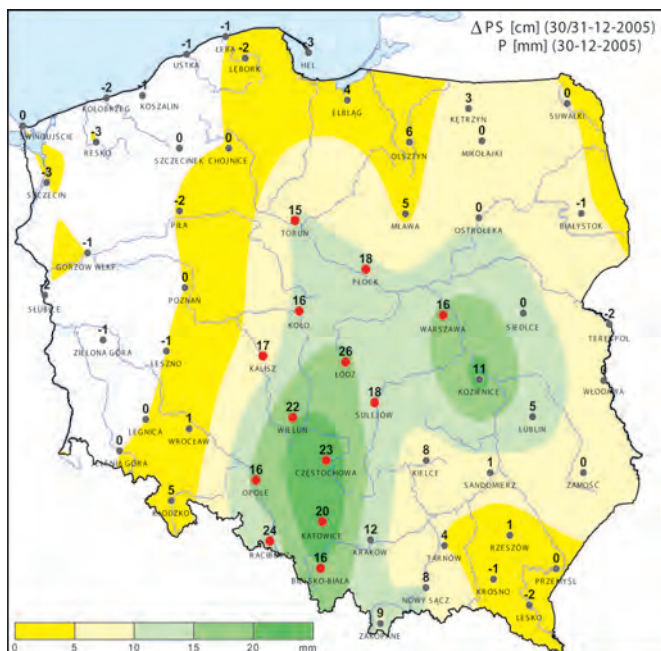
**Table 5.3.1**  
Maximum daily snow  
cover growth in 24 h (cm)  
at the particular stations  
and the associated  
circulation types



**Rycina 5.3.2**  
Maksymalny przyrost pokrywy śnieżnej (cm) w ciągu doby (24 h) na poszczególnych stacjach (wyróżniono stacje powyżej 500 m n.p.m.)

**Figure 5.3.2**  
Maximum daily snow cover growth in 24 h (cm) at the particular stations (stations over 500 m a.s.l. distinguished)





**Rycina 5.3.3**

Przyrost pokrywy śnieżnej w Polsce 30/31 grudnia 2005 oraz sytuacja synoptyczna nad Europą (według C)

a - przyrost pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach 30/31.12.2005

i suma opadu atmosferycznego 30.12.2005

b - mapa 500 hPa 31.12.2005 00 UT

c - mapa dolna 31.12.2005 00 UT

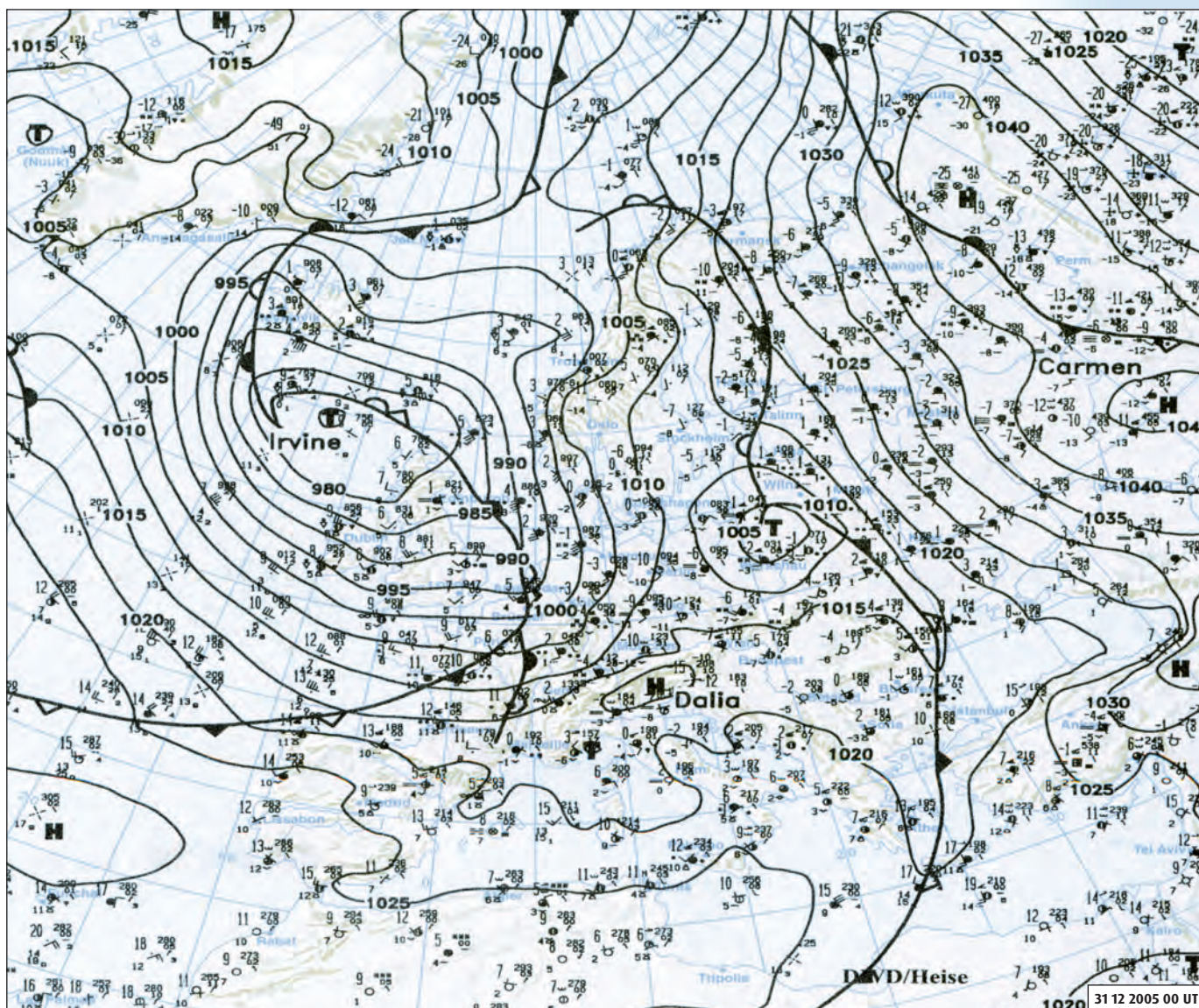
**Figure 5.3.3**

Snow cover growth in Poland on 30/31 December 2005 and synoptic situation over Europe (according to C)

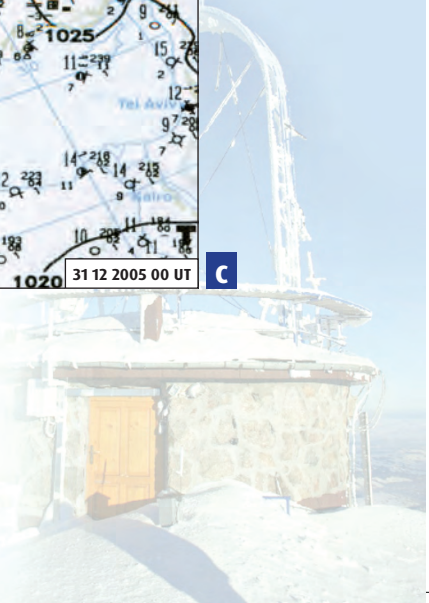
a - snow cover growth at the particular stations on 30/31.12.2005 and precipitation totals on 30.12.2005

b - 500 hPa chart 31.12.2005 00 UT

c - surface chart 31.12.2005 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
30-12-2005	GWL - TrM	LIT - So	OSK - BE	TN - NEc	ZU - Nc
31-12-2005	GWL - TrM	LIT - Sc	OSK - B	TN - SWc	ZU - SWc

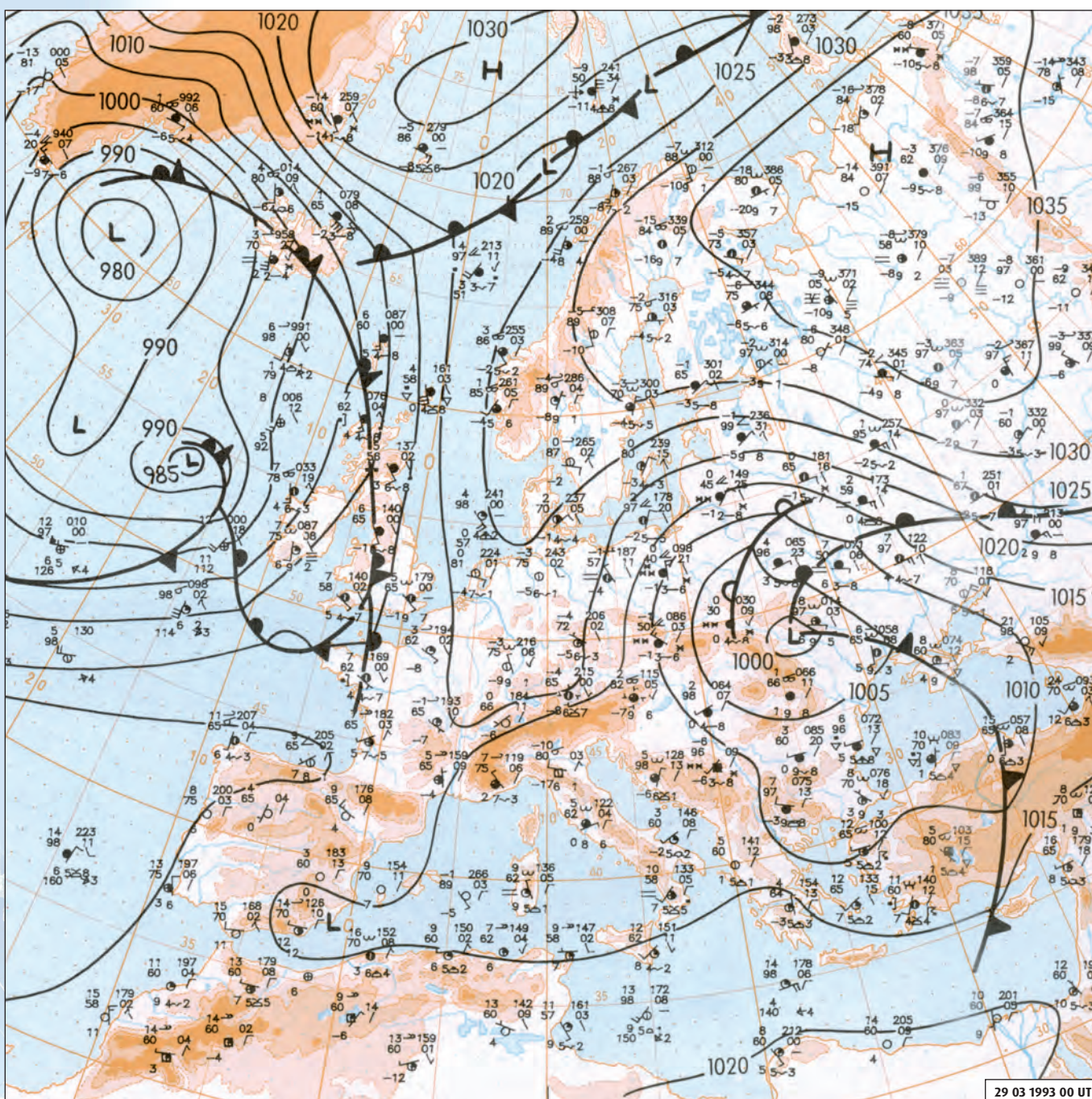
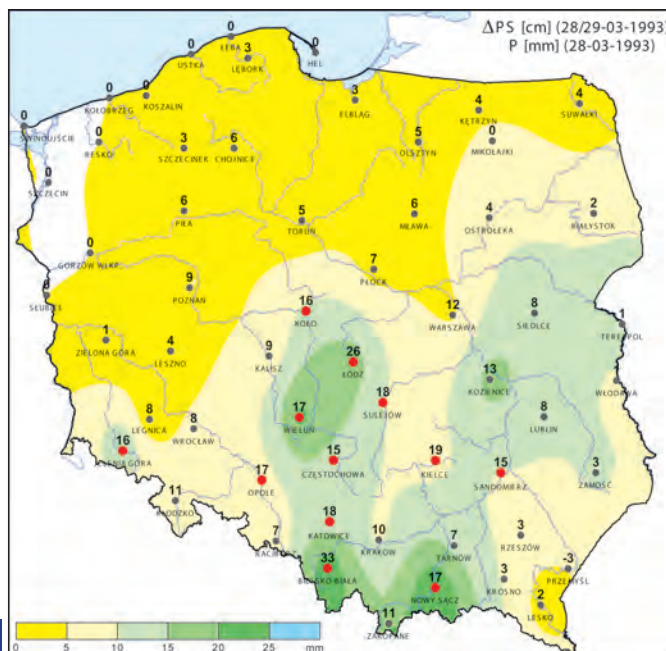


**Rycina 5.3.4**

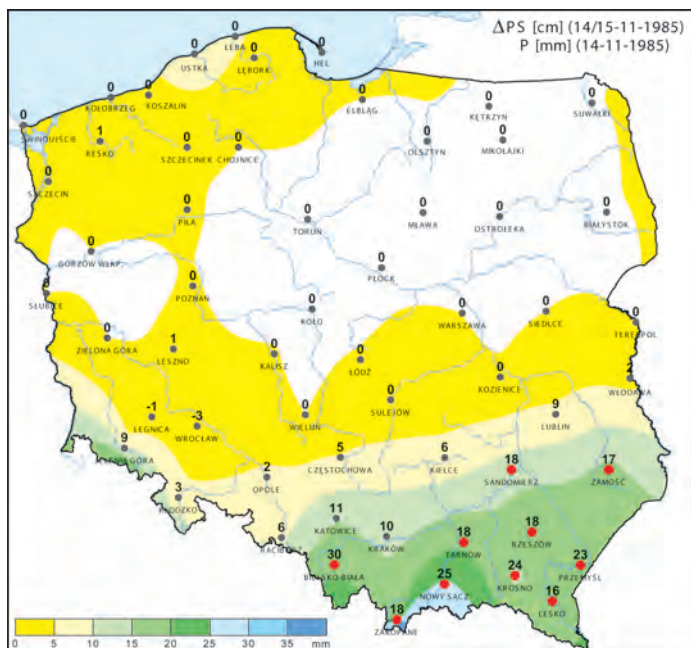
Przyrost pokrywy śnieżnej w Polsce 28/29 marca 1993 oraz sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)  
**a** – przyrost pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach 28/29.03.1993 i suma opadu atmosferycznego 28.03.1993  
**b** – mapa dolna 29.03.1993 00 UT

**Figure 5.3.4**

Snow cover growth in Poland on 28/29 March 1993 and synoptic situation over Europe (according to B)  
**a** – snow cover growth at the particular stations on 28/29.03.1993 and precipitation totals on 28.03.1993  
**b** – surface chart 29.03.1993 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
28-03-1993	GWL - NEa	LIT - Eo	OSK - E0	TN - Ec	ZU - Ec
29-03-1993	GWL - NEa	LIT - Ec	OSK - E0	TN - Nc	ZU - NWc



a

**Rycina 5.3.5**

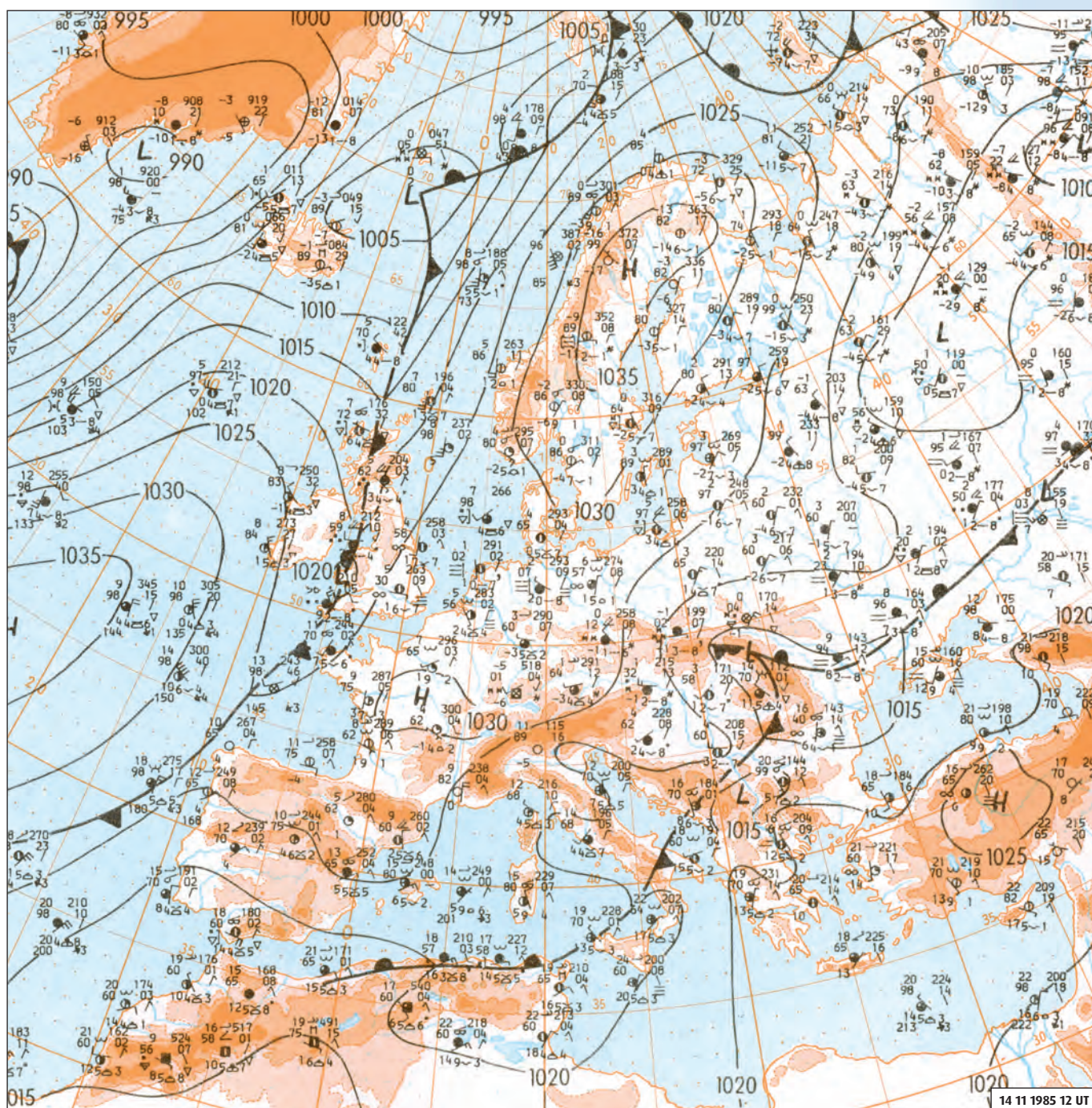
Przyrost pokrywy śnieżnej w Polsce 14/15 listopada 1985 oraz sytuacja synoptyczna nad Europą (według B)

- a - przyrost pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach 14/15.11.1985 i suma opadu atmosferycznego 14.11.1985
- b - mapa dolna 14.11.1985 12 UT

**Figure 5.3.5**

Snow cover growth in Poland on 14/15 November 1985 and synoptic situation over Europe (according to B)

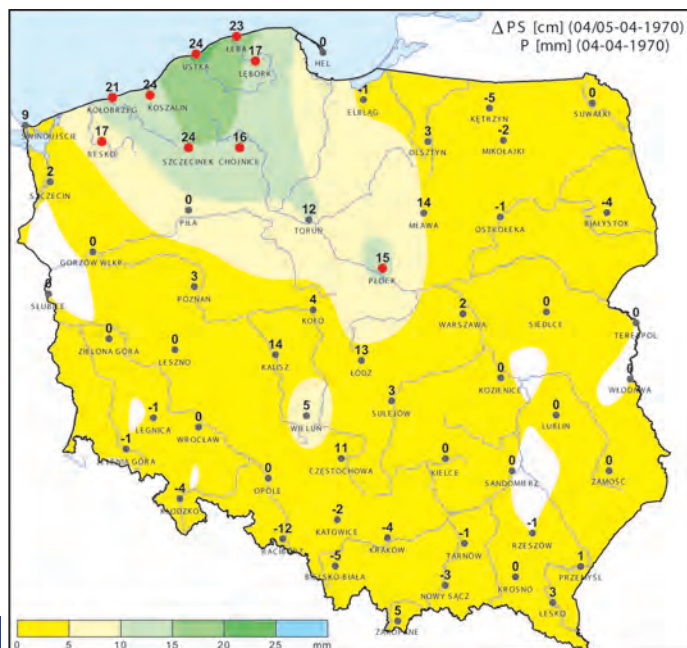
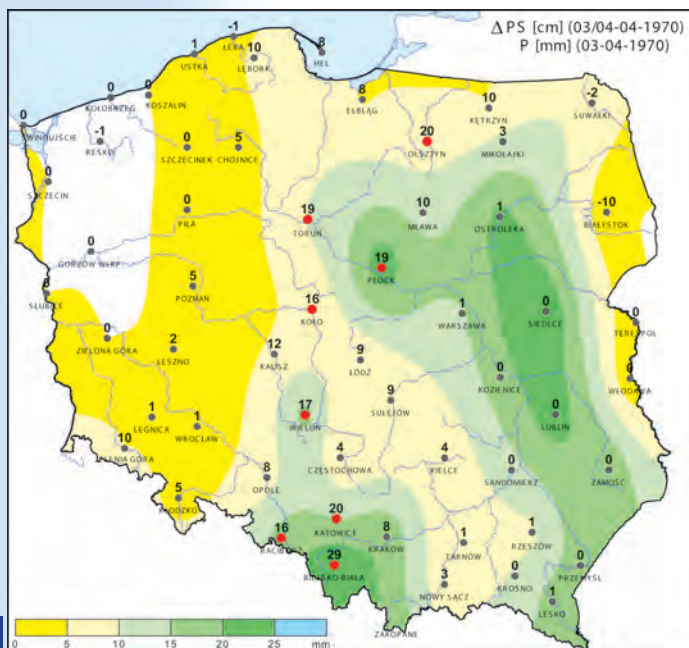
- a - snow cover growth at the particular stations on 14/15.11.1985 and precipitation totals on 14.11.1985
- b - surface chart 14.11.1985 12 UT



b

Typ cyrkulacji - Circulation type					
14-11-1985	GWL - TrM	LIT - NEa	OSK - E	TN - NEC	ZU - NEa

Pokrywa śnieżna / Snow cover



**Rycina 5.3.6**

Przyrost pokrywy śnieżnej w Polsce 3/4 i 4/5 kwietnia 1970 oraz sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)

**a** - przyrost pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach 03/04.04.1970 i suma opadu atmosferycznego 03.04.1970

**b** - przyrost pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach 04/05.04.1970 i suma opadu atmosferycznego 04.04.1970

**c** - mapa dolna 04.04.1970 00 UT

**d** - mapa dolna 04.04.1970 12 UT

**Figure 5.3.6**

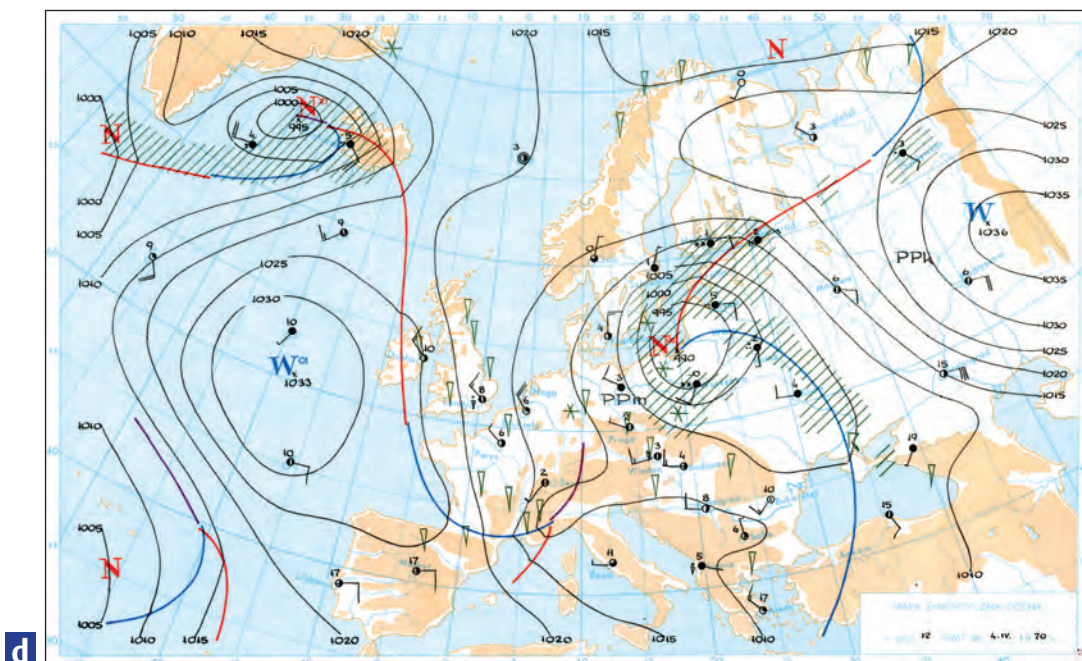
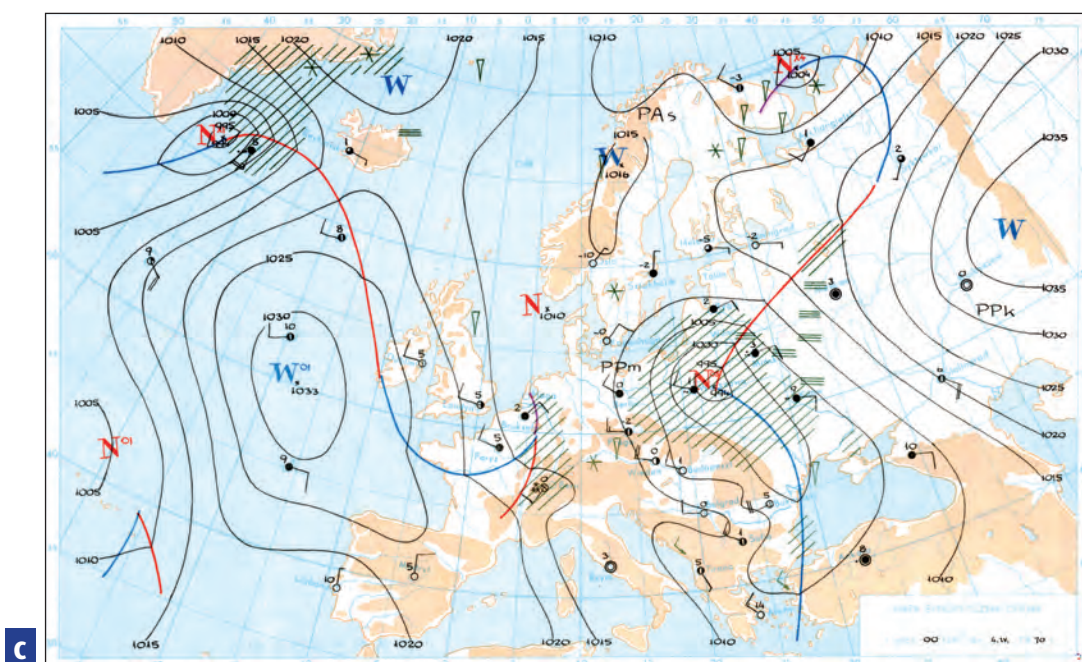
Snow cover growth in Poland on 3/4 and 4/5 April 1970 and synoptic situation over Europe (according to A)

**a** - snow cover growth at the particular stations on 03/04.04.1970 and precipitation totals on 03.04.1970

**b** - snow cover growth at the particular stations on 04/05.04.1970 and precipitation totals on 04.04.1970

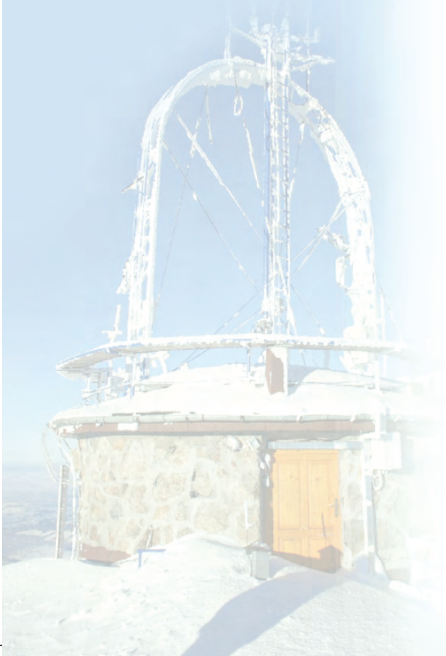
**c** - surface chart 04.04.1970 00 UT

**d** - surface chart 04.04.1970 12 UT



**Typ cyrkulacji - Circulation type**

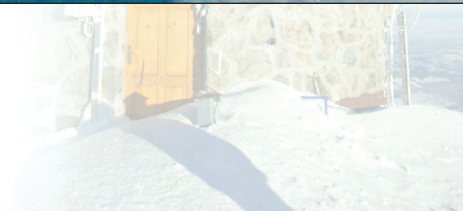
03-04-1970	GWL - TrM	LIT - Nc	OSK - CB	TN - NEC	ZU - NEC
04-04-1970	GWL - TrM	LIT - NEC	OSK - E0	TN - NWc	ZU - Wc



Data Date	Liczebność stacji Station percentage %	Typ cyrkulacji (- 1 dzień) Circulation type (- 1 day)				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
13-10-1973	16	Wz	No	E2C	NEc	NEa
13-10-2002	21	HNFa	Ea	F	SEc	SEc
19-10-1992	7	TrM	Oc	x	NEc	Nc
22-10-1972	5	Nz	Nc	E0	Bc	Bc
22-10-2003	13	HNz	NEc	E0	Cc	Ec
24-10-1997	11	HNa	Nc	CB	Wc	Wc
25-10-1991	5	HB	NEo	E2C	NWa	NWa
30-10-1966	7	NEa	NEo	E0	NEc	Ea
30-10-1979	34	SEz	SEo	E	SEc	SEc
31-10-1974	18	TM	NEc	F	Cc	Bc
31-10-1988	26	NWa	Na	E	NWa	Ba
02-11-1956	16	HNa	Na	E2C	Ea	Wa
02-11-2006	42	Nz	Nc	E2C	Wc	NWc
03-11-1980	9	HFa	SEa	E	Ea	Ea
03-11-1995	7	Nz	Nc	E0	NWc	Nc
07-11-1968	6	HNFz	NEa	E	SEc	Ea
07-11-1970	15	Nz	Nc	E0	NWc	NWc
07-11-1981	18	Na	NEo	CB	NWc	NWa
08-11-1952	9	Nz	Nc	CB	Wc	SWc
09-11-1998	5	Wa	Oa	E2C	Ka	Wa
10-11-1993	7	TM	SEo	x	Bc	Ba
11-11-1962	27	HFz	SEa	E	Ec	Ec
11-11-1971	15	TrM	No	CB	Sc	Ec
11-11-1999	7	TrM	NEa	E2C	SEa	SEa

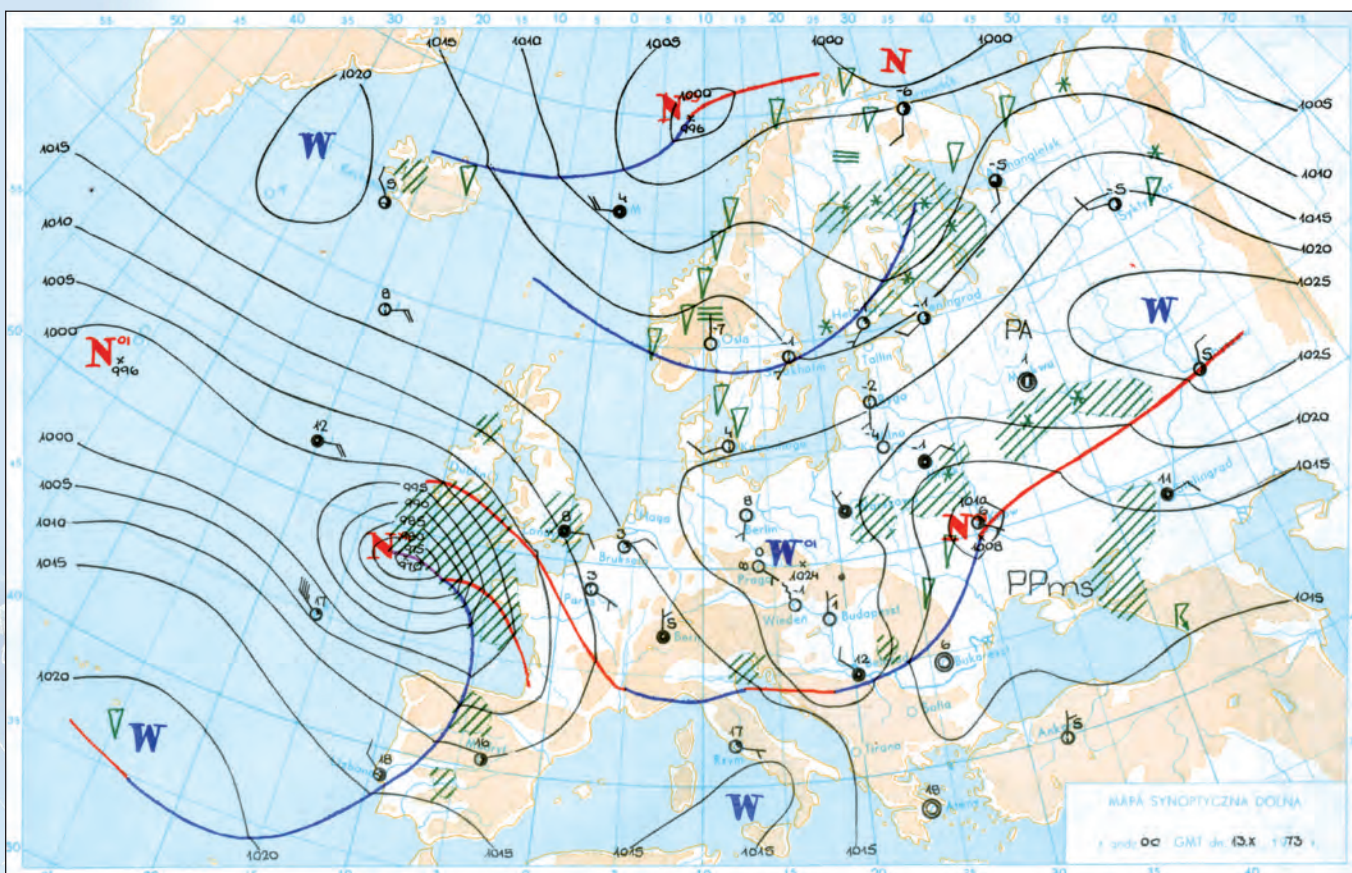
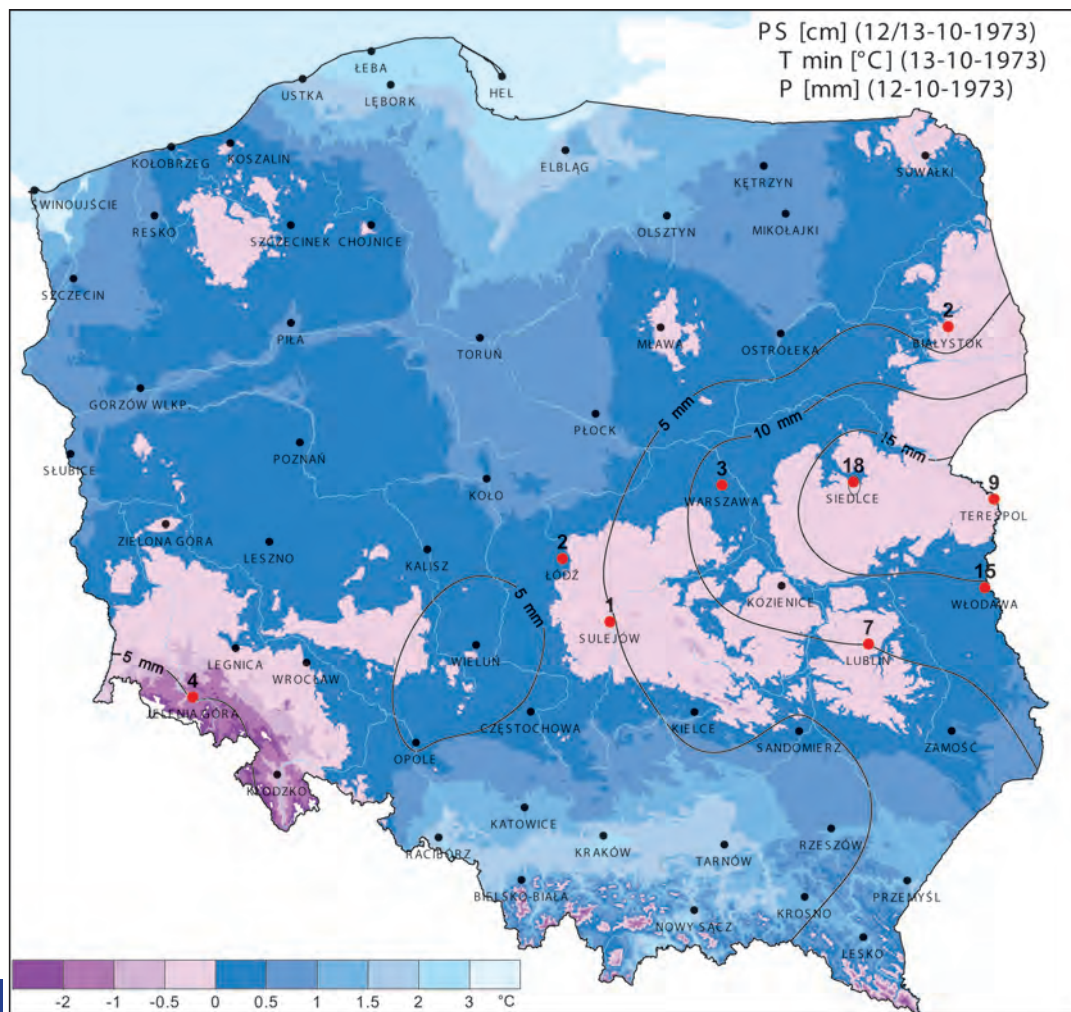
**Tabela 5.3.2**  
Dni z najwcześniejszą  
pokrywą śnieżną na  
co najmniej 5% stacji  
i towarzyszące im  
typy cyrkulacji w dniu  
poprzedzającym (nie  
uwzględniono stacji  
powyżej 500 m n.p.m.)

**Table 5.3.2**  
Days with the earliest snow  
cover at least at 5% stations  
and associated circulation  
types on the previous day  
(stations above 500 m a.s.l.  
excluded)



**Rycina 5.3.7**  
Przyrost pokrywy śnieżnej w Polsce 12/13 października 1973 oraz sytuacja synoptyczna nad Europą (według A)  
a – przyrost pokrywy śnieżnej na poszczególnych stacjach 12/13.10.1973, suma opadu atmosferycznego 12.10.1973 i temperatura minimalna 13.10.1973  
b – mapa dolna 13.10.1973 00 UT

**Figure 5.3.7**  
Snow cover growth in Poland on 12/13 October 1973 and synoptic situation over Europe (according to A)  
a – snow cover growth at the particular stations on 12/13.10.1973, precipitation totals on 12.10.1973 and minimum air temperature on 13.10.1973  
b – surface chart 13.10.1973 00 UT



Typ cyrkulacji - Circulation type					
12-10-1973	GWL - Wz	LIT - No	OSK - E2C	TN - Nec	ZU - NEa
13-10-1973	GWL - Ws	LIT - Sa	OSK - E1	TN - Ca	ZU - Sa

## 5.4. Burze

Burza według *Słownika meteorologicznego* (2003) jest zjawiskiem atmosferycznym z grupy elektrometeorów w postaci wyładowań atmosferycznych związanym z występowaniem chmur cumulonimbus. Choć definicja ta brzmi dość enigmatycznie, to jednak według powszechnie panującej opinii burza jest jednym z najbardziej gwałtownych i groźnych zjawisk meteorologicznych. Mimo, że zdecydowana większość burz nie wyrządza znaczących szkód materialnych, to przez niektórych bywa uważana za ekstremalne zjawisko w atmosferze. Dlatego też zjawisko to było szeroko analizowane przez wielu badaczy zarówno na świecie, jak i w Polsce. Nie sposób nie wymienić tu choćby takich autorów, jak Doswell i in. (2001) oraz Rakov i Uman (2003). W Polsce burzami w aspekcie czasowym i przestrzennym w ostatnich latach zajmowali się Bąkowski i Bielec-Bąkowska (2005), Bielec-Bąkowska (2002, 2003), Kolendowicz (2006, 2007). Dzięki pracom zwłaszcza dwóch ostatnich autorów przyczyny synoptyczne występowania burz w Polsce zostały stosunkowo dobrze opisane i wyjaśnione.

Analizą objęto cały okres obserwacyjny 1951-2006. Rozpatrywano liczbę stacji, na których w ciągu danej doby zanotowano wystąpienie burzy na stacji oraz tzw. burzy odległej. W rezultacie badano liczbę dni z burzą, a nie liczbę burz, które jak wiadomo mogą się pojawić kilkakrotnie w ciągu jednej doby. Z całego wielolecia otrzymano pokazaną liczbę dni z wystąpieniem burzy na wielu stacjach. Za ekstremalne przypadki uznano te dni, w których burza jednocześnie była zarejestrowana na co najmniej 80% stacji, co oznacza, że wystąpiła na około 50 stacjach. Jak wynika z tabeli 5.4.1, w zdecydowanej większości tych ekstremalnych przypadków burzę stwierdzono przy wystąpieniu nad Polską bruzdy cyklonalnej. Z wyjątkiem kilku dni zawsze – według wszystkich klasyfikacji typów cyrkulacji – dominowały typy niżowe.

W całym rozpatrywanym wieloleciu wystąpiły 3 dni, w których burzę zanotowano na co najmniej 90% stacji. Najwięcej, bo 95%, stacji odnotowało burzę 6 czerwca 1982 (ryc. 5.4.1). Jak widać, w dniu tym burze wystąpiły praktycznie w całej Polsce. Były związane ze słabą zatoką niżową z chłodnym frontem atmosferycznym. Jednocześnie nad Europą Środkową zalegała ciepła masa powietrza o temperaturze sięgającej 30°C. W takiej sytuacji synoptycznej atmosfera była bardzo niestabilna i rozwijała się silna konwekcja. Obliczony na podstawie pomiarów sondażu aerologicznego z Legionowa (z godziny 12 UT) wskaźnik niestabilności atmosfery CAPE (Convective Available Potential Energy), zalecany między innymi do oceny możliwości wystąpienia burz (Bąkowski 2005, Bielec-Bąkowska, Bąkowski 2006), sięgał około 1000 J/kg, co jednak nie było ekstremalną wartością.

Inna sytuacja synoptyczna towarzyszyła występowaniu burz 20 czerwca 1968 (ryc. 5.4.2). Przez Polskę przebiegał stacjonarny front oddzielający bardzo ciepłe powietrze polarne kontynentalne zalegające na wschodzie od masy powietrza polarnego morskiego napływającego nad zachodnią część

## 5.4. Thunderstorms

According to the *Meteorological Dictionary* (*Słownik meteorologiczny* 2003), storms are an atmospheric phenomenon of the electrometeor type in the form of atmospheric releases of energy associated with cumulonimbus clouds. While this definition may seem quite enigmatic and reassuring, a storm is normally considered to be a rather violent and dangerous meteorological phenomenon. While most thunderstorms do not inflict major damage, some do consider them to be extreme phenomena. This issue has been debated by many researchers both in Poland and worldwide. Certain researchers must be mentioned in the context of thunderstorm research; they include Doswell et al. (2001) as well as Rakov, Uman (2003); and in Poland: Bąkowski, Bielec-Bąkowska (2005), Bielec-Bąkowska (2002, 2003), Kolendowicz (2006, 2007). The latter two have made key contributions to research dealing with the synoptic causes of thunderstorms in Poland.

The entire 1951-2006 time period has been analyzed. The first research goal was to identify the number of stations that had recorded a thunderstorm or a so-called distant storm during each 24-hour period of interest. This resulted in a counting of days with thunderstorms and not the number of thunderstorms themselves, which may occur several times per day. Many meteorological stations were found to have recorded a significant number of days with thunderstorms. Extreme cases were defined as those where thunderstorms had been recorded at at least 80% of stations – this would be 50 stations. Table 5.4.1 indicates that the vast majority of such cases occurred along with the occurrence of a cyclonic trough over Poland. With the exception of several days, low pressure systems dominated the skies during extreme thunderstorm events. This was true with respect to every type of classification system.

Throughout the entire time period considered, there were only three days when thunderstorms were observed by at least 90% of stations. On June 6, 1982, a thunderstorm was recorded by 95% of stations (Fig. 5.4.1). On this particular day, thunderstorms were observed throughout Poland and were associated with a weak low pressure system with a cool atmospheric front. At the same time, a warm air mass with temperatures reaching 30°C was hovering over Central Europe. The synoptic situation was very unstable and subject to strong convection. The atmospheric instability index “CAPE” (Convective Available Potential Energy) calculated using aerological data from Legionowo (12.00 UT) reached almost 1,000 J/kg. The index can be used to estimate the probability of thunderstorms (Bąkowski 2005, Bielec-Bąkowska, Bąkowski 2006).

Another synoptic situation was associated with thunderstorms on June 20, 1968 (Fig. 5.4.2). A stationary front was stretched across Poland, separating a very warm continental polar air mass in the east and maritime polar air flowing in from the west. Yet another synoptic situation was recorded on May 13, 2003 (Fig. 5.4.3). A large low pressure system was located over northwestern Europe, pulling in air over Central Europe from the southwest. This system was highly visible in the

kraju. Jeszcze inna sytuacja synoptyczna wystąpiła 13 maja 2003 (ryc. 5.4.3). Nad północno-zachodnią Europą znajdował się rozległy niż baryczny, który szczególnie dobrze widoczny był w środkowej troposferze na mapie 500 hPa. Powodował on nad Europą Środkową sptyw powietrza z SW. W dolnej troposferze nad Polską sytuacja synoptyczna była bardziej skomplikowana. Ciśnienie było obniżone, a od południa oddziaływał system frontów związany z niewielkim układem niżowym z centrum nad Słowenią i Węgrami. Zaznaczyła się słaba adwekcja powietrza z SW, która wpłynęła na rozwój burz nad Polską, których apogeum wystąpiło późnym wieczorem. Na zdjęciach satelitarnych są widoczne potężne komórki wypiętrzonych chmur obejmujących znaczną część kraju. Ta sytuacja synoptyczna była zresztą przyczyną występowania silnych burz w całej Europie Środkowej, co ilustruje rycina 5.4.3g. W tym samym roku 22 lipca zarejestrowano też drugi dzień z ekstremalnie dużą liczbą burz (ryc. 5.4.4). Na górnym poziomie 500 hPa sytuacja baryczna była podobna do tej z 13 maja, która powodowała sptyw powietrza nad Polskę z SW. Do Polski sięgał z południa klin ciepłego powietrza. Jednocześnie prawie przez całą Europę, w tym Europę Środkową, przebiegał południkowo pofalowany front chłodny lub quasi-stacjonarny blokowany układem wyżowym na wschodzie. Był on bezpośrednią przyczyną wystąpienia licznych burz w Polsce i całym regionie.

Ze względu na zainteresowanie zjawiskiem burzy w ziemi postanowiono również zwrócić uwagę na ten elektrometeor o tej właśnie porze roku (przyjętej tutaj jako okres od grudnia do lutego). Występowanie burz w porze zimowej przez wielu jest bowiem postrzegane jako zjawisko wyjątkowe, świadczące też niekiedy o postępujących zmianach klimatu i zwiększeniu wszystkich meteorologicznych zjawisk ekstremalnych.

Oczywiście częstość występowania burz zimą jest znacznie mniejsza niż latem. Inne też są typy cyrkulacji, które towarzyszą ich występowaniu. Jak to wynika z tabeli 5.4.2, burze zimowe zdarzają się przy typach cyklonalnych z wyraźną adwekcją powietrza z całego sektora zachodniego. Prawdopodobnie tę zgodnie potwierdzają wszystkie uwzględnione kalendarze typów cyrkulacji.

Ze wszystkich przypadków burz zimowych najwięcej ich wystąpiło 26 lutego 1990 (ryc. 5.4.5). Były związane z silną adwekcją powietrza z zachodu uwarunkowaną bardzo głębokim niżem z centrum nad południową Skandynawią i związanym z nim systemem frontów, zwłaszcza frontem chłodnym. Bardzo podobna była też sytuacja synoptyczna nad Europą Środkową 18 stycznia 1983 (ryc. 5.4.6), 24 grudnia 1988 (ryc. 5.4.7) oraz 27 lutego 2002 (ryc. 5.4.8). We wszystkich wymienionych przypadkach atmosfera miała bardzo dużą dynamikę objawiającą się niezwykle silną adwekcją z zachodu. Była ona również widoczna we wszystkich przypadkach w środkowej atmosferze. Przykładem jest rycina 5.4.8b.

middle troposphere on a 500 hPa map. The synoptic situation in the lower troposphere over Poland was more complicated. The pressure was lower than usual, with a southerly front system associated with a small low pressure system centered on Slovenia and Hungary.

Weak advection of air from the southwest was helping to develop storms over Poland, storms that reached their maximum power late in the evening. Satellite images show powerful cells of vertically developed clouds over most of the country. This synoptic situation was responsible for powerful thunderstorms across Central Europe, as illustrated in Fig. 5.4.3g. On July 22 of the same year, a second day of a record number of thunderstorms was noted (Fig. 5.4.4). At the higher level of 500 hPa, the baric situation was similar to that in the previous case. Air was being pulled in over Poland from the southwest. A wedge of warm air was drifting towards Poland from the south. At the same time, a wave-type or quasi-stationary cool front was stretching along lines of longitude across most of Europe (including Central Europe) but was being blocked by a high pressure system in the east. This front was directly responsible for numerous thunderstorms in Poland and its immediate vicinity.

Given the amount of interest in the phenomenon of thunderstorms, it was decided to analyze this particular electrometeor during this time of the year (December to February). Many consider the occurrence of thunderstorms in the winter season to be an unusual phenomenon that may speak of climate change and a generally increased magnitude of all extreme meteorological phenomena.

Of course, the number of thunderstorms during the winter is much smaller than during the summer. They are also associated with different types of circulation. Table 5.4.2 shows that winter thunderstorms are associated with cyclonic circulation types with advection of air from the west. This is confirmed by all the circulation type calendars employed in this work.

The largest number of winter thunderstorms was recorded on Feb. 26, 1990 (Fig. 5.4.5). The storms were associated with strong advection of air from the west driven by a very deep low pressure system centered over southern Scandinavia and its system of fronts, especially its cool front. Very similar synoptic situations were also observed over Central Europe on Jan. 18, 1983 (Fig. 5.4.6), Dec. 24, 1988 (Fig. 5.4.7), and Feb. 27, 2002 (Fig. 5.4.8). All three cases were characterized by a highly dynamic atmosphere featuring unusually strong advection of air from the west. This particular situation was also clearly visible in the middle atmosphere in all three cases. Figure 5.4.8b illustrates this situation.

Data Date	Liczba stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
06-06-1982	95	HNa	Nc	E0	Wc	Wc
20-06-1968	91	Ww	SWc	B	SWc	Bc
13-05-2003	90	BM	Sc	CB	Bc	Bc
10-06-1961	89	Ws	Wc	C2D	x	Ba
25-07-1981	89	NWz	Oo	B	Bc	NWc
12-07-1987	88	BM	NWc	CB	Wc	Wc
24-06-1991	88	Ww	Oo	C2D	x	Ba
22-07-2003	88	BM	Sa	E1	Bc	Bc
09-06-1960	86	Wz	SWc	A	SWa	SWc
13-07-1984	86	TrW	Wa	D	Bc	Ba
19-07-1959	84	NEa	Ea	E	Ec	Ea
19-06-1964	84	TrW	SEc	x	Bc	Bc
10-06-1970	84	U	Sc	F	Sc	Bc
02-08-1972	84	Nz	Sc	B	Bc	Bc
04-08-1973	84	Wz	SWo	E1	Bc	Ba
20-08-1973	84	HNa	NWc	CB	Bc	Ba
15-06-1987	84	TrW	SEc	F	SWc	SEc
14-06-1997	84	Wz	Wc	CB	Bc	Bc
27-08-2001	83	HB	Nc	CB	Bc	Bc
22-06-1975	82	NEz	NEa	E	Ec	Ea
16-07-1995	82	Wa	Sc	x	Bc	Wc
05-08-1962	80	SWz	SWc	x	Bc	Bc
08-07-1973	80	Ww	Eo	E	Bc	NWc
13-07-1973	80	TrM	Oc	E	Bc	Bc
06-07-1974	80	Wz	Wc	CB	Wc	Wc
15-06-1980	80	Wz	Sc	E1	Bc	Bc
15-05-1985	80	HNz	Nc	F	Bc	NEc
21-07-1985	80	Wz	Wa	A	NWc	Na

**Tabela 5.4.1**  
Dni z burzami, które wystąpiły  
na co najmniej 80% stacji  
i towarzyszące im typy cyrkulacji

**Table 5.4.1**  
Days with thunderstorms occurred  
at least at 80% stations and the  
associated circulation types

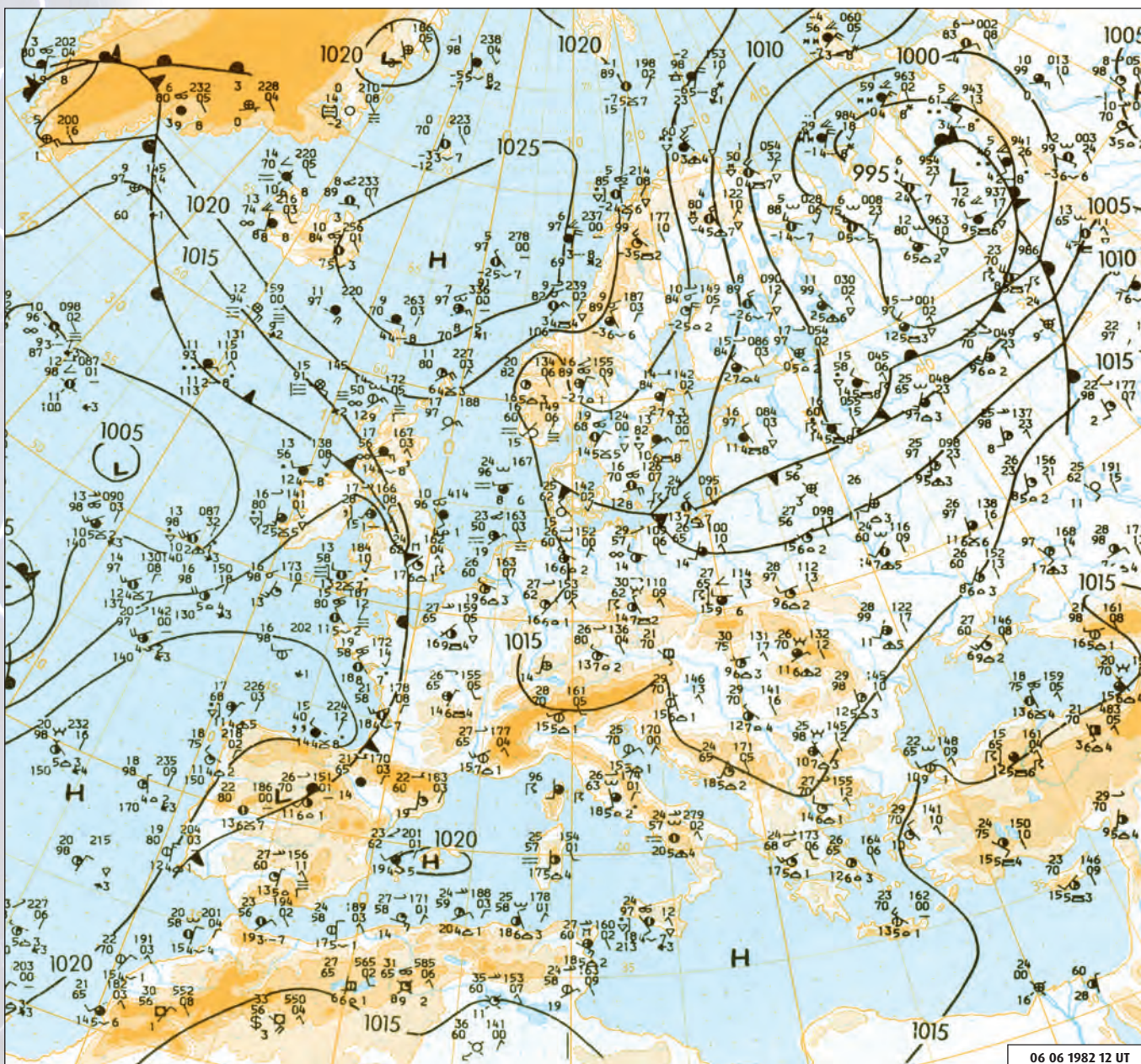
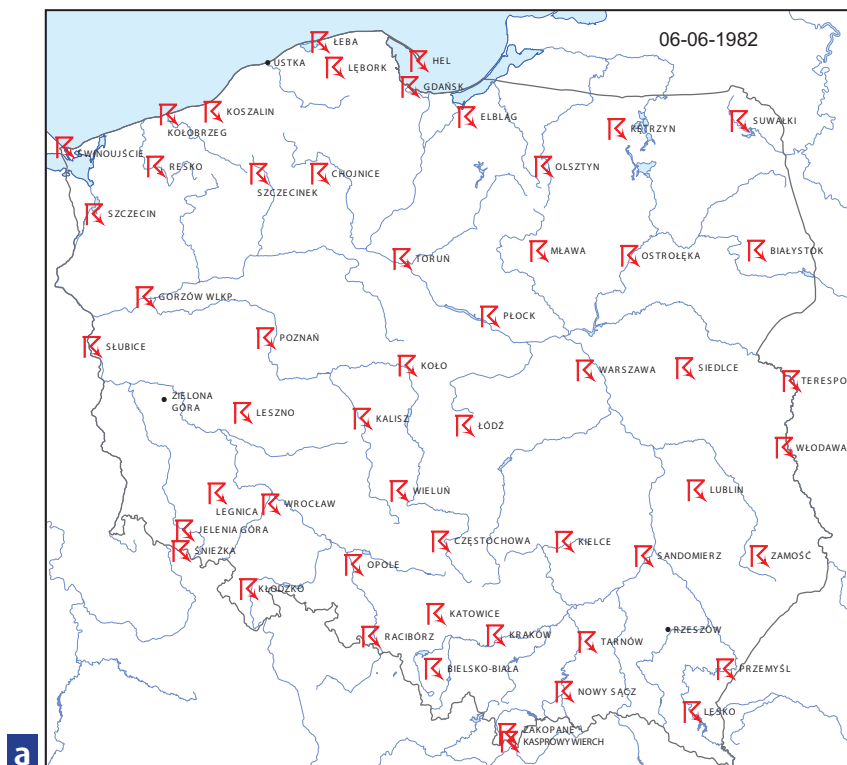


**Rycina 5.4.1**

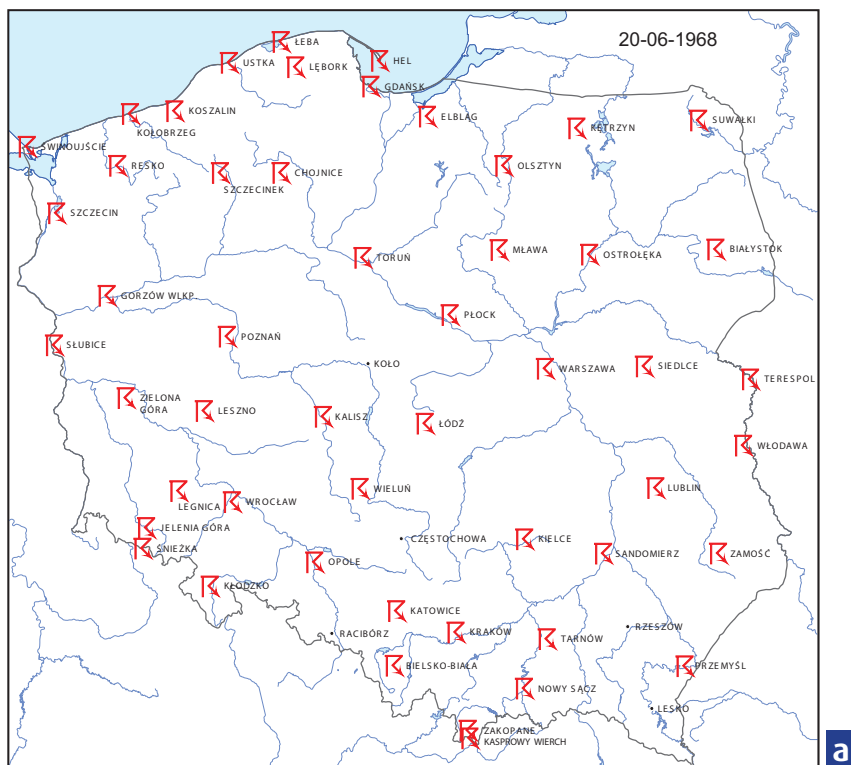
**a** – Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 6 czerwca 1982  
**b** – Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 6 czerwca 1982 12 UT (według B)

**Figure 5.4.1**

**a** – Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 6 June 1982  
**b** – Synoptic situation over Europe (surface chart) on 6 June 1982 12 UT (according to B)



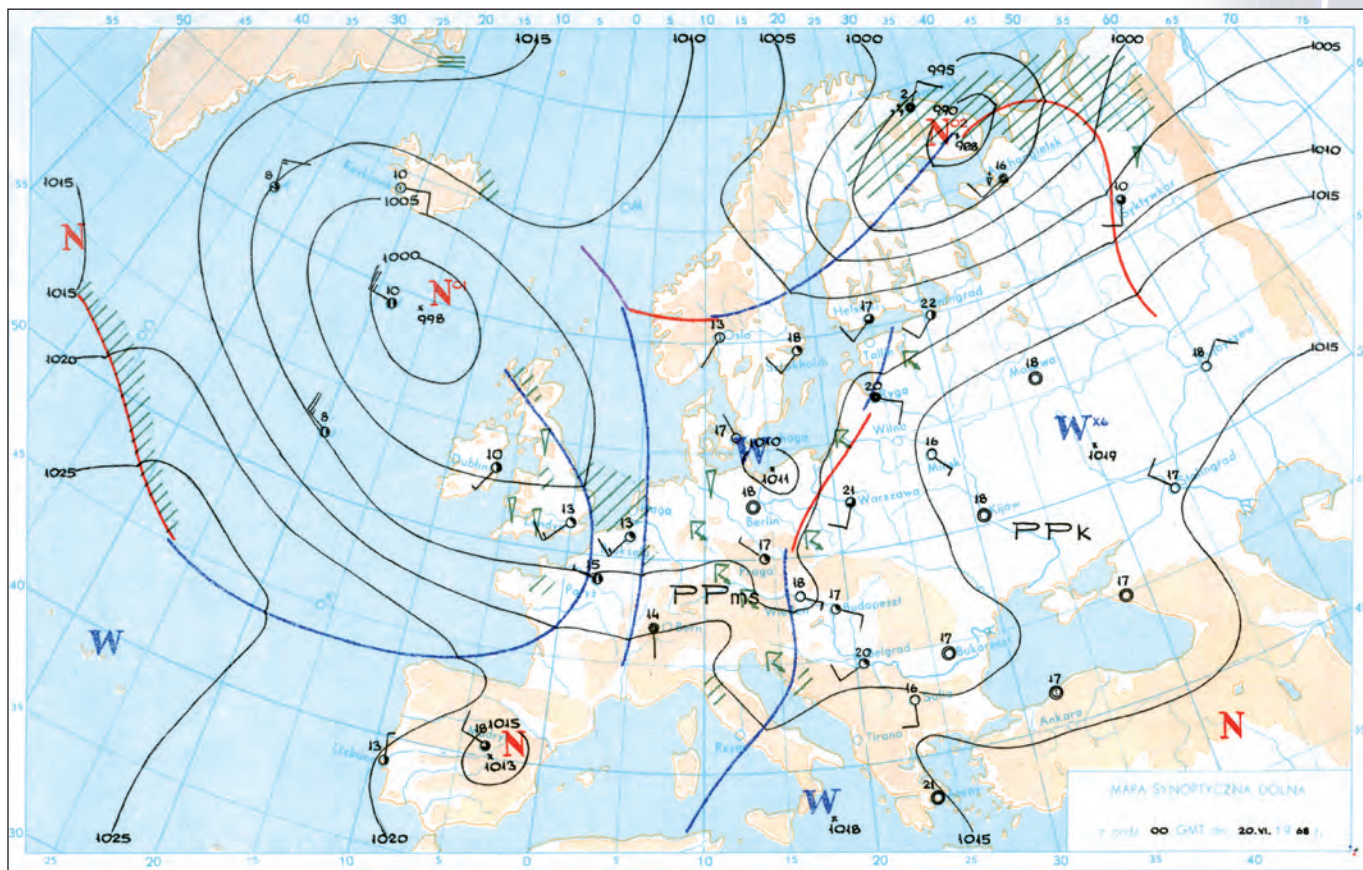
Typ cyrkulacji - Circulation type					
06-06-1982	GWL - HNa	LIT - Nc	OSK - E0	TN - Wc	ZU - Wc



**a**

**Rycina 5.4.2**  
**a** - Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 20 czerwca 1968  
**b** - Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 20 czerwca 1968 00 UT (według A)

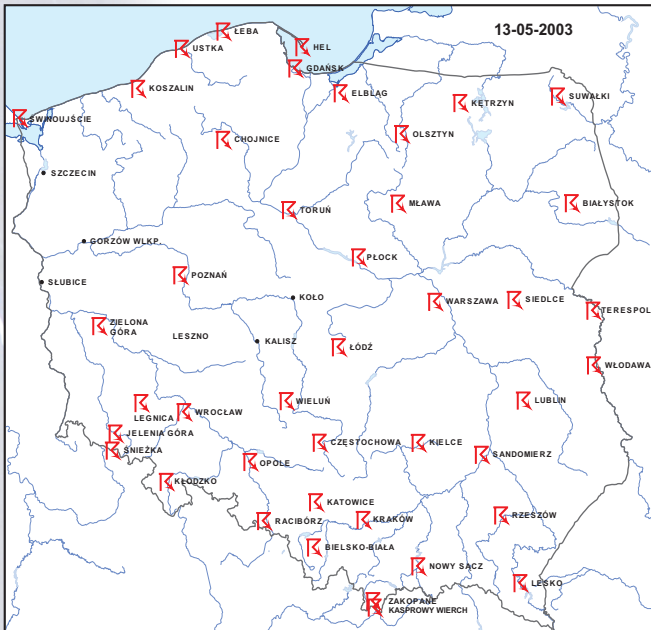
**Figure 5.4.2**  
**a** - Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 20 June 1968  
**b** - Synoptic situation over Europe (surface chart) on 20 June 1968 00 UT (according to A)



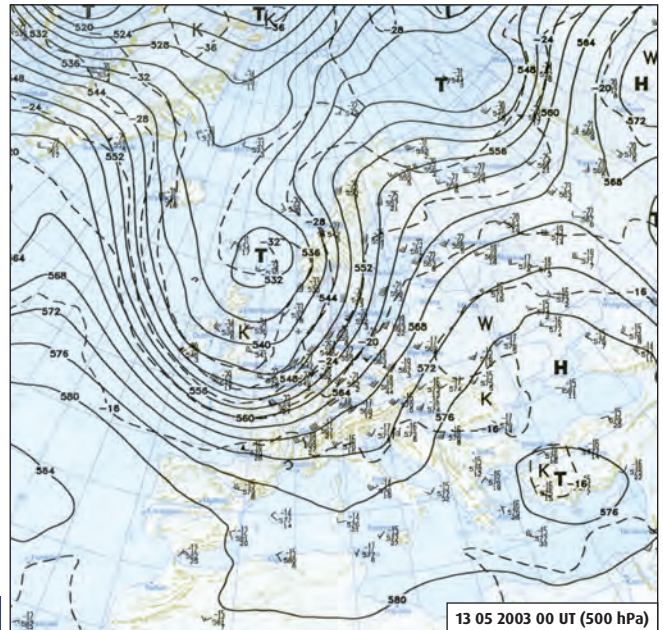
**b**

Typ cyrkulacji - Circulation type					
19-06-1968	GWL - Ww	LIT - SWo	OSK - x	TN - Ka	ZU - Bc
20-06-1968	GWL - Ww	LIT - SWc	OSK - B	TN - SWc	ZU - Bc





**a**



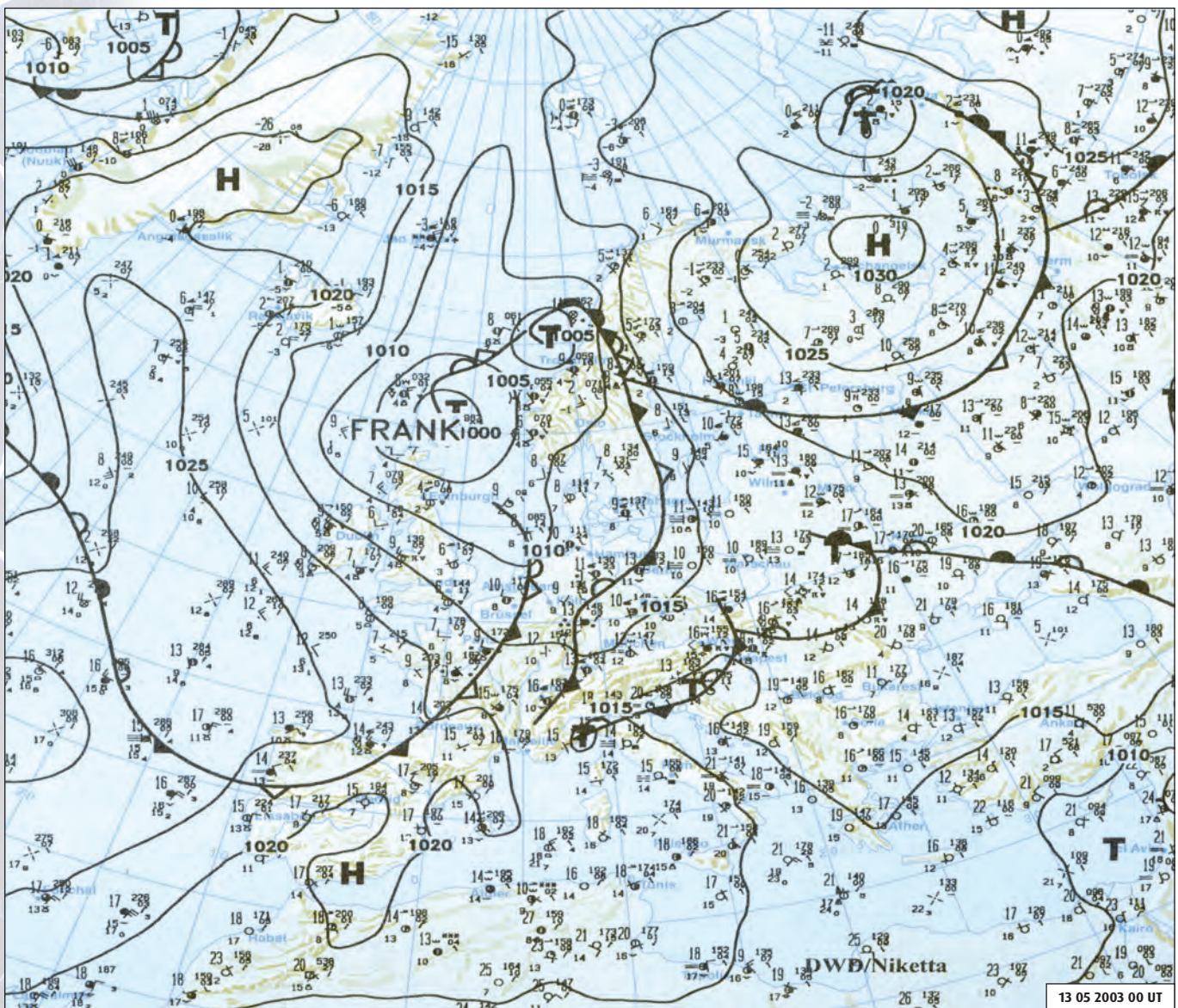
**c**

**Rycina 5.4.3**

- a** - Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 13 maja 2003
- b** - Sytuacja synoptyczna (mapa dolna) nad Europą 13 maja 2003 00 UT (według C)
- c** - Sytuacja synoptyczna (mapa 500 hPa) nad Europą 13 maja 2003 00 UT (według C)

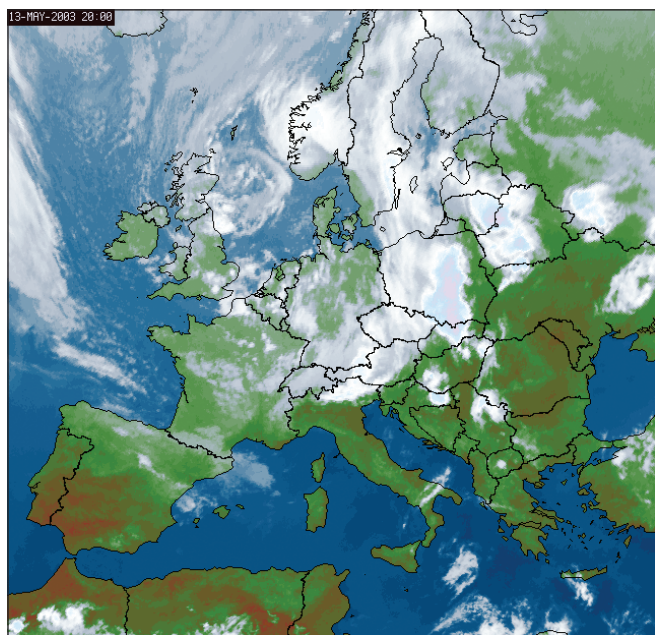
**Figure 5.4.3**

- a** - Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 13 May 2003
- b** - Synoptic situation (surface chart) over Europe on 13 May 2003 00 UT (according to C)
- c** - Synoptic situation (500 hPa chart) over Europe on 13 May 2003 00 UT (according to C)

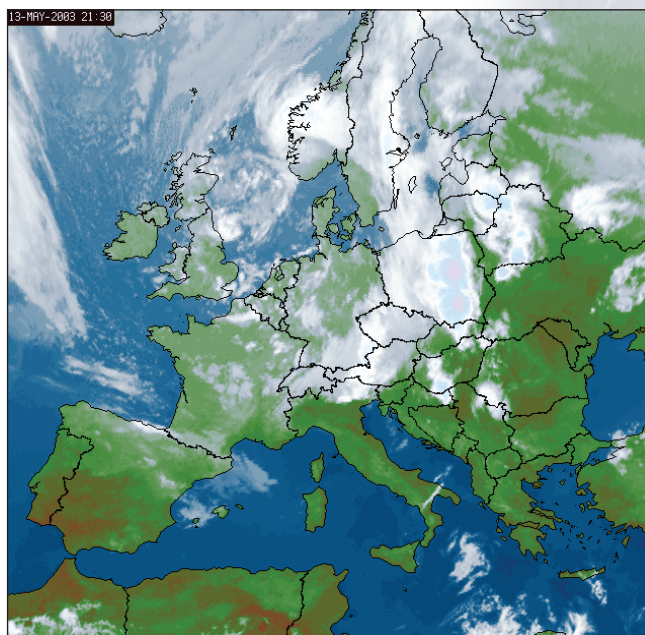


**b**

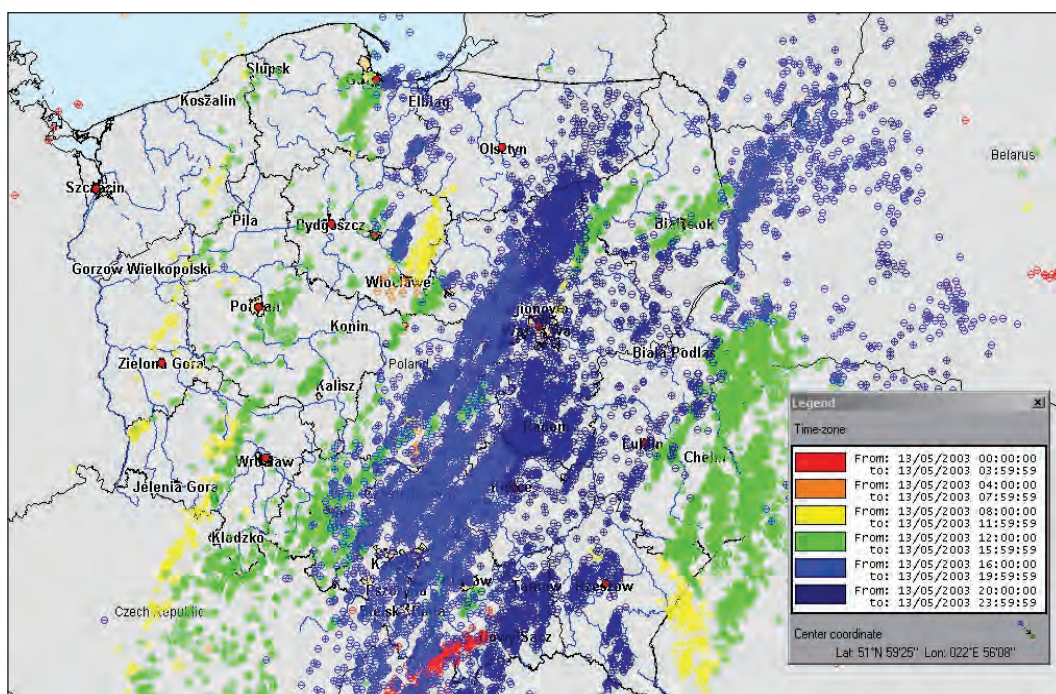
Typ cyrkulacji - Circulation type					
12-05-2003	GWL - BM	LIT - So	OSK - BE	TN - Bc	ZU - Bc
13-05-2003	GWL - BM	LIT - Sc	OSK - CB	TN - Bc	ZU - Bc



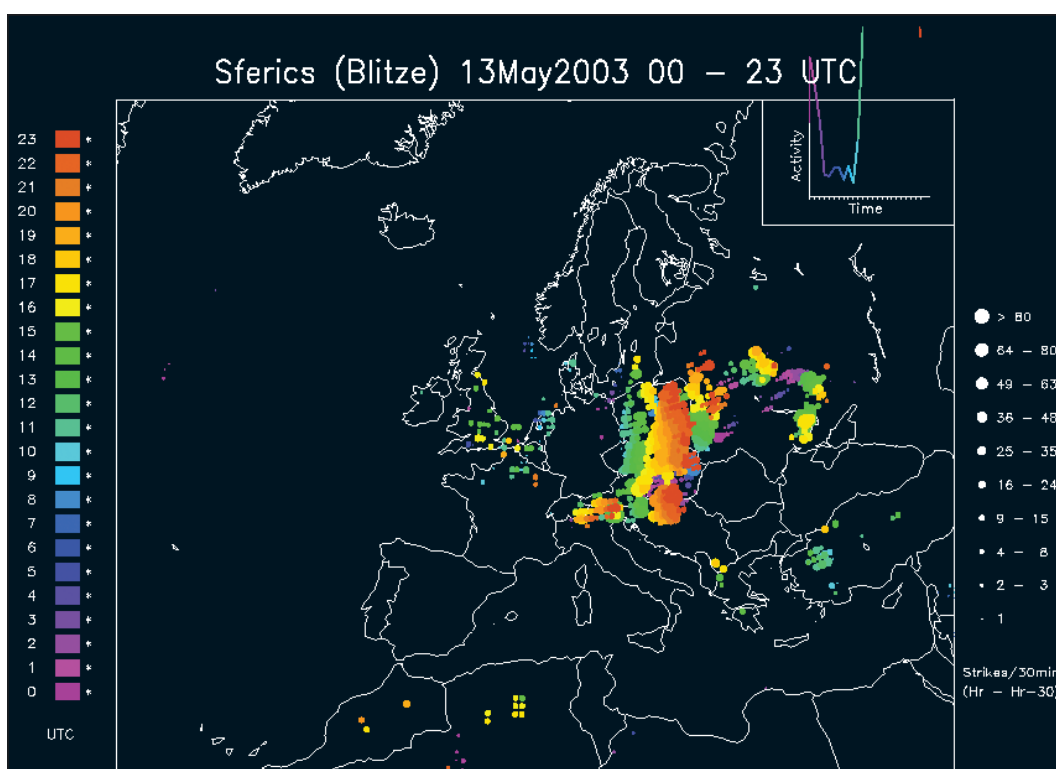
d



e



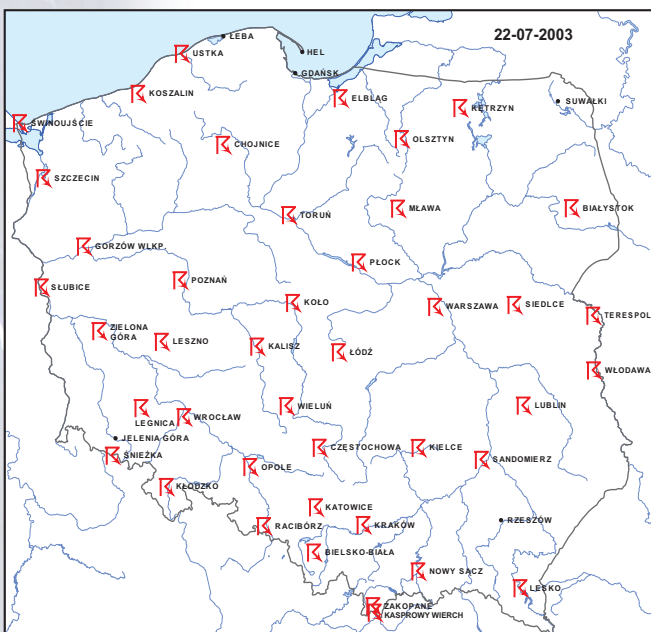
f



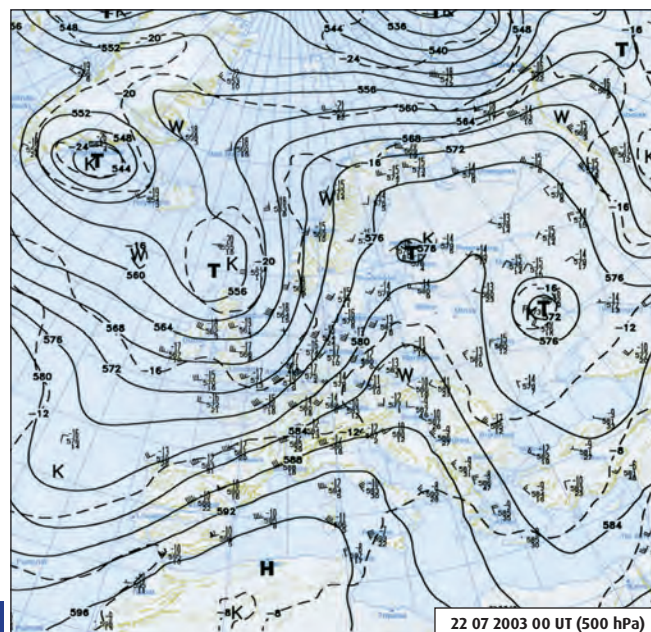
g

**Rycina 5.4.3**  
**d** – Obraz satelitalny Meteosat (kanał IR), 13.05.2003 20.00 UT  
**e** – Obraz satelitalny Meteosat (kanał IR), 13.05.2003 21.30 UT  
**f** – Mapa wyładowań atmosferycznych doziemnych w Polsce 13 maja 2003 (system PERUN, według IMGW)  
**g** – Mapa wyładowań atmosferycznych w Europie 13 maja 2003 (według Wetterzentrale Karlsruhe)

**Figure 5.4.3**  
**d** – Satellite image Meteosat (IR channel), 13.05.2003 20.00 UT  
**e** – Satellite image Meteosat (IR channel), 13.05.2003 21.30 UT  
**f** – Map of the cloud to ground discharges in Poland on 13 May 2003 (PERUN system, according to IMGW)  
**g** – Map of discharges in Europe on 13 May 2003 (according to Wetterzentrale Karlsruhe)



**a**



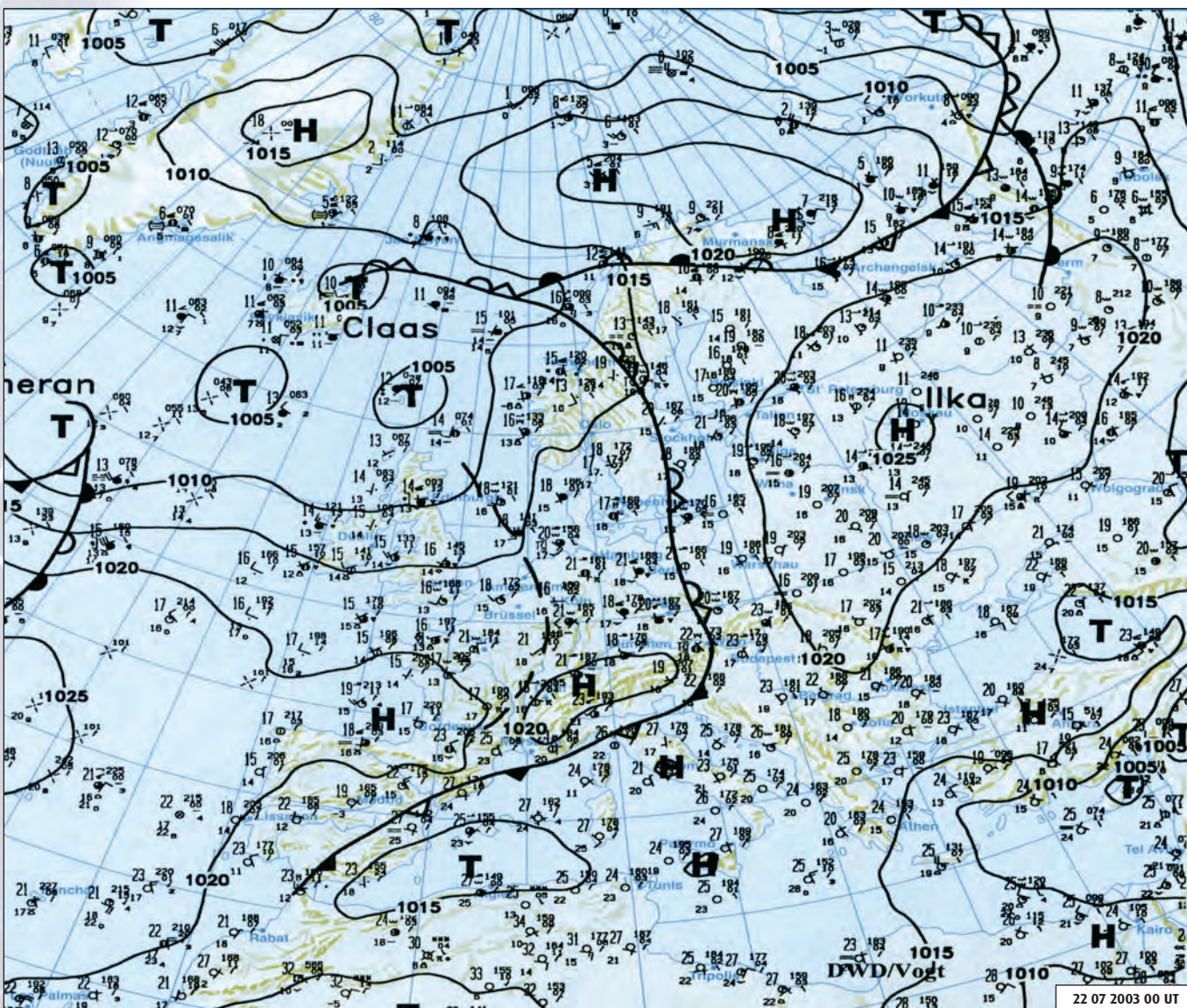
**c**

**Rycina 5.4.4**

**a** – Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 22 lipca 2003  
**b** – Sytuacja synoptyczna (mapa dolna) nad Europą 22 lipca 2003 00 UT (według C)  
**c** – Sytuacja synoptyczna (mapa 500 hPa) nad Europą 22 lipca 2003 00 UT (według C)

**Figure 5.4.4**

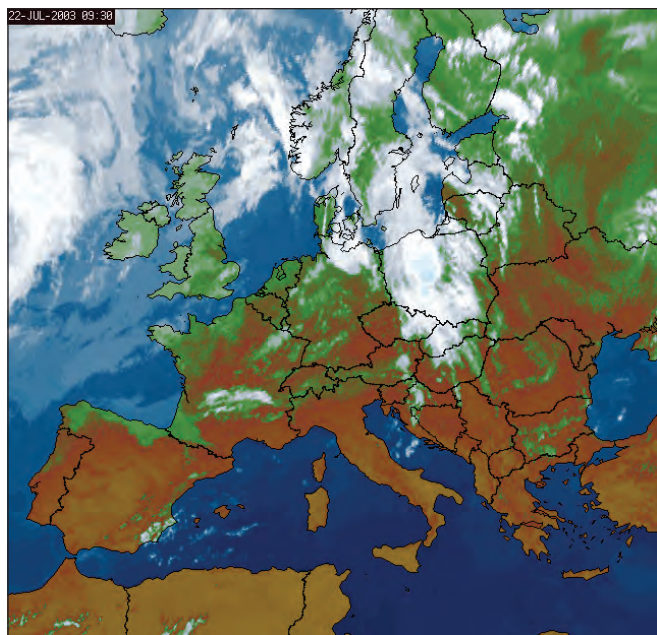
**a** – Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 22 July 2003  
**b** – Synoptic situation (surface chart) over Europe on 22 July 2003 00 UT (according to C)  
**c** – Synoptic situation (500 hPa chart) over Europe on 22 July 2003 00 UT (according to C)



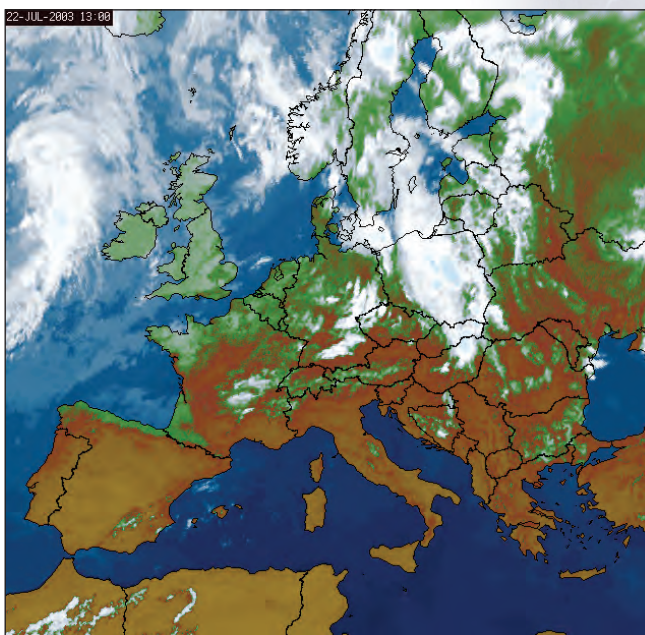
**b**

**Typ cyrkulacji - Circulation type**

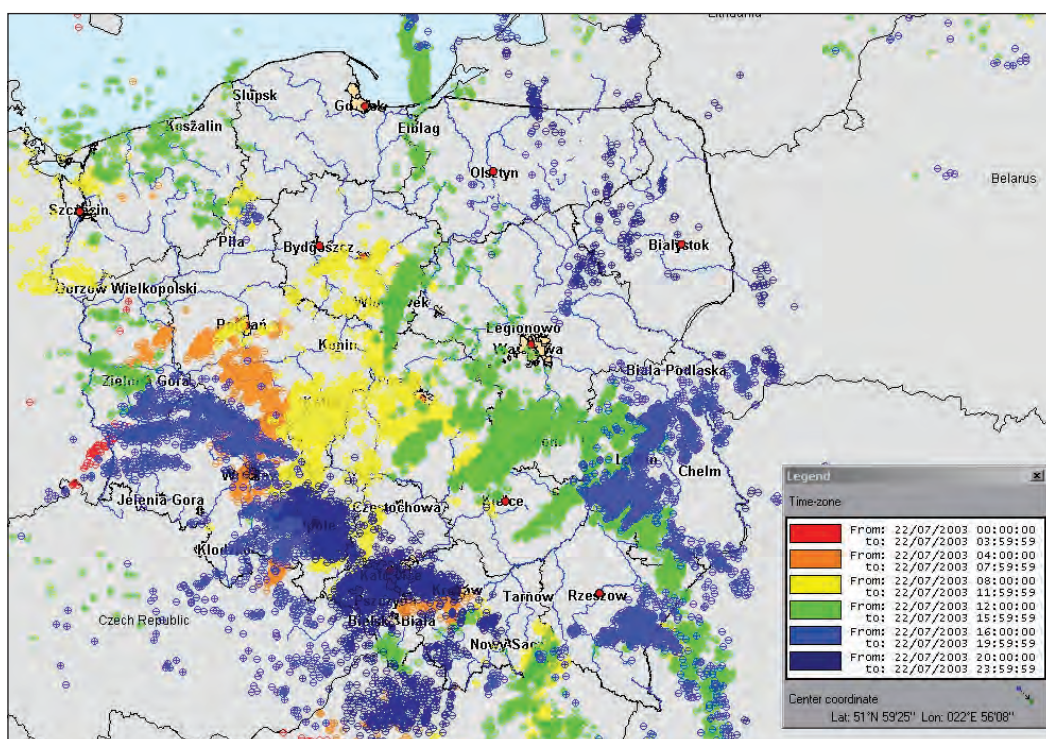
21-07-2003	GWL - TrW	LIT - Sa	OSK - E1	TN - Ka	ZU - Bc
22-07-2003	GWL - BM	LIT - Sa	OSK - E1	TN - Bc	ZU - Bc



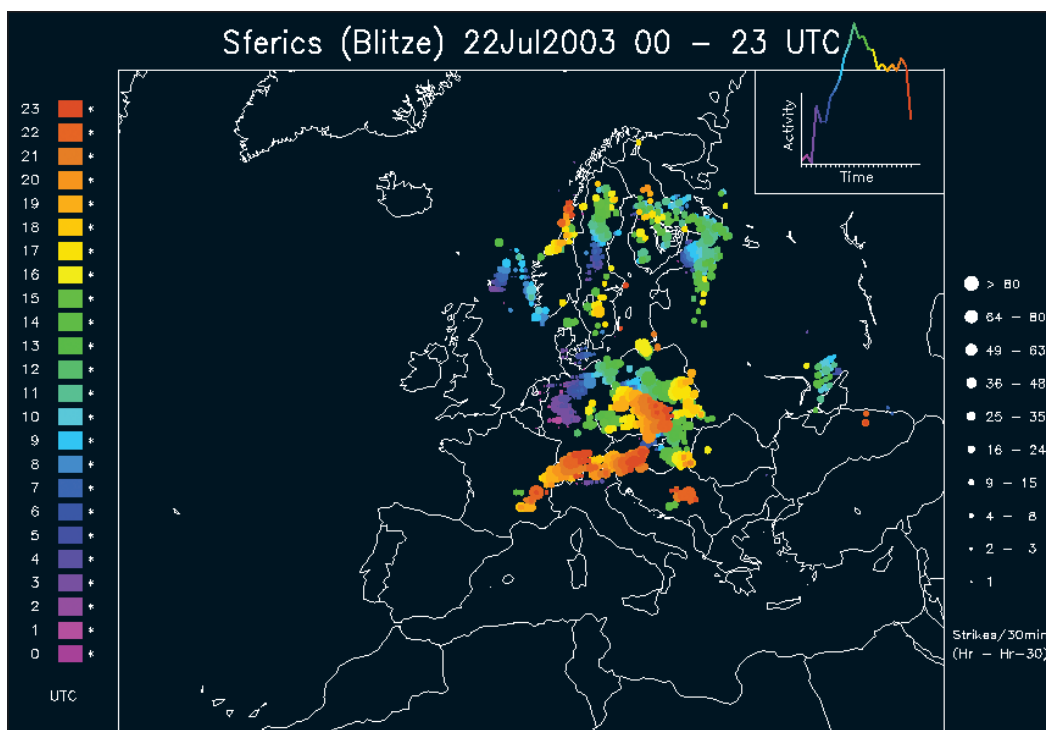
**d**



**e**



**f**



**g**

**Rycina 5.4.4**  
**d** – Obraz satelitalny Meteosat (kanał IR), 22.07.2003 09.30 UT  
**e** – Obraz satelitalny Meteosat (kanał IR), 22.07.2003 13.00 UT  
**f** – Mapa wyładowań atmosferycznych doziemnych w Polsce 22 lipca 2003 (system PERUN, według IMGW)  
**g** – Mapa wyładowań atmosferycznych w Europie 22 lipca 2003 (według Wetterzentrale Karlsruhe)

**Figure 5.4.4**  
**d** – Satellite image Meteosat (IR channel), 22.07.2003 09.30 UT  
**e** – Satellite image Meteosat (IR channel), 22.07.2003 13.00 UT  
**f** – Map of the cloud to ground discharges in Poland on 22 July 2003 (PERUN system, according to IMGW)  
**g** – Map of discharges in Europe on 22 July 2003 (according to Wetterzentrale Karlsruhe)

**Tabela 5.4.2**

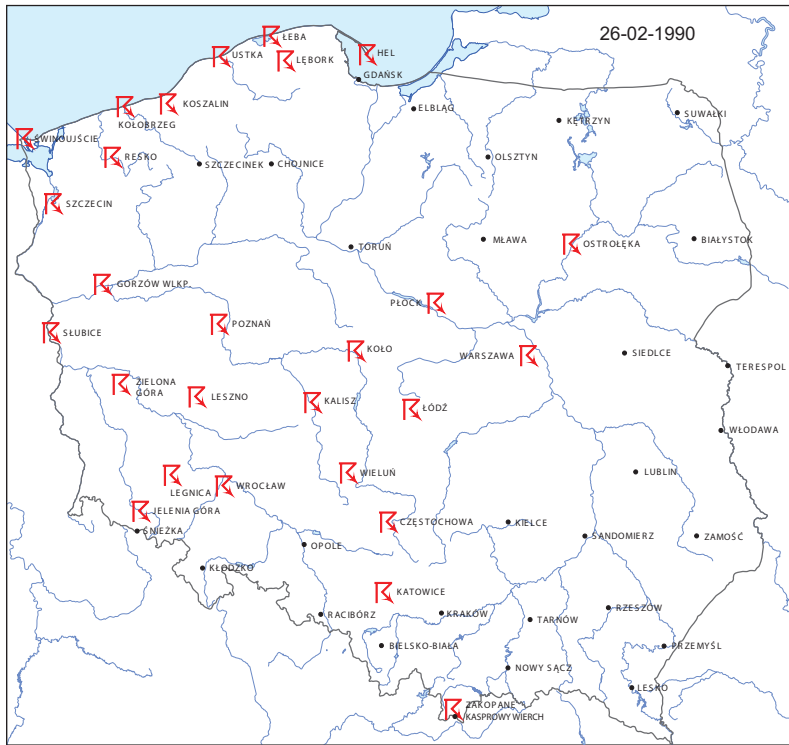
Dni z burzami zimowymi (XII-II) w Polsce, które wystąpiły na ponad 10% stacji i towarzyszące im typy cyrkulacji

**Table 5.4.2**

Days with the winter thunderstorms (December-February) in Poland occurred at over 10% stations and the associated circulation types

Data Date	Liczba stacji Station percentage (%)	Typ cyrkulacji - Circulation type				
		GWL	LIT	OSK	TN	ZU
26-02-1990	48	Wz	SWc	A	SWc	Wc
18-01-1983	27	NWz	NWc	CB	NWc	Wc
24-12-1988	27	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
27-02-2002	26	Wz	SWc	D	Wc	Wc
27-02-1990	21	Wz	NWc	A	Wc	Wc
25-02-1997	20	Wz	SWc	A	SWc	Wc
27-02-1966	18	SWz	SWc	D	Wa	Wa
26-02-1997	16	Wz	NWc	A	Wc	Wc
12-02-2002	16	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
25-01-1993	14	NWz	NWc	CB	NWc	NWc
17-01-2000	14	NWa	NWc	CB	NWc	NWc
21-02-2001	14	NWz	NWc	C2D	NWc	NWc
01-01-1981	13	Wz	NWc	CB	Wc	Wc
05-02-1999	12	Nz	NWc	CB	NWc	Wc
28-01-2002	12	Wz	Wc	D2C	Wa	Wc
12-02-1962	11	NWz	Wc	C2D	Wc	Wc
05-02-1964	11	NWz	NWc	CB	Wc	Wc
04-01-1975	11	Wa	NWo	C2D	Wa	Wa
31-12-1980	11	Wa	Wo	A	Wa	Wa
30-12-1994	11	Wz	SWc	CB	SWc	Wc

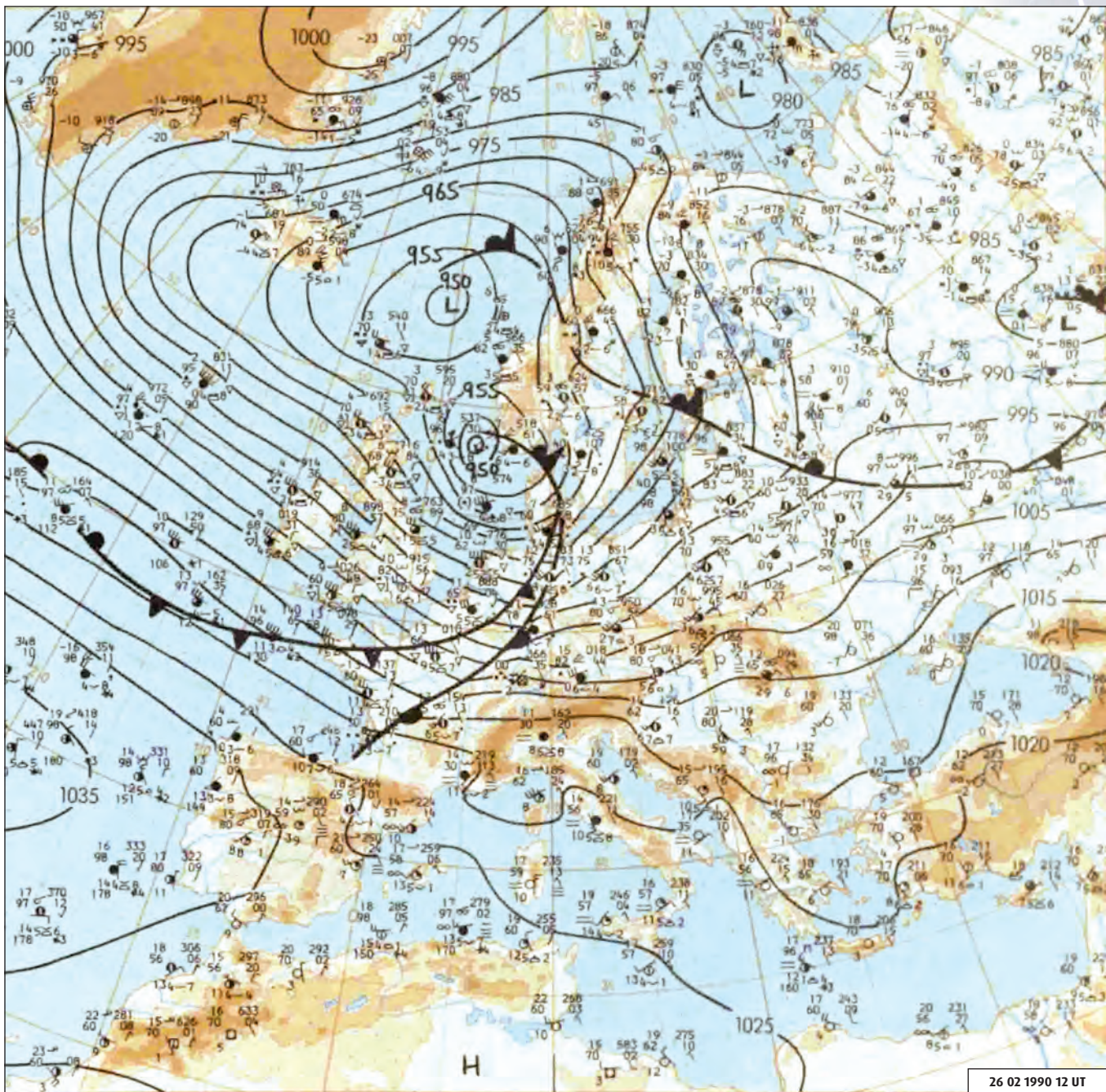




**a**

**Rycina 5.4.5**  
**a** - Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 26 lutego 1990  
**b** - Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 26 lutego 1990 12 UT (według B)

**Figure 5.4.5**  
**a** - Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 26 February 1990  
**b** - Synoptic situation over Europe (surface chart) on 26 February 1990 12 UT (according to B)



26 02 1990 12 UT

**b**

**Rycina 5.4.6**

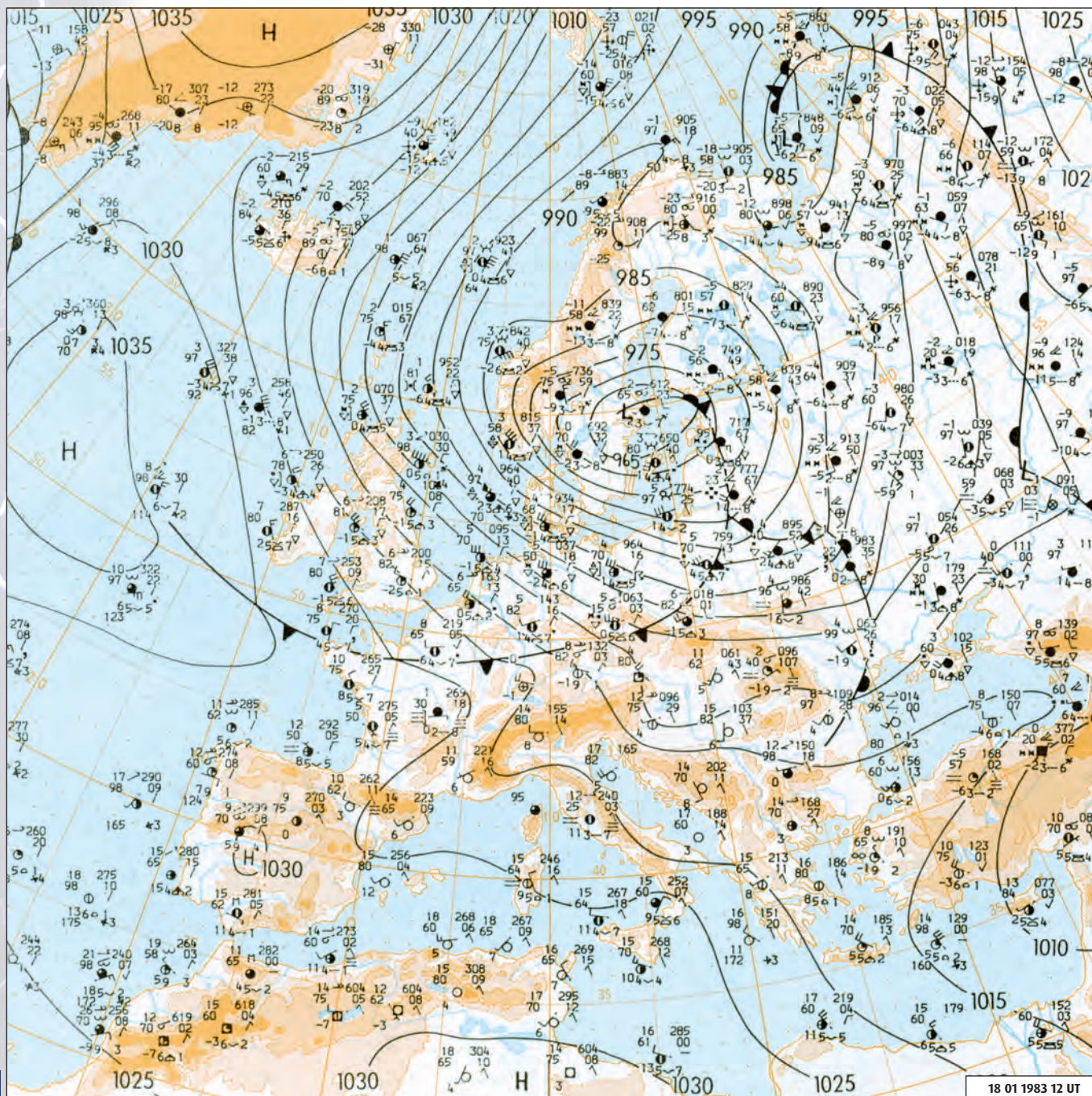
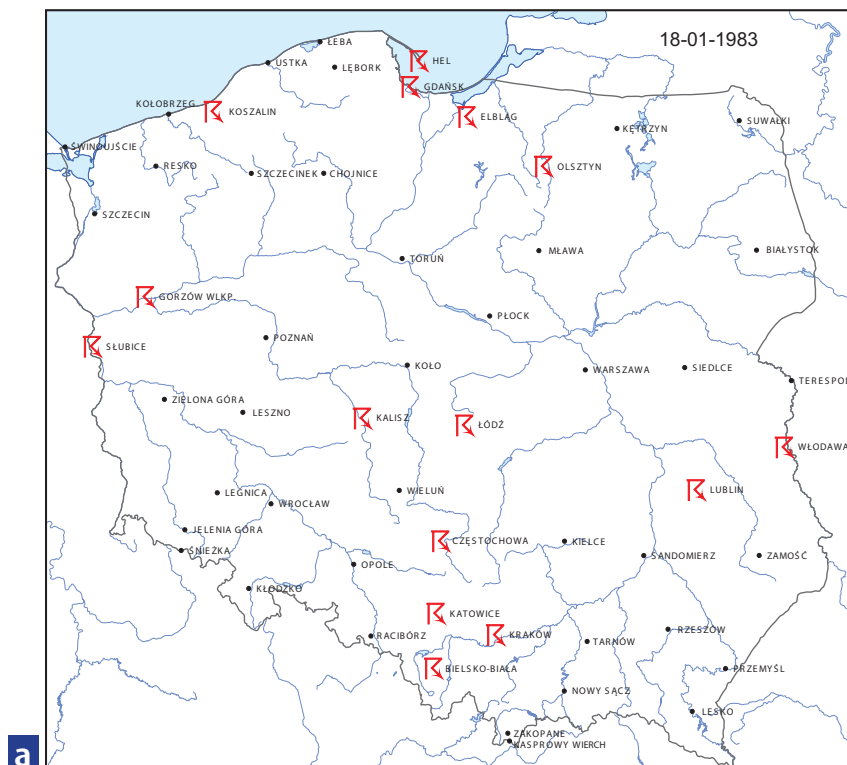
**a** - Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 18 stycznia 1983

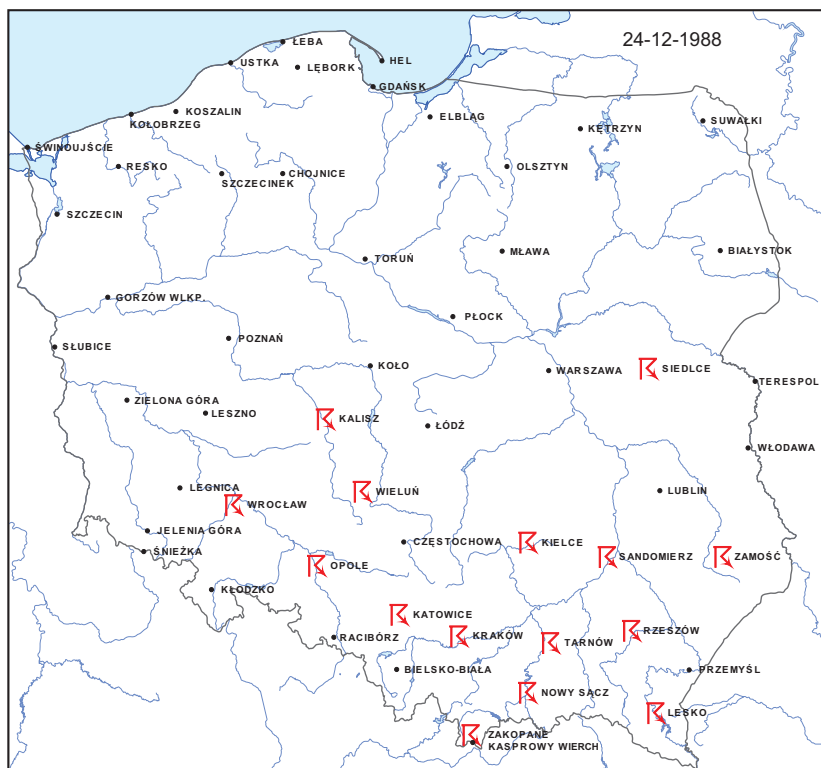
**b** - Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 18 stycznia 1983 12 UT (według B)

**Figure 5.4.6**

**a** - Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 18 January 1983

**b** - Synoptic situation over Europe (surface chart) on 18 January 1983 12 UT (according to B)





**a**

**Rycina 5.4.7**

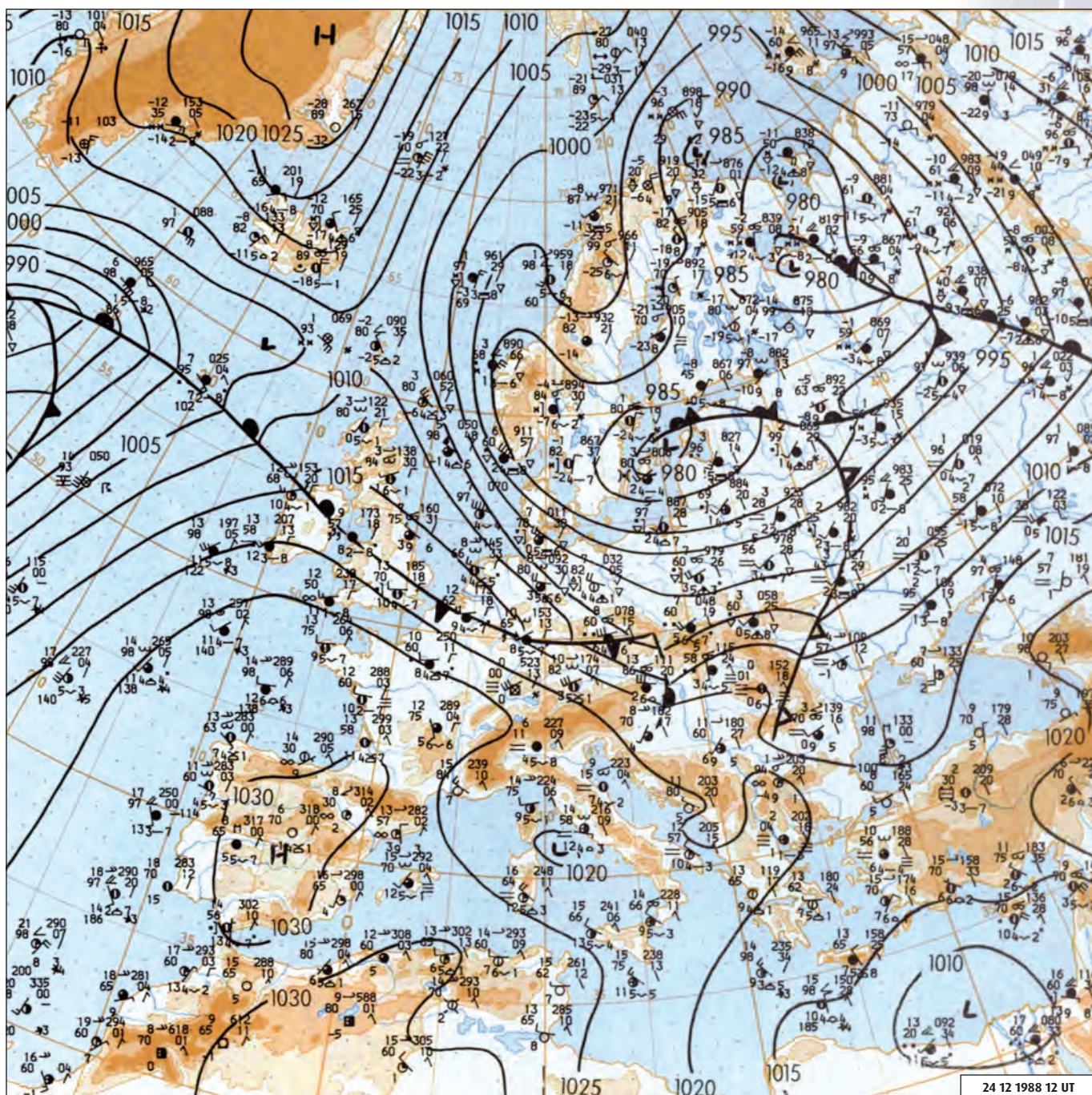
**a** - Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 24 grudnia 1988

**b** - Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 24 grudnia 1988 12 UT (według B)

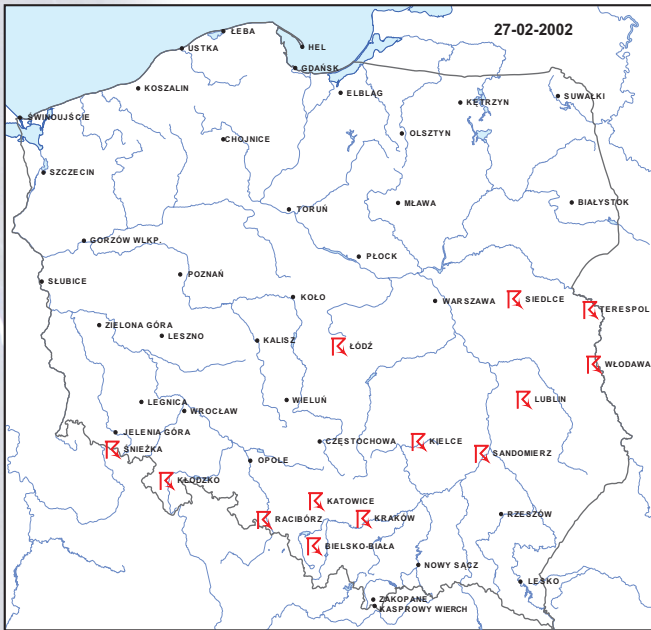
**Figure 5.4.7**

**a** - Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 24 December 1988

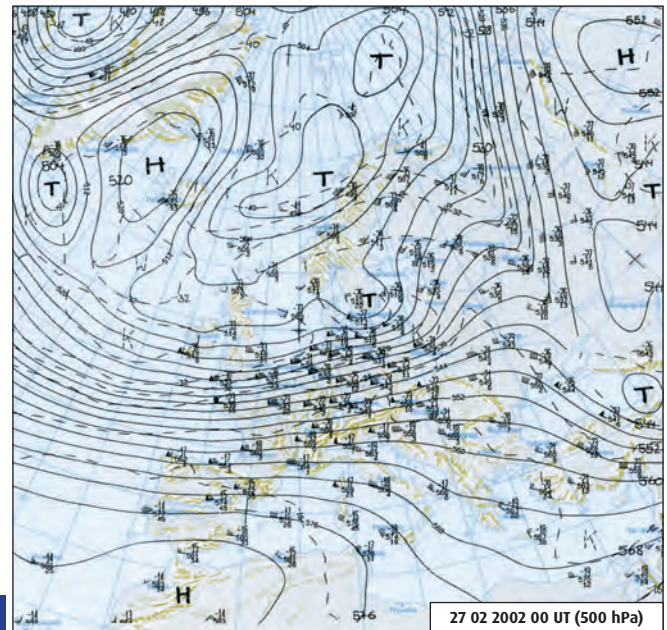
**b** - Synoptic situation over Europe (surface chart) on 24 December 1988 12 UT (according to B)



**b**



**a**



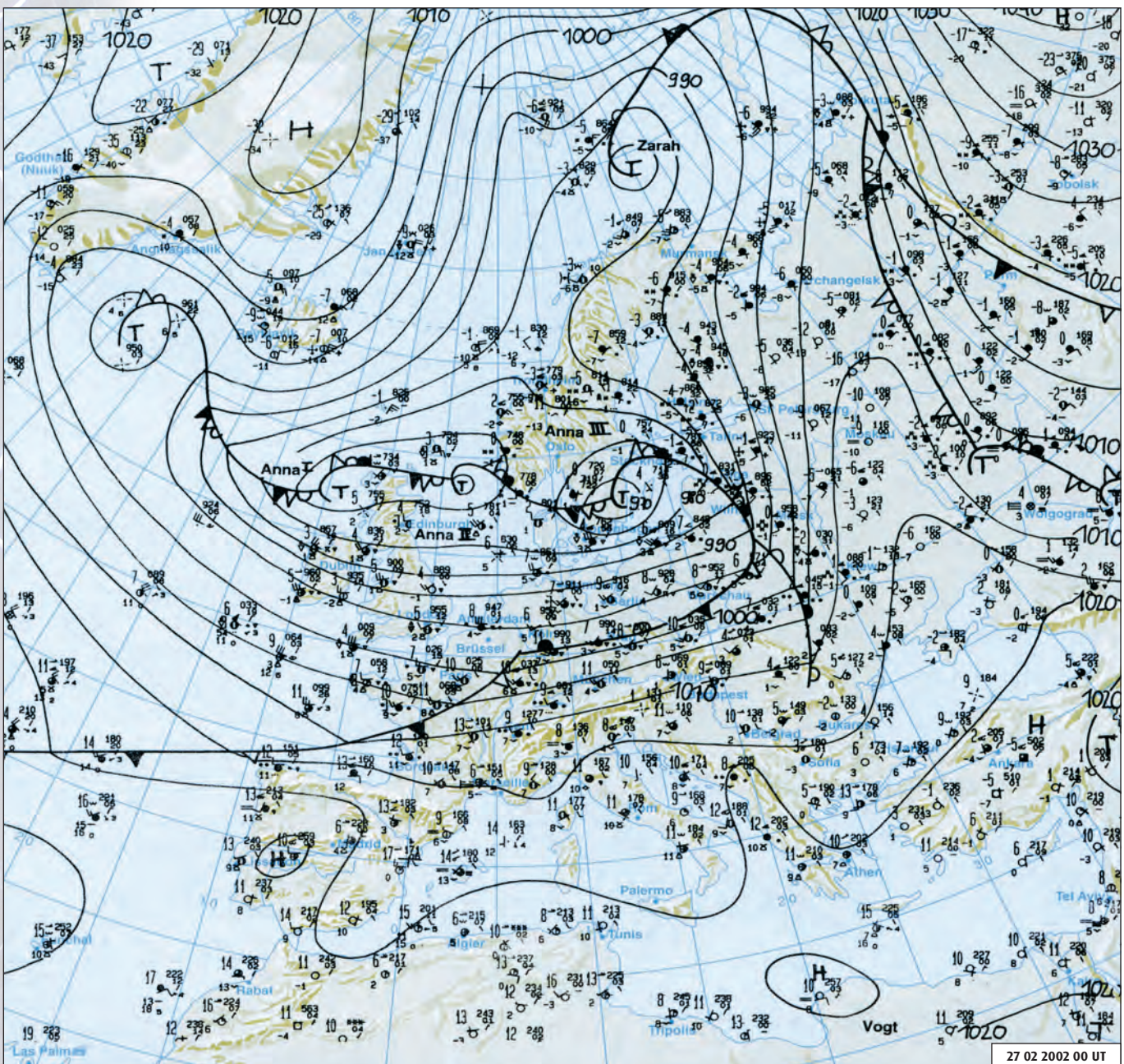
**c**

**Rycina 5.4.8**

- a** – Burze zarejestrowane w Polsce na poszczególnych stacjach 27 lutego 2002
- b** – Sytuacja synoptyczna nad Europą (mapa dolna) 27 lutego 2002 00 UT (według C)
- c** – Sytuacja synoptyczna (mapa 500 hPa) nad Europą 27 lutego 2002 00 UT (według C)

**Figure 5.4.8**

- a** – Thunderstorms registered at the particular stations in Poland on 27 February 2002
- b** – Synoptic situation over Europe (surface chart) 27 February 2002 00 UT (according to C)
- c** – Synoptic situation (500 hPa chart) over Europe on 27 February 2002 00 UT (according to C)



**b**

27 02 2002 00 UT

# 6

## Podsumowanie i wnioski

## Summary and conclusions

Przedstawione w poszczególnych rozdziałach wybrane ekstremalne zjawiska meteorologiczne były wyznaczone na podstawie stosunkowo długiego, bo 56-letniego okresu, dla którego udało się zebrać i opracować jednorodnie ciągi obserwacji. Stworzyły one podstawę do przedstawienia przestrzennego tych zjawisk w skali Polski.

Jak stwierdzono na wstępie, ich wyznaczenie i prezentacja były pierwszym celem opracowania. Drugim, nie mniej istotnym, było wykazanie zależności między sytuacją synoptyczną a rozpatrywanymi zjawiskami. W związku z tym obok licznych rycin ilustrujących uwarunkowania synoptyczne najbardziej charakterystycznych skrajnych ekstremów, w szerokim stopniu wykorzystano kilka typologii sytuacji synoptycznych, które zostały przedstawione za pomocą typów cyrkulacji. Ich zastosowanie pozwoliło na bardziej obiektywną i ilościową analizę warunków cyrkulacyjnych. Ze względu jednak na ograniczenia liczby danych, zwłaszcza dotyczących tzw. elementów nieciągłych (np. burze, mgły), nie dokonano pełnej statystycznej analizy wpływu typów cyrkulacji na występowanie zjawisk ekstremalnych. Praca ta wymaga dodatkowych rozważań i może być oparta na wartościach ekstremalnych, ale o dość łagodnych kryteriach, aby została zapewniona wystarczająca wielkość próby statystycznej.

Powyższe wymogi były możliwe do osiągnięcia dla dwóch przewodnich elementów pogody i klimatu, to jest temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Jak wcześniej stwierdzono, dla tych elementów dysponowano kompletnymi, w pełni jednorodnymi ciągami danych, wobec czego przyjęcie nawet ostrych kryteriów zapewniało statystyczny sens rozważań. Dlatego też postanowiono dokonać jeszcze syntetycznej oceny wpływu typów cyrkulacji na występowanie ekstremów termicznych i opadowych w skali kraju. W rozważaniach uwzględniono różnej „ostrości” wartości ekstremalne, o prawdopodobieństwie wystąpienia poniżej: 5% („ekstremum”), 1% („ostre ekstremum”) oraz 0,1% („bardzo ostre ekstremum”). Jednocześnie wzięto pod uwagę 4 klasyfikacje: makroskalową Grosswetterlagen, obiektywną dla Polski Lityńskiego oraz 2 mezoskalowe Niedźwiedzia i Ustrnula. Ze względów metodycznych postanowiono w tej syntetycznej analizie nie uwzględniać klasyfikacji Osuchowskiej-Klein.

Metoda obliczeń była prosta. W pierwszym przypadku do analizy wzięto poniżej 5% wartości ekstremalnych przypadków temperatury powietrza i sum opadów dla każdej z 61 stacji. Wartościom tym przypisano typy cyrkulacji,

Selected extreme meteorological phenomena presented in different chapters of the Atlas were recorded during a relatively long period of 56 years. For this period of time, homogeneous observation series were collected and characterized. The 56 year data series constitutes the basis for the spatial characterization of these phenomena in Poland.

As it was stated at the very beginning, the first objective of this work was to record and present extreme phenomena in Poland. The second, and equally important, purpose was to show the correlation between synoptic situations and the phenomena in question. In order to achieve this, several typologies of synoptic situations presented by means of circulation types were used together with numerous figures illustrating synoptic conditions of the most characteristic of extremes. Their application allowed a more objective analysis and a quantitative analysis of circulation conditions. However, due to certain data limitations, especially so-called non-continuous elements (e.g.: storms, fog), a full statistical analysis of the influence of circulation types on extreme phenomena has not been performed. This kind of work requires additional considerations and may be based on extreme values but lenient criteria need to be used in order to ensure that the statistical samples used are sufficiently valuable.

The above requirements were fully met for two leading elements of climate and weather; i.e. air temperature and precipitation. These elements, as it was stated earlier, had complete, fully homogeneous data series which ensured statistical feasibility even after assuming strict criteria. Therefore, it had been also decided to perform a synthetic assessment of the impact of circulation types on thermal and precipitation extremes for all of Poland. Extreme values of different “sharpness” were considered featuring the following probabilities of occurrence: 5% (extreme), 1% (sharp extreme) and 0.1% (very sharp extreme) were taken into account. Meanwhile, four classification systems were considered: macroscale by Grosswetterlagen, an objective system for Poland by Lityński, and two mesoscale systems by Niedźwiedź and Ustrnul. For methodological reasons, the Osuchowska-Klein classification system was not included in the analysis.

The calculation method was simple. In the first case, less than 5% of values for extreme air temperature and precipitation cases from each of the 61 stations were analyzed. Circulation types were assigned to the values, taking the above four classification systems into account. As a result, each thermal extreme is characterized by a set of four circulation types and

uwzględniając wymienione 4 klasyfikacje. W efekcie każdy przypadek ekstremum termicznego jest opisany przez zestaw 4 typów cyrkulacji. W wyniku tego rozpatrzono łącznie przypadki ekstremów dla wszystkich stacji (tzw. stacjodni) w typach cyrkulacji. Następnie obliczono względne częstości występowania tych ekstremów w obrębie poszczególnych 4 klasyfikacji. W podobny sposób postąpiono z ostrymi (< 1%) oraz bardzo ostrymi ekstremami (< 0,1%).

Warto dodać, że w tym ostatnim przypadku, rozpatrując ekstrema w poszczególnych sezonach (lato i zima), brano pod uwagę zaledwie po 5 przypadków wartości temperatury i 3 sumy dobowe opadów z każdej ze stacji.

Rycina 6.1 przedstawia rozkład częstości przypadków z maksymalną temperaturą dobową latem w poszczególnych typach i klasyfikacjach dla wszystkich 3 kryteriów prawdopodobieństwa. Jak widać, rozkłady częstości znacznie się różnią zarówno między klasyfikacjami, jak i w ich obrębie. Najmniejsze wahania, a w związku z tym najbardziej równomierny rozkład, występuje w klasyfikacji Lityńskiego przy zastosowaniu najbardziej łagodnego kryterium prawdopodobieństwa (5 percentyla). Częstość w żadnym przedziale nie przekracza 10%, co oznacza, że ekstremalna temperatura powietrza może wystąpić praktycznie w każdym z typów z dość podobną częstością. Innymi słowy, klasyfikacja ta nie precyzuje sytuacji synoptycznych odpowiedzialnych za wywoływanie ekstremalnych zjawisk termicznych. Warto zauważyć, że w pozostałych klasyfikacjach bardzo wyraźnie widać koncentrację typów w obrębie 1 czy 2 klas. W przypadku Grosswetterlagen są to typy BM (klin wyżowy nad Europą Środkową) i TrW (bruzda nad Europą Zachodnią), w podziale Niedźwiedzia czy Ustrnula są to typy z zaleganiem klina wyżowego nad Polską. Wpływ poszczególnych typów cyrkulacji lepiej się uwidacznia, gdy zostały zastosowane ostrzejsze kryteria. Dotyczy to zarówno klasyfikacji Lityńskiego, jak i pozostałych. Widać wyraźnie, że najwyższe maksymalne temperatury występują tylko w niektórych typach cyrkulacji. W klasyfikacji Grosswetterlagen są to typy TrW, Sa (południowy antycyklonalny) i SWz (południowo-zachodni cyklonalny), w klasyfikacji Lityńskiego SWc (południowo-zachodni cyklonalny) i SEo (południowo-wschodni zerowy), natomiast w klasyfikacjach Niedźwiedzia i Ustrnula odpowiednio typ Ka (klin wyżowy) i Ba (bezaadwekcyjny wyżowy). W tych ostatnich częstość wystąpienia bardzo ostrych ekstremów sięga 40%. Innymi słowy, istnieje 40% prawdopodobieństwa, że takie znaczące maksimum temperatury powietrza latem zdarzy się właśnie we wskazanych typach cyrkulacji.

Nieco bardziej skomplikowana sytuacja jest w przypadku minimalnych ekstremów zimowych. We wszystkich 4 klasyfikacjach istnieje po kilka typów wyraźnie sprzyjających występowaniu bardzo niskiej temperatury (ryc. 6.2). Są to przede wszystkim bezaadwekcyjne układy antycyklonalne nad Polską lub sytuacje ze spływem kontynentalnego powietrza z sektora wschodniego. Warto zwrócić uwagę na duży udział typu cyrkulacji NEa (wg klasyfikacji Lityńskiego) oraz Ea (wg Ustrnula) przy rozpatrywaniu najbardziej ostrego kryterium (0,1 percentyla). Oba te typy osiągają częstość ponad 40%.

cases of extremes at all stations (so called station-days) in circulation types were analyzed. Next, relative frequencies of extremes using each of the four classification systems were calculated. Sharp extremes (1%) and very sharp extremes (0.1%) were dealt with in a similar manner.

It is worth mentioning here that in this last case, while analyzing extremes for particular seasons (summer and winter), only 5 cases of temperature values and 3 cases of daily precipitation totals from each station were taken into consideration.

Figure 6.1 shows the frequency distribution of cases with maximum daily temperature in the summer for particular types and classification systems for all 3 probability criteria. Frequency distributions vary significantly between classification systems as well as within them. The smallest differences and therefore the most uniform distribution was produced using the Lityński classification system with the application of the most lenient probability criterion (5th percentile). Frequency in any section does not go beyond 10%, which means that extreme air temperatures can occur practically within every type with fairly similar frequency. In other words, this classification does not specify synoptic situations responsible for causing extreme thermal phenomena. It is worth mentioning that in the remaining classification systems, the concentration of types within 1 or 2 classes can be very clearly seen. In the case of the Grosswetterlagen system, the types are: BM (high pressure ridge) and TrW (trough over Western Europe); in the Niedźwiedź and Ustrnula classification systems, they are types with a high pressure ridge overlaying Poland. The influence of each circulation type is much clearer after applying stricter (sharper) criteria.

This applies to the Lityński classification system as well as to the remaining systems. It can be clearly seen that highest maximum temperatures accompany only some circulation types. In the Grosswetterlagen classification system, the types are: TrW, Sa (south anticyclonic) and SWz (southwest cyclonic); in the Lityński classification system: SWc (southwest cyclonic) and SEo (southeast zero); and in the Niedźwiedź and Ustrnula classification systems: Ka type (high-pressure ridge) and Ba (non-advective high pressure), respectively. In the latter two systems, the frequency of very sharp extremes reaches 40%, which means that there is a 40% probability of such a significant air temperature maximum in the summer occurring within a given circulation type.

There is a slightly more complicated situation in the case of minimum winter extremes. In all 4 classification systems, there are several types that clearly encourage very low temperatures (Fig. 6.2). These are, first of all, non-advective anticyclonic systems over Poland or situations with a flow of continental air from the eastern sector. It is important to draw one's attention here to the high frequency of circulation type NEa (Lityński classification system) and Ea (Ustrnula classification system) while analyzing the sharpest criterion (0.1 percentile). Both these types have a frequency of over 40%.

Other circulation types influence the formation of extreme daily precipitation totals. Figure 6.3 clearly pinpoints such types and it also shows that a bigger number of them take part in producing extreme precipitation events. In the case

Inne typy cyrkulacji mają wpływ na kształtowanie ekstremalnych sum dobowych opadów. Na rycinie 6.3 wyraźnie widać te typy, przy czym jest również widoczny udział większej ich liczby w kształtowaniu opadów ekstremalnych. W przypadku klasyfikacji Grosswetterlagen są to typy Wz, TrM i TrW, w klasyfikacji Lityńskiego dominują typy niżowe, zwłaszcza z adwekcją z północy i północnego wschodu oraz typ zerowy. Warto podkreślić, że dominująca rola wymienionych typów daje się zauważyć we wszystkich 3 rodzajach poszczególnych maksimów opadowych, tj. od kryterium najbardziej liberalnego (5 percentyla) po najbardziej ostre (0,1 percentyla). Według klasyfikacji Niedźwiedzia najczęściej przypadków ekstremów opadowych występuje w typie Bc (bruzda cyklonalna), osiągając częstości ponad 30% przy bardzo ostrym kryterium 0,1 percentyla. Im bardziej ekstremalny opad, tym większy udział typu Nc (północny cyklonalny). Według podziału Ustrnula najczęściej przypadków z największymi opadami występuje w typach NWc (północno-zachodni cyklonalny) oraz Bc (bezaadwekcyjny cyklonalny).

Odmienne obraz jest widoczny przy rozpatrywaniu opadów w okresie zimowym (ryc. 6.4). Wówczas według prawie wszystkich klasyfikacji obserwuje się znaczący wpływ sytuacji z adwekcją z zachodu. Dotyczy to zwłaszcza typowych układów cyklonalnych, które w przypadku klasyfikacji Grosswetterlagen sięgają 40% (typ Wz – zachodni cyklonalny). Tylko w klasyfikacji Lityńskiego największe częstości są obserwowane w typie cyklonalnym z napływem powietrza z północnego zachodu (NWc), największe znaczenie dla występowania ekstremalnych opadów zimowych z częstością równą lub mniejszą od 0,1 percentyla ma typ cyklonalny zerowy (Oc).

W *Atlasie* przedstawiono wybrane zjawiska meteorologiczne uznane za ekstremalne, które wystąpiły w Polsce w latach 1951-2006. Uwzględniono tylko takie, które objęły zasięgiem większy obszar, w niektórych przypadkach znaczną część kraju. Takie podejście do skali przestrzennej zjawisk ekstremalnych umożliwiło ich rozpatrywanie na tle sytuacji synoptycznych. Możliwa była analiza wpływu sytuacji synoptycznych na występowanie poszczególnych zdarzeń przez zastosowanie typów cyrkulacji. Dokonane analizy dla wszystkich rodzajów zjawisk ekstremalnych jednoznacznie potwierdziły znaczący wpływ typów cyrkulacji na ich występowanie. Część z nich wystąpiła jedynie w przypadku tylko niektórych, ściśle określonych typów.

Analiza poszczególnych zjawisk ekstremalnych wykazała, że występowały one w różnych okresach rozpatrywanego wielolecia. Choć wiele ekstremów wydarzyło się w latach 90., to znaczną ich liczbę można zauważyć również w latach 50. i 60. Nieco może mniej przypadków wystąpiło w dekadzie lat 70. Ocena zmienności czy trendów tych zjawisk nie była jednak przedmiotem badań, stąd powyższe stwierdzenie wymaga ilościowej weryfikacji.

Oceniając wpływ sytuacji synoptycznych, czy też bezpośrednio typów cyrkulacji na występowanie zjawisk ekstremalnych, należy zagadnienie to rozpatrywać w odniesieniu do poszczególnych ich rodzajów, co w znacznej mierze zostało uwzględnione w *Atlasie*. Szczególnie wnikliwie wpływ

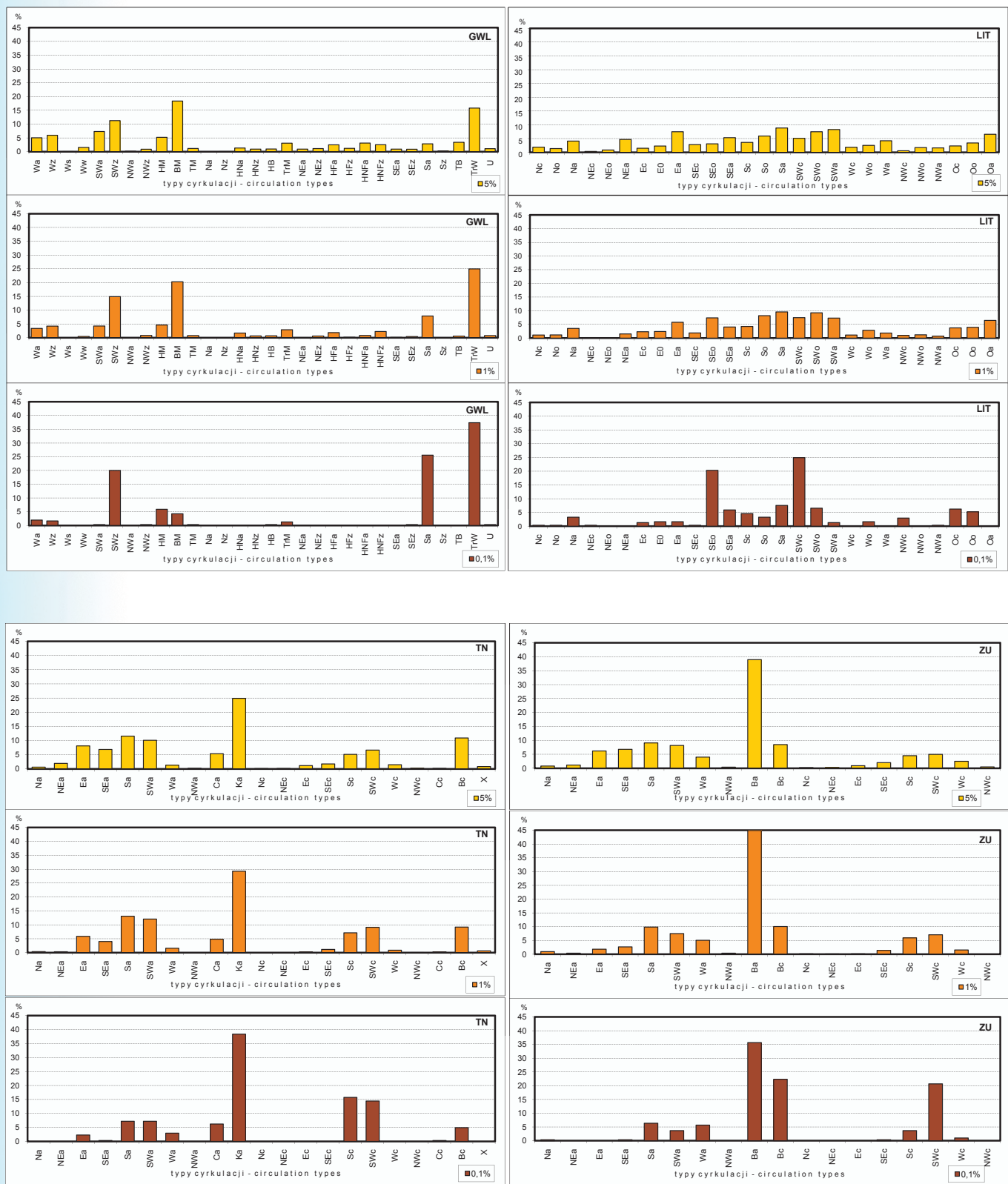
of the Grosswetterlagen classification system, the types are: Wz, TrM and TrW; in the Lityński classification system, low air pressure types dominate, especially with advection from the north and northeast and zero type. It is worth highlighting that the dominant role of the mentioned types can be observed in all 3 kinds of particular precipitation maxima, i.e.: from the most liberal criteria (5 percentile) to the sharpest (0.1 percentile). According to the Niedźwiedź classification system, most cases of precipitation extremes occur with a Bc type (cyclonic trough), reaching a frequency of over 30% using a very sharp criterion of 0.1 percentile. The more extreme the precipitation, the bigger the part that type Nc (north cyclonic) makes up in it. According to the Ustrnula classification system, the majority of cases with the highest precipitation take place with a NWc type (north-west cyclonic) and Bc type (non-advective cyclonic).

A different situation is observed while analyzing precipitation in the winter period (Fig. 6.4). Then, according to almost all 4 classification systems, the significant influence of situations with advection from the west is clearly visible. This especially applies to typical cyclonic systems, which in the case of the Grosswetterlagen classification system, reach 40% (Wz type west cyclonic). Only in the Lityński classification system, are the highest frequencies observed with a cyclonic type with air flow from the northwest (NWc); whereas zero cyclonic type (Oc) is the most important for extreme winter precipitation with a frequency of 0.1 percentile or less.

This Atlas has presented selected meteorological phenomena, which were considered extreme and which took place in Poland between 1951 and 2006. Only those which covered a considerably large area, in some cases the major part of the country, were taken into account. Such an approach to the spatial scale of extreme phenomena enabled their analysis against a background of synoptic situations. It was possible to analyze the influence of synoptic situations on particular events by applying circulation types. Analyses which were carried out for all kinds of extreme phenomena explicitly confirmed the significant influence of circulation types on the occurrence of extreme phenomena. Some of them took place only in the case of certain rigidly defined types.

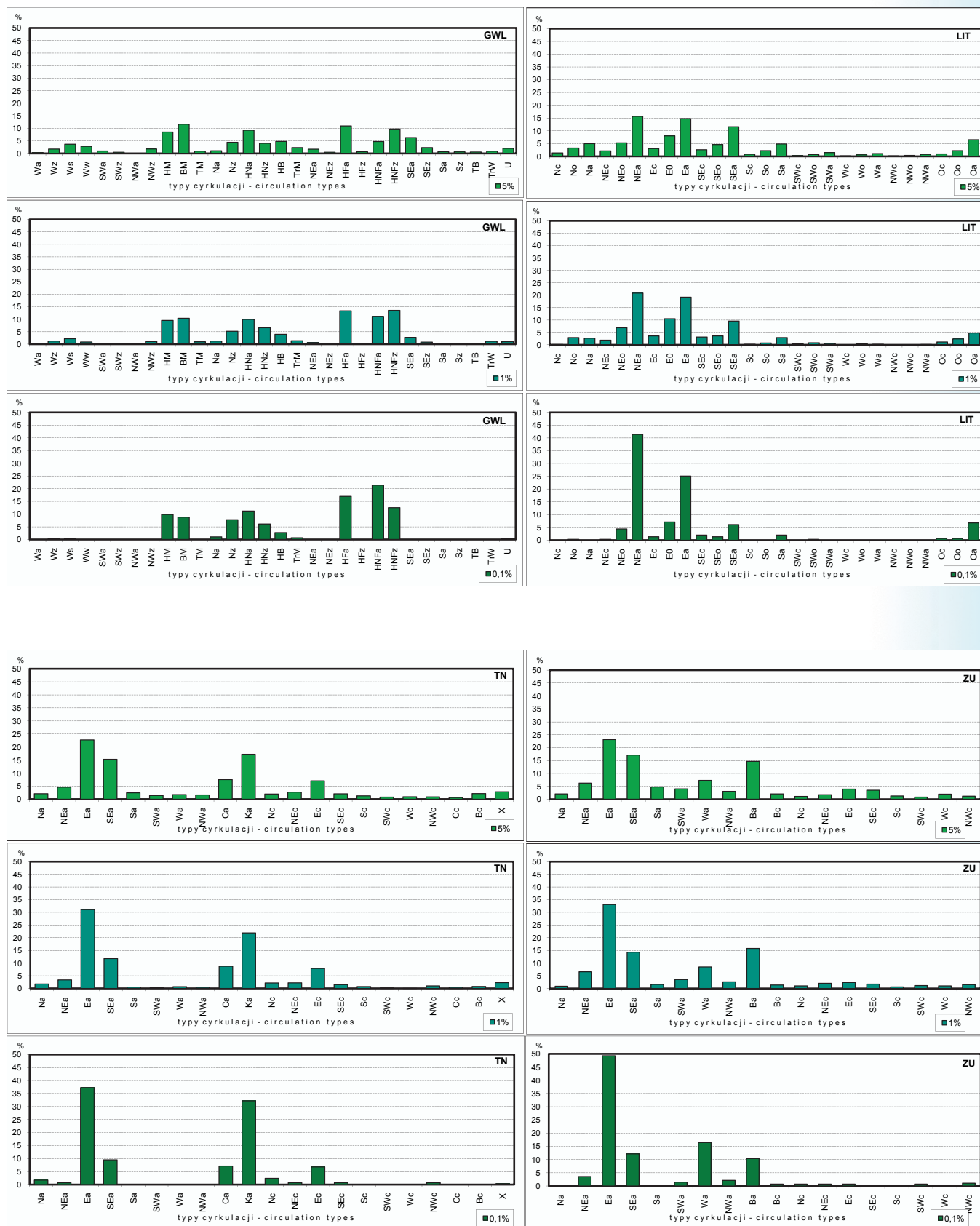
The analysis of particular extreme phenomena showed that they occurred at various moments from 1951 to 2006. Although many extremes were recorded in the 1990s, a considerable number of them have also been observed in the 1950s and the 1960s. Slightly fewer cases were recorded in the 1970s. The analysis of variability in the occurrence patterns of extreme phenomena was not the subject of the Atlas project; therefore, the statements above need to be verified from a quantitative standpoint.

When assessing the influence of synoptic situations or circulation types on extreme phenomena, one needs to consider this issue in relation to particular types, something which was taken into account to a large extent in this Atlas. This influence on thermal and precipitation extremes was analyzed quite thoroughly. If one attempts at a general assessment of circulation types' effect on extreme phenomena, some relationships can be undoubtedly observed. The



**Rycina 6.1**  
 Częstość maksymalnej temperatury powietrza w lecie (VI-VIII) o prawdopodobieństwie wystąpienia poniżej 5, 1 i 0,1 procentyla w poszczególnych typach cyrkulacji i klasyfikacjach

**Figure 6.1**  
 Frequency of the maximum air temperature in summer (June-August) with the occurrence probability below 5, 1 and 0.1 percentile in the particular circulation types and classifications



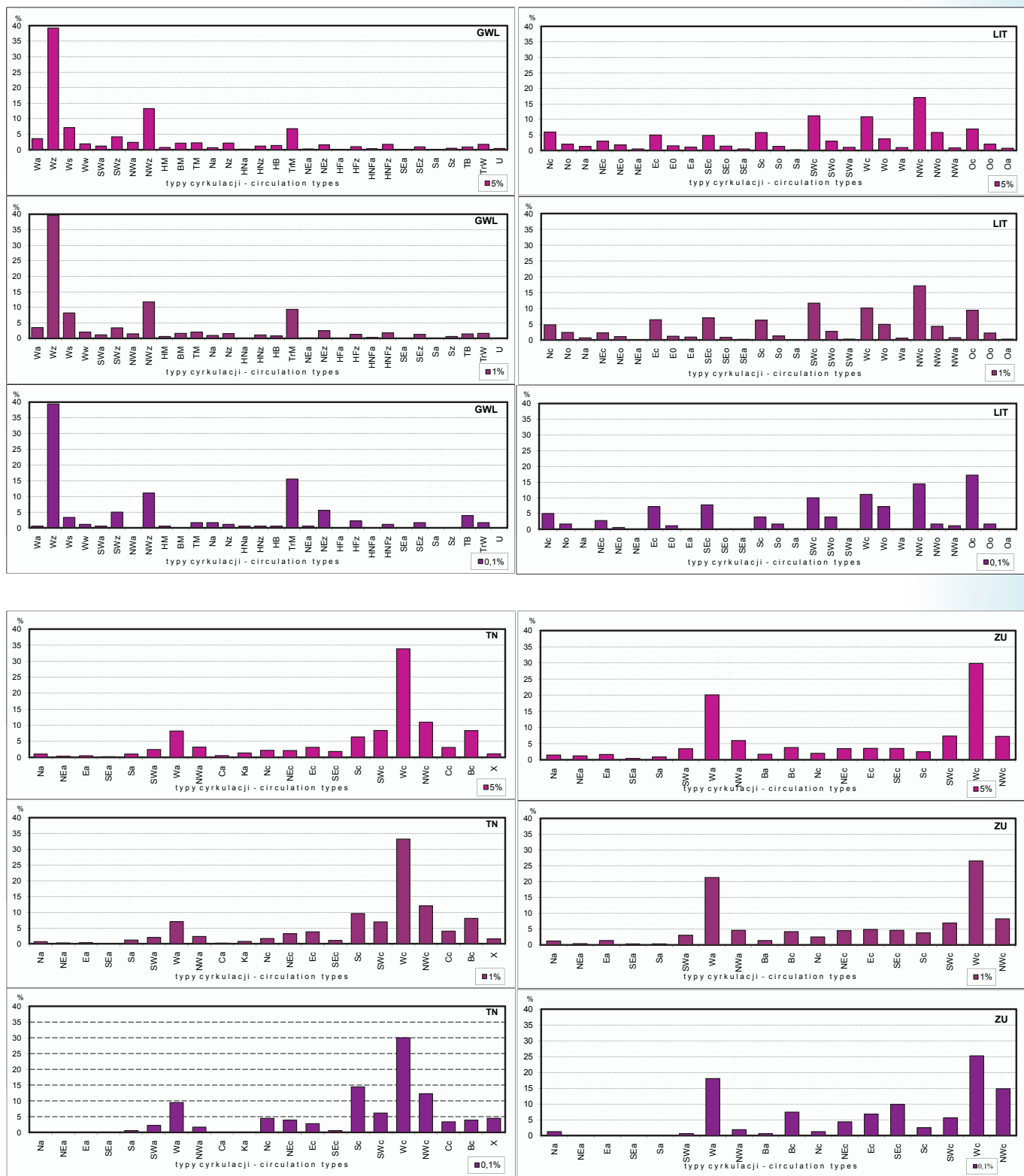
**Rycina 6.2**  
 Częstość minimalnej temperatury powietrza w zimie (XII-II) o prawdopodobieństwie wystąpienia poniżej 5, 1 i 0,1 procentyla w poszczególnych typach cyrkulacji i klasyfikacjach

**Figure 6.2**  
 Frequency of the maximum air temperature in winter (December-February) with the occurrence probability below 5, 1 and 0.1 percentile in the particular circulation types and classifications



**Rycina 6.3**  
 Częstość sumy dobowej opadów w lecie (VI-VII)  
 o prawdopodobieństwie wystąpienia poniżej 5, 1 i 0,1 procentyla  
 w poszczególnych typach cyrkulacji i klasyfikacjach

**Figure 6.3**  
 Frequency of daily precipitation totals in summer  
 (June-August) with the occurrence probability  
 below 5, 1 and 0.1 percentile in the particular  
 circulation types and classifications



**Rycina 6.4**  
 Częstość sumy dobowej opadów w zimie (XII-II) o prawdopodobieństwie wystąpienia poniżej 5, 1 i 0,1 percentyla w poszczególnych typach cyrkulacji i klasyfikacjach

**Figure 6.4**  
 Frequency of daily precipitation totals in winter (December-February) with the occurrence probability below 5, 1 and 0.1 percentile in the particular circulation types and classifications

ten oceniono w przypadku występowania ekstremów termicznych i opadowych. Jeśli pokusić się o ogólną ocenę oddziaływania typów cyrkulacji na rozpatrywane zjawiska, to niewątpliwie można dostrzec zależności. Najwięcej ekstremalnych zjawisk występuje przy bezadwekcyjnych typach wyżowych (maksima i minima temperatury powietrza, mgły, burze letnie), wtedy także mogą wystąpić ekstremalne opady atmosferyczne, choć o bardzo lokalnym zasięgu. Podobne uciążliwe zjawiska ekstremalne, jak w stagnacyjnych typach wyżowych, mogą zdarzyć się, choć ze znacznie mniejszą częstością, w przypadku typów antycyklonalnych z napływem powietrza z sektora wschodniego. Wszystkie groźne zjawiska opadowe należy przede wszystkim wiązać, co oczywiste, z układami niżowymi, jednak nie tylko z załeganiem centrum niżu nad Polską, ale też z bruzdą cyklonalną lub najczęściej z cyklonalnym napływem powietrza z północy i północnego wschodu. Typy cyrkulacji z intensywną adwekcją z zachodu nie powodują zbyt wielu groźnych zjawisk. Wyjątkiem są tu ekstrema będące wynikiem wielkoskalowej dynamiki atmosfery (znaczące wahania ciśnienia atmosferycznego, silny wiatr, burze zimowe).

W *Atlasie*, poza licznymi źródłami synoptycznymi, przede wszystkim mapami, do oceny sytuacji synoptycznych wykorzystano 5 różnych kalendarzy typów cyrkulacji. Choć każdy zwraca uwagę na nieco inne aspekty cyrkulacji atmosferycznej, w kontekście zjawisk ekstremalnych wszystkie okazały się przydatne i wzajemnie się uzupełniały. Być może w przyszłości warto wykorzystać łącznie te klasyfikacje w celu zbudowania pewnego modelu precyzującego sytuację synoptyczną w znaczącym stopniu determinującą wystąpienie między innymi ekstremalnych zjawisk w skali mezosynoptycznej.

Ukazanie różnych wartości ekstremów meteorologicznych ze stosunkowo długiego okresu obserwacji daje obraz intensywności i zakresu ich występowania w skali Polski. Powinno też ułatwić określenie rzeczywistych rozmiarów możliwych zjawisk w najbliższej przyszłości, przy założeniu, że żadne znaczące zmiany klimatyczne nie wystąpią i tym samym nie sprawdzą się różne pesymistyczne scenariusze. Jednocześnie – i co może najważniejsze – *Atlas* daje przegląd sytuacji synoptycznych, przy których poszczególne zjawiska wystąpiły i tym samym wskazuje, na które sytuacje synoptyczne należy zwrócić uwagę, prognozując występowanie określonych warunków pogodowych, ze szczególnym uwzględnieniem prognozy ekstremalnych zjawisk meteorologicznych.

majority of extreme phenomena accompany non-advective high pressure types (minima and maxima of air temperature, fog, summer storms). Extreme precipitation is likely to occur under such conditions, though only on a local scale. Similarly troublesome is the fact that extreme phenomena may occur in stagnant high pressure types, though with considerably lower frequency. In the case of anticyclonic types, this happens with air flow from the eastern sector. Obviously, all severe precipitation phenomena should be, first of all, associated with low pressure systems; however, not only with low pressure centers covering Poland but also with a cyclonic trough or most often with cyclonic air flow from the north and northeast. Circulation types with intense advection from the west do not cause many dangerous phenomena. An exception here are extremes which occur as a result of macroscale atmospheric dynamics (significant atmospheric pressure changes, strong wind, winter storms).

In this Atlas, besides numerous synoptic sources, mainly maps, 5 different circulation type calendars were used to assess synoptic situations. Although each of them focuses on slightly different aspects of atmospheric circulation, in the context of extreme phenomena, all of them proved to be useful and mutually complementary. It may be worthwhile to use these classification systems together in the future in order to build a reliable model predicting synoptic situations which, to a significant extent, determine the occurrence of extreme phenomena on a mesosynoptic scale.

An analysis of different values of extreme phenomena on a relatively long time scale shows portrays their level of intensity and areas of occurrence throughout Poland. It should also help to facilitate the description of real proportions of possible phenomena in the nearest future, providing that no significant climate changes will take place, and the often described pessimistic scenarios will not come true. At the same time, this Atlas offers a review of synoptic situations which had accompanied the occurrence of particular synoptic phenomena in Poland and shows which synoptic situations need to be taken into consideration while forecasting particular weather conditions, especially extreme meteorological phenomena.

# Literatura Literature

- Adamczyk Z., Olszowicz A., 1999, Meteorologiczne przyczyny powodzi w dorzeczu Wisły – synoptyczne uwarunkowania powodzi, [w:] Dorzecze Wisły – monografia powodzi, lipiec 1997 (red. J. Grela, H. Słota, J. Zieliński), IMGW, Warszawa, 13-22.
- Atlas klimatu Polski (red. H. Lorenc), 2005, IMGW, Warszawa, s. 115.
- Atlas klimatyczny Polski (red. W. Wiszniewski), 1973, IMGW, PPWK, Warszawa, s. 141.
- Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, 1993-1997, PAN, Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Barry R.G., Carleton A.M., 2001, Synoptic and dynamic climatology, Routledge, London-New York, p. 620.
- Barry R.G., Perry A.H., 1973, Synoptic climatology, methods and applications, Methuen & Co. Ltd, London, p. 555.
- Bąkowski R., 2005, Wybrane analityczne i prognostyczne wskaźniki chwiejności atmosfery, [w:] Hydrologia, meteorologia, klimatologia – badania naukowe i prognozy w erze informatyzacji (red. M. Ozga-Zielińska, D. Limanówka), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 209-218.
- Bąkowski R., 2007, Wpływ adwekcyjnych zmian temperatury w swobodnej atmosferze na zmiany temperatury powietrza przy powierzchni ziemi w Krakowie, [w:] Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz), IGI GP UJ, Kraków, 287-295.
- Bąkowski R., Bielec-Bąkowska Z., 2005, Wybrane przypadki groźnych zjawisk atmosferycznych w Polsce w ostatnich latach, [w:] Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 325-335.
- Bebłot G., Hołda I., Rorbek K., 2008, Trąba powietrzna w rejonie Częstochowy 20 lipca 2007 roku, [w:] Ekstrema pogodowe w Polsce – obserwacje, pomiary, prognozy (red. M. Maciejewski, M.S. Ostojski), IMGW, Warszawa, 23-40.
- Bednorz E., 2001, Pokrywa śnieżna a kierunki napływu mas powietrza w Polsce Północno-Zachodniej, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu A. Mickiewicza, Poznań, s. 132.
- Bednorz E., 2007, Synoptic reasons for heavy snowfalls in the Polish – German lowlands. Theoretical and Applied Climatology, 92, 133-140.
- Bednorz E., Wibig J., 2008, Snow depth in Eastern Europe in relation to circulation patterns, Annals of Glaciology, 48, 135-149.
- Beniston M., 1997, Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcings, Climatic Change, 36, 281-300.
- Berliner Wetterkarte, Der Freien Universität Berlin, Berlin.
- Bielec-Bąkowska Z., 2002, Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność wieloletnia występowania burz w Polsce, Wyd. UŚ, Katowice, s. 159.
- Bielec-Bąkowska Z., 2003, Long-term variability of thunderstorm occurrence in Poland in the 20th century, Atmos. Res., 67-68, 35-52.
- Bielec-Bąkowska Z., Bąkowski R., 2006, Wskaźniki chwiejności atmosfery a występowanie silnych zjawisk konwekcyjnych na przykładzie Warszawy, Annales UMCS, Sec. B, 61, 65-71.
- Biuletyn Synoptyczny, PIHM/IMGW, Warszawa.
- Bogdanowicz E., Stachý J., 1997, System obliczania maksymalnych opadów prawdopodobnych w Polsce, część I, Gospodarka Wodna, 9, 274-279, część II, Gospodarka Wodna, 10, 324-327.
- Brönnimann S., Luterbacher J., Ewen T., Diaz H.F., Stolarski R.S., Neu U. (eds.), 2008, Climate variability and extremes during the past 100 years (Advances in Global Change Research 33), Springer Science + Business Media B.V., p. 361.
- Budziszewska E., Horawska M., Morozowska I., 1973, Warunki meteorologiczne wystąpienia opadów powodziowych w Polsce południowej w sierpniu 1972 r., Wiad. Służby Hydrol., 9, 2-3, 51-60.
- Cebulak E., 1992a, Wpływ sytuacji synoptycznej na maksymalne opady dobowe w dorzeczu górnej Wisły, Folia Geographica, Ser. Geographica Physica, Vol. 23, 81-95.
- Cebulak E., 1992b, Maksymalne opady dobowe w dorzeczu górnej Wisły, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 90, 79-96.
- Cebulak E., Limanówka D., 2007, Dni z ekstremalnymi temperaturami powietrza w Polsce, [w:] Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz), IGI GP UJ, Kraków, 185-194.
- Chrzanowski J., 1988, Pokrywa śnieżna w Polsce, klasyfikacja jej grubości i regionalizacja, Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia, 15, IMGW, Warszawa, s. 45.
- Coelho C.A.S., Ferro C.A.T., Stephenson D.B., Steinskog D.J., 2008: Methods for exploring spatial and temporal variability of extreme events in climate data, Journal of Climate, 21, 2072-2092.
- Degirmendźić J., 1999, Wpływ klina wyżu azjatyckiego nad Skandynawią na temperaturę powietrza w Europie, Prz. Geofiz., 44, 4, 211-229.
- Degirmendźić J., 2004, Fale termiczne nad Polską w zimie w zależności od pola wiatru w Europie, Prz. Geofiz., 49, 1-2, 11-23.
- Djurić D., 1994, Weather Analysis, Prentice Hall, Englewood Cliffs, p. 304.
- Dubicka M., 1994, Wpływ cyrkulacji atmosfery na kształtowanie warunków klimatu (na przykładzie Wrocławia), Studia Geogr. LX, Wyd. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, s. 295.
- Doswell III C.A. (ed.), 2001, Severe Convective Storms, Meteorological Monographs, Vol. 28, No. 50, American Meteorological Society, Boston, p. 561.
- Dunlop S., 2001, A Dictionary of weather, Oxford University Press, Oxford, p. 269.
- Dziennik Ustaw, 2007, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 sierpnia 2007 r., Dz. Ustaw Nr 158, Poz. 1114.
- Encyclopedia of Atmospheric Sciences, (ed. J.R. Holton), 2003, Academic Press, An imprint of Elsevier Science, Amsterdam, Vol. 1-6.
- Europäischer Wetterbericht, 1976-2006, Deutsche Wetterdienst, Offenbach a. Main, (wcześniej Tägliche Wetterbericht).
- Falarz M., 2004, Variability and trends in the duration and depth of the snow cover in Poland in the 20th century, Int. J. Climatol., 24, 1713-1727.
- Falarz M., 2007, Snow cover variability in Poland in relation to the macro- and mesoscale atmospheric circulation in the 20th century, Int. J. Climatol., 27, 2069-2081.
- Folland C.K., Miller C., Bader D. et al., 1999, Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes, Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997 - Breakout Group C: Temperature indices for climate extremes, Climatic Change, 42, 31-43.
- Frich P., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T., 2002, Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century, Climate Research, 19, 3, 193-212.
- Gerstengarbe F. W., Werner P.C., 1993, Katalog der Grosswetterlagen Europas nach Paul Hess und Helmuth Brezowski 1881-1992, Berichte des Deutschen Wetterdienstes 113.
- Glossary of Meteorology, 2000, Second Edition, American Meteorological Society, Boston, p. 855.
- Głowicki B., Danczewicz A., Otop I., 2006, Katalog maksymalnych opadów dobowych w Polsce południowo-zachodniej, [w:] Współczesne problemy klimatu Polski – fakty i niepewności, IMGW, 7-22.
- Guide to climatological practices (second edition), 1983, WMO, 100, Geneva.

- Gumbel E.J., 1958, *Statistics of Extremes*, Columbia University Press, New York.
- Heino R., Brázdil R., Førland E., Tuomenvirta H., Alexandersson H., Beniston M., Pfister C., Rebetez M., Rosenhagen G., Rösner S., Wibig J., 1999, Progress in the study of climate extremes in northern and central Europe, *Climatic Change*, 42, 151-181.
- Hess P., Brezowsky H., 1952, *Katalog der Grosswetterlagen Europas*, Ber. Dt. Wetterdienst in US - Zone, Nr. 33.
- Horton E.B., Folland C.K., Parker D.E., 2001, The changing incidence of extremes in worldwide and Central England temperatures to the end of the twentieth century, *Climatic Change*, 50, 267-295.
- Huth R., Beck Ch., Philipp A., Demuzere M., Ustrnul Z., Cahynová M., Kyselý J., Tveito O.E., 2008, Classifications of atmospheric circulation patterns: recent advances and applications, *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1146, 105-152.
- International Meteorological Vocabulary (2nd edition), 1992, WMO - No. 182, Geneva, p. 784.
- IPCC, 2001, *Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of the Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., van der Linden P.J., Dai X., Maskell K., Johnson C.A., eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, 1-881.
- Jones P.D., Horton E.B., Folland C.K., Hulme M., Parker D.E., Basnett T.A., 1999, The use of indices to identify changes in climatic extremes, *Climatic Change*, 42, 131-149.
- Kaczmarek Z., 1970, *Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, s. 312.
- Kaseja M., 2007, Huragan Cyryl (Kyrill) nad Polską (styczeń 2007), *Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, IMGW*, 1, 1, 55-62.
- Kaszewski B., M., 1992, *Typy cyrkulacji a typy pogody w Polsce*, Wyd. UMCS, Lublin, s. 92.
- Kaszewski B.M., Siwek K., 2005, Dobowe sumy opadu atmosferycznego  $\geq 50$  mm w dorzeczu Wieprza i ich uwarunkowania cyrkulacyjne (1951-2000), [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 122-130.
- Karl T., 1999, Weather and climate extremes: Changes, variations and a perspective from the insurance industry - Overview, *Climatic Change*, 42, 1-2.
- Katz R.W., Brown B.G., 1992, Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages, *Climatic Change*, 21, 3, 289-302.
- Kirschenstein M., 2006, Typy cyrkulacji o ekstremalnych sumach opadów w północno-zachodniej Polsce, [w:] *Zagrożenia środowiska naturalnymi zjawiskami ekstremalnymi*, (red. M. Maciejewski, M. Ostojski), IMGW, Warszawa, 130-145.
- Klein Tank A.M.G., Können G.P., 2003, Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99, *Journal of Climate* 16, 3665-3680.
- Klein Tank A.M.G., et al., 2002, Daily dataset of 20th century surface air temperature and precipitation series for the European climate assessment, *Int. J. Climatol.*, 22, 1441-1453.
- Kłysik K., 1993, Aktywność cyrkulacji w europejskim sektorze umiarkowanych szerokości a warunki termiczne w Polsce w przebiegu wieloletnim, [w:] *Globalne ocieplenie a współczesne zmiany klimatyczne w Polsce*, Materiały z międzynarodowej konferencji (red. K. Koźuchowski), Materiały - Konferencje, Uniw. Szczeciński, Szczecin, s. 233-244.
- Kłysik K., 1995, Rola silnych wyżów i głębokich niżów w kształtowaniu warunków termicznych okresu zimowego w Europie Środkowej, [w:] *Współczesne badania klimatologów Polskich w kraju i z zagranicą*, (red. B. Krawczyk, K. Błażejczyk), Conference Papers, 23, IGIPIZ PAN, Warszawa, 19-27.
- Kolendowicz L., 2006, The influence of synoptic situations on the occurrence of days with thunderstorms during a year in the territory of Poland, *Int. J. Climatol.*, 26, 1803-1820.
- Kolendowicz L., 2007, Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na występowanie dni z burzą w Polsce w latach 1971-2000. [w:] *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych* (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz), IGIPIZ UJ, Kraków, 103-109.
- Kossowska-Cezak U., 1987, Duże zmiany temperatury z dnia na dzień a cyrkulacja atmosferyczna, *Prz. Geofiz.*, 32, 3, 289 - 302.
- Kossowska-Cezak U., Mrugała S., 1999, Opady atmosferyczne o anomalnej wysokości (na przykładzie Warszawy i Lublina), *Prz. Geofiz.*, 44, 1-2, 39-51.
- Kossowska-Cezak U., 2005, Współczesne ocieplenie - codzienne wartości temperatury średniej dobowej w Warszawie, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 64-69.
- Koźmiński C., Michalska B. (red.), 2004, *Atlas zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza*, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Szczecin, s. 69.
- Koźuchowski K., 1994, Temperatura powietrza i typy cyrkulacji w Polsce na tle charakterystyk ogólnej cyrkulacji atmosfery, [w:] *Współczesne zmiany klimatyczne - Klimat Polski i regionu Morza Bałtyckiego na tle zmian globalnych* (red. K. Koźuchowski), Uniw. Szczeciński, Rozprawy i Studia, T. (CCXXVI) 152, 47-71.
- Koźuchowski K., Żmudzka E., 2002, Cyrkulacja atmosferyczna i jej wpływ na zmienność temperatury powietrza w Polsce, *Prz. Geogr.*, 74, 4, 591-604.
- Kupczyk E., Suligowski R., Kasprzyk A., 2005, Typowe warunki meteorologiczne pojawiania się wysokich opadów i wzebrań rzek zachodnich Beskidów i środkowych Sudetów, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 131-152.
- Kuziemska D., 1987, Różnicowanie temperatury powietrza na obszarze Polski a typy cyrkulacji atmosferycznej nad Europą Środkową, *Prz. Geofiz.*, 32, 3, 277-287.
- Kwiatkowski J., 1984, Związki opadów atmosferycznych w polskich Sudetach i na ich przedpolu z czynnikami cyrkulacyjnymi, PAN, Komisja Nauk o Ziemi - Wrocław, s. 137.
- Kyselý J., 2002a, Comparison of extremes in GCM-simulated, downscaled and observed central-European temperature series, *Climate Research*, 20, 211-222.
- Kyselý J., 2002b, Probability estimates of extreme temperature events: Stochastic modelling approach vs. extreme value distributions, *Studia Geophysica et Geodaetica*, 46, 1, 93-112.
- Lapin M., Niedźwiedz T., 1984, Zrazky v oblasti Tatier za vybraných poveternostných situácií, *Meteorologické Zpravy*, 37, 5, 158-164.
- Limanówka D., Niedźwiedz T., Ustrnul Z., 1993, Prawdopodobieństwo występowania wybranych ekstremalnych charakterystyk termicznych w Polsce, *Zeszyty IGIPIZ PAN*, 18, 31-48.
- Linacre E., 1992, *Climate data and resources - A reference and guide*, Routledge, London-New York, p. 366.
- Lityński J., 1969, Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski. *Prace PIHM*, z. 97, 3-15.
- Lorenc H., 1996, Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce, *Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia*, 25, IMGW, Warszawa, s. 155.
- Lorenc H., 1998, Przyczyny, wielkość i skutki katastrofalnych opadów w lipcu 1997 w Polsce, *Prz. Geofiz.*, 43, 3-4, 191-206.
- Lorenc H., 2007, Zmienność i tendencje maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza w Warszawie w okresie 1897-2002, *Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, IMGW*, 1, 4, 3-37.
- Małarzewski Ł., 2007, Osobliwości w przebiegu rocznym temperatury powietrza Polski Południowej w świetle sytuacji synoptycznych [w:] *Piotrowicz K., Twardosz R. (red.), 2007, Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*, IGIPIZ UJ, Kraków, 263-270.
- Mapy synoptyczne Biura Prognoz IMGW, Oddział w Krakowie.
- Marosz M., 2005, Ekstremalne prędkości wiatru w Europie na podstawie reanalizy NCEP/NCAR (1971-2000), [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 336-343.
- Marsz A.A., 2005a, Czy cyrkulacja atmosferyczna jest zdeterminowana i przewidywalna?, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 32-52.

- Marsz A.A., 2005b, O oceanicznych uwarunkowaniach cyrkulacyjnego i termicznego charakteru zimy w Polsce i środkowej Europie, AM, Gdynia, s. 63.
- Météorologie Nationale Bulletin Quotidien D'Études, Ministère des Travaux Publics et des Transports/ Ministère des Transports, Paris.
- Michalczewski J., 1953, Meteorologiczna analiza powodzi z 10 i 11 maja 1951r., Przeg. Meteorologiczny i Hydrologiczny, 6, 3-4, 107-113.
- Michalczewski J., Mycielska H., 1963, Meteorologiczne przyczyny powodzi w Polsce w lipcu 1960, Prace PIHM, 74, s. 15.
- Miętus M., 1996, Zmienność lokalnej cyrkulacji atmosferycznej nad północną Polską i jej związek z elementami klimatu, Wiadomości IMGW, 19, 1, s. 9-30.
- Miętus M., 2005, Ekstremalne zjawiska klimatyczne z perspektywy IPCC, [w:] Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 19-31.
- Miętus M., Filipiak J., Owczarek M., Jakusik E., 2005, Zmienność warunków opadowych w rejonie polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego w świetle kwantylowej klasyfikacji opadowej, Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia, 37, IMGW, Warszawa, s. 59.
- Miętus M., Owczarek M., Filipiak J., 2002, Warunki termiczne na obszarze Wybrzeża i Pomorza w świetle wybranych klasyfikacji, Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia, 36, IMGW, Warszawa, s. 56.
- Milata W., 1935, Meteorologiczne przyczyny powodzi w lipcu 1934 r., Czas. Geogr., 13, 3, 273-282.
- Milata W., 1955, Synoptyka wielkich opadów atmosferycznych w Karpatach, Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, 8, 3-4, 210-217.
- Milly P.C.D., Wetherald R.T., Dunne K.A., Delworth T.L., 2002, Increasing risk of great floods in a changing climate, Nature, 415, 514-517.
- Moberg A., Jones P.D., Lister D. et al., 2006, Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901-2000, J. Geophys. Res., 111, D22106.
- Moran J.M., Morgan M.D., 1989, Meteorology: the atmosphere and the science of weather, Macmillan Publishing Company, 2nd edition, New York, p. 557.
- Morawska-Horawska M., 1971, Meteorologiczne przyczyny powodzi w Polsce Południowej w lipcu 1970 roku, Prz. Geofiz., 16, 4, 299-315.
- Morawska-Horawska M., 1979, Meteorologiczne przyczyny letniego wezbrania w Karpatach Zachodnich w 1973 r., Prz. Geofiz., 24, 3-4, 339-347.
- Mrugeła S., 2001, Opady atmosferyczne o normalnej i anomalnej wysokości na obszarze Polski (1951-1990), Wyd. UMCS, Lublin, s. 194.
- Mycielska H., 1979, Atlas typowych sytuacji synoptycznych przy występowaniu opadów powodziowych w dorzeczu górnej Wisły (1951-1960), IMGW, Warszawa, s. 18.
- Mycielska H., Michalczewski J., 1972, Meteorologiczne przyczyny wezbrania w lipcu 1970 r., [w:] Powódź w lipcu 1970 r., IMGW, Wyd. Komunikacji i Łączności, 17-42.
- Nicholls N., 1995, Long-term climate monitoring and extreme events, Climatic Change, 31, 231-245.
- Nicholls N., Murray W., 1999, Workshop on indices and indicators for climate extremes: Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997 – Breakout Group B: Precipitation, Climatic Change, 42, 23-29.
- Niedźwiedź T., 1981, Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na różnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły. Rozprawy Habilitacyjne UJ, 58, Kraków, s. 165.
- Niedźwiedź T., 1999, Rainfall characteristics in Southern Poland during the severe flooding event of July 1997, Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, Vol. 33, Kraków, 5-25.
- Niedźwiedź T., 2000, Dynamics to selected extreme climatic events in Poland, Geogr. Polonica, 73, 2, 25-39.
- Niedźwiedź T., 2009, Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej – zbiór komputerowy, Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii, Sosnowiec.
- Niedźwiedź T., Cebulak E., Czekierda D., Limanówka D., 1999, Wysokość, natężenie i przestrzenny rozkład opadów atmosferycznych, [w:] Dorzecze Wisły – monografia powodzi, lipiec 1997 (red. J. Grela, H. Słota, J. Zieliński), IMGW, Warszawa, 23-42.
- Niedźwiedź T., Czekierda D., 1998, Cyrkulacyjne uwarunkowania katastrofalnej powodzi w lipcu 1997 roku, [w:] Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997, Wyd. Oddziału PAN w Krakowie, Kraków, 53-66.
- Niedźwiedź T., Michalczyk Z., Starkel L., Ustrnul Z., 2005, Meteorological, hydrological and geomorphological extreme events in Central Europe – an attempt of classification, The 7th European Conference on Applications of Meteorology, and the 5th Annual Meeting of the European Meteorological Society (7ECAM/5EMS), Utrecht, Netherland, 12-16 September 2005 (CD-ROM).
- Nowicka B., Soczyńska U., Somorowska U., 1997, Predykcja maksymalnych odpływów rocznych o zadanym czasie powtarzalności, [w:] Predykcja opadów i wezbrań o zadanym czasie powtarzalności (red. U. Soczyńska), Wydawnictwa UW, Warszawa, 143-157.
- Nowosad M., 1992, The dynamics of snow depth depending on the types of atmospheric circulation on the example of the Bieszczady Mountains, Wyd. UMCS, Lublin, s. 32.
- Oliver J.E., Fairbridge R.W., 1987, The Encyclopedia of climatology, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, p. 986.
- Osuchowska-Klein B., 1975, Progностyczne aspekty cyrkulacji atmosferycznej nad Polską, Prace IMGW, 7, 4-51.
- Osuchowska-Klein B., 1978, Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej, IMGW, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, s. 192.
- Osuchowska-Klein B., 1992, Związek między temperaturą a cyrkulacją atmosferyczną. Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia, 17, IMGW, Warszawa, s. 156.
- Owczarek M., 2005, Ekstremalne warunki termiczne na Wybrzeżu i Pomorzu według przedziałów kwantylowych średniej dobowej temperatury powietrza, [w:] Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 70-80.
- Pawłowska J., Jankowska A., Pindor T., 2000, Kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej według J. Lityńskiego (1991-1999), IMGW, Warszawa.
- Pianko-Kluczyńska K., 2007, Nowy kalendarz typów cyrkulacji atmosfery według J. Lityńskiego, Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, IMGW, 1, 4, 65-85.
- Piotrowicz K., 2005, Ekstremalne warunki termiczne w Krakowie, [w:] Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 89-96.
- Piotrowicz K., Wypych A., 2006, Long-term variations in the number of hot, very hot and sultry days in Kraków, Papers on Global Change IGBP, Warszawa, 13, 43-58.
- Pruchnicki J., 1987, Metody opracowań klimatologicznych, PWN, Warszawa, s. 203.
- Przybylak R., Vizi Z., Araźny A., Kejna M., Maszewski R., Uscka-Kowalkowska J., 2006, Indeks ekstremalności klimatu Europy Środkowej w okresie 1951-2000, [w:] Idee i praktyczny uniwersalizm geografii, geografia fizyczna (red. Gierszewski P., Karasiewicz M.T.), Dokumentacja Geograficzna, 32, Warszawa, 240-248.
- Rakov V.A., Uman M.A., 2003, Lightning – physics and effects, Cambridge University Press, New York, Cambridge, p. 687.
- Słownik meteorologiczny (red. T. Niedźwiedź), 2003, PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, s. 496.
- Starkel L., 1999, Ulewy, powodzie i inne zdarzenia ekstremalne, Prace Komisji Zagrożeń Cywilizacyjnych PAU, 2, Kraków, 81-96.
- Stephenson D.B., 2002, Estimation and attribution of changes in extreme weather and climate events, IPCC workshop on extreme weather and climate events, June 2002, Beijing.
- Stephenson D.B., 2008, Definition, diagnosis, and origin of extreme weather and climate events (Chapter 1), [in:] Climate Extremes and Society (Murnane R., Diaz H., eds.), Cambridge University Press, p. 348.

- Stephenson D.B., Casati B., Ferro C.A.T., Wilson C.A., 2008, The extreme dependency score: a non-vanishing measure for forecasts of rare events, *Meteorological Applications, Special Issue: Forecast Verification*, Vol. 15, 41-50.
- Styszyńska A., Marsz A.A., 2005, Cyrkulacyjne uwarunkowania ekstremalnego zlodzenia Bałtyku, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 429-446.
- Sztobryn M., Kowalska B., Letkiewicz B., 2005, Maksymalne wysokie poziomy morza na Bałtyku w zachodniej części polskiego Wybrzeża, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 447-455.
- Trenberth K.E., Owen T.W., 1999, Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes, Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997 - Breakout Group A: Storms, *Climatic Change*, 42, 9-21.
- Trenberth K.E., Jones P.D., Ambenje P. et al., 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change, [in:] *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L., eds.), Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Trepińska J., 2000, Anomalie, cykle, trendy termiczne w klimatologii na przykładzie fluktuacji termicznych w Europie Środkowej w XIX i XX wieku, *Acta Univ. Nicolai Copernici*, 106, 307-326.
- Trepińska J.B., 2005, Termiczne skrajności w „umiarkowanym” klimacie Polski, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 55-63.
- Trepińska J.B., 2007, Katastrofalne zdarzenia pogodowe jako zagrożenia cywilizacyjne, [w:] *Cywilizacja i żywioły* (red. J. Szkutnicki, U. Kossowska-Cezak, E. Bogdanowicz, M. Ceran), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 29-39.
- Twardosz R., 2005, Dobowy przebieg opadów atmosferycznych w ujęciu synoptycznym i probabilistycznym na przykładzie Krakowa (1886-2002), *IGiGP UJ, Kraków*, s. 176.
- Twardosz R., Niedźwiedź T., 2001, Influence of synoptic situations on the precipitation in Kraków (Poland), *Int. J. Climatol.*, 21, 467-481.
- Ustrnul Z., 1996, Ekstremalne przypadki wiatrów halnych na obszarze Tatr i Podhala w ostatnim 30-leciu, I Ogólnopolska Konferencja „Przyroda TPN a człowiek”, Zakopane 6-9 października 1995, 164-167.
- Ustrnul Z., 1997, Zmienność cyrkulacji atmosfery na półkuli północnej w XX wieku. *Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia*, 27, IMGW, Warszawa, s. 208.
- Ustrnul Z., 2000, Synoptic - climatic structure of the extreme air thermal phenomena in Poland, *Geographia Polonica*, 73, 2, 99-109.
- Ustrnul Z., 2000-2001, Kalendarze typów cyrkulacji – próba oceny, *Annales UMCS, Sec. B*, 55/56, 347-356.
- Ustrnul Z., Czekierda D., 2000, Cyrkulacyjne uwarunkowania opadów atmosferycznych w Polsce, *Wiadomości IMGW*, 23, 2, 3-22.
- Ustrnul Z., Czekierda D., 2001, Circulation background of the atmospheric precipitation in Central Europe (based on the Polish example), *Meteorol. Zeit.*, 10, 103-111.
- Ustrnul Z., Czekierda D., 2002, Ekstremalne wartości temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku na tle warunków cyrkulacyjnych, *Wiadomości IMGW*, 25, 4, 3-22.
- Ustrnul Z., Feliks M., 2007, Zmienność i okresowość ciśnienia atmosferycznego w Polsce na przykładzie warszawskiej serii obserwacyjnej, [w:] *200 lat regularnych pomiarów i obserwacji meteorologicznych w Gdańsku* (red. Miętus, Filipiak, Wyszowski), IMGW, Warszawa, 206-216.
- Warakomski W., 1989-1990, W poszukiwaniu koncepcji anomalii klimatycznych, *Annales UMCS, Sec. B*, 44/45, 211-224.
- Wiązewski W., Bąkowski R., 2007, Sytuacje synoptyczne sprzyjające występowaniu mgieł na lotnisku Kraków-Balice, [w:] *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych* (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz), *IGiGP UJ, Kraków*, 337-345.
- Wibig J., 2000-2001, The methods of analysis of extreme temperature events, *Annales UMCS Sec. B*, 55/56, s. 369 – 375.
- Wibig J., 2001, Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na rozkład przestrzenny anomalii temperatury i opadów w Europie, *Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź*, s. 208.
- Wibig J., 2008, Fale ciepła i chłodu w środkowej Polsce na przykładzie Łodzi, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica*, 8, 27-61.
- Wibig J., Fortuniak K., 1998, The extreme precipitation conditions in Łódź in the period 1931-1995, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica*, 1998, 3, 241-249.
- Widawski A., Łakomiak M., 2008, Huraganowy wiatr w słowackiej części Tatr Wysokich (Vel'ka vetrova kalamita) w dniu 19 listopada 2004 roku, *Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, IMGW*, 2, 1-2, 33-48.
- Więclaw M., 2004, Masy powietrza nad Polską i ich wpływ na typy pogody, *Akademia Bydgoska, Bydgoszcz*, s. 154.
- Wirkus F., Bołaszewska J., Reutt F., 1975, Meteorologiczne przyczyny wezbrania w sierpniu 1972 r., [w:] *Powódź w sierpniu 1972 r.*, IMGW, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 11-30.
- Woś A., 1999, *Klimat Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, s. 302.
- Woyciechowska J., Ustrnul Z., 2006, Ekstremalne przypadki temperatury powietrza w troposferze nad Polską Południową, [w:] *Zagrożenia środowiska naturalnymi zjawiskami ekstremalnymi*, (red. M. Maciejewski, M. Ostojki), IMGW, Warszawa, 146-162.
- Wrona B., 2008, Meteorologiczne i morfologiczne uwarunkowania ekstremalnych opadów atmosferycznych w dorzeczu górnej i środkowej Odry, *Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia*, 41, IMGW, Warszawa, s. 120.
- Wypych A., 2009, Zmienność wilgotności powietrza jako wskaźnik współczesnych zmian klimatu w Krakowie, *Wiadomości Meteorologii Hydrologii Gospodarki Wodnej, IMGW*, 3, 1, 43-57.
- Yarnal, B., 1993, *Synoptic climatology in environmental analysis – A primer*, Belhaven Press, London and Florida, p. XV+195.
- Zawiślak T., 2005, Warunki synoptyczne występowania intensywnych opadów deszczu w południowo-zachodniej Polsce na przykładzie lat 2001-2003, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne* (red. E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki), PTGeofiz.-IMGW, Warszawa, 166-176.
- Ziemiański M., Wójcik L., 2003, Uwarunkowania meteorologiczne powodzi w rejonie Gdańska w dniu 9 lipca 2001 r., [w:] *Powódź w Gdańsku 2001* (red. J. Cyberski), *Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk*, 57-68.
- Zwieriew A. S., 1965, *Meteorologia synoptyczna*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, s. 576.
- Żmudzka E., 2007, Zmienność zachmurzenia nad Polską i jej uwarunkowania cyrkulacyjne (1951-2000), *Wyd. UW, Warszawa*, s. 399.
- Adresy internetowe / Web sites:  
<http://eca.knmi.nl/indicesextremes/>  
<http://weather.uwyo.edu/upperair>  
<http://www.cdc.noaa.gov>  
<http://www.wetter3.de>  
<http://www.wetterzentrale.de/>  
<http://www.clivar.org/publications/reports/reports.php>

„...Atlas stanowi dawno oczekiwaną pozycję w polskiej literaturze. Stanowi, jakby kropkę nad „i”, jeżeli chodzi o nieustanne poznawanie klimatu Polski, szczególnie w obliczu scenariuszy i hipotez o jego zmianach...

...Klimatologom daje możliwości rzetelnego poznania związku między typem cyrkulacyjnym i sytuacją meteorologiczną jako bezpośrednich przyczyn wystąpienia groźnego zjawiska pogodowego...

...Atlas jest cenną pozycją także dla ekologów, studentów, agend ubezpieczeniowych, a także dla instytucji zarządzających środowiskiem naturalnym kraju. Zawiera bowiem wartości poznawcze i użytkowe...”

*Prof. Halina Lorenc*

„...It is an excellent idea to present such an Atlas of extremes and to outline their relationship to synoptic situations in the way you did... The figures and tables are very illustrative...”

*Dr. Peter Bissolli*



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej



ISBN 978-83-61102-22-9