Ivan Obrusník: Disastrous floods in the Czech Republic in August 2002 161

Jan Kubát: Flood forecasting service of the Czech Hydrometeorological Institute during the flood in August 2002 163

Jan Pavlík – Milena Ferebauerová – Marjan Sandev – Jan Havelka: Synoptic assessment of weather situations during the August 2002 floods in the Czech Republic 167

Milan Šálek – Petr Novák – Jan Kráčmar: The use of remote sensing methods during the floods in the Czech Republic in August 2002 177

Vít Květoň – Radim Tolasz – Josef Zahradníček – Martin Stříž: Precipitation distribution during the flood in the Czech Republic in August 2002 180

Petr Šercl – Petr Lett – Eva Soukalová: Runoff situation in August 2002 in the Czech Republic 188

Pavla Řičicová – Tomáš Vlasák – Pavel Kopeček – Lenka Boříková: The use of hydrological forecasting models during the flood event in August 2002 in the Czech Hydrometeorological Institute 193

Michal Vrabec – Pavel Neruda – Petr Lett – Pavel Kopeček: Assessment of hydrological forecasts during the flood event in August 2002 in the Czech Republic 195

Mojmír Kohut: Soil moisture on the territory of the Czech Republic in August 2002 in the period of the flood event 198

Information – Reviews 204

Colour Annex . . . . . I-VIII

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY
Meteorological Bulletin

ROČNÍK 55 (2002) V PRAZE DNE 31. PROSINCE 2002 ČÍSLO 6

Toto číslo je věnováno památce zesnulého RNDr. Mariána Woleka

KATASTROFÁLNÍ POVODEŇ V ČESKÉ REPUBLICE V SRPNU 2002

Koncem roku 1997 jsme vydali zvláštní číslo Meteorologických zpráv s tematikou povodně v červenci 1997. Prostřednictvím přímých účastníků povodňové předpovědní služby jsme chtěli ukázat a vysvětlit, jak k tehdejší katastrofální povodni ve východní polovině republiky došlo. Články v tomto čísle proto zachytily tuto významnou událost jak z pohledu meteorologů a klimatologů, tak z hlediska hydrologů. Zároveň jsme chtěli zhodnotit organizaci a úspěšnost naší předpovědní služby. Samozřejmě jsme se domnívali, že tato událost byla tak mimořádná, že už nikdo z nás, členů vedení Českého hydrometeorologického ústavu nebo meteorologů a hydrologů, kteří během povodně sloužili, nic takového nezažije. Proto jsme se snažili shromáždit veškeré informace a zkušenosti s co nejmenším odstupem od katastrofické povodně, abychom je uchovali pro budoucí generace pro případ, že se s povodní podobného katastrofického rozměru setkají. Myslím, že se nám to tehdy vydáním specializovaného čísla (Meteorologické Zprávy, 50, 1997, číslo 6) podařilo. Na druhé straně jsme se chtěli z podrobné analýzy příčin povodně a fungování naší předpovědní služby poučit a učinit opatření ke zlepšení této služby po odborné i organizační stránce.

Příroda si však s námi zahrála a nová, a zřejmě ještě katastrofálnější, povodeň nás postihla již po pěti letech a my sami jsme mohli prokázat, jak jsme se z předcházející povodně v roce 1997 poučili. Myslím si, že celkové zlepšení bylo výrazné, a to nejen díky opatřením v předpovědní službě ČHMÚ uskutečněným od roku 1997, ale také díky jejímu důslednému napojení na nově vzniklý celostátní systém krizového řízení a integrovaného záchranného systému (IZS). Plně se osvědčila nová organizační struktura Předpovědní a výstražné služby (PVS) ČHMÚ, soustředěné do šesti regionálních předpovědních center (RPP) na pobočkách propojených s centrálním předpovědním pracovištěm v Praze.

Při srovnávání povodně v Čechách v srpnu 2002 s povodní 1997 nelze opomenout tato významnější fakta. Spolupráce s americkou povětrnostní službou (NWS) v posledních čty-

DISASTROUS FLOODS IN THE CZECH REPUBLIC IN AUGUST 2002

At the end of 1997, a special edition of *Meteorologické zprávy* covered the July 1997 floods. Using the input provided by those involved in the flood forecasting service we wanted to show and explain the causes of the disastrous floods in the eastern part of our country. The articles carried in the special edition therefore described this major event from the point of view of both meteorologists and climatologists, and hydrologists. We also wanted to evaluate our forecasting service's organisation and success rate. Naturally, we thought that the event had been so extraordinary and so exceptional that none of us on the Czech Hydrometeorological Institute management or among the meteorologists and hydrologists who had served on duty during the floods would live to see anything like this again. We therefore tried to collect all the information and experience as soon as possible after the disastrous flood, to preserve it for future generations should they ever be hit by floods having similar catastrophic dimensions. I believe that we were successful in meeting this goal by issuing the special edition (*Meteorologické zprávy*, 50, 1997, No. 6). On the other hand, we wanted to learn a lesson from a detailed analysis of the causes of the flood and the working of our forecasting service, and adopt measures to improve the service in both professional and organisational terms.

However, nature played its tricks on us again, and a new, and apparently even more disastrous flood hit us in as little as five years again. We suddenly had an opportunity to show what lessons we had learned from the 1997 flood. I think that the overall improvement has been significant, thanks not only to the measures adopted in the Institute's forecasting service since 1997 but also its consistent communication with the newly established national crisis management system and the Integrated Rescue System (IRS). The new organisational structure of the Institute's Forecasting and Warning Service (FWS), composed of six regional forecasting offices (RFO) at the Institute's regional offices and interconnected with the central forecasting office (CFO) in Prague, has proved its worth to the full.

When comparing the floods in Bohemia in August 2002 with

řech letech iniciovala několik změn v činnosti ČHMÚ, především mnohem lepší propojení meteorologické a hydrologické části PVS, důslednější využívání radarů, kvalitnější a také početnější data z postupně automatizovaných srážkoměrných a vodoměrných sítí apod. Zlepšil se též sběr a přenosy dat po technické stránce. PVS se také více opírala o kvalitnější radarovou síť – oproti roku 1997 byl v provozu nový radar v Brdech, který ukazoval okamžité srážky mnohem lépe než jeho „předchůdce" v Praze-Libuši, právě v Čechách, které byly katastrofickou povodní zasaženy tentokrát. Významný pokrok byl učiněn i v numerickém modelování počasí, kde se předpověď srážek z modelu ALADIN, počítaného na superpočítači přímo v ČHMÚ v Praze-Komořanech, stala základem pro hydrologickou předpověď. Ta je postavena na využití hydrologických srážkoodtokových modelů (které nám v roce 1997 chyběly) pro hlavní toky v oblastech zasažených povodní. Snažili jsme se i o co největší prodloužení intervalu předpovědí. Kromě modelu ALADIN jsme využívali i řadu dalších modelů počasí na dobu 3–5 dní a pro dobu až do 8–10 dnů jsme poprvé rutinněji využili i model z Evropského centra pro střednědobou předpověď v Readingu (ECMWF), který sloužil spíše k určení trendu vývoje počasí – pro důležitá rozhodnutí krizových štábů byly rozhodující výstupy z modelu ALADIN (avšak pouze do 48 hodin dopředu).

Srovnáme-li povodně z roku 1997 a z letošního roku z hlediska povodňové služby, pak mezi největší klady patří dobré fungování napojení PVS ČHMÚ na systém krizového řízení a integrovaný záchranný systém (IZS) v souladu se souborem nových krizových zákonů platných od počátku roku 2000. Hlavní tok výstrah, předpovědí a dalších informací směřoval z Centrálního předpovědního pracoviště ČHMÚ (CPP) na operační a informační středisko (OPIS) generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru (HZS) v Praze a odtud dále na OPIS krajských ředitelství HZS a pak dále na okresy (OPIS IZS) a v konečné fázi k obcím a jednotlivým občanům. Regionální předpovědní pracoviště (RPP) ČHMÚ byly obdobně přímo spojeny s příslušnými operačními a informačními středisky na krajských či okresních úřadech. Paralelně probíhala i nepřetržitá výměna informací mezi PVS ČHMÚ a příslušnými dispečinky podniků Povodí, s.p. a potřebné informace dostávaly i povodňové komise (PK). Ty však velice brzy, po vyhlášení krizového stavu, přešly do příslušných krizových štábů (KŠ), řízených na úrovni kraje hejtmany a na úrovni státu (ústřední krizový štáb) ministrem vnitra. Nový systém krizového řízení se při tak velké katastrofě uplatnil v ČR poprvé a dá se jednoznačně říci, že úspěšně.

Pro zlepšení přímého informování veřejnosti zavedl ČHMÚ prezentaci všech upozornění, výstrah a informací na své internetové stránce včetně prezentace aktuálních stavů na vybraných vodoměrných stanicích. Dále po dohodě s ČT zavedl zveřejňování dosažených stavů pro stupně povodňové aktivity na teletextu a do vybraných hlásných profilů instaloval stanice podávající fonickou informaci aktuálního stavu na telefonické zavolání (tzv. mluvící stanice). Všechna tato opatření napomohla ke zlepšení informačních funkcí ČHMÚ i při povodni v srpnu 2002. Činnost ČHMÚ při srpnové povodni, důsledné napojení na systém krizového řízení a zejména dobrá spolupráce meteorologů s hydrology, mají značný ohlas i v zahraničí. Dobrá byla i zkušenost se zapojením zástupců ČHMÚ do činnosti krizových štábů.

V tomto čísle MZ jsou shrnuty zkušenosti ze srpnové

the 1997 flood, the following important facts should not be omitted. Our co-operation with the US National Weather Service has resulted in several changes in the Institute's operations over the past four years, above all much better communication between the meteorological and hydrological sections of the FWS; increased use of radar; higher-quality and also larger amounts of data from rain and water level gauging networks, which are being gradually automated; etc. Also the technical standard of data collection and transmission has improved. The FWS now also relies more strongly on an improved radar network: unlike 1997, this time a new radar installation in the Brdy Hills was in operation, and showed momentary precipitation much better than its predecessor at Prague-Libuš, i.e. precisely in Bohemia which was afflicted by the catastrophe in August 2002. Significant progress has also been achieved in numerical weather modelling: precipitation forecasts computed by means of ALADIN model, run on a supercomputer directly at the Institute in Prague-Komořany, have become the basis for hydrological forecasting. Hydrological forecasts employ hydrological precipitation-runoff models (which we did not have in 1997) for the main watercourses in the areas affected by the flood. We also tried to extend the forecast lead time as much as possible during the floods. In addition to the ALADIN model we used many other weather models to produce forecasts for three to five days; in respect of up to eight- to ten-day forecasts we used the Reading ECMWF's model in more routine operation for the first time. This model served more for determining the trend in the weather's development, while the outputs from the ALADIN model (computed for only 48 hours ahead, however) were the key for the crisis management staff's important decisions.

A comparison of the 1997 floods and this year's floods from the perspective of the flood control service will indicate that the greatest pluses included the good working of the communication between the Institute's FWS and the crisis management system and IRS, in compliance with the new crisis management laws that had been effective from the beginning of 2000. The main stream of warnings, forecasts, and other information flowed from the Institute's Central Forecasting Office (CFO) to the Operations and Information Centre (OIC) of the Prague-based Directorate General of the Fire Services, and thence to the OIC of the Regional Directorates of the Fire Services, and thence to the districts, and, ultimately, to each of the communities and citizens. The Institute's regional forecasting offices also communicated with the relevant OIC at regional and district authorities. Simultaneously, there was continuous exchange of information between the Institute's FWS and the respective control rooms of the River Boards, and flood control commissions also received the required information. However, flood control commissions were relocated very soon, when the state of emergency was declared, to the respective crisis management staffs, which at the regional level were steered by Regional Governors and at the national level (the central crisis management staff) by the Interior Minister. This was the first time that the new crisis management system was applied in our country during a disaster of this size; we can clearly say that it was successful.

To improve information provision to the general public the Institute started presenting all of its warnings, and other information on its website, including the current levels at selected water gauging stations. Upon agreement with Czech Television the Institute also started publishing water levels indicating the related degree of flood control activity via the Teletext, and installed stations that, when dialled up, gave voice information about the current water levels (popularly known as talking stations) at selected signalling water gauging sites. All of these

povodně spíše odborného rázu, ke kterým se budeme stále vracet i s větším odstupem. Předpokládám, že po dokončení projektu Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002, schváleného vládou, jistě přibude řada dalších informací a poznatků jak z meteorologické, tak i hydrologické části předpovědní služby, které budeme moci využít pro praxi PVS. Zároveň však bude třeba vyhodnotit i druhou část řešení povodňových situací – napojení na celostátní systém krizového řízení a spolupráci ČHMÚ s dalšími složkami tohoto systému. Podobně jako u odborných otázek PVS, i v této spolupráci bude možné řadu činností zlepšit. To však nic nemění na tom, že mohu dnes v závěru tohoto úvodu ke zvláštnímu číslu MZ konstatovat, že ČHMÚ při této extrémní zkoušce „ohněm" jako celek obstál, a proto bych rád poděkoval nejen pracovníkům ústavu, ale i dobrovolným pozorovatelům i pracovníkům spolupracujících organizací bez jejichž přispění bychom srpnové pohromě čelili mnohem hůře. Myslím, že si to plně zaslouží.

Ing. Ivan Obrusník, DrSc.
ředitel ČHMÚ

measures helped to improve the Institute's function as an information and warning provider during the August 2002 floods. The Institute's operation during the floods; its consistently good link with the crisis management system; and, primarily, the smooth co-operation between meteorologists and hydrologists have met with considerable response outside the Czech Republic, too. The involvement of CHMI staff members in the operations of crisis management staffs has also brought positive experience.

This edition of *Meteorologické zprávy* summarises the experience with the August 2002 flood from our professional point of view, and we will keep reverting to this event later, from a greater distance of time. I expect that once the Evaluation of the August 2002 Disastrous Flood project (approved by the Government) is completed we will have much more information and findings from both the meteorological and hydrological sections of the forecasting service, which we will be able to apply in the practical operation of the FWS. But we will also need to evaluate the other aspect of dealing with flood situations – the connection with the national crisis management system, and the Institute's co-operation with the other components of that system. Similarly as with the technical issues of running the FWS, much can be improved in this co-operation, too. Nevertheless, this does not change anything in my conclusion of the introduction to this special edition of *Meteorologické zprávy* special edition: I am able to say that in this „acid test", the Institute as a whole passed muster, and I would therefore extend my sincere thanks to not only the Institute's employees but also volunteer observers and the staff of co-operating organisations. It would have been much more difficult to face the August disaster without their contribution. I believe they deserve our thanks in full.

Ivan Obrusník
Director, CHMI

Jan Kubát (ČHMÚ)

ČINNOST PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÉ SLUŽBY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU ZA POVODNĚ V SRPNU 2002

Flood forecasting service of the Czech Hydrometeorological Institute during the flood in August 2002. Forecasting flood control service makes an early awareness of responsible bodies and the general public in the course of floods possible and contributes significantly to the efficiency of taken measures. The forecasting flood service is carried out according to the Water Law by the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) in cooperation with managers of river basins. After the large flood in 1997 the Institute had implemented a number of measures to the improvement of flood forecasting which became evident favourably during the disastrous flood in August 2002. Both the Meteorology and Climatology Division and the Hydrology Division and regional offices take an active part in the system of the CHMI's flood service. The Central Forecasting Office in Prague and regional offices in České Budějovice, Plzeň and Brno were fully occupied in the course of the flood event in August 2002. Information and forecasts of CHMI were transmitted in a written form to an operating centre of the Fire Rescue service which sent them to the bodies of crisis management and to the water management control centres of the Povodí companies and were also published on the Internet. During August altogether 7 notices and 14 warnings for dangerous meteorological and hydrological phenomena were issued, 60 information reports and 10 extraordinary reports for the Central crisis management staff of CR. Forecasting offices used successfully hydrological forecasting models during the flood which were derived in the last years and in 2002 were in a pilot operation. A special attention was paid to the forecasting of discharges for the Vltava river in Prague. However, later checking suggests that CHMI's information and forecasts were not used for decision-making of the crisis management staff of the capital of Prague.

KLÍČOVÁ SLOVA: extrémy – povodeň – předpovídání – srážky atmosférické – model hydrologický – vyhodnocení – Česká republika

VÝZNAM PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÉ SLUŽBY

Mezi krizovými situacemi, které jsou způsobeny přírodními vlivy, zaujímají v našich podmínkách významné místo povodně. Velké povodně skutečně patří k nejčastěji se vyskytujícím přírodním katastrofám a způsobují obrovské materiální škody a ztráty na lidských životech. Jejich výskyt je značně nepravidelný. Podle historických hydrologických záznamů byly velké povodně poměrně časté ve druhé polovině 19. století. Pak jejich výskyt pozvolna ustával a druhá polovina 20. století byla na výskyt velkých regionálních povodní již vysloveně chudá. Až ke konci minulého století se začaly opět na našem území vyskytovat rozsáhlé a ničivé povodně. Připomeňme povodně v červenci 1997 na Odře a Moravě a horním Labi, povodeň v červenci 1998 v Orlických horách, povodeň v březnu 2000 na Jizeře. Letošní srpnová povodeň však svým rozsahem, extrémností a rovněž svými důsledky všechny tyto události překonala. Podle všech doposud provedených rozborů to byla v povodí Vltavy největší povodeň, jaká byla kdy zaznamenána a hydrologicky vyhodnocena. Soustavné záznamy povodní pro Vltavu v Praze máme od roku 1827, hladina vody 14. srpna 2002 však prokazatelně přesáhla i historické povodňové značky z povodně v roce 1784.

V současné době je po zkušenostech z posledních let již obecně uznáváno, že povodním se vyhnout nelze. Jde o přírodní jev, který se bude opakovat i v budoucnu. Rovněž je již téměř obecně uznáváno, že absolutní ochrana proti povodním není možná. Jednak by byla nesmyslně neekonomická, jednak by stavby zaručující tuto ochranu vážně narušily přírodní prostředí. Moderní strategie ochrany před povodněmi je založena na filozofii dát vodě prostor a umožnit její rozlití do přirozených inundačních území. Na druhé straně však v těchto inundačních územích nyní stojí obytné domy, občanská vybavenost a hospodářská zařízení, ale mnohdy i sklady nebezpečných látek, které je nutno včas evakuovat nebo zabezpečit. Zvyšuje se proto velmi rychle význam tzv. nestrukturálních opatření. Mezi ně patří povodňové plány, které mají specifikovat dopředu připravené, nacvičené a materiálně zabezpečené konkrétní akce, a spolehlivé informační systémy, které by měly tyto akce včas odstartovat.

Při uplatňování této strategie hraje důležitou roli předpovědní a hlásná povodňová služba. Umožňuje včasnou informovanost odpovědných orgánů, ohrožených subjektů a veřejnosti o povodňovém nebezpečí a o průběhu povodně a výrazně přispívá k efektivnosti prováděných opatření. Předpovědní povodňovou službu zabezpečuje podle vodního zákona ČHMÚ ve spolupráci se správci povodí. Hlásnou povodňovou službu organizují povodňové orgány a ČHMÚ se na ní významně podílí informacemi ze svých měřicích srážkoměrných a vodoměrných sítí. S ohledem na rostoucí výskyt povodní není divu, že úroveň práce ústavu a jeho složek je hodnocena veřejností hlavně podle jeho činností za povodní. Je možno říci, že v zásadě byla hodnocena pozitivně, i když při tak extrémní povodni se vyskytla řada problémů, které jsou pro nás poučením do budoucnosti.

PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÁ SLUŽBA ČHMÚ

Aktivity v oblasti předpovídání povodní mají u nás dlouhou tradici. Již koncem 19. století byly vydávány hydrografickou kanceláří předpovědi vodních stavů pro Labe, a tyto činnosti postupně přecházely s politickými a organizačními změnami na nově vznikající subjekty hydrologické a meteorologické služby. Významný posun nastal v 60. letech minulého století v návaznosti na velké povodně na Dunaji, kdy Hydrometeorolgický ústav založil krajské předpovědní a informační služebny (tzv. KPVIS), které se pak staly základem budoucích poboček ústavu. Později byly propojeny činnosti meteorologické a hydrologické prognózy do tzv. OPIN na centrální i krajské úrovni. K dalšímu významnému posunu došlo po velké povodni na Moravě v roce 1997, kdy byl přijat celý soubor opatření metodického, technického a organizačního charakteru ke zlepšení předpovídání povodní.

Konkrétní opatření po povodni v roce 1997 byla provedena v oblasti meteorologie, hydrologie i podpůrných činností, a byla podpořena usnesením vlády č.185/1998 o poskytnutí mimořádných finančních prostředků. I když ze slibovaných 80 milionů korun byla nakonec v roce 1998 poskytnuta pouze polovina, ústav mohl zahájit automatizaci hlásných meteorologických a hydrologických stanic, obměnit zastaralý meteorologický radar v Praze na Libuši a zavádět hydrologické předpovědní modely na všech svých sedmi předpovědních pracovištích. Metodický rozvoj a zavádění hydrologických modelů byl rovněž obsahem dvou grantových projektů a byly tak připraveny předpovědní modely pro 15 hlavních řek v ČR, které již byly ve zkušebním provozu využívány při povodni v srpnu 2002. Zavedení rutinního vydávání kvantifikované předpovědi srážek umožnilo prodloužení časového předstihu hydrologických předpovědí na podkladě naměřených a předpovídaných srážek.

Na současném systému předpovědní povodňové služby ČHMÚ se podílí jak úsek meteorologie a klimatologie, tak úsek hydrologie a pobočky. Ústav má vybudováno centrální předpovědní pracoviště (CPP) v Praze-Komořanech a šest regionálních předpovědních pracovišť (RPP) na pobočkách ústavu v bývalých krajských městech. Tato jednotná pracoviště mají zpravidla hydrologickou a meteorologickou část, z nichž obě mají při předpovídání povodní své úkoly a úzce spolu spolupracují. Meteorologické pracoviště v Praze a Ústí nad Labem mají nepřetržitý provoz. CPP tak plní velmi důležitou funkci „nepřetržitého dohledu" nad povětrnostní situací v celém státě. Hydrologické části CPP a RPP fungují za normálních podmínek v jedné pracovní směně (včetně volných dnů), za povodní se provoz podle potřeby prodlužuje až na nepřetržitou službu. Mimo provozní dobu je zaveden systém dosažitelnosti hydrologa ve službě, který je v případě mimořádné situace volán službu vykonávajícím meteorologem. Pracoviště předpovědní povodňové služby ČHMÚ úzce spolupracují s vodohospodářskými dispečinky státních podniků Povodí, které řídí provoz vodních děl za povodní a zabezpečují informační podporu pro rozhodování povodňových komisí ucelených povodí.

Předpovědní pracoviště CPP/RPP plní řadu dalších úkolů jak při normální situaci, tak při mimořádných situacích jiného druhu (např. vichřice a také havarijní situace čistoty vody a ovzduší). Předpovědní povodňová služba, kterou ČHMÚ vykonává ve smyslu vodního zákona, je v ústavu začleněna do tzv. Předpovědní a výstražné služby (PVS). Z hlediska významu a rozsahu možných důsledků je její nejdůležitější částí.

Hlavní funkcí meteorologické služby při předpovídání povodní je sledování povětrnostní situace, produkování předpovědí počasí a srážek a vydávání upozornění a výstrah na nebezpečné meteorologické jevy, zejména velké a intenzivní srážky. Jako doplňková informace jsou využívány snímky z meteorologických družic a snímky meteorologických radarů. Hydrologická služba sleduje aktuální situaci v hlásné síti vodoměrných stanic na vodních tocích a přebírá od vodohos-

podářských dispečinků podniků Povodí informace o stavu a manipulacích na vodních dílech, které ovlivňují průběh povodně. Produkuje hydrologickou předpověď pro vybrané předpovědní profily na vodních tocích, od letošního roku s využíváním hydrologických modelů.

Územní působnost předpovědních pracovišť ČHMU je dána historickým vývojem poboček ústavu a je kombinací původního administrativního členění státu a hydrologického členění hlavních povodí. Pražské pracoviště CPP má hlavně celostátní působnost, ale také regionální působnost jako RPP pro středočeskou oblast, dolní tok Labe až po státní hranici a některá další povodí (Jizera, Sázava). Územní působnost CPP/RPP se nekryje ani s působností povodňových komisí ucelených povodí, ani s působností orgánů krizového řízení v novém krajském uspořádání. Z hlediska včasné distribuce hydrometeorologických výstražných a informačních zpráv je proto velmi důležitá funkce Hasičského záchranného sboru (HZS), který podle zákona o Integrovaném záchranném systému zabezpečuje informační podporu krizového řízení. Postup je zakotven v dohodě mezi ČHMÚ a Generálním ředitelstvím HZS a za povodně byl plně využíván. Kromě toho má ČHMÚ delegované zástupce v povodňových komisích ucelených povodí a jeho zástupci byli přizváni na jednání Ústředního krizového štábu a některých krajských krizových štábů (mimo Krizového štábu hl.města Prahy, což se projevilo negativně na úrovni informovanosti tohoto orgánu).

ČINNOSTI PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÉ SLUŽBY ZA POVODNĚ V SRPNU 2002

Povodeň v srpnu 2002 byla typickým, i když extrémním příkladem velké letní povodně způsobené rozsáhlými regionálními srážkami. Z hlediska jejích příčin, rozsahu a extrémnosti povodňových jevů se dá srovnávat pouze s povodněmi v letech 1890 a 1997. Povodeň v roce 1890 zasáhla přibližně stejné území povodí Vltavy, byla ovšem o něco menší. Povodeň v červenci 1997 v povodí Odry a Moravy měla velmi obdobný průběh. Byla způsobena dvěma vlnami srážek, které byly v součtu ještě větší než v srpnu 2002. Povodňové průtoky nebyly z hlediska kulminací tak extrémní. V rámci projektu „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002" bude provedeno detailní porovnání příčin a průběhu jmenovaných povodní po meteorologické i hydrologické stránce.

Povodeň zasáhla po první vlně srážek především jižní Čechy (povodí Vltavy nad nádrží Orlík), po druhé vlně srážek pak také západní a střední Čechy (celé povodí Vltavy), jižní Moravu (povodí Dyje) a severní Čechy podél řeky Labe. Do předpovědní povodňové služby byla zapojena všechna předpovědní pracoviště v zasažené oblasti.

Centrální předpovědní pracoviště v Praze připravovalo předpověď srážek s využitím modelu ALADIN počítaného v ČHMÚ a výstupů dalších meteorologických modelů, které ČHMÚ dostává od zahraničních partnerů. Kvantitativní předpověď srážek je velmi důležitým vstupem pro hydrologické předpovědní modely a ovlivňuje zásadním způsobem přesnost povodňových předpovědí. V případě regionálních dešťů není tak směrodatná intenzita a lokalizace předpovídané srážky, jako spíše celkový objem spadlé vody na zájmové povodí. V tom byly předpovědi srážek vcelku uspokojivé. Podrobné vyhodnocení přesnosti předpovídaných srážek bude provedeno v rámci zmíněného projektu.

CPP vydalo v srpnu celkem 7 upozornění a 14 výstrah na nebezpečné meteorologické a hydrologické jevy. Před první a druhou vlnou trvalých srážek měly rozhodující význam:

Výstraha č.15/02 vydaná 6. srpna ve 22 hodin na trvalé srážky

Upozornění č. 43/02 vydané 10. srpna v 11 hodin na přívalové a trvalé srážky, vzestup hladin řek

Výstraha č. 19/02 vydaná 11. srpna v 11.30 h na trvalé a přívalové srážky, vzestup hladin řek

Tato výstraha byla aktivizujícím prvkem pro očekávání druhé vlny srážek velkého rozsahu.

Hydrologické pracoviště CPP soustřeďovalo informace o stavu na hlavních vodních tocích, připravovalo souhrnné informace a hydrologickou část upozornění a výstrah. Během srpna bylo vydáno celkem 60 informačních zpráv, které byly distribuovány prostřednictvím HZS, a 10 mimořádných zpráv pro zasedání Ústředního krizového štábu ČR. Informační zprávy obsahovaly vždy popis aktuální meteorologické a hydrologické situace, včetně vodních stavů a průtoků v hlásných profilech, a předpověď dalšího očekávaného vývoje povodně. Podrobněji byla hodnocena situace na tocích, které má CPP ve své územní působnosti, tj. dolní Vltava pod kaskádou, Sázava, dolní Berounka, Jizera a dolní Labe od Mělníka po státní hranici. CPP produkovalo hydrologickou předpověď pro Vltavu v Praze, Sázavu, Jizeru, Labe v Mělníku, Ústí nad Labem a Děčíně.

Upozornění, výstrahy a informační zprávy byly předávány na operační středisko GŘ HZS, které zabezpečovalo jejich distribuci na úroveň krajských a nižších orgánů krizového řízení. Dále byly v kopii zasílány dalším orgánům a institucím, mezi jinými povodňové službě Ministerstva životního prostředí, Ministerstvu zemědělství, Ministerstvu vnitra, vodohospodářským dispečinkům všech podniků Povodí a České televizi. Ta vybrané informace zařazovala během povodně do pravidelných a mimořádných relací o počasí. Dále byly všechny výstražné a informační zprávy v plném znění zveřejněny na internetových stránkách ČHMÚ. Na teletextu ČT1 byly trvale uváděny dosažené vodní stavy a průtoky v hlásných stanicích, kde byly přestoupeny stupně povodňové aktivity.

Informace a předpovědi z české části povodí Labe jsou velmi důležité pro předpovědní službu a řízení krizových opatření v Německu, kde byla srpnová povodeň rovněž jednou z největších zaznamenaných povodní na Labi. Příprava informací na CPP, v rozsahu podle Směrnice pro hlásnou službu při normálních a extrémních hydrologických situacích na hraničních vodách, je do značné míry automatizována a informace jsou zasílány přes komunikační počítač. Podmínkou je ovšem včasná kontrola a uložení všech vstupních informací a včasné zpracování a uložení předpovědí pro Labe, což bylo i ve vypjatých podmínkách extrémní povodně prováděno. V době vrcholení povodně na Labi byly navíc na žádost německé strany zasílány do Drážďan aktuální vodní stavy v Mělníku a Ústí nad Labem, a to od 15. do 17. srpna v 1–2hodinovém intervalu a pak až do 23. srpna v 6hodinovém intervalu.

Regionální předpovědní pracoviště na pobočkách ústavu v zasažených oblastech pracovala během povodně rovněž v nepřetržitém režimu. Nejvíce byla v přímém styku s povodní RPP v Českých Budějovicích a v Plzni, která musela být během povodně evakuována a pracovala po určitou dobu v provizorních prostorách za použití náhradních postupů. Regionální pracoviště vždy v zásadě vycházela z meteorologických předpovědí CPP, které interpretovala a konkretizovala na podmínky svého regionu. Hydrologové na RPP zpracovávali a vydávali předpovědi pro standardní profily na tocích

ve své působnosti (Vltava, Otava, Lužnice a Berounka) a odhady vývoje na dalších tocích podle aktuálních potřeb.

Na zasaženém hraničním úseku Dyje není standardní předpovědní profil s připravenou metodikou předpovědí, proto RPP Brno mělo těžkou úlohu – během povodně operativně odvodit potřebné vztahy a odhadovat předpověď přítoku do nádrže Vranov podle sporadických hlášení z Rakouska.

CPP a RPP ČHMÚ byly v průběžném kontaktu s vodohospodářskými dispečinky podniků Povodí v zasažených oblastech, především s dispečinky Povodí Vltavy v Praze, Českých Budějovicích i Plzni, s dispečinkem Povodí Labe v Hradci Králové, a také dispečinky Povodí Ohře a Povodí Moravy. Kromě všech písemných výstražných a informačních zpráv dostávaly vodohospodářské dispečinky výsledky předpovědních hydrologických modelů, které byly odvozeny a nakalibrovány v minulých letech, a v roce 2002 jsou zkušebně provozovány. Hydrologické modely byly v průběhu povodně úspěšně využívány a poskytovaly pro vybrané předpovědní profily rozšířenou předpověď průtoků až na 48 hodin. V extrémních fázích povodně bylo použití modelů limitováno určitými omezeními. Ta byla dána jednak rozsahem vstupních dat z měřicích sítí, jednak rozptylem a přesností předpovídaných srážek a jednak rozsahem informací o předpokládaných odtocích z nádrží (zejména z Vltavské kaskády). Faktem je, že parametry modelů nebylo možno předem nakalibrovat na tak extrémní situaci a na některých povodích byly spadlé srážky a jimi způsobené odtoky mimo reálně odvozenou oblast srážkoodtokových vztahů. Vyhodnocení výsledků předpovědních modelů a přesnosti vydávaných předpovědí bude provedeno v rámci projektu na vyhodnocení povodně.

Povodní byly mimo jiné zasaženy také objekty a zařízení ve správě ČHMÚ, zejména objekty vodoměrných stanic podél toků. Zcela zničeno bylo 7 vodoměrných stanic, poškozeno bylo více než 30 stanic, na dalších 38 stanicích bylo poškozeno přístrojové vybavení. Spolupráce s podniky Povodí byla velmi dobrá a pracovníci Povodí v řadě případů prováděli při výpadku nebo zatopení stanic náhradní odečty vodních stavů a hlásili je pracovištím ČHMÚ. To se již nedá říci o spolupráci obcí, které mají podle předpisu pro hlásnou službu provádět náhradní odečty, avšak za povodně tomu tak bylo pouze výjimečně.

Činnost poboček ústavu během povodně nebyla pouze na předpovědních pracovištích. Ve všech případech prováděli pracovníci poboček šetření v terénu a v rámci možností hydrometrická měření povodňových průtoků. Postiženým pobočkám přitom pomáhaly výjezdní skupiny z ostatních poboček.

PŘEDPOVÍDÁNÍ POVODNĚ PRO VLTAVU V PRAZE

Povodeň v srpnu 2002 postihla těžce města v jižních a západních Čechách, jakož i města a obce podél Labe. Největší rozsah povodňových škod však byl pravděpodobně v Praze, především v důsledků zaplavení Karlína a zaplavení a poničení metra. Oprávněná pozornost je proto věnována možnostem a úspěšnosti hydrologických předpovědí pro Vltavu v Praze a úrovni informovanosti odpovědných orgánů krizového řízení v Praze.

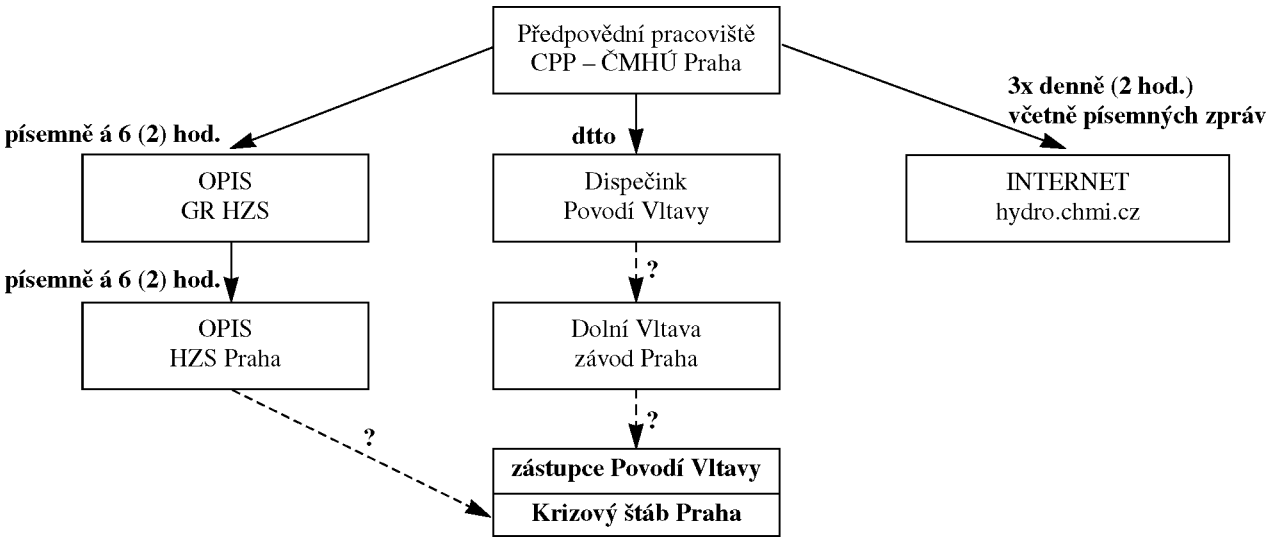
Na předpovídání povodně pro Prahu se svým dílem podílely tři předpovědní pracoviště ČHMÚ. RPP České Budějovice vydávalo předpověď přítoku do nádrže Orlík, RPP Plzeň vydávalo předpověď pro Berounku v Berouně a CPP v Praze předpovědi kompletovalo a vydávalo předpověď pro řídící hlásný profil Praha-Chuchle. K tomuto profilu jsou vztaženy stupně povodňové aktivity v povodňovém plánu hl. města Prahy i jejích částí. Je třeba zdůraznit, že pro zpracování hydrologické předpovědi na Prahu potřebuje CPP nutně znát budoucí vývoj odtoku z posledního stupně Vltavské kaskády, tj. z vodního díla Vrané. Tuto informaci poskytoval CPP vodohospodářský dispečink Povodí Vltavy, který rozhoduje o manipulacích na nádržích Vltavské kaskády, mimo jiné s využitím předpovědi ČHMÚ o přítoku do horní nádrže Orlík. Doba předstihu hlášení o předpokládaných manipulacích na kaskádě tedy v podstatě limitovala dobu předstihu předpovědi ČHMÚ pro Prahu.

Během první povodňové vlny a v počáteční fázi druhé povodňové vlny (zhruba do 13. 8.) byly předpovědi zpracovávány standardním způsobem a byly účinně využívány předpovědní modely. Zásadní analýza signalizující možnost katastrofální povodně byla provedena v neděli 11. 8. Na základě předpovídaných srážek byly vypočteny tzv. minimální a maximální varianta přítoku do Orlíka, které odpovídaly spodní a horní hranici předpovídaných srážek. Minimální varianta dávala přítok do Vltavské kaskády, který byl pravděpodobně zvládnutelný, a průtoky v Praze bez větších škod (pod 3. stupeň povodňové aktivity). Maximální varianta dávala přítok do Orlíka větší než 100letá povodeň, očekávaný průtok Prahou jsme bez analýzy aktuálně možného vlivu kaskády nemohli odhadnout. V pondělí 12. 8. ráno jsme podle skutečně spadlých srážek a předpovědi srážek na další období potvrdili tzv. maximální variantu.

V extrémní fázi povodně, zhruba 13. 8. odpoledne přesáhly hladiny vody na Vltavě a Berounce všechny doposud známé stavy. Ve vodoměrných profilech přestaly platit užívané vztahy mezi vodními stavy a průtoky (měrné křivky) a v důsledku masivních rozlivů se výrazně prodloužily postupové doby mezi jednotlivými vodoměrnými profily. Po otevření uzávěrů všech přelivů na přehradách Vltavské kaskády se tato stala dále neovladatelnou a odtok ze spodního stupně kaskády byl pouze odhadován. V této fázi povodně se předpovědní aktivity CPP soustředily na odhad času a výšky kulminace Vltavy v Praze, resp. ve stanici Praha-Chuchle. Předpověď byla dělána podle časového vývoje vodních stavů na Berounce v Berouně a aktuálně odvozené postupové doby z Berouna do Prahy. Předpověď kulminace byla vydána s přibližně 12hodinovým předstihem, výška kulminace byla během noci ze 13. na 14. 8. postupně upřesňována.

Po kulminaci, která v Praze nastala ve středu 14. 8. ve 12 hodin, byla předpovídána poklesová fáze povodňové vlny, se snahou předpovědět očekávanou dobu poklesu hladiny zpět na úroveň 3. stupně povodňové aktivity. Skutečný průběh poklesů byl však výrazně ovlivněn manipulacemi na Vltavské kaskádě. Pozornost CPP se pak přenesla na sestavování předpovědí pro dolní úsek Labe, které se blížilo ke kulminaci.

Hydrometeorologické informace a předpovědí o situaci na Vltavě a Berounce v Praze předávalo CPP operačnímu středisku GŘ HZS, které je distribuovalo na všechny krizové štáby, mezi tím také na operační pracoviště Záchranného bezpečnostního systému hl. města Prahy. Podle dodatečných reakcí v tisku a podle zápisů z jednání Krizového štábu hl. města Prahy je však možno se domnívat, že Krizový štáb Prahy zprávy a předpovědi ČHMÚ nebral v úvahu, pravděpodobně je v té době ani nikdo nečetl. Primátor ani členové krizového štábu si zřejmě neuvědomili funkci ČHMÚ při zabezpečování předpovědní povodňové služby a spokojili se s informacemi podávanými přítomným zástupcem podniku Povodí Vltavy. Za celou dobu povodně se Krizový štáb Prahy



Distribuce informací předpovědní povodňové služby ČMHÚ za povodně v srpnu v Praze.
Information distribution of the ČHMU's forecasting flood service during the flood in August 2002 in Prague

ani jednou neobrátil na ČHMÚ s dotazem nebo požadavkem a to ani v době, kdy neměl dostatečné informace o stoupání hladiny vody ve Vltavě. Přitom CPP-CHMÚ mohlo poskytovat tyto údaje podle automatické stanice v Chuchli (což je rozhodující hlásný profil pro Prahu) v jakémkoli požadovaném intervalu.

Podle dodatečného porovnání písemných zpráv ČHMÚ a zápisů z jednání Krizového štábu hl.města Prahy se informace ČHMÚ a zástupce Povodí Vltavy dobře shodovaly v průběhu tzv. první povodňové vlny, během druhé povodňové vlny se však někdy významně lišily a to hlavně při předpovědi doby a velikosti kulminačního stavu.

Činnost ČHMÚ během povodně v srpnu 2002 byla náročná a složitá. Je potěšitelné, že z většiny reakcí krizových orgánů, se kterými jsme spolupracovali, a našich partnerů byla hodnocena kladně. Při tak extrémní situaci, jakou byla tato povodeň, se zcela pochopitelně vyskytla také celá řada problémů a nedostatků i v naší práci, o kterých však víme především my sami. Jsou pro nás poučením a výzvou do budoucna k dalšímu vylepšování našich služeb.

Jan Pavlík – Milena Ferebauerová – Marjan Sandev – Jan Havelka (ČHMÚ)

SYNOPTICKÉ HODNOCENÍ POVĚTRNOSTNÍCH SITUACÍ V PRŮBĚHU POVODNÍ V SRPNU 2002 V ČESKÉ REPUBLICE

Synoptic assessment of weather situations during the August 2002 floods in the Czech Republic. In August 2002, two synoptic situations accompanied by extremely intensive rainfall occured over central Europe and resulted in extensive floods over Bohemia. The first situation lasted from 6 to 7 August, the second one from 11 to 13 August. The resulted floods which occurred during and after the second period of rain were extremely devastating and the largest ones in the several latest centuries. Comparing the two situations, the processes of atmospheric circulation were similar but the development of the second cyclone was more intensive. Similar weather situations took place earlier in this summer.

KLÍČOVÁ SLOVA: situace povětrnostní – situace synoptická – cirkulace atmosférická – extrémy atmosférických srážek – povodeň – vyhodnocení.

1. ÚVOD

Cirkulace v letních měsících roku 2002 (červen, červenec, srpen) měla v oblasti Evropa – Atlantik výrazně meridionální charakter, zonální období, pokud se vyskytla, byla poměrně krátká. Nad severní Evropou se obnovovaly tlakové výše a v důsledku toho byla frontální zóna často stlačená až na Středomoří. Jednotlivé tlakové níže a frontální systémy, které postupovaly již zmíněnou jižní drahou přes Středomoří do střední Evropy, s sebou přinášely neobvykle vydatné srážky.

Abnormálně vydatné srážky ve Středomoří vypadávaly ve všech letních měsících, v červnu dosahovaly v západním Středomoří 300 % normálu, v červenci byla místa s 300 %

normálu v celém Středomoří a nejvydatnější srážky v oblasti Středozemního moře byly v srpnu, kdy na západním pobřeží Řecka bylo dosaženo až 500 % normálu. Podobně extrémně nadprůměrné srážky spadly i na některých místech Čech, zejména na jihu území.

Opakovaný příliv tropického vzduchu od jihu způsobil ve východní a v srpnu i v severní Evropě silně nadnormální teploty vzduchu s odchylkou kolem 4 °C nad měsíčním dlouhodobým normálem. V červenci se silně nadnormální teploty vyskytovaly od Černého moře až nad moskevskou oblast, v srpnu ve Skandinávii, Pobaltí, v Polsku a severním Německu. Ve středním Švédsku přesahovala průměrná měsíční teplota normál o více než 5 °C.

Pro letošní léto typická meridionální situace se vytvořila již v první dekádě června, kdy nad severní Evropou panovala oblast vysokého tlaku vzduchu a ze západního Středomoří postupovala do střední Evropy tlaková níže spolu s frontálním systémem. Podobná situace se vytvořila i v druhé dekádě července, tentokrát postupovala tlaková níže se svým frontálním systémem z centrálního Středomoří do střední Evropy. V srpnu, kdy byla cirkulace v oblasti Atlantik – Evropa téměř výhradně meridionální, se v první polovině srpna opakovala povětrnostní situace, charakterizovaná vysokým tlakem nad severní Evropou a postupem tlakové níže ze Středomoří do střední Evropy, hned dvakrát. Byla příčinou vydatných srážek a vzhledem k tomu, že tlakové níže postupovaly za sebou v poměrně krátkém časovém odstupu, způsobily ve střední Evropě katastrofální povodně.

2. POUŽITÉ MATERIÁLY

Pro synoptické vyhodnocení obou situací byly použity mapy přízemního tlakového pole v termínech 00, 06, 12, 18 UTC pro oblast Atlantik – Evropa (1: 15 000 000), mapy AT 500 hPa a 850 hPa a teplota v hladině 850 hPa z termínů 00 a 12 UTC (1: 15 000 000), data z přízemních pozorování synoptických stanic na území České republiky po hodině. Pro sledování pohybu oblačných a srážkových útvarů byly použity radarové a družicové snímky.

3. PRVNÍ POVODŇOVÁ VLNA OD 6. DO 8. SRPNA 2002

3.1 Vývoj synoptické situace

Koncem července se nad západní Evropou vytvořila tlaková níže, která v oblasti kanálu La Manche setrvávala až do 5. srpna. Zatímco se v přízemním tlakovém poli zvolna vyplňovala, ve vyšších vrstvách atmosféry byla velmi dobře vyjádřená, což lze dokumentovat například v hladině 500 hPa.

Frontální zóna, vyjádřená zesíleným prouděním v hladině 500 hPa, probíhala z Pyrenejského poloostrova přes Středomoří k východu. V hladině 850 hPa byla tato zóna vyjádřená výrazným teplotním kontrastem mezi tropickým vzduchem na jihu, jehož teplota dosahovala nad severní Afrikou až 28 °C, a chladným vzduchem na severu, kde v oblasti řídící tlakové níže nad západní Evropou byly teploty kolem 7 °C.

Na snímku geostacionární družice Meteosat však ještě ráno 5. srpna nebyla zřetelná v oblasti středomořské frontální zóny žádná výrazná frontální oblačnost. Ve vchodu do frontální zóny v oblasti Francie během denních hodin 5. srpna se v procesu frontogeneze zvýraznil teplotní kontrast a projevil se vznikem frontální oblačnosti, zpočátku vrstevnaté, během odpoledne pak i mohutné konvektivní oblačnosti podél linie vznikající přízemní fronty (obr. 1). Stejnou situaci dokumentuje i obrázek 2, mapa přízemního tlakového pole. Na frontě se vytvořila vlna, která spolu s mělkou tlakovou níží postupovala k severovýchodu a do ranních hodin 6. srpna dorazila nad Pádskou nížinu. V tu dobu začínala frontální vlna okludovat, což dokládá obrázek 3. Na obrázku 4 je přízemní mapa z ranních hodin 6. srpna.

Dne 6. srpna se vytvořil samostatný střed tlakové níže i v hladině 850 hPa, v hladině 500 hPa se dále prohlubovala brázda nízkého tlaku vzduchu (obr. 5–7). Při dalším postupu k severovýchodu se i přízemní tlaková níže prohlubovala, oblačný systém mohutněl a srážky zesilovaly. V noci ze 6. na 7. srpna byla tlaková níže vyjádřená nad východními Alpami i v hladině 500 hPa, polohu přízemní i výškové tlakové níže vidíme na obrázcích 8, 9, 10.

Výrazné srážkové pásmo postupovalo přes severní Itálii nad Bavorsko, Rakousko a jižní Čechy, které začalo ovlivňovat již v odpoledních hodinách 6. srpna vydatným trvalým deštěm a místy i přívalovými srážkami. Dne 7. 8. frontální systém dále okludoval, srážkové pásmo stále zasahovalo zejména jižní Čechy a déšť byl orograficky zesílen návětrným efektem, který se projevil při severovýchodním proudění zejména na návětrné straně Šumavy a Novohradských hor (obr. 11). Toho dne bylo pozorováno tornádo na Dačicku.

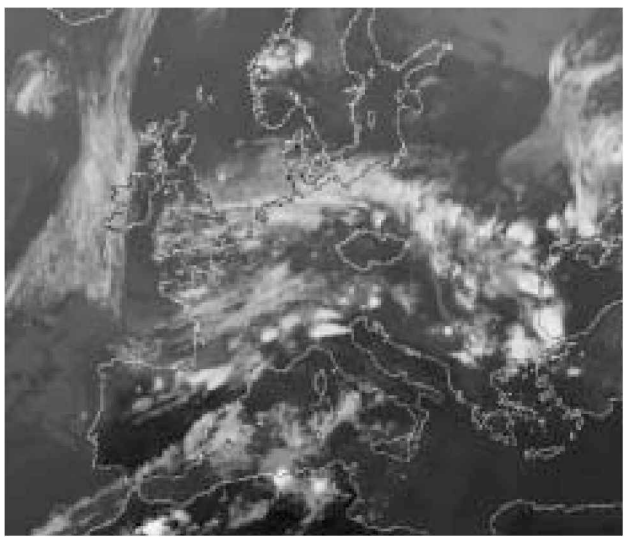
Okluzní fronta spolu se srážkovým pásmem zůstávala během 7. 8. nad jižními Čechami téměř bez pohybu, během odpoledních a večerních hodin 7. 8. se začala tlaková níže přesouvat k jihovýchodu, přes Balkán nad západní Turecko (obr. 12) a její postup byl patrný i v hladinách 850 a 500 hPa. Slábnutí srážkové činnosti je dokumentováno na obrázku 13, kde je patrné slábnutím frontální oblačnosti.

Postup středu tlakové níže za období od srpna 00:00 UTC do 7. srpna 12:00 UTC dokládá obrázek 15.

3.2 Přehled srážkové činnosti

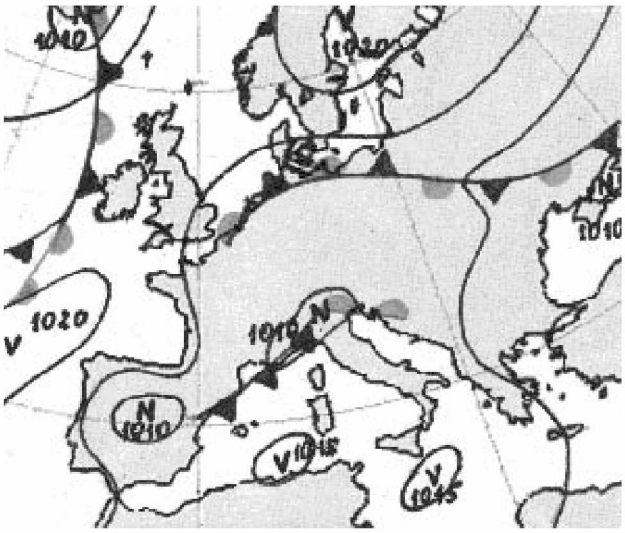
Dvacetičtyřhodinové srážkové úhrny za 6. 8. a 7. 8. jsou dokumentovány v článku V. Květoň et al. v tomto čísle (str. 180-187). Nejvyšší srážkový úhrn za 7. 8. byl zaznamenán v Pohorské Vsi v Novohradských horách, a to 180,5 mm.

Časový průběh srážek od 6. do 8. 8. na dvou vybraných stanicích Churáňov a Temelín je uveden na obrázku 14.



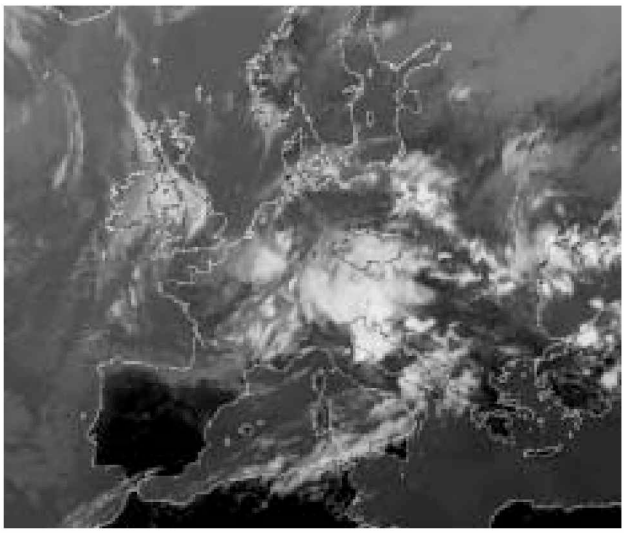
Obr. 1 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 5. 8. 18:00 UTC.

Fig. 1. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 5 August 18:00 UTC.



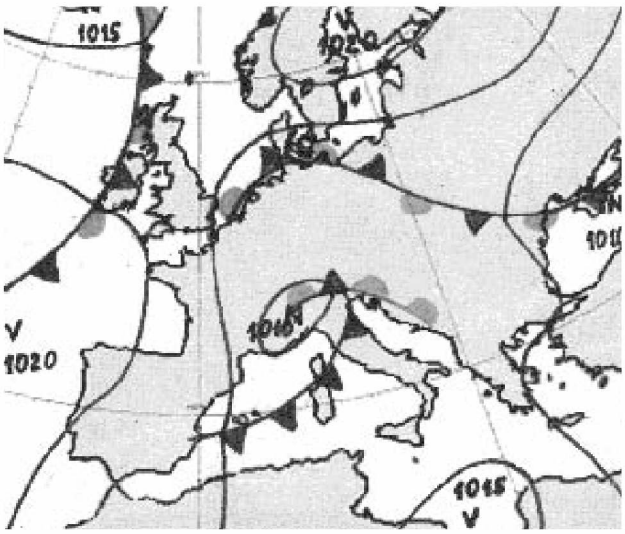
Obr. 2 Přízemní mapa z 5. 8. 18:00 UTC.

Fig. 2. Surface chart from 5 August 18:00 UTC.



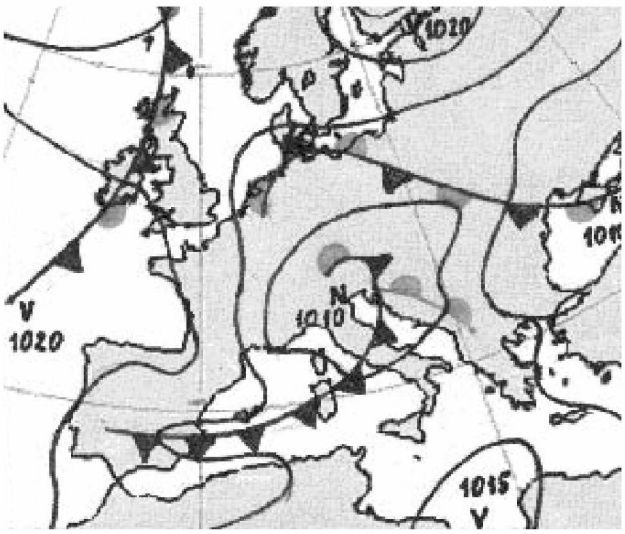
Obr. 3 Infračerv. snímek geostacionární družice Meteosat z 6. 8. 12:30 UTC.

Fig. 3. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 6 August 12:30 UTC.



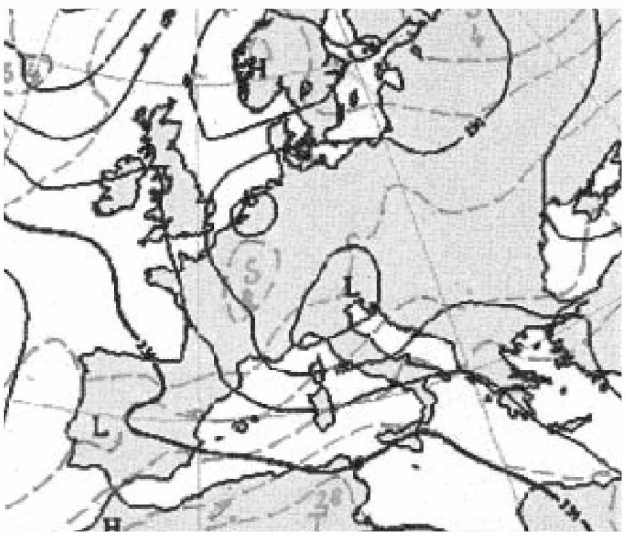
Obr. 4 Přízemní mapa z 6. 8. 06:00 UTC.

Fig. 4. Surface chart from 6 August 06:00 UTC.



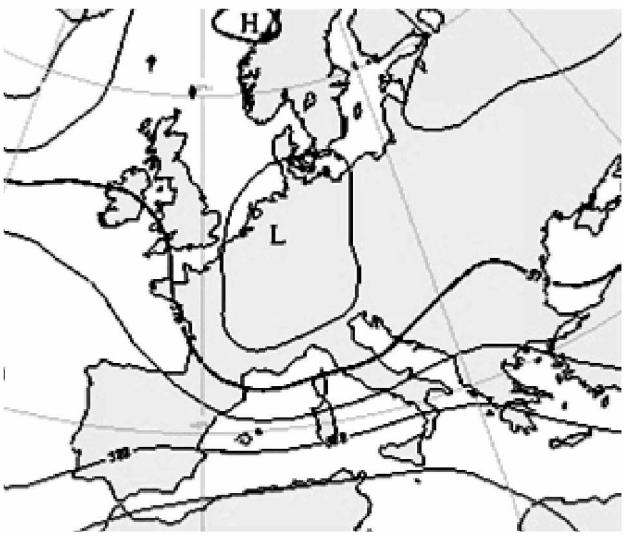
Obr. 5 Přízemní mapa z 6. 8. ze 12:00 UTC.

Fig. 5. Surface chart from 6 August 12:00 UTC.



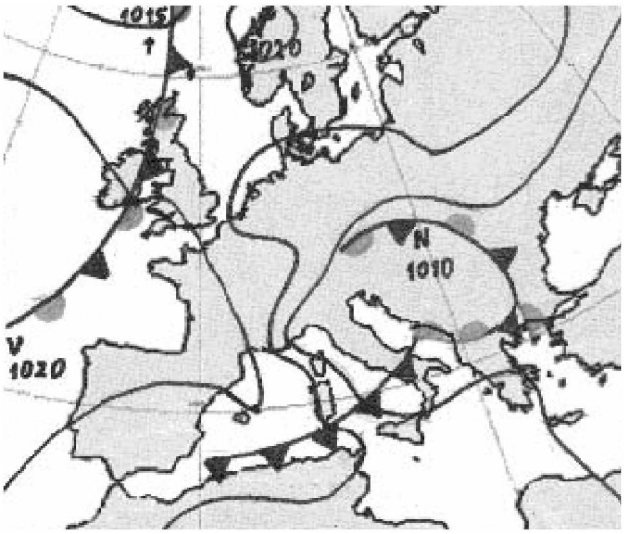
Obr. 6 Mapa hladiny 850 hPa z 6. 8. 12:00 UTC.

Fig. 6. Chart of the 850 hPa level from 6 August 12:00 UTC.

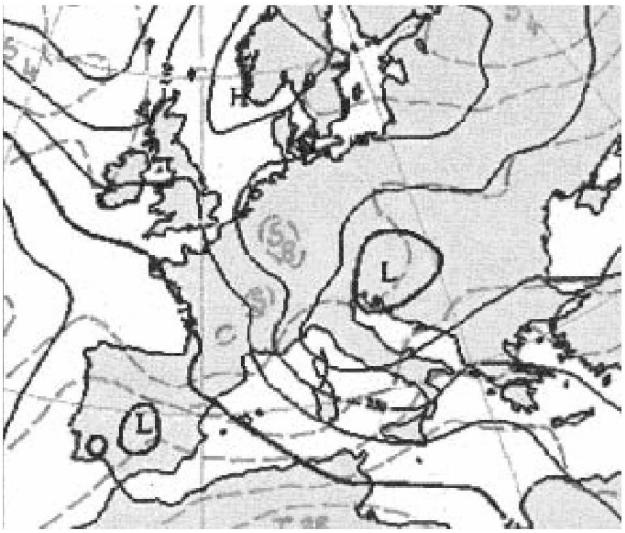


Obr. 7 Mapa hladiny 500 hPa z 6. 8. 12:00 UTC.

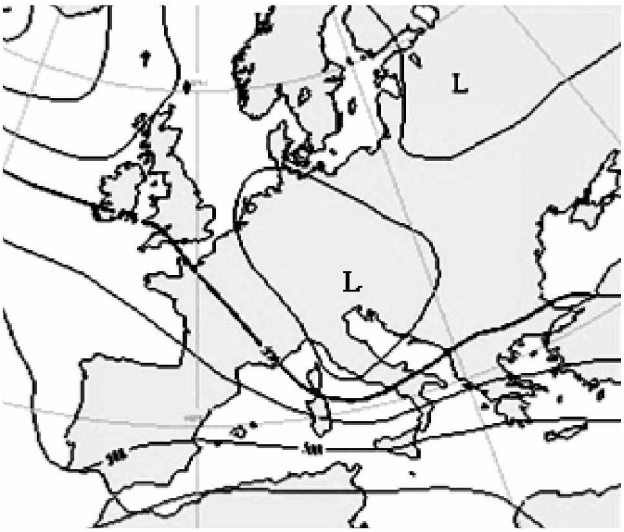
Fig. 7. Chart of the 500 hPa level from 6 August 12:00 UTC.



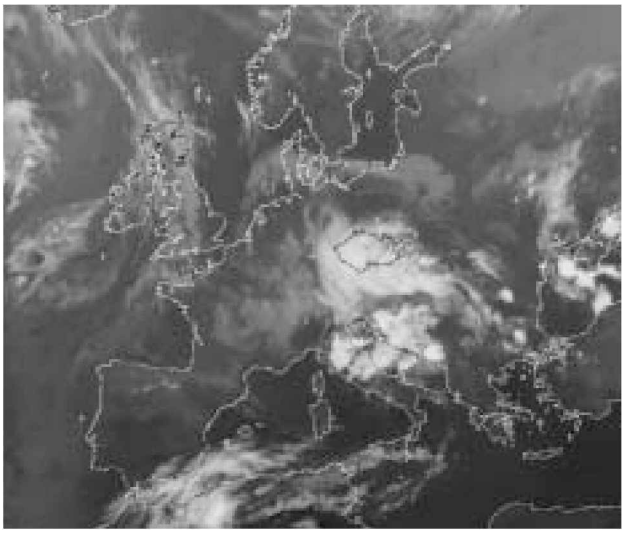
Obr. 8 Přízemní mapa ze 7. 8. 00:00 UTC.
Fig. 8. Surface chart from 7 August 00:00 UTC.



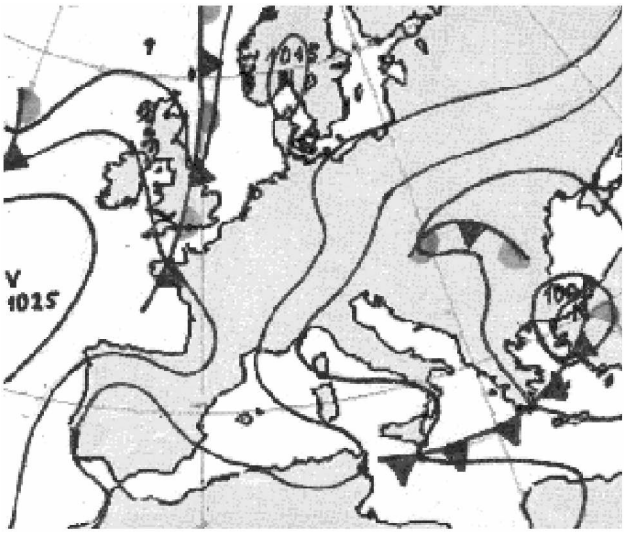
Obr. 9 Mapa hladiny 850 hPa ze 7. 8. 00:00 UTC.
Fig. 9. Chart of the 850 hPa level from 7 August 00:00 UTC.



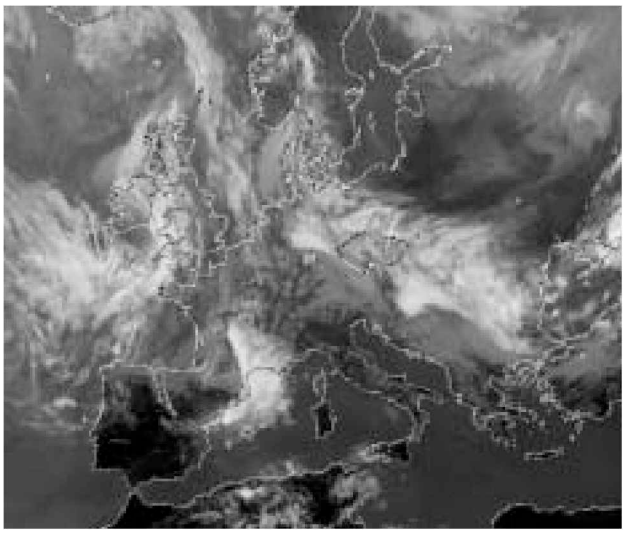
Obr. 10 Mapa hladiny 500 hPa ze 7. 8. 00:00 UTC.
Fig. 10. Chart of the 500 hPa level from 7 August 00:00 UTC.



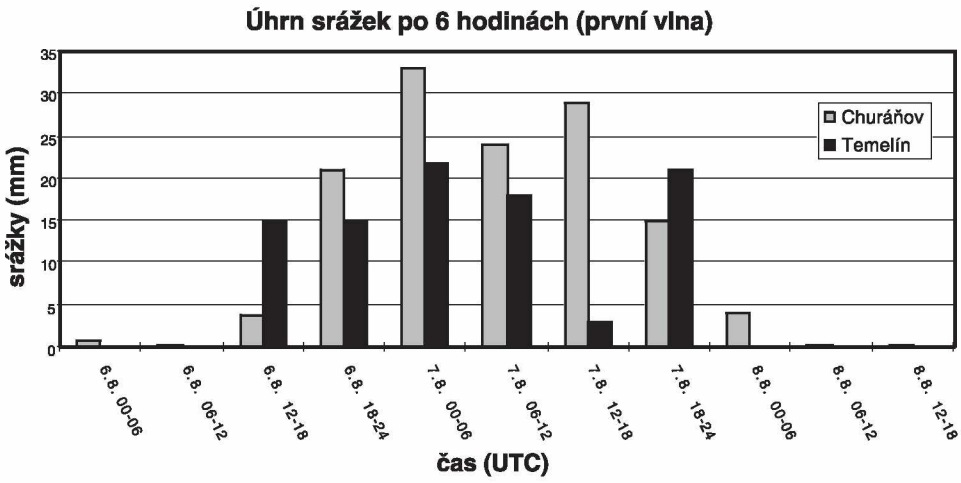
Obr. 11 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat ze 7. 8. 00:00 UTC.
Fig. 11. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 7 August 00:00 UTC.



Obr. 12 Přízemní mapa ze 7. 8. 18:00 UTC.
Fig. 12. Surface chart from 7 August 18:00 UTC.



Obr. 13 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 8. 8. 12:00 UTC.
Fig. 13. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 8 August 12:00 UTC.



Obr. 14 Časový průběh srážek po 6 hodinách na stanicích Churáňov a Temelín.

Fig. 14. Precipitation time series in mm/6 hours at the Churanov and Temelin stations.

4. DRUHÁ POVODŇOVÁ VLNA OD 11. DO 13. SRPNA 2002

4.1 Vývoj synoptické situace

Zatímco tlaková níže spolu se svým frontálním systémem 7. 8. opouštěla střední Evropu, přes východní Atlantik postupovala další tlaková níže s frontálním systémem a 8. 8. v poledních hodinách dorazila nad Irsko. 9. 8. o půlnoci byl střed tlakové níže nad jihozápadní Anglií a částečně okludovaný frontální systém ležel nad západní Francií a Biskajským zálivem (obr. 16). Polohu tlakové níže s frontálním systémem dokumentuje přízemní mapa (obr. 17).

Střed tlakové níže byl rovněž vyjádřen v hladině 850 hPa. Vzduch v teplém sektoru frontálního systému této tlakové níže měl teplotu kolem 10 °C, v týlu tlakové níže klesala teplota vzduchu nad Skotskem až na 1 °C. V oblasti Středomoří trval teplotní kontrast mezi tropickým vzduchem na jihu s teplotami nad 20 °C a chladnějším vzduchem na severu s teplotami kolem 11 °C. V hladině 500 hPa byla výrazná brázda nízkého tlaku vzduchu nad Britskými ostrovy. V této hladině bylo stále patrné zesílené západní proudění podél frontální zóny nad Středozemním mořem.

V noci na 10. 8. postupoval frontální systém již přes západní Středomoří, nad teplým povrchem Středozemního moře zmohutněla jeho oblačnost a v blízkosti jeho okluzního bodu v oblasti Baleárských ostrovů se vytvořila mohutná konvektivní oblačnost (obr. 18). Tlaková níže zpomalila svůj postup, posunula se do oblasti mezi Anglii a Belgii, nad jižní část Severního moře (obr. 19).

V hladině 850 hPa (obr. 20) ležel střed tlakové níže nad průlivem La Manche, teplota vzduchu v teplém sektoru vzrostla na hodnoty mezi 15° až 20 °C, studený vzduch s teplotou 6 °C pronikl až nad jižní Francii. V hladině 500 hPa (obr. 21) zasahovala výrazná brázda nízkého tlaku vzduchu nad západní Středomoří a v oblasti La Manche se začal vytvářet samostatný střed nízkého tlaku vzduchu.

Do večera 10. srpna postoupil frontální systém nad Itálii a vytvořila se na něm nová tlaková níže nad Janovským zálivem. Z této níže směrem k severu zasahovalo další frontální rozhraní mezi teplejším vzduchem na východě a chladnějším na západě. Toto rozhraní bylo původně okluzní frontou přecházejícího frontálního systému. Dne 11. srpna 00.00 UTC měla prohlubující se tlaková níže střed nad severní Itálií, její oblačný systém se začal zřetelně zavířovat (obr. 22). Situace na přízemní mapě je na obr. 23.

V hladině 850 hPa byl ještě patrný vyplňující se střed tlakové níže nad průlivem La Manche, vznikl již nový střed nad Pádskou nížinou. Teplotní kontrast na frontálním systému zesílil (obr. 24). V hladině 500 hPa byla dobře vyjádřená tlaková níže se středem nad západními Alpami, dobře zřetelná byla i ve vyšších hladinách troposféry (obr. 25, 26).

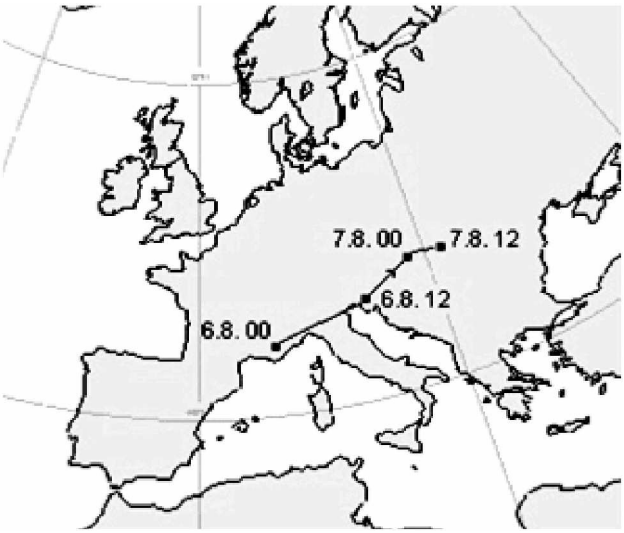
Během 11. srpna postupovala tlaková níže zvolna k severovýchodu, později až k severu v důsledku blokující tlakové výše nad východní Evropou. Okluzní fronta tlakové níže se od jihu až jihovýchodu přibližovala k území České republiky a o půlnoci na 12. srpna již ležela nad Českomoravskou vrchovinou. Její srážková oblast začala ovlivňovat území ČR v poledních hodinách 11. 8. (obr. 27, 28). Postupně se rozšiřovala k severozápadu, přičemž intenzita trvalých srážek byla neobvykle silná. Ojediněle se vyskytly i bouřky.

Dne 12. srpna v 00:00 UTC ležel střed přízemní tlakové níže nad jihem České republiky, což je dokumentováno obrázkem 29.

V hladině 850 hPa (obr. 30) ležel střed výrazně vyjádřené tlakové níže nad Rakouskem, tlaková níže byla teplotně značně asymetrická. V jejím teplém sektoru dosahovaly teploty hodnot nad 20 °C, nad jižním Řeckem až 28 °C, v oblasti okluzní fronty naměřila stanice Praha–Libuš teplotu 12 °C, v týlu tlakové níže pronikal chladný vzduch s teplotami 7° až 10 °C přes západní Evropu až do oblasti východně od Alp. V hladině 500 hPa (obr. 31) ležel střed tlakové níže východně od Alp.

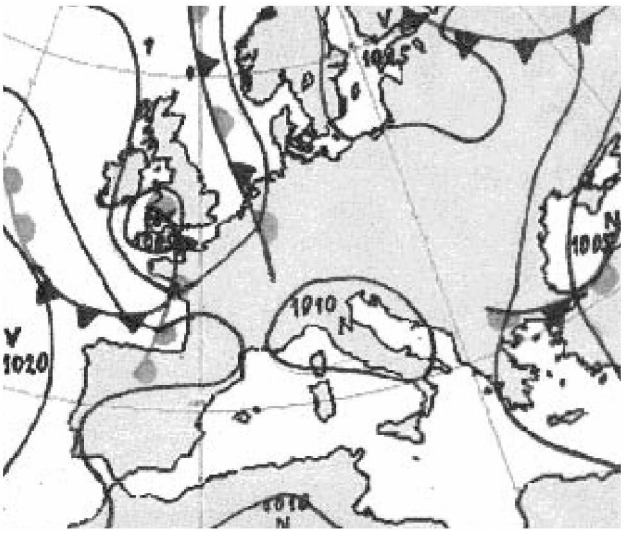
Mimořádná intenzita srážek odpovídala tomu, že tlaková níže byla velmi dobře vyvinutá, se značnými teplotními kontrasty na frontách a velmi teplým vzduchem v teplém sektoru. Do ranních hodin 12. 8. postoupila okluzní fronta na čáru jižní – střední – severní Čechy. V dalším vývoji, s postupem středu tlakové níže přes Čechy k severu, se začala okluzní fronta přesunovat zpět k východu. V důsledku toho byla velká část území Čech zasažena intenzivními srážkami po poměrně dlouhou dobu. Srážky byly navíc výrazně zesíleny návětrným efektem zejména na Šumavě, v Novohradských a Krušných horách, při dalším postupu okluzní fronty k východu i v Jizerských horách, Krkonoších a Orlických horách. Na okluzní frontě se v denních hodinách vyskytly kromě trvalých srážek i četné bouřky s intenzivními lijáky.

Dne 12. srpna v poledních hodinách postoupil střed přízemní tlakové níže nad severní Čechy a intenzivní trvalé deště panovaly zejména v jihozápadní polovině Čech v týlu vracející se okluzní fronty. Značně zde zesilovalo severozápadní proudění (obr. 32).



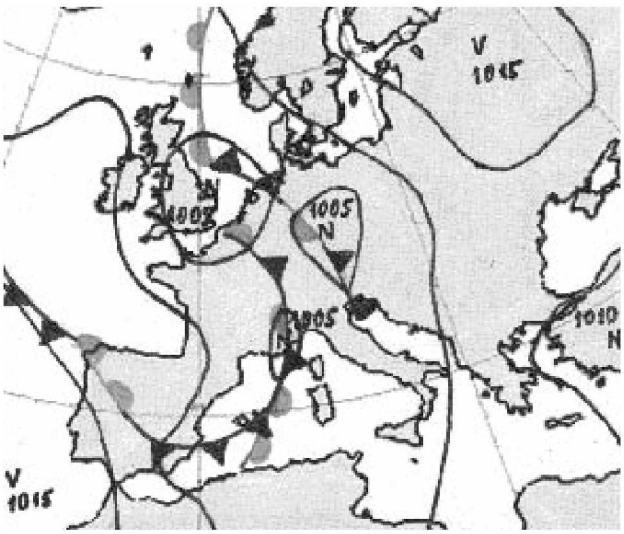
Obr. 15 Postup středu tlakové níže.
Fig. 15. The movement of the cyclone centre.

Obr. 16 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 9. 8. 00:00 UTC.
Fig. 16. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 9 August 00:00 UTC.

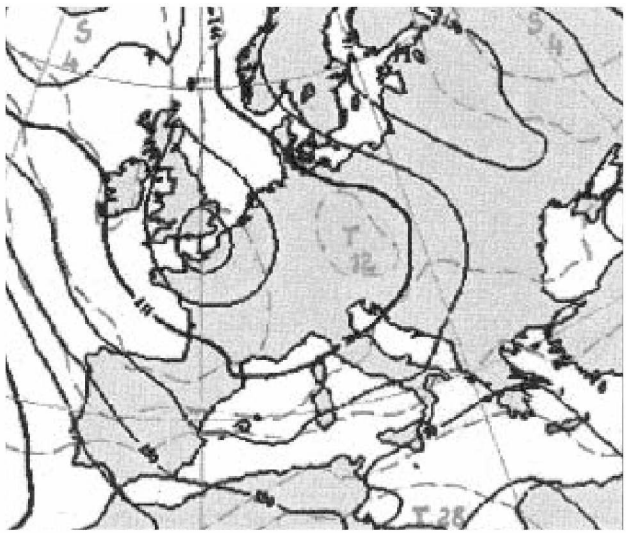


Obr. 17 Přízemní mapa 9. 8. 00:00 UTC.
Fig. 17. Surface chart from 9 August 00:00 UTC

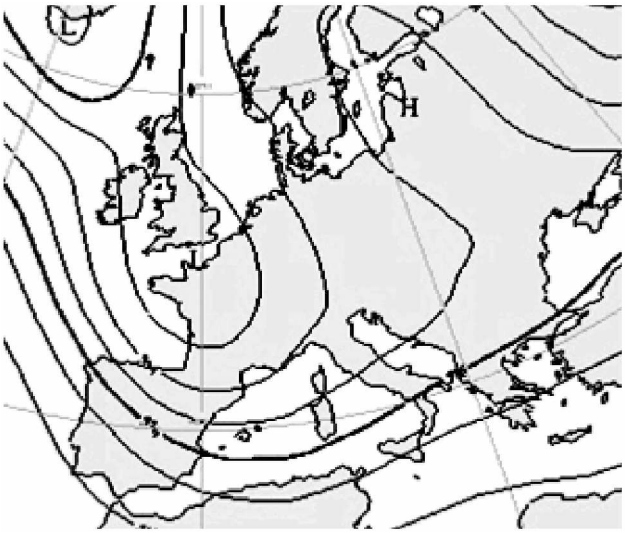
Obr. 18 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 10. 8. 00:00 UTC.
Fig. 18. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 10 August 00:00 UTC.



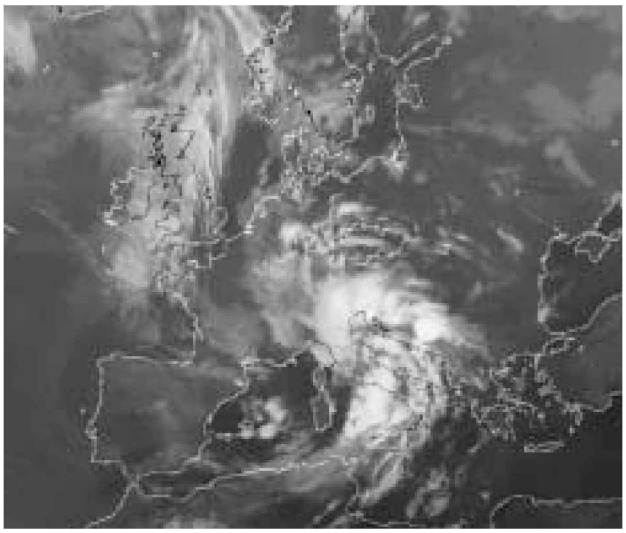
Obr. 19 Přízemní mapa z 10. 8. 00:00 UTC.
Fig. 19. Surface chart from 10 August 00:00 UTC.



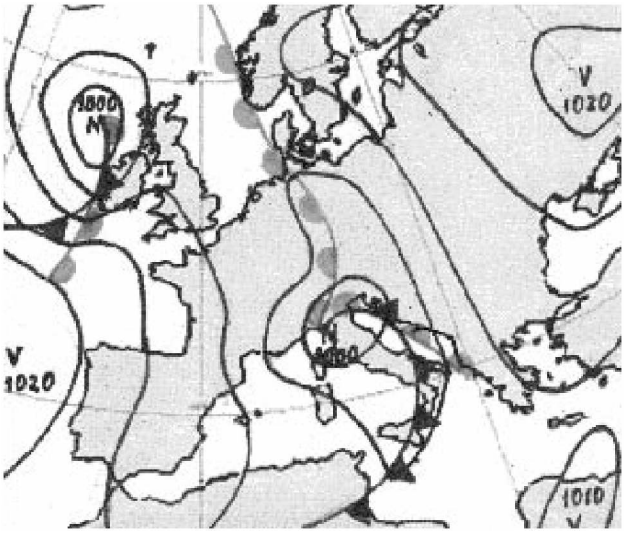
Obr. 20 Mapa hladiny 850 hPa z 10. 8. 00:00 UTC.
Fig. 20. Chart of the 850 hPa level from 10 August 00:00 UTC.



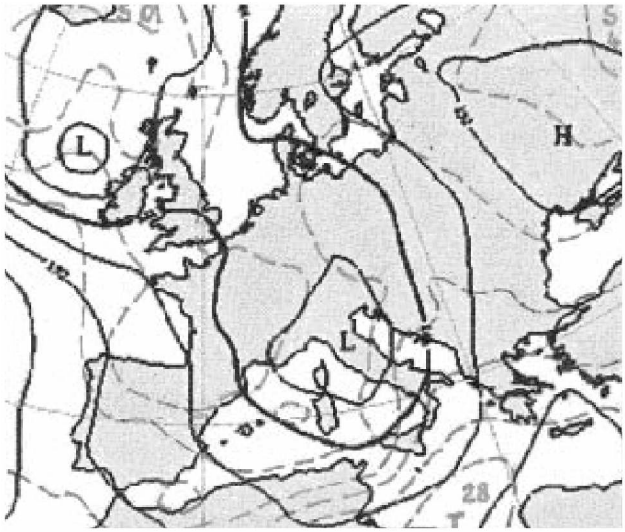
Obr. 21 Mapa hladiny 500 hPa z 10. 8 00:00 UTC.
Fig. 21. Chart of the 500 hPa level from 10 August 00:00 UTC.



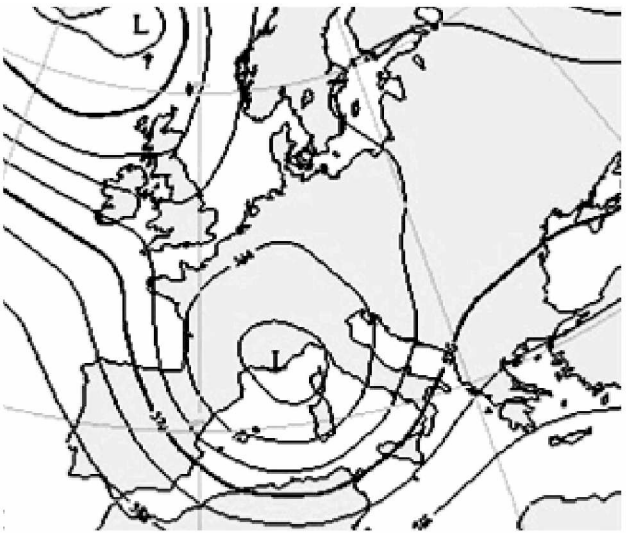
Obr. 22 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 11. 8. 00:00 UTC.
Fig. 22. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 11 August 00:00 UTC.



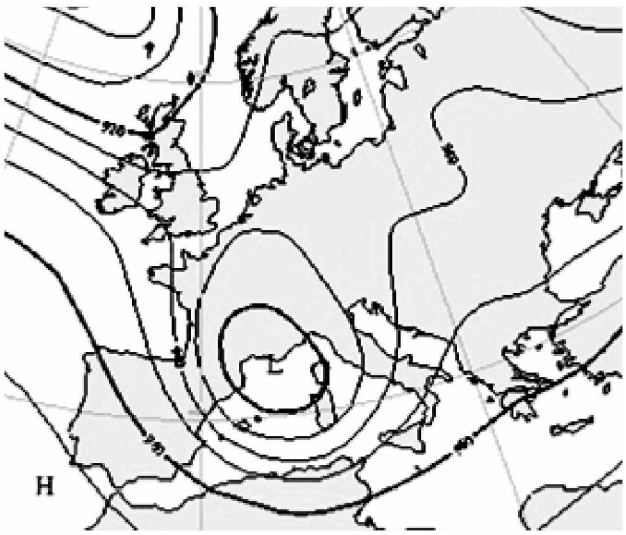
Obr. 23 Přízemní mapa z 11. 8. 00:00 UTC.
Fig. 23. Surface chart from 11 August 00:00 UTC.



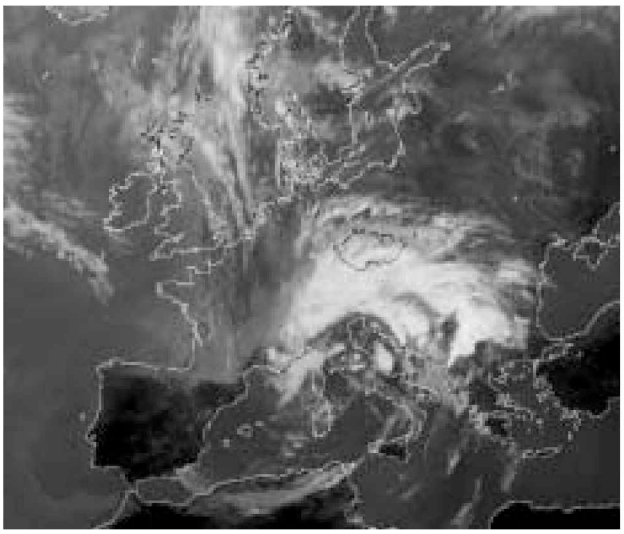
Obr. 24 Mapa hladiny 850 hPa z 11. 8. z 00:00 UTC.
Fig. 24. Chart of the 850 hPa level from 11 August 00:00 UTC.



Obr. 25 Mapa hladiny 500 hPa z 11. 8. z 00:00 UTC.
Fig. 25. Chart of the 500 hPa level from 11 August 00:00 UTC.

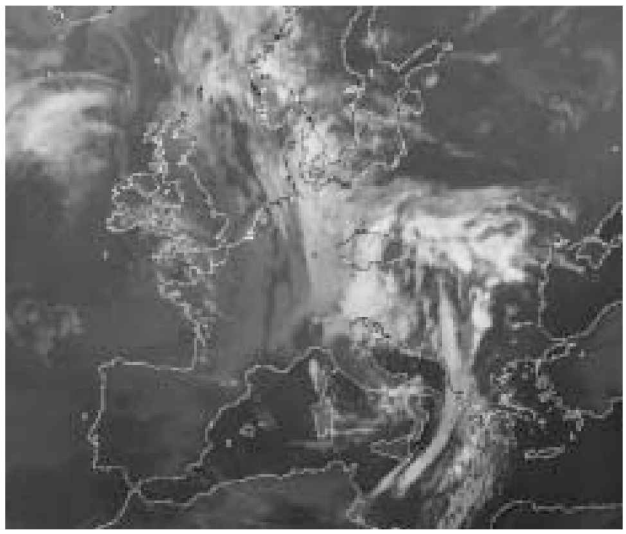


Obr. 26 Mapa hladiny 300 hPa 11. 8. ze 00:00 UTC.
Fig. 26. Chart of the 300 hPa level from 11 August 00:00 UTC.



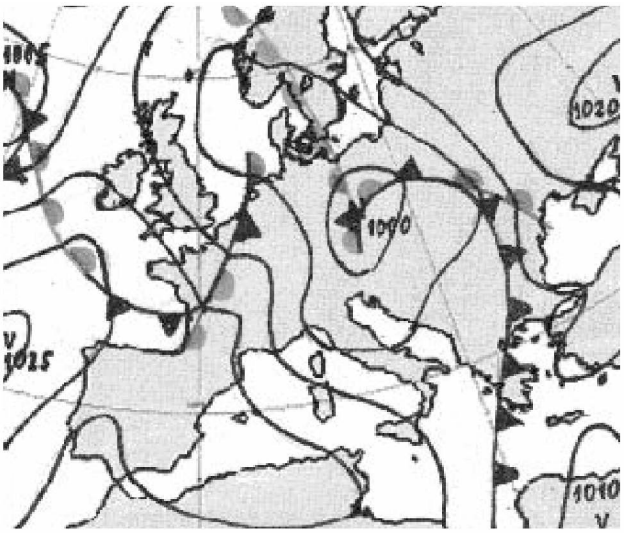
Obr. 27 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 11. 8. 12:00 UTC.

Fig. 27. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 11 August 12:00 UTC.



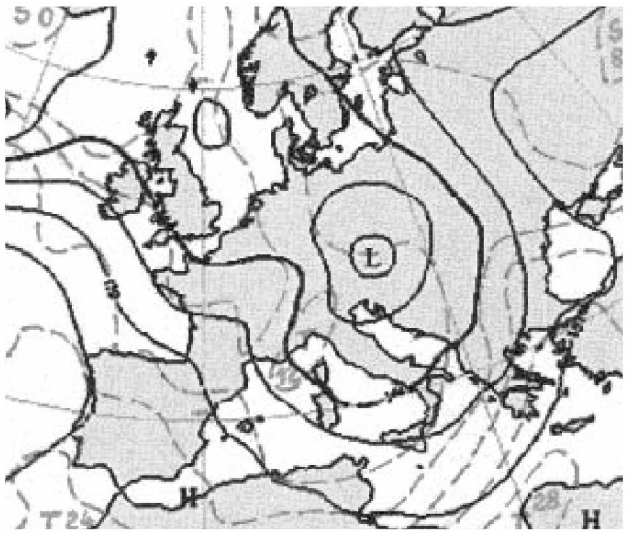
Obr. 28 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 12. 8. 00:00 UTC.

Fig. 28. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 12 August 00:00 UTC.



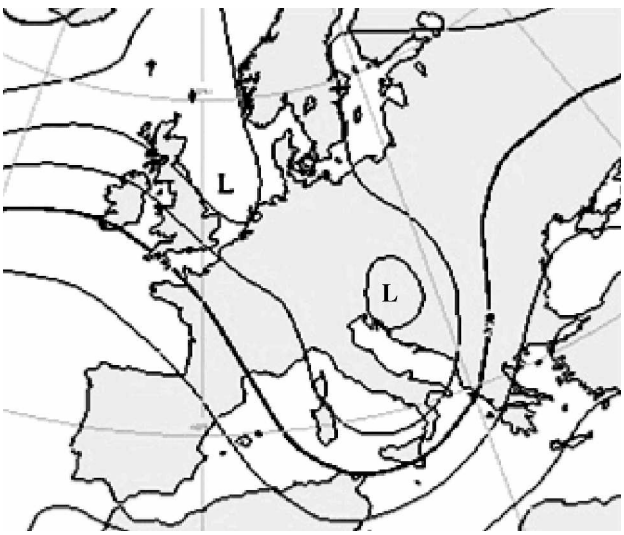
Obr. 29 Přízemní mapa z 12. 8. 00:00 UTC.

Fig. 29. Surface chart from 12 August 00:00 UTC.



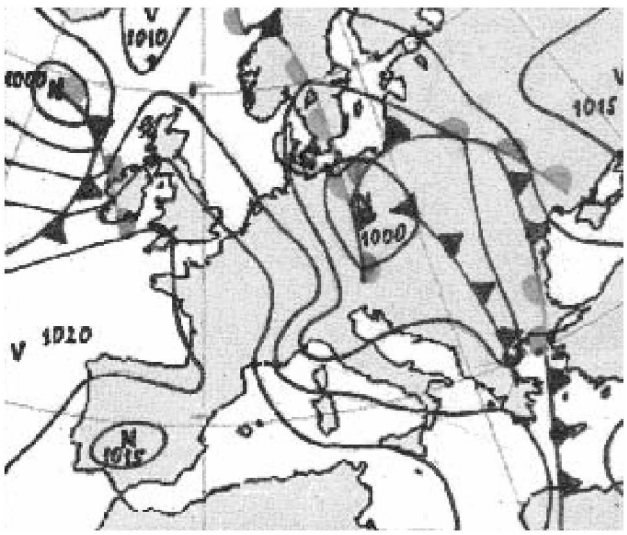
Obr. 30 Mapa hladiny 850 hPa z 12. 8. 00:00 UTC.

Fig. 30. Chart of the 850 hPa level from 12 August 00:00 UTC.



Obr. 31 Mapa hladiny 500 hPa z 12. 8. 00:00 UTC.

Fig. 31. Chart of the 500 hPa level from 12 August 00:00 UTC.



Obr. 32 Přízemní mapa z 12. 8. 12:00 UTC.

Fig. 32. Surface chart from 12 August 12:00 UTC.

V hladině 850 hPa postoupil střed tlakové níže nad severovýchodní Čechy a nad Českou republikbu začal proudit od severozápadu chladný vzduch. Zatímco v Praze-Libuši a v Brně byla naměřena teplota 10 °C, západní Čechy měly jen 7 °C. V hladině 500 hPa byl střed tlakové níže nad Slezskem a byl dobře vyjádřen i ve vyšších hladinách troposféry. Do půlnoci 13. srpna se střed tlakové níže přesunul nad Polsko a zároveň se tlaková níže začala vyplňovat (obr. 33).

Nad Čechami pokračovalo silné severozápadní proudění, které posilovalo návětrný srážkový efekt na našich horách, zejména v oblasti Krušných hor. Do západních Čech se od západu začal rozšiřovat výběžek vyššího tlaku vzduchu. Nad Polsko se přesunul střed tlakové níže nejen v hladině 850 hPa a 500 hPa, ale i ve vyšších hladinách troposféry, jak je ukázáno na obrázcích 34 a 35.

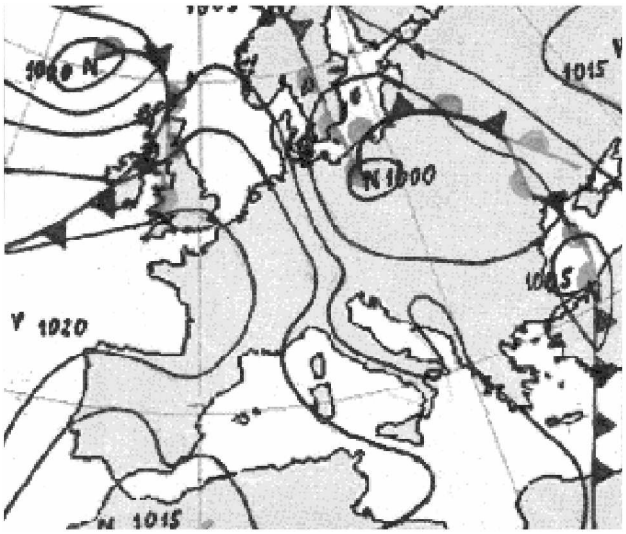
Během 13. 8. se tlaková níže nad Polskem dále vyplňovala, její střed začal postupovat k jihovýchodu a ze západní do střední Evropy se rozšiřovala tlaková výše. Srážková oblast se silným severozápadním prouděním se přesunovala z Čech na Moravu a do Slezska (obr.36). Srážky na našem území od západu ustávaly a 14. 8. již byly významné pouze v Beskydech.

Postup středu přízemní tlakové níže za období od 10. srpna 00:00 UTC do 13. srpna 00:00 UTC dokumentuje obrázek 38.

4.2 Přehled srážkové činnosti

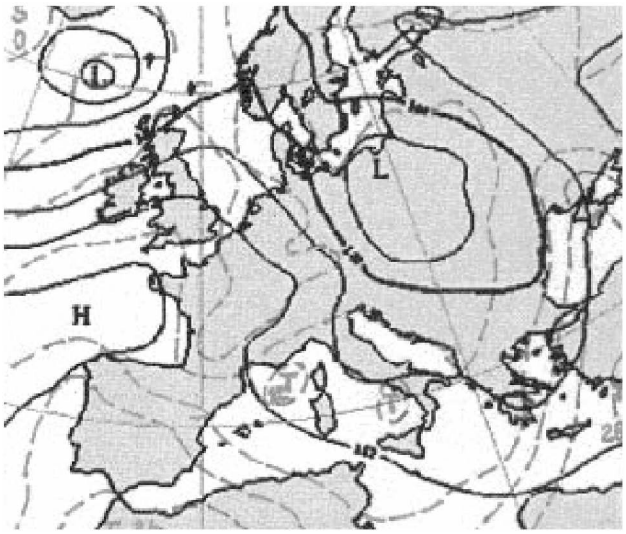
Dvacetičtyřhodinové srážkové úhrny za 11., 12. a 13. srpna jsou dokumentovány v článku V. Květoň et al. v tomto čísle. Dne 11. 8. pršelo nejvíce v oblasti Šumavy a jižních Čech, 12. 8. zhruba v jihozápadní polovině Čech s maximem v Krušných horách, kdy na Cínovci bylo naměřeno 313 mm a 13. 8. byly významné srážkové úhrny zaznamenány v oblasti Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor a v severní části Českomoravské vrchoviny.

Časový průběh srážek od 11. 8. do 13. 8. a na stanicích Churáňov a Temelín je znázorněn na obrázku 37, nejintenzivnější srážky byly na Churáňově v první polovině noci na



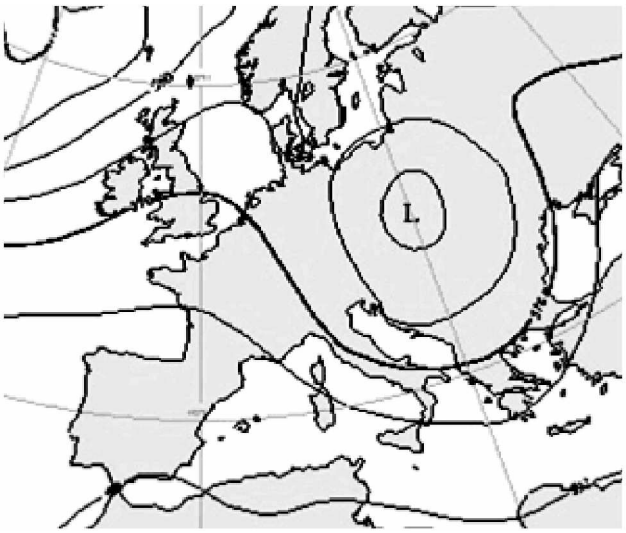
Obr. 33 Přízemní mapa ze 13. 8. 00:00 UTC.

Fig. 33. Surface chart from 13 August 00:00 UTC.



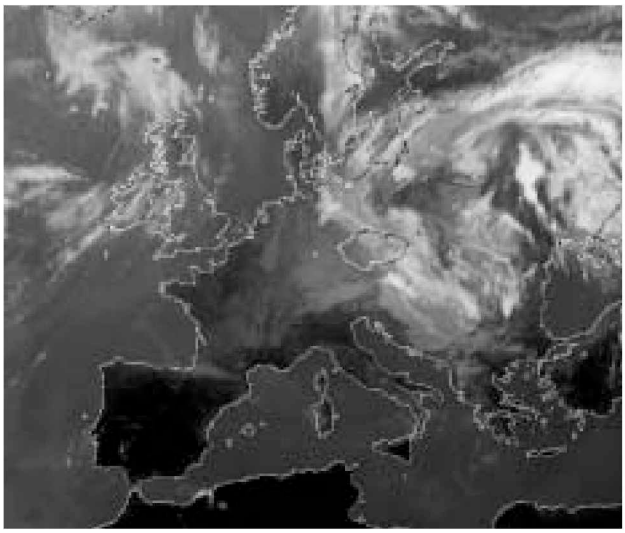
Obr. 34 Mapa hladiny 850 hPa ze 13. 8. 00:00 UTC.

Fig. 34. Chart of the 850 hPa level from 13 August 00:00 UTC.



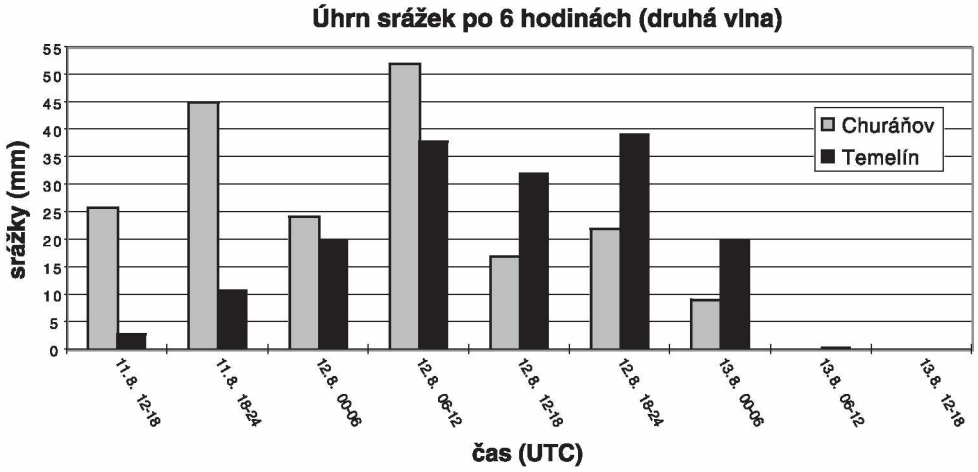
Obr. 35 Mapa hladiny 500 hPa ze 13. 8. 00:00 UTC.

Fig. 35. Chart of the 500 hPa level from 13 August 00:00 UTC.



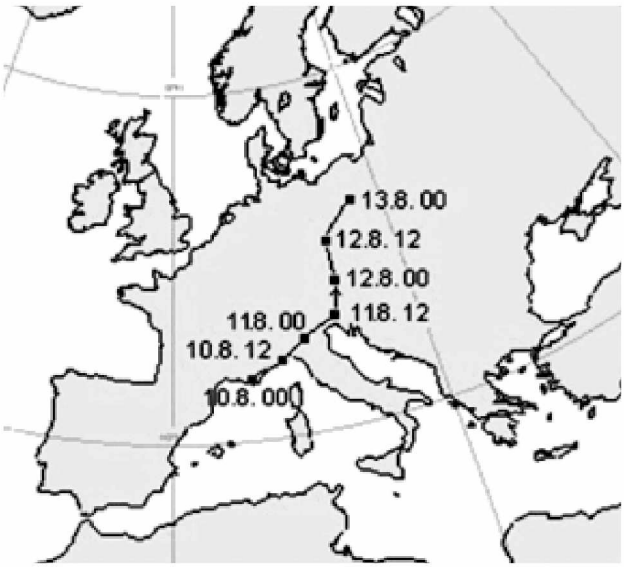
Obr. 36 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 13. 8. 12:00 UTC.

Fig. 36. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 13 August 12:00 UTC.



Obr. 37 Časový průběh srážek po 6 hodinách na stanicích Churáňov a Temelín.

Fig. 37. Precipitation time series in mm/6 hours at the Churáňov and Temelín stations.



Obr. 38 Postup středu tlakové níže.

Fig. 38. The movement of the cyclone centre.

12. 8., a pak zejména 12. 8. dopoledne, v Temelíně nejvíce pršelo od rána 12. srpna do půlnoci 13. srpna 2002. Z grafu je patrno dvojí zesílení srážek jak na Churáňově, tak i v Temelíně, které je možno dát do souvislosti s postupem okluzní fronty.

5. ZÁVĚR

Katastrofální povodně byly způsobeny postupem dvou výrazných tlakových níží a s nimi spojených frontálních systémů přes střední Evropu v krátkém časovém odstupu za sebou. Obě tlakové níže zasáhly území České republiky svým nejdeštivějším sektorem a to oblastí západně až severozápadně od středu tlakové níže. Obě navíc postupovaly jen zvolna, čímž se období trvalých srážek na našem území prodloužilo. Zejména druhá z tlakových níží, jejíž střed postupoval přímo přes Čechy k severu, byla mimořádně silně vyvinutá, vzduch v jejím teplém sektoru, který živil srážkovou oblačnost na okluzní frontě, měl velmi vysoké teploty. Tlaková níže měla také značný tlakový gradient, který významně přispěl k zesílení srážek na návětrné straně hor.

Již srážky první tlakové níže způsobily významné povodně v jižních Čechách a nasytily povodí tamních řek. Srážky druhé tlakové níže pak již neměly v důsledku nasycenosti povodí možnost vsáknout se do půdy a téměř všechna spadlá voda již stékala do koryt vodních toků. Navíc srážkové pásmo druhé tlakové níže zasáhlo celé rozsáhlé povodí Vltavy, včetně povodí jejích přítoků Malše, Lužnice, Otavy, Berounky a Sázavy. Nelze rovněž zanedbat i vliv změn, které probíhají v krajině. Ta působením lidské činnosti ztratila část své retenční schopnosti. To vše zapříčinilo mimořádný vzestup hladin a následné katastrofální záplavy. Voda se vylila ze břehů i dalších řek v České republice, tam však záplavy nebyly tak mimořádného rozsahu.

Lektor RNDr. J. Strachota,
rukopis odevzdán v listopadu 2002.