

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Ivan Obrušník: Katastrofální povodeň v srpnu 2002 v České republice</i>	161
<i>Jan Kubát: Činnost předpovědní povodňové služby Českého hydrometeorologického ústavu za povodně v srpnu 2002</i>	163
<i>Jan Pavlík – Milena Ferebauerová – Marjan Sandev – Jan Havelka: Synoptické hodnocení povětrnostních situací v průběhu povodní v srpnu 2002 v České republice</i>	167
<i>Milan Šálek – Petr Novák – Jan Kráčmar: Využití metod dálkové detekce během povodní v České republice v srpnu 2002</i>	177
<i>Vít Květoň – Radim Tolasz – Josef Zahradníček – Martin Stríž: Rozložení srážek při povodni v srpnu 2002 v České republice</i>	180
<i>Petr Šercl – Petr Lett – Eva Soukalová: Odtoková situace v srpnu 2002 v České republice</i>	188
<i>Pavla Řiřicová – Tomáš Vlasák – Pavel Kopeček – Lenka Bořiková: Využití hydrologických předpovědních modelů při povodňové situaci v srpnu 2002 v Českém hydrometeorologickém ústavu</i>	193
<i>Michal Vrabec – Pavel Neruda – Petr Lett – Pavel Kopeček: Hodnocení hydrologických povodňových předpovědí v srpnu 2002 v České republice</i>	195
<i>Mojmír Kohut: Vlhkost půdy na území České republiky v srpnu 2002 v období povodňové situace</i>	198
Informace – Recenze	204
Barevná příloha	I-VIII

<i>Ivan Obrušník: Disastrous floods in the Czech Republic in August 2002</i>	161
<i>Jan Kubát: Flood forecasting service of the Czech Hydrometeorological Institute during the flood in August 2002</i>	163
<i>Jan Pavlík – Milena Ferebauerová – Marjan Sandev – Jan Havelka: Synoptic assessment of weather situations during the August 2002 floods in the Czech Republic</i>	167
<i>Milan Šálek – Petr Novák – Jan Kráčmar: The use of remote sensing methods during the floods in the Czech Republic in August 2002</i>	177
<i>Vít Květoň – Radim Tolasz – Josef Zahradníček – Martin Stříž: Precipitation distribution during the flood in the Czech Republic in August 2002</i>	180
<i>Petr Šercl – Petr Lett – Eva Soukalová: Runoff situation in August 2002 in the Czech Republic</i>	188
<i>Pavla Říčicová – Tomáš Vlasák – Pavel Kopeček – Lenka Boříková: The use of hydrological forecasting models during the flood event in August 2002 in the Czech Hydrometeorological Institute</i>	193
<i>Michal Vrabec – Pavel Neruda – Petr Lett – Pavel Kopeček: Assessment of hydrological forecasts during the flood event in August 2002 in the Czech Republic</i>	195
<i>Mojmír Kohut: Soil moisture on the territory of the Czech Republic in August 2002 in the period of the flood event</i>	198
Information – Reviews	204
Colour Annex	I-VIII

Meteorologické zprávy, časopis pro odbornou veřejnost ● Vydává Český hydrometeorologický ústav ● Redakce: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, telefon 4403 2722, 4403 2725, fax 4403 2721, e-mail: horky@chmi.cz ● Řídí vedoucí redaktor RNDr. Luboš Němec, redaktor prom. knih. Zdeněk Horký ● Redakční rada: Prof. RNDr. Jan Bednář, CSc., Ing. František Hudec, CSc., RNDr. Karel Krška, CSc., Mgr. Stanislav Racko, RNDr. Daniela Řezáčová, CSc., RNDr. Jan Strachota, RNDr. Karel Vaníček, CSc., RNDr. Helena Vondráčková, CSc. ● Za odborný obsah podepsaných článků odpovídají autoři. Proti dalšímu otiskování, uvede-li se původ a autor, není námitek ● Sazba a tisk: 3P s.r.o. ● Rozšiřuje a informace o předplatném podává a objednávky přijímá Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany; Offers for Meteorological Bulletin arranges ČHMÚ, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany ● Ročně vychází 6 čísel, cena jednotlivého čísla 20,- Kč, roční předplatné 180,- Kč včetně poštovného, do zahraničí 42,- USD. Reg. číslo MK ČR E 5107. ISSN 0026 – 1173

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

DISASTROUS FLOODS IN THE CZECH REPUBLIC IN AUGUST 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 tuto významnější fakta. Spolupráce s americkou povětrnostní službou (NWS) v posledních čty-

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 předpovědi. 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, předpovědi 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 dispečinkami 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 Obrušník, 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 Obrušník
Director, CHMI*

Jan Kubát (ČHMÚ)

ČINNOST PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÉ SLUŽBY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU ZA POVODŇ 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 svému 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 rozliti do přírodních 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

Aktivita 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 Hydrometeorologický 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 dispečinkami 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 ČHMÚ 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 projeвило negativně na úrovni informovanosti tohoto orgánu).

ČINNOSTI PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÉ SLUŽBY ZA POVODŇ 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, výstraha 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, vodoхозяйským 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 textu 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 hláskou 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 předpovědi, 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 dispečinkem Povodí Vltavy v Praze, Českých Budějovicích i Plzni, s dispečinkem Povodí Labe v Hradci Králové, a také dispečinku 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 hlášení 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 důsledku 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 řídicí hlásný profil Praha-Chuchle. K tomuto profilu

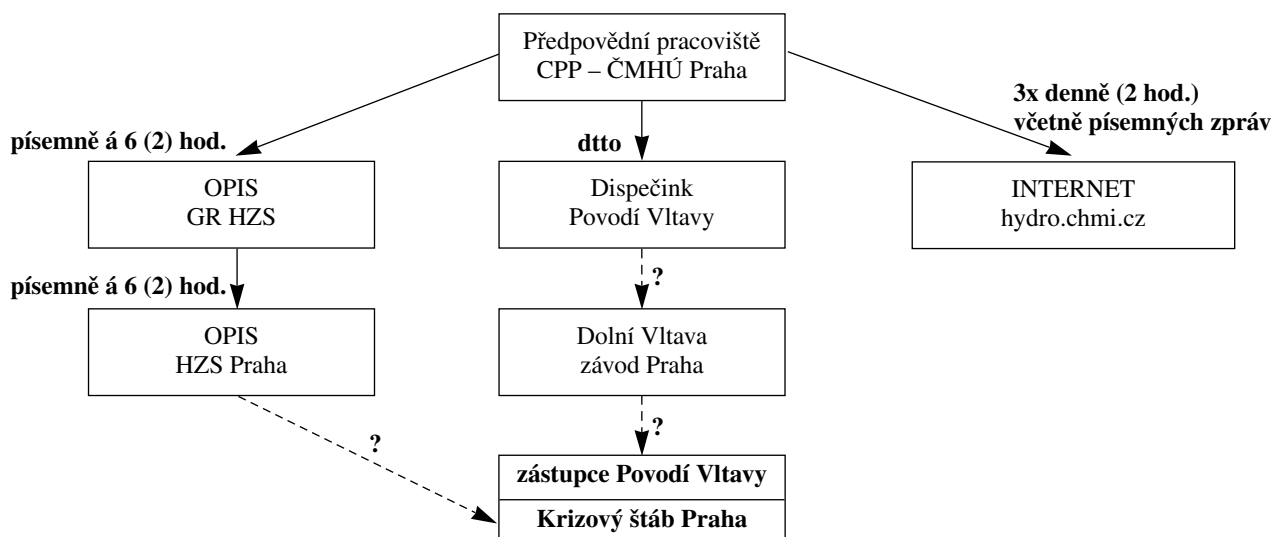
jsou vztaženy stupně povodňové aktivity v povodňovém plánu hl. města Prahy i jejích částí. Je třeba zdůraznit, že pro zpracování hydrologické předpovědi na Prahu potřebuje CPP nutně znát budoucí vývoj odtoku z posledního stupně Vltavské kaskády, tj. z vodního díla Vrané. Tuto informaci poskytoval CPP 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 dělana 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 předpovědi 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 Záchraného 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 ČHMÚ za povodně v srpnu v Praze.
Information distribution of the ČHMÚ'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-ČHMÚ 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 povodňo-

vé 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 occurred 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 – extrémní 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 stlačena 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 nejvyšší 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 obláčných 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 setrvala až do 5. srpna. Zatímco se v přízemním tlakovém poli zvolna vyplňovala, ve vyšších vrstvách atmosféry byla velmi dobře vyjádřena, 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 vyjádřena 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 Pádeskou 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, obláčný 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 přívalem 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.

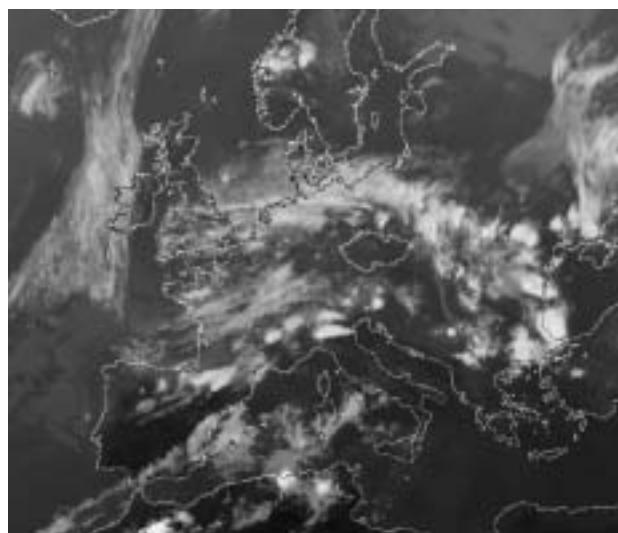
Okluzní fronta spolu se srážkovým pásmem zůstávala během 7. 8. nad jižními Čechami téměř bez pohybu, během odpoledních a večerních hodin 7. 8. se začala tlaková níže přesouvat k jihovýchodu, přes Balkán nad západní Turecko (obr. 12) a její postup byl patrný i v hladinách 850 a 500 hPa. Slábnutí srážkové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

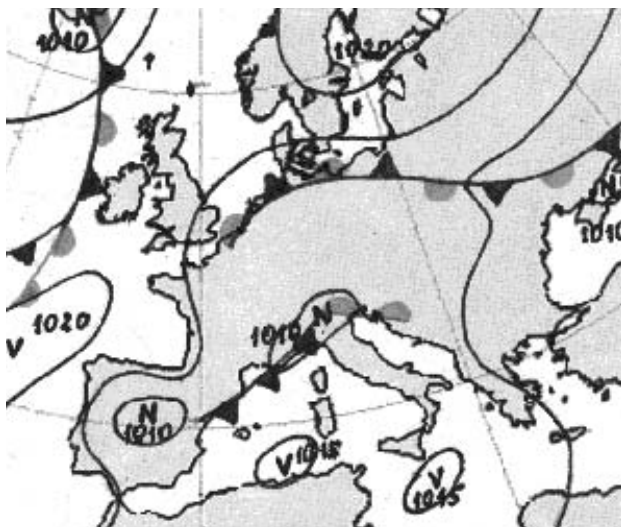
Dvacet čtyřhodinové srážkové úhrny za 6. 8. a 7. 8. jsou dokumentovány v článku V. Květoň et al. v tomto čísle (str. 180–187). Nejvyšší srážkový úhrn za 7. 8. byl zaznamenán v Pohorské Vsi v Novohradských horách, a to 180,5 mm.

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.



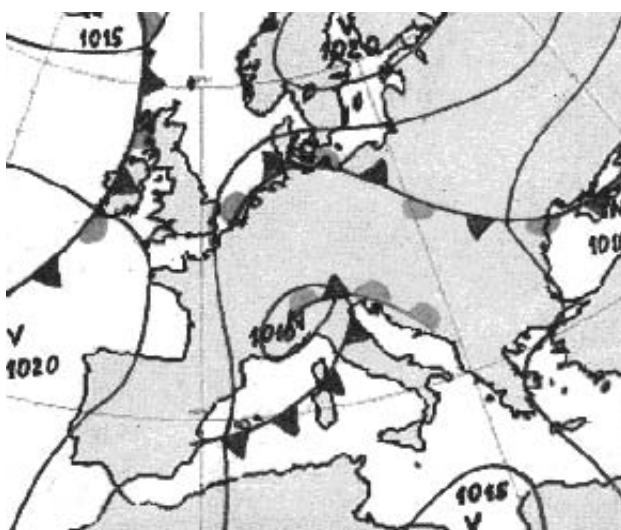
Obr. 2 Přízemní mapa z 5. 8. 18:00 UTC.

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



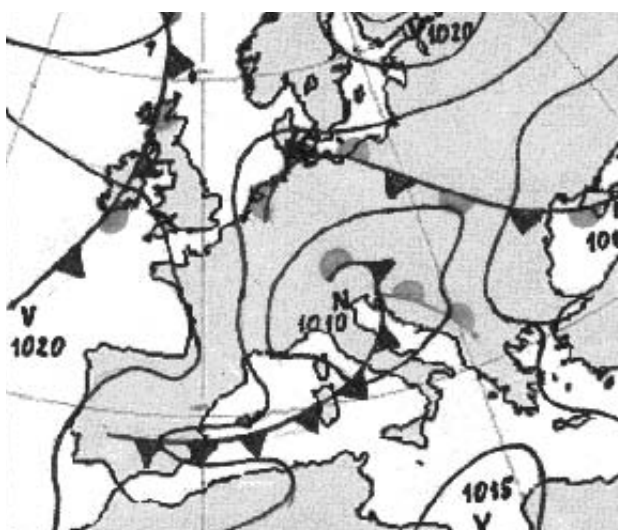
Obr. 3 Infračerv. snímek geostacionární družice Meteosat z 6. 8. 12:30 UTC.

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



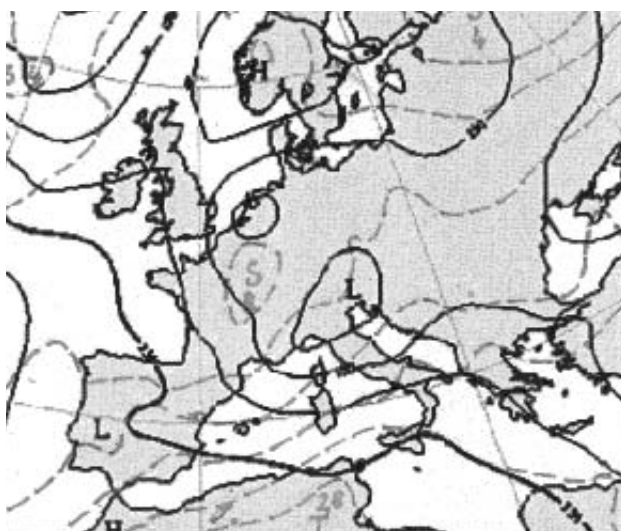
Obr. 4 Přízemní mapa z 6. 8. 06:00 UTC.

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



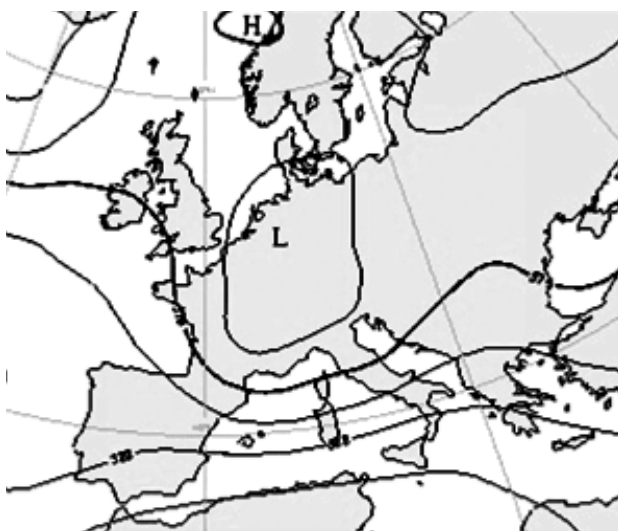
Obr. 5 Přízemní mapa z 6. 8. ze 12:00 UTC.

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



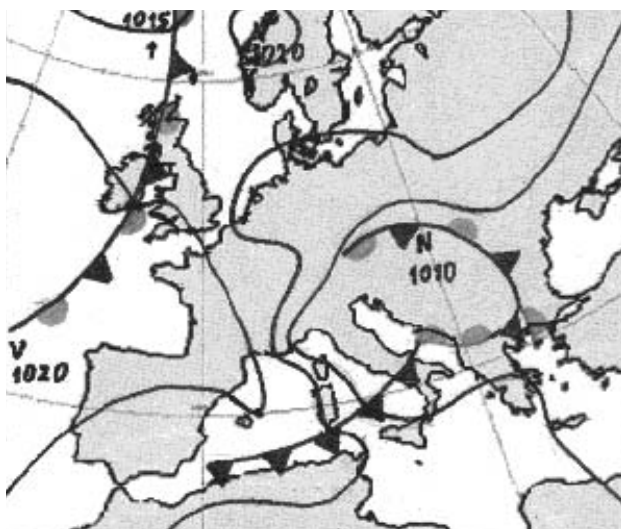
Obr. 6 Mapa hladiny 850 hPa z 6. 8. 12:00 UTC.

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

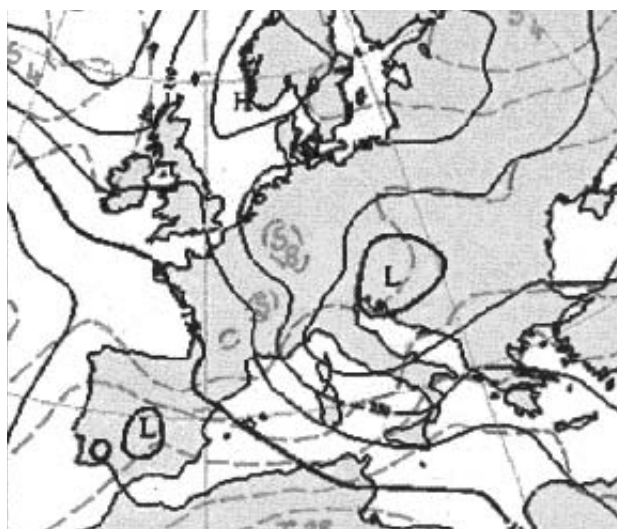


Obr. 7 Mapa hladiny 500 hPa z 6. 8. 12:00 UTC.

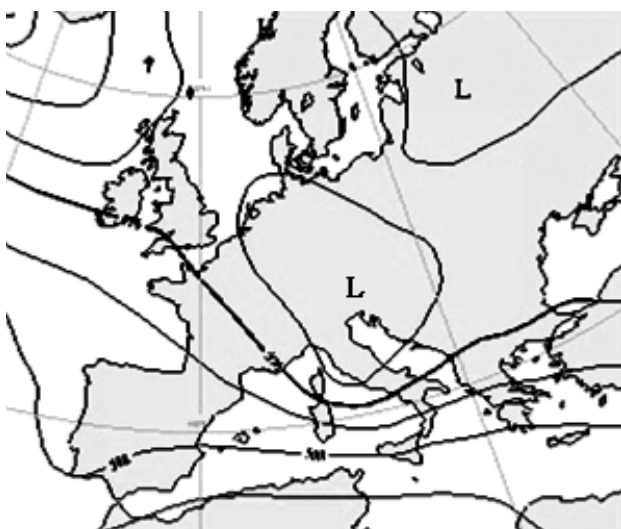
Fig. 7. Chart of the 500 hPa level from 6 August 12:00 UTC.



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.

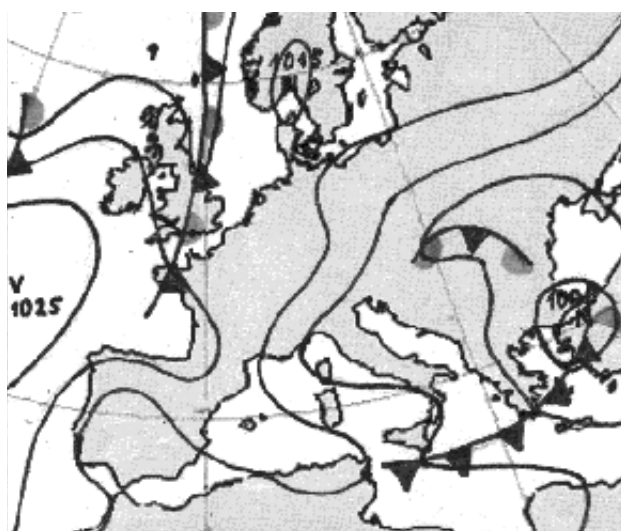


Obr. 10 Mapa hladiny 500 hPa ze 7. 8. 00:00 UTC.
Fig. 10. Chart of the 500 hPa level from 7 August 00:00 UTC.



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.

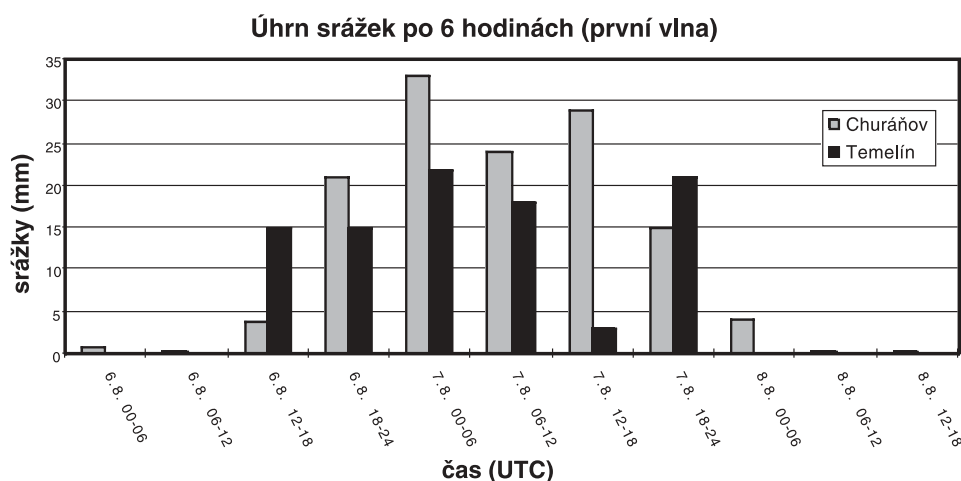


Obr. 12 Přízemní mapa ze 7. 8. 18:00 UTC.
Fig. 12. Surface chart from 7 August 18:00 UTC.



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 tlýlu 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 zmožutněla 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 Anglií a Belgií, 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 Itálií 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 zaviřovat (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 Pádkou 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).

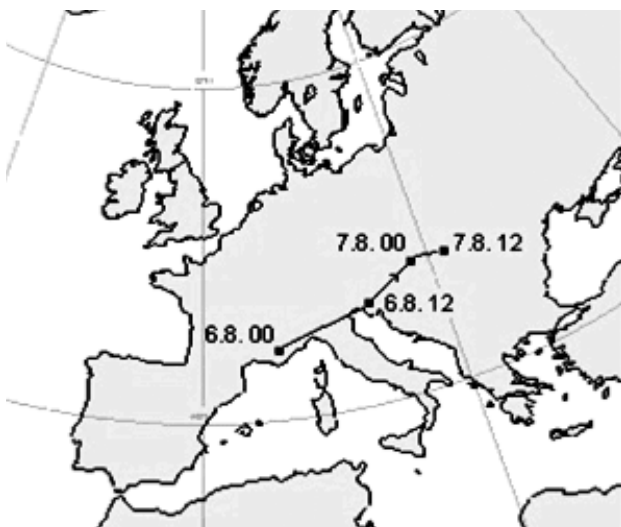
Během 11. srpna postupovala tlaková níže zvolna k severovýchodu, později až k severu v důsledku blokuující tlakové výše nad východní Evropou. Okluzní fronta tlakové níže se od jihu až jihovýchodu přibližovala k území České republiky a o půlnoci na 12. srpna již ležela nad Českomoravskou vrchovinou. Její 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 tlýlu 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 tlýlu vracející se okluzní fronty. Značně zde zesilovalo severozápadní proudění (obr. 32).



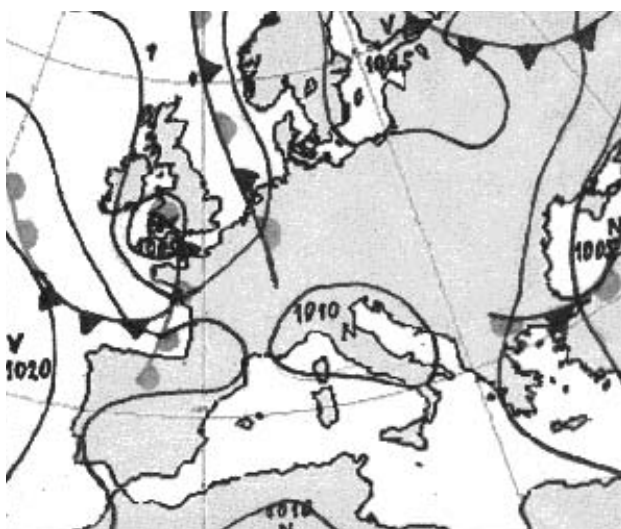
Obr. 15 Postup středu tlakové níže.

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.



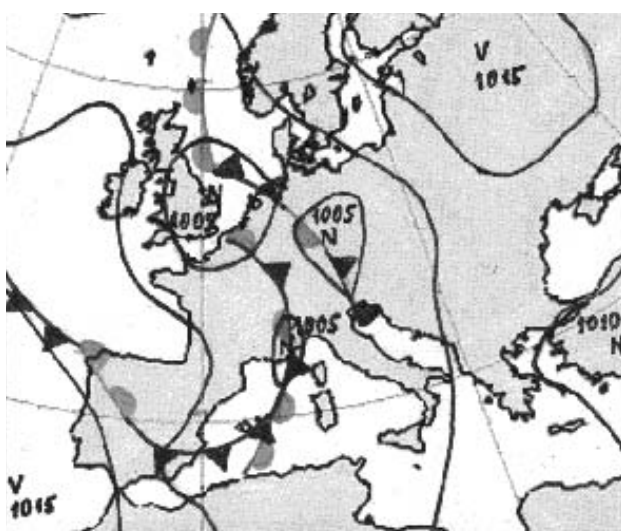
Obr. 17 Přízemní mapa 9. 8. 00:00 UTC.

Fig. 17. Surface chart from 9 August 00:00 UTC



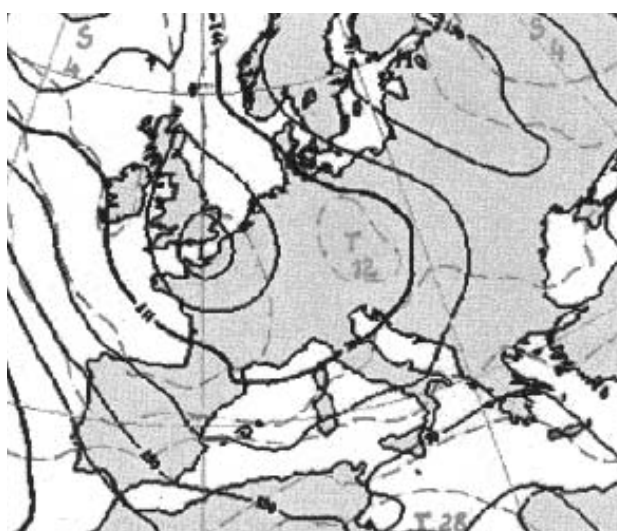
Obr. 18 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 10. 8. 00:00 UTC.

Fig. 18. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 10 August 00:00 UTC.



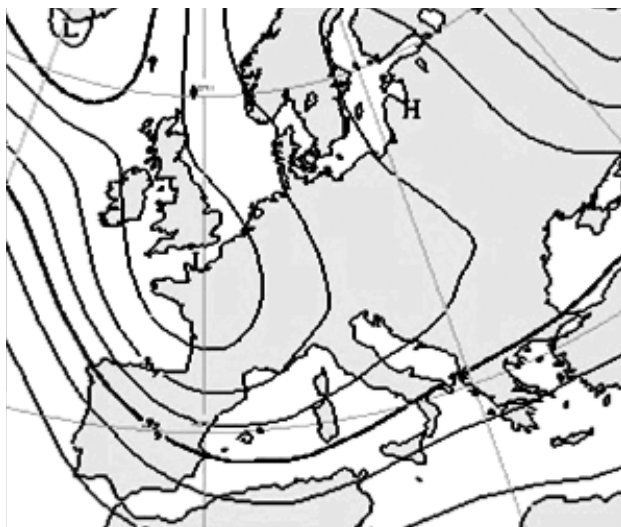
Obr. 19 Přízemní mapa z 10. 8. 00:00 UTC.

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.



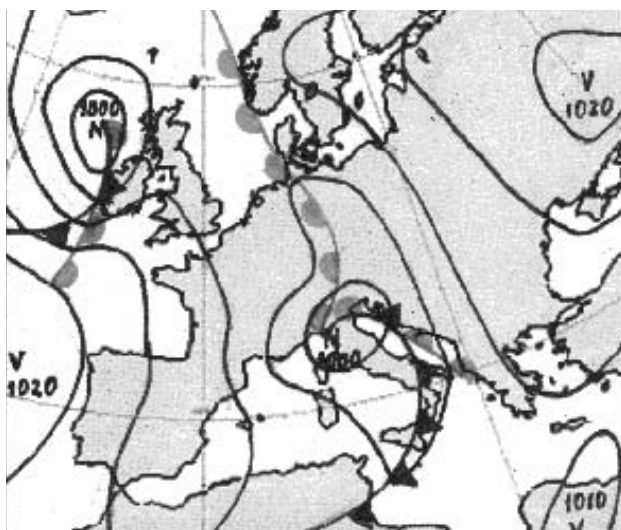
Obr. 21 Mapa hladiny 500 hPa z 10. 8. 00:00 UTC.

Fig. 21. Chart of the 500 hPa level from 10 August 00:00 UTC.



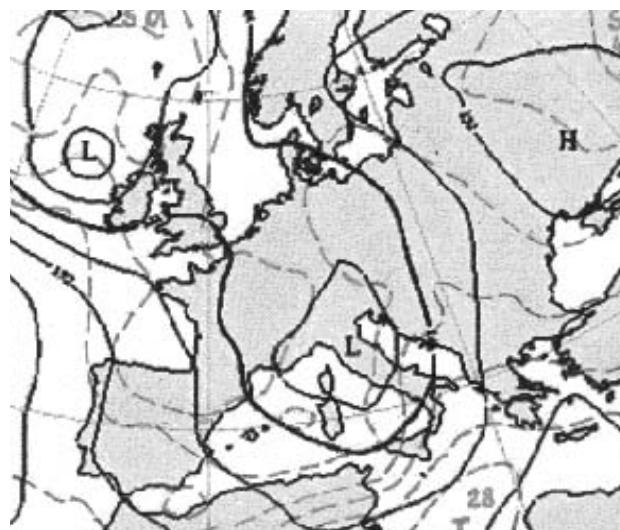
Obr. 22 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 11. 8. 00:00 UTC.

Fig. 22. Infrared picture of the Meteosat geostationary satellite from 11 August 00:00 UTC.



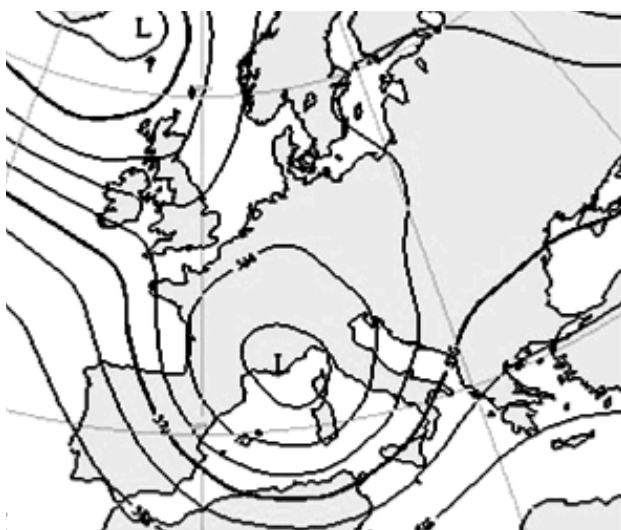
Obr. 23 Přízemní mapa z 11. 8. 00:00 UTC.

Fig. 23. Surface chart from 11 August 00:00 UTC.



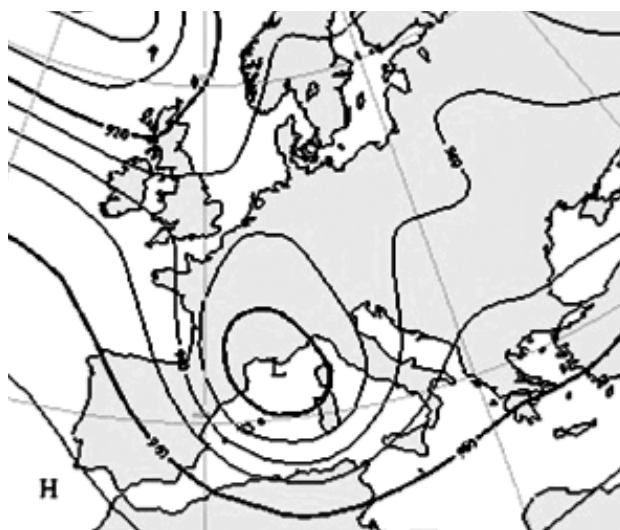
Obr. 24 Mapa hladiny 850 hPa z 11. 8. z 00:00 UTC.

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.



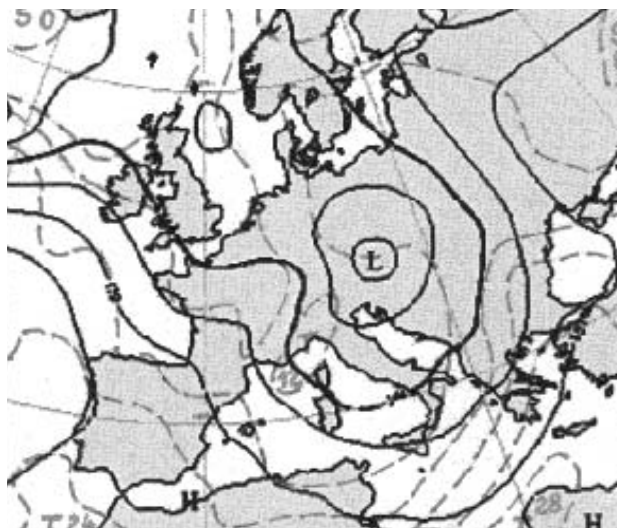
Obr. 28 Infračervený snímek geostacionární družice Meteosat z 12. 8. 00:00 UTC.

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



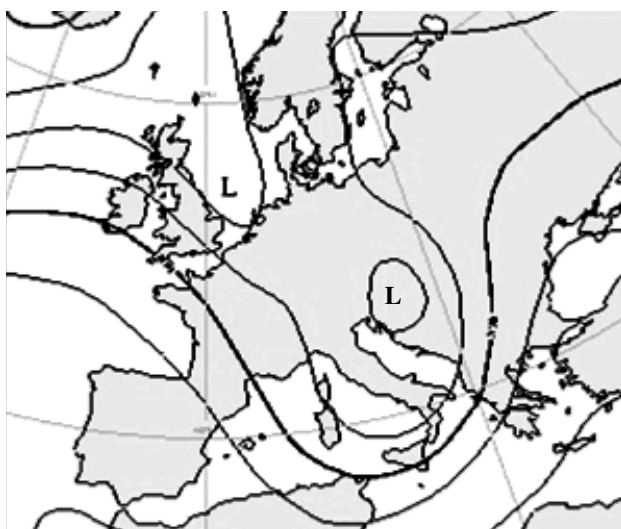
Obr. 29 Přizemní mapa z 12. 8. 00:00 UTC.

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



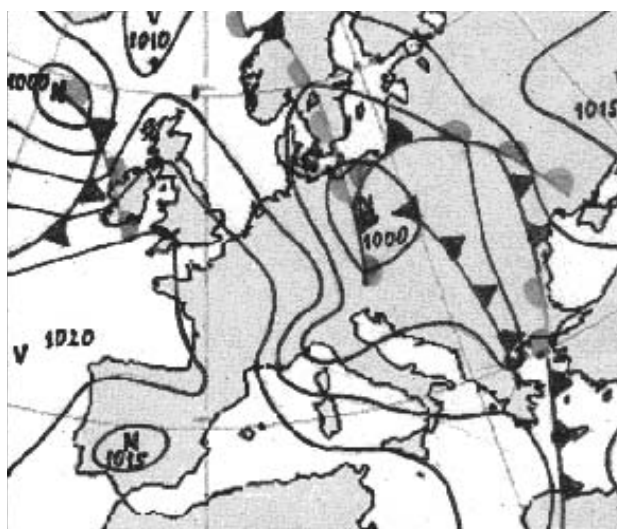
Obr. 30 Mapa hladiny 850 hPa z 12. 8. 00:00 UTC.

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 Přizemní 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 republiku 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

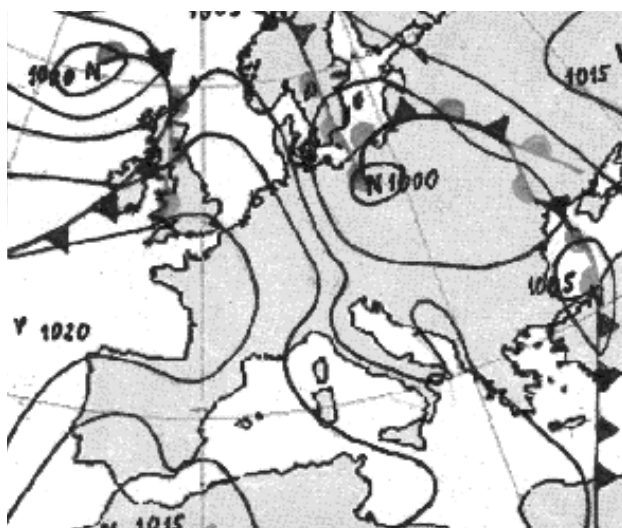
severozápadním prouděním se přesunovala z Čech na Moravu a do Slezska (obr.36). Srážky na našem území od západu ustávaly a 14. 8. již byly významné pouze v Beskydech.

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

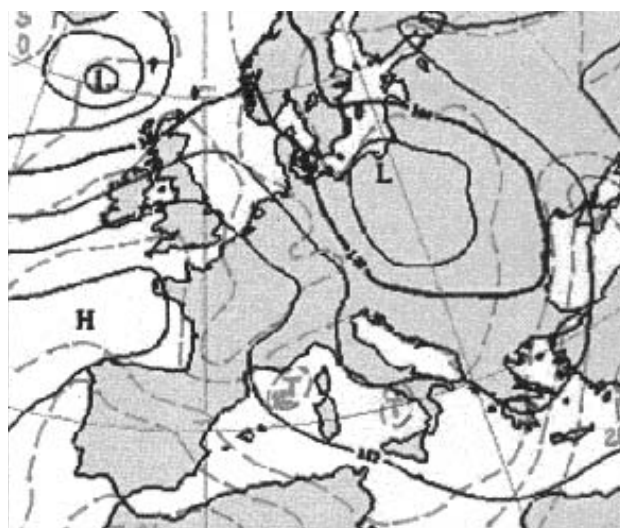
Dvacet čtyřhodinové srážkové úhrny za 11., 12. a 13. srpna jsou dokumentovány v článku V. Květoň et al. v tomto čísle. Dne 11. 8. pršelo nejvíce v oblasti Šumavy a jižních Čech, 12. 8. zhruba v jihozápadní polovině Čech s maximem v Krušných horách, kdy na Cínovci bylo naměřeno 313 mm a 13. 8. byly významné 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



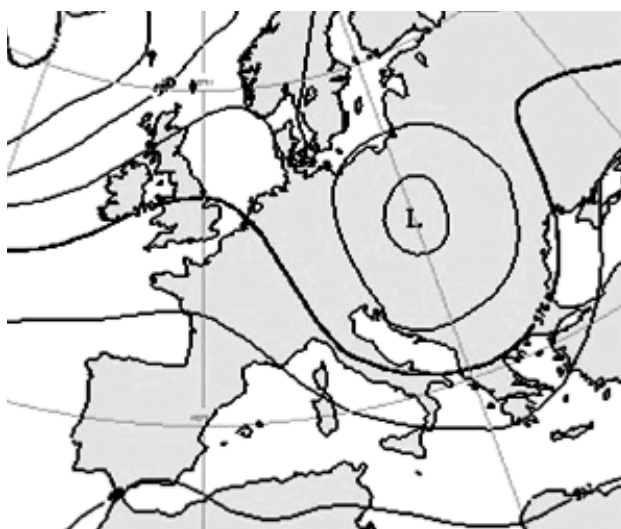
Obr. 33 Přízemní mapa ze 13. 8. 00:00 UTC.

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.



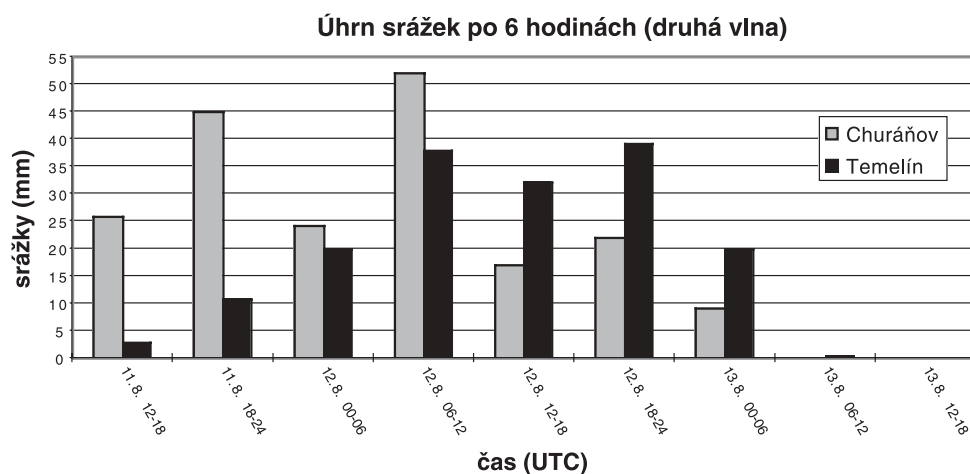
Obr. 35 Mapa hladiny 500 hPa ze 13. 8. 00:00 UTC.

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



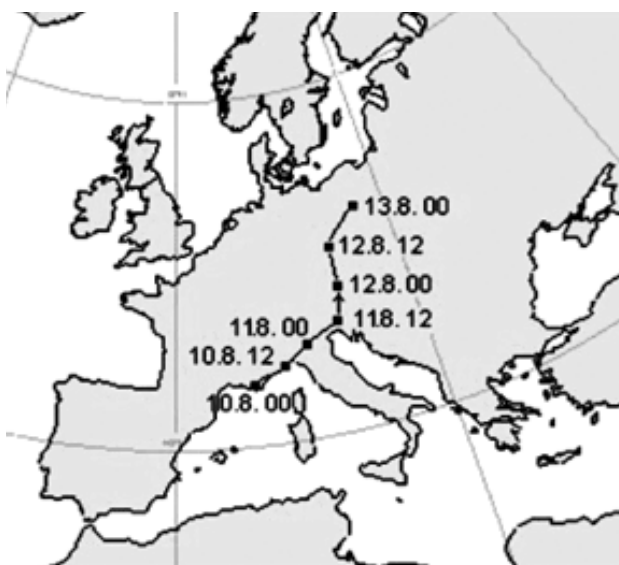
Obr. 36 Infračervený snímek geostacionární družice Meteorosat z 13. 8. 12:00 UTC.

Fig. 36. Infrared picture of the Meteorosat 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 přišlo od rána 12. srpna do půlnoci 13. srpna 2002. Z grafu je patrné 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 nasýtily 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.

VYUŽITÍ METOD DÁLKOVÉ DETEKCE BĚHEM POVODNÍ V ČESKÉ REPUBLICE V SRPNU ROKU 2002

The use of remote sensing methods during the floods in the Czech Republic in August 2002. The remote sensing data are nowadays commonly used in many meteorological services around the world. The satellite measurements are providing the meteorologists with the information about the current cloud development over large areas (see Fig. 1), leaving aside the non-negligible positive effect on performance of the numerical weather prediction models. The weather radars, the network of which has been completed and digitized in mid-nineties, give detailed image about the cloud development in almost real time. In the Czech Hydrometeorological Institute, a combination of radar information, satellite measurements, 500 and 700 hPa geopotential, lightning detection system can be presented in a user-friendly JavaScript-based environment along with some geographical information like rivers water basins, road and rail network, latitude and longitude of the cursor position and so forth (see Fig. 2).

The meteorological radar can also provide quantitative precipitation estimates. These estimates, affected by variations of the drop size distribution, beam broadening and its growing height above the terrain with the increasing range, attenuation and other sources of error, must be subject of correction procedures in order to yield reasonably accurate results. These procedures can include vertical profile correction, adjustment using mean field bias (the gauge / radar factor) with moving time window of several „rainy” days and merging the adjusted radar estimates with the raingauge measurements using a U. S. NWS program of the author D.-J. Seo. These procedures have been running routinely in test mode since spring 2002 for 1, 6 and 24 hours period, along with the HTML-based user interface which allow the hydrometeorological analyst to modify the mean field bias, change some parameters affecting the merging calculation and rejecting or adding raingauge measurements. The example of the final estimate of the radar and raingauge measurements is given in Fig. 4. It can be concluded that the radar-raingauge merge rainfall estimate can provide the best possible instantaneous precipitation estimate. However, in the absence of sufficiently dense raingauge network some considerable underestimation can still occur, mainly in northern mountainous areas during strong winds that cause strong orographic enhancement which stays to the great extend invisible under the lowest usable radar beam.

KLÍČOVÁ SLOVA: detekce dálková – metody – radar meteorologický – družice meteorologická – srážky atmosférické – povodeň – Česká republika

ÚVOD

Metody dálkové detekce dnes představují běžnou součást informačních zdrojů vyspělých meteorologických služeb. Data z meteorologických družic, radarů či systémů detekce blesků vhodně doplňují „bodová“ měření získaná ze standardních staničních sítí a pomáhají meteorologovi ve službě získat ucelenější obraz o aktuálním vývoji povětrnostní situace, zejména s ohledem na případné odchylky od předpokládaného vývoje. Metody dálkové detekce poskytují navíc detailnější obraz a pomáhají upřesňovat předpověď počasí, obvykle v časovém horizontu několika hodin.

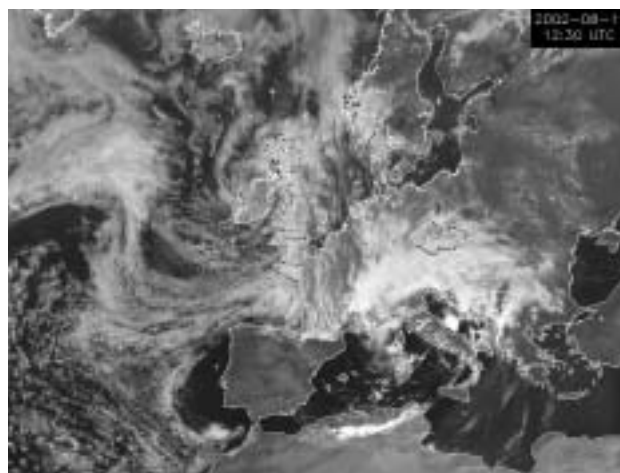
Ke kvalitativní interpretaci údajů poskytnutých metodami dálkové detekce přistupuje v poslední době též využívání kvantitativní, tj. odhad hodnot meteorologických prvků vypočtených na základě detekovaných hodnot elektromagnetického záření. Družicové údaje nacházejí své uplatnění především v numerickém modelování, neboť odhady teploty a vlhkosti, popřípadě vektoru větru přispívají významně ke kvalitě výsledků numerických modelů, a to zejména v oblastech s řídkou sítí aerologických či pozemních meteorologických stanic. Stále významnější úlohu v oblasti detekce a kvantitativního odhadu srážek hrají meteorologické radary, jejichž plně digitální síť pro území České republiky byla dobudována v polovině 90. let minulého století [2, 3, 4]. Za předpokladu zajištění stability radarového měření se otevírají možnosti využití kvantitativních odhadů srážek, čemuž bude věnována většina tohoto příspěvku.

1. MONITORING POVĚTRNOSTNÍ SITUACE BĚHEM POVODNÍ POMOCÍ METOD DÁLKOVÉ DETEKCE

Během celé povodňové situace (období 6.–15. 8. 2002) fungovaly měřicí, zpracovatelské a komunikační systémy distančních měření bez výpadků s velmi dobrou technickou spolehlivostí.

U radarů byla v daném období spolehlivost 100 % dodaných měření (vyjma dvou testovacích snímků z Brd dne 6. 8.). Radar Brdy byl přitom čerstvě uveden do provozu odpoledne 5. 8. 2002 po předchozí technické poruše.

Informace z meteorologických družic, radarů a systémů detekce blesků poskytují (téměř) časově spojený obraz o vývoji povětrnostní situace, především oblačnosti a srážek. Pro jejich využití je též nutné zvolit odpovídající způsob zobrazení. Data z geostacionární družice METEOSAT 7 jsou pro monitoring počasí a velmi krátkodobou předpověď v ČHMÚ tradičně nej-



Obr. 1 Informace viditelného kanálu družice METEOSAT z 11. 8. 2002, 12.30 UTC, tedy na začátku druhé „vlny“ vydatných srážek.

Fig. 1. Information of the visible channel of the METEOSAT satellite from 11 August 2002 at 12.30 UTC, that is in the beginning of the second „wave“ of heavy rainfall.

častěji zobrazována na území evropského kontinentu a jeho okolí. Typickým příkladem operativních dat užívaných v předpovědní službě je obr. 1 z poledních hodin 11. 8. 2002, ukazující tlakovou níž nad severní Itálií, s níž byla spojena velmi mohutná oblačnost nad severozápadní částí Balkánského poloostrova a Alpami, postupující dále k severu až severovýchodu.

Pro názornou představu o aktuálním vývoji povětrnostní situace nad ČR a v blízkém okolí slouží v poslední době též prohlížeč meteorologických údajů JSMeteoView autora Petra Nováka [5], zobrazující zvolenou kombinaci informací z meteorologických družic, české radarové sítě a systému detekce blesků, případně doplněnou o rozložení geopotenciálu hladin 700 a 500 hPa z numerického modelu ALADIN. Příkladem tohoto zobrazení je obr. 1 v barevné příloze, na němž je vidět pás bouřek, táhnoucí se ze středních do jižních Čech, kde přispěly k vysokým srážkovým úhrnům naměřeným 12. srpna 2002. Na západ od uvedené linie je možno pozorovat rozsáhlou oblast vydatných trvalých srážek.

2. ODHAD SRÁŽEK Z METEOROLOGICKÝCH RADARŮ

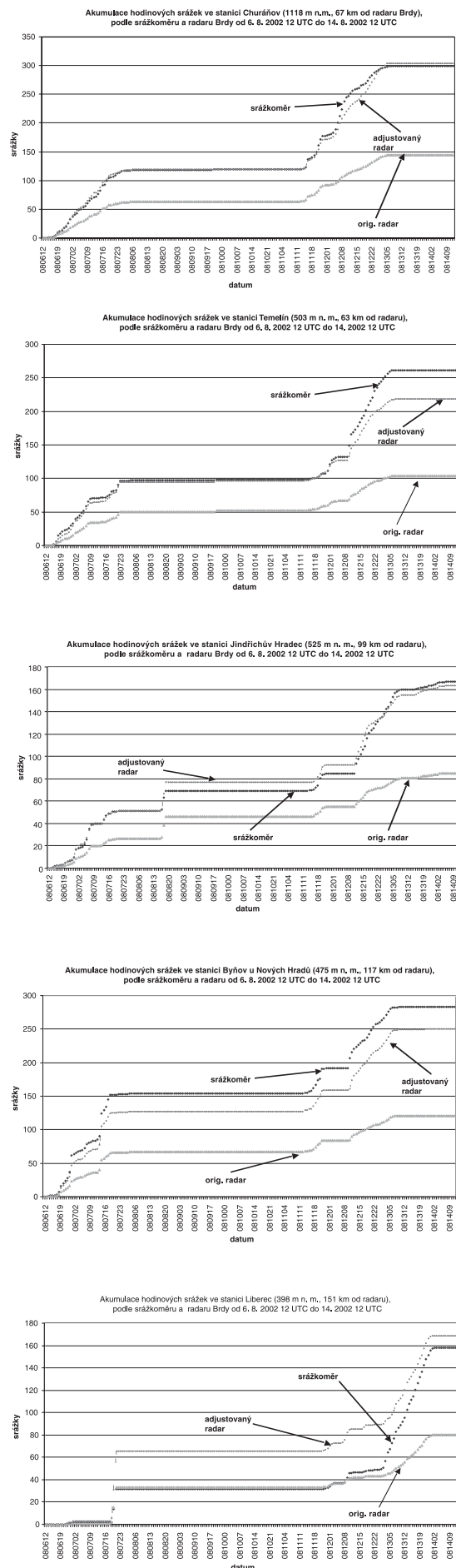
Odhad srážek z meteorologických radarů sítě CZRAD jsou počítány pro časové intervaly 1, 3, 6, 12 a 24 hodin rutině od r. 1997 (nejprve z radarů Skalky a Praha-Libuš, od roku 2000 z radarů Skalky a Brdy). Metodika výpočtu radarových odhadů srážek je založena na klasickém Marshall-Palmerově vztahu mezi radiolokační odrazivostí a intenzitou srážek $z = a \cdot R^b$, která byla testována od r. 1996 nejprve pro radar Skalky [8]. Tento odhad je zatížen mnoha chybami: Zřejmě nejdůležitějším činitelem, ovlivňujícím kvalitu radarového odhadu, je růst výšky nejnižšího použitelného paprsku a zároveň rozšiřování radarového paprsku se vzrůstající vzdáleností. Koeficienty a , b v Marshall-Palmerově vzorci závisí na aktuálním rozdělení velikosti kapek, v praxi je však považujeme za konstantní. Mezi další možné zdroje nepřesností radarového odhadu srážek se řadí výskyt zvýšené odrazivosti v zóně tání (bright band), útlum ve srážkách, pozemní cíle a případné nestability technického zařízení radaru.

Odobně jako v případě rozsáhlých povodní v roce 1997 na Moravě, bylo i nyní pozorováno výrazné zvětšení chyby radarového odhadu v horských oblastech, a to zejména při velkoplošných srážkách při vyšších rychlostech větru, neboť podstatná část orografického zesílení srážek zůstává skryta pod nejnižším použitelným radarovým paprskem [9].

Ke zlepšení kvantitativního odhadu srážek je nutné zavést opravné procedury, které zahrnují opravu na vertikální profil odrazivosti, adjustaci či kombinaci se srážkoměrnými měřeními. Korekce radarových měření na vertikální profil odrazivosti je popsána v [6] a do zkušebního provozu byla uvedena v roce 2001. Přibližně v téže době byly zahájeny výpočty, které umožňují adjustaci radarových odhadů a jejich kombinaci se srážkoměrnými měřeními. Tyto výpočty byly do značné míry ovlivněny podobným systémem popsaným v [1], při-

Obr. 2. Součtové křivky srážek z údajů srážkoměrů, radarových odhadů a adjustovaných radarových odhadů z radaru Brdy pro meteorologické stanice Churáňov, Temelín, Jindřichův Hradec, Býňov u Nových Hradů a Liberec. Na uvedených křivkách je zřetelné zvětšování chyb s rostoucí vzdáleností stanice od radaru.

Fig. 2. Total precipitation curves of rain-gauge data, radar estimates and adjusted radar estimates of the radar in Brdy for meteorological stations Churáňov, Temelín, Jindřichův Hradec, Býňov u Nových Hradů and Liberec. Increase in errors with increasing distance of the stations from the radar is evident on given curves.



čemž vlastní procedura kombinace adjustovaného radarového odhadu a srážkoměrných měření vznikla modifikací původního programu autora D.-J. Seo [7].

Adjustovaný radarový odhad vzniká aplikací adjustačního koeficientu G/R , kde G je úhrn srážek ze srážkoměrů a R je úhrn srážek vypočtený pouze z těch územních elementů, které přísluší stanicím zahrnutým do výpočtu G . Z důvodu minimalizace vlivu náhodné chyby radarových a srážkoměrných měření je k výpočtu faktoru G/R použito dat z alespoň tří předchozích dnů a celkové akumulace srážek nejméně 10 mm. Při výpočtu konečného kombinovaného odhadu z radarů a srážkoměrů je navíc možné využít systém manuální editace dat prostřednictvím uživatelského rozhraní, naprogramovaného v jazyku HTML a Java Script, které umožňuje manuálně přidávat další srážkoměrná měření, vyřazovat chybná měření srážkoměrů, modifikovat koeficient adjustace, parametry kombinovaného odhadu apod. K rozhodování o změně parametrů slouží i jednoduché grafické zobrazení vztahu radarových odhadů a příslušných srážkoměrných měření (viz obr. 2 v barevné příloze), které indikuje spolehlivost radarového odhadu, přičemž je možné okamžitě zjistit stanice vykazující odlehle hodnoty. Radarová měření srážek jsou tak využitelná jako indikátor případné chybné funkce srážkoměrů, což bylo použito v praxi při manuální kontrole hodinových odhadů srážek. Na obr. 3 v barevné příloze je příklad kombinovaného odhadu z meteorologických radarů a srážkoměrů na denním úhrnu ze 6. srpna 2002; pro tento výpočet byla použita všechna dostupná srážkoměrná měření.

Uvedené postupy kombinace radarů a srážkoměrů významně zpřesňují operativní odhady srážek. Tyto odhady však nejsou schopny zcela nahradit hustou srážkoměrnou sítí, zejména v horských oblastech v případě velkoplošných srážek s orografickým zesílením. To je dokumentováno též na obr. 2, který zobrazuje součtové křivky srážkoměrných měření spolu se součtovými křivkami příslušných radarových odhadů a adjustovaných radarových odhadů pro stanice Churáňov, Temelín, Jindřichův Hradec, Býňov u Nových Hradů a Liberec. Ve stanici Liberec k uvedenému nesouladu křivky radarového odhadu a srážkoměrného měření přispěla mj. též výraznější náhodná chyba odhadů při konvektivní bouři 7. 8. 2002 mezi 19. až 20. hodinou UTC, způsobená zřejmě nedostatečnou reprezentativností měření srážkoměru při konvektivních srážkách.

Nedostatečná zachytitelnost orografického zesílení srážek meteorologickým radarem je zejména patrná v Krušných a Jizerských horách a v Krkonoších, které jsou navíc vzdáleny od radarů Brdy nebo Skalky kolem 150 km nebo více, což je považováno za mezní hranici použitelnosti radarových odhadů srážek. Na Moravě a ve Slezsku jsou podobně problematické odhady v Jeseníkách a zejména v Moravskoslezských Beskydech, kde se navíc projevuje částečné stínění radaru Skalky blízkými vzrostlými stromy ve východních směrech.

Sít srážkoměrů, jejíž hustota automaticky zvyšuje váhu srážkoměrného odhadu v dané oblasti, je nejcennější v horských oblastech, kde radarový odhad v případě orografického zesílení výrazně ztrácí svou kvalitu. Jako možné zlepšení se v některých meteorologických službách (UKMO, U. S. NWS) diskutuje kromě jiného možnost zavést do procedur odhadu srážek explicitní orografické zesílení odhadované z numerických atmosférických modelů. Tyto metody se stále ještě vyvíjejí a případné uvedení těchto postupů do naší praxe by si vyžádalo nemalé úsilí. Mezitím bude pro přesnější operativní odhady srážek nutné udržovat a optimalizovat sráž-

koměrnou síť s operativním přenosem dat s důrazem na lepší pokrytí oblastí s horším radarovým odhadem, tj. hlavně pohraničních hor, především na severu a severovýchodě České republiky.

ZÁVĚR

Metody dálkové detekce (především meteorologické radary a družice) poskytovaly během obou hlavních epizod vydatných dešťů velmi dobrou informaci o rozložení srážkově významné oblačnosti, což mj. umožňovalo sledovat případné odchylky aktuálního vývoje oblačnosti od předpovídaných scénářů.

I přes výše uvedené těžkosti je možné konstatovat, že aktuální radarový odhad srážek, zpřesněný metodou adjustace a kombinace radarového odhadu se srážkoměry, poskytoval z daných informačních zdrojů nejpřesnější plošný odhad srážek. Kombinace radarového odhadu se srážkoměrnou sítí na jedné straně zlepšuje vlastní radarový odhad (zvláště v horských oblastech), naopak radarová měření mohou posloužit při kontrole spolehlivosti srážkoměrných dat a vyloučení případných chybných údajů.

Poděkování:

Kombinované analýzy radar-srážkoměr jsou jedním z výsledků spolupráce mezi Národní povětrnostní službou USA a ČHMÚ. Děkujeme též Radimovi Tolaszovi (ČHMÚ) za spolupráci při poskytování srážkoměrných dat.

Literatura

- [1] Fulton, R. – Breindenbach, J. – Seo, D.-J. – Miller, D. – O'Bannon, T.: The WSR-88D rainfall algorithm. *Weath. Forec.*, **13**, 1998, s. 377–395.
- [2] Havránek, P. – Kráčmar, J.: Nová meteorologická radiolokační stanice na střední Moravě. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, č. 3, s. 81–84.
- [3] Kráčmar, J. – Joss, J. – Novák, P. – Havránek, P. – Šálek, M.: First Steps Towards Quantitative Usage of Data from Weather Radar Network. In: Final Seminar of COST-75: „Advanced Weather Radar Systems“ – Locarno, 23.-27. 3. 1998, European Commission, Luxembourg, s. 91–101.
- [4] Kráčmar, J.: Nový meteorologický radar Brdy v síti CZRAD. *Meteorol. Zpr.*, **53**, 2000, č. 6, s. 161–168.
- [5] Novák, P. – Kráčmar, J.: New data processing in the Czech weather radar network, In: 2nd European Conference on Radar Meteorology, 18-22 November 2002, Delft, Netherlands. [Bude publikováno ve sborníku.]
- [6] Novák, P. – Kráčmar, J.: Vertical Reflectivity Profiles in the Czech Weather Radar Network, 30th International AMS Conference on Radar Meteorology, 19-24 July 2001, Munich, Germany, poster presentation (http://www.chmi.cz/meteo/rad/pub/ams_rad2001/ams_rad2001.pdf)
- [7] Seo, D.-J.: Real-time estimation of rainfall fields using radar rainfall and rain gage data. *J. Hydrol.*, **208**, 1998, s. 37–52.
- [8] Šálek, M. – Kráčmar, J.: Odhady srážek z meteorologického radiolokátoru Skalky. *Meteorol. Zpr.*, **50**, 1997, č. 4, s. 99–109.
- [9] Šálek, M. – Kráčmar, J. – Novák, P. – Setvák, M.: Využití metod dálkové detekce při povodňových událostech v červenci 1997. *Meteorol. Zpr.*, **50**, 1997, č. 6, s. 177–178.

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

ROZLOŽENÍ SRÁŽEK PŘI POVODNI V SRPNU 2002 V ČESKÉ REPUBLICE

Precipitation distribution during the floods in the Czech Republic in August 2002. Basic facts about spatial and temporal distribution of precipitation in the course of floods in August 2002 are submitted in the paper. Maps of daily and several days lasting precipitation amounts which were measured at climatological stations are given. Typical course of precipitation in one hour step at 6 localities of CR is presented in a graphic form. Some results of statistic evaluation of digital precipitation maps are given in tables and so in the form of spatial averages and frequency distribution of precipitation in individual regions of CR and on the main catchments of the Czech Republic.

KLÍČOVÁ SLOVA: rozložení srážek – povodeň – znázornění grafické – Česká republika

1. ÚVOD

Cílem článku je poskytnout základní představu o časovém a prostorovém rozložení srážek a jejich extremitě na území České republiky v srpnu 2002 v míře, kterou poskytoval poměrně krátký čas uběhlý od povodni a kterou dovolil rozsah článku. Důraz je kladen spíše na poskytnutí základních fakt, než na podrobný popis prezentovaných výsledků.

Všechny údaje se opírají o pozorování denních srážkových úhrnů na 810 stanicích ČR. Data prošla pečlivou staniční i plošnou kontrolou. Ke kontrolám byly využity údaje ze srážkoměrů klimatické a hydrologické sítě ČHMÚ, záznamy ombrografů a radarových pozorování. Na přípravě a kontrole dat se podílely kolektivy oddělení meteorologie a klimatologie všech poboček Českého hydrometeorologického ústavu. Předběžné výsledky porovnání s radarovými pozorováními poskytl dr. M. Šálek z brněnské pobočky ČHMÚ.

Mapy a plošné interpolace byly zpracovány moderními metodami geografických informačních systémů GIS ARCVIEW při kroku sítě 500 m. K plošné interpolaci staničních hodnot byla použita metoda navržená V. Květoněm, užívaná v současnosti v klimatologické databázi CLIDATA. Výpočty probíhaly v prostředí klimatologické databáze CLIDATA v Ostravě.

Zpracování denních srážkových map metodami GIS umožnilo počítat plošné charakteristiky srážek plošnou numerickou integrací na libovolných uzavřených plochách, jako jsou okresy, kraje, povodí, výšková pásma apod. Protože ArcView umožňuje přímo počítat jen některé statistické charakteristiky (maximum, minimum, průměr, směrodatná odchylka), byly gridy denních srážek exportovány do textového tvaru a pomocí speciálních programů importovány do databáze Redap. Zde byly provedeny podrobnější statistické výpočty. Výjimkou je tabulka 1. Ta je uvedena z historických důvodů. Byla zpracována jednodušší metodikou, používanou od roku 1974 pro operativní přehledy oblastních měsíčních srážek.

Průběh hodinových srážkových úhrnů je demonstrován jen ilustrativně na 6 vybraných stanicích. Podobně je tomu i u extremity srážek, kde je předběžně vyhodnocen pouze poměr denních úhrnů srážek ke stoletým hodnotám a je provedeno základní porovnání vzhledem k měsíčnímu a ročnímu normálu. Rozsah článku přitom nedovolil bohatší dokumentaci. Také porovnání s povodněmi 1997 je pouhou glosou. Všem třem problémům budou věnovány samostatné články v příštím roce, neboť intenzivně probíhají práce na těchto otázkách v rámci projektu vyhodnocení povodní. Do dalších článků bylo také nutno přesunout řadu dalších údajů, jako jsou podrobnější údaje o srážkách na povodí menšího rozsahu, historické tabulky extrémních srážek atd.

Hlavní srážkové období v srpnu 2002 lze stanovit do intervalu 6. až 15. srpna. Vysoké lokální srážky byly také 31. srpna. Na 33 stanicích, především ve východních Čechách, se toho dne vyskytly srážky 50 až 100 mm, na stanici Pomezní boudy v Krkonoších dokonce 191 mm. Tímto dnem se však v článku nezabýváme, neboť velkoplošné povodňové události prakticky neovlivnil. Poznamenejme, že srážky na Pomezních boudách měly velmi lokální charakter (ve velmi blízkém okolí napršelo o 50 až 150 mm méně). Svědčí to o nutnosti v budoucnu se zabývat intenzivně problematikou lokálních orografických vlivů.

2. MĚSÍČNÍ ÚHRNY SRÁŽEK V SRPNU 2002 A ČERVENCI 1997

Pro základní srovnání v tabulce 1 uvádíme měsíční průměry pro vybrané administrativní oblasti (staré kraje), a to pro povodňové měsíce srpen 2002 a červenec 1997. Tabulka obsahuje i procenta dlouhodobého normálu 1901–1950 příslušného měsíce. Zatímco měsíční úhrny srážek se v červenci 1997 pohybovaly na Moravě a ve východních Čechách od 290 do 350 % normálu, v srpnu 2002 se pohybovaly v Čechách (vyjma východních) od 190 do 310 % normálu.

3. ČASOVÉ A PLOŠNÉ ROZLOŽENÍ SRÁŽEK VE DNECH 6.–15. 8. 2002

Rozložení desetidenních úhrnů srážek v období 6. až 15. srpna ukazuje obr. 4 v barevné příloze. Nejvyšší srážky přesáhly 400 mm v Novohradských horách na jihu Čech na hranicích s Rakouskem. Srážky přes 300 mm se vyskytly na pod-

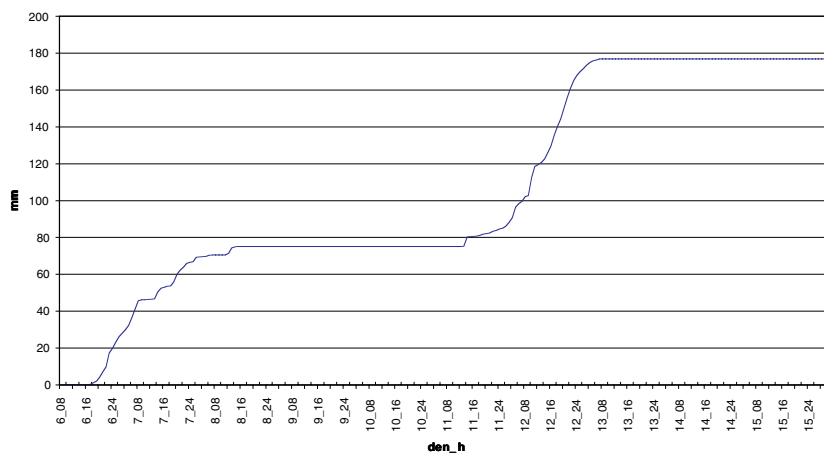
Tab. 1 Průměrné měsíční úhrny srážek ve vybraných administrativních oblastech. Srpen 2002 ve srovnání s červencem 1997 a normálem 1901–1950 za příslušný měsíc.

Table 1. Average monthly precipitation totals at selected administrative regions. August 2002 in comparison both to July 1977 and normal 1901–1950 for given month.

Oblast	1997		2002	
	Úhrn (mm)	% normálu	Úhrn (mm)	% normálu
Středočeský kraj	138	181	162	213
Jihočeský kraj	171	176	298	307
Západočeský kraj	109	129	219	261
Severočeský kraj	140	169	163	196
Východočeský kraj	285	314	156	171
Jihomoravský kraj	241	294	121	148
Severomoravský kraj	384	349	128	116
Čechy	171	199	202	235
Morava	301	317	124	131
Česká republika	214	240	176	198

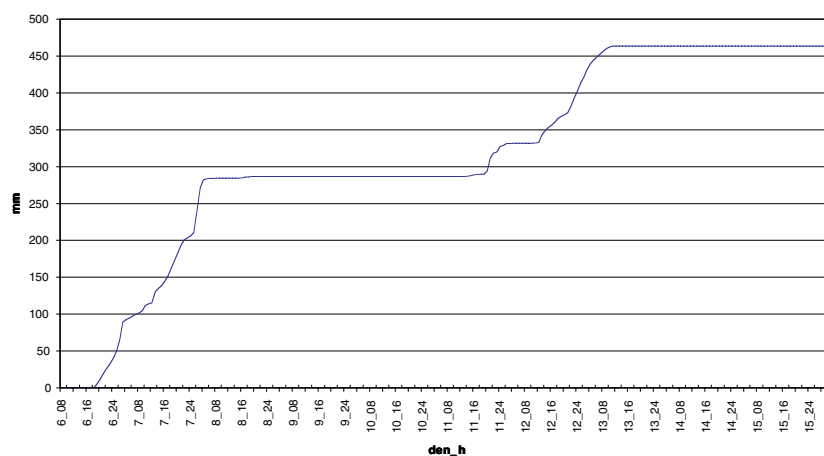
Obr. 1 Kumulativní úhrny srážek dle ombrogramů, Kocelovice (519 m n. m.).

Fig. 1. Cumulative precipitation amounts according to ombrograms, Kocelovice (519 m a. s. l.).



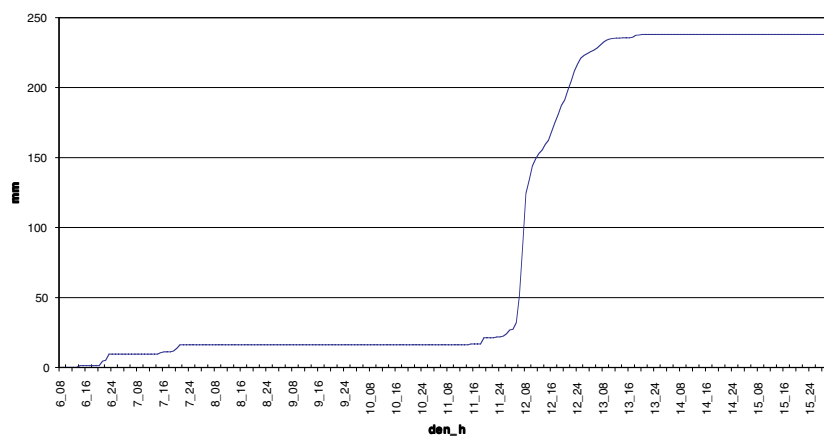
Obr. 2 Kumulativní úhrny srážek dle ombrogramů, Pohorská Ves (765 m n. m.).

Fig. 2. Cumulative precipitation amounts according to ombrograms, Pohorská Ves (765 m a. s. l.).



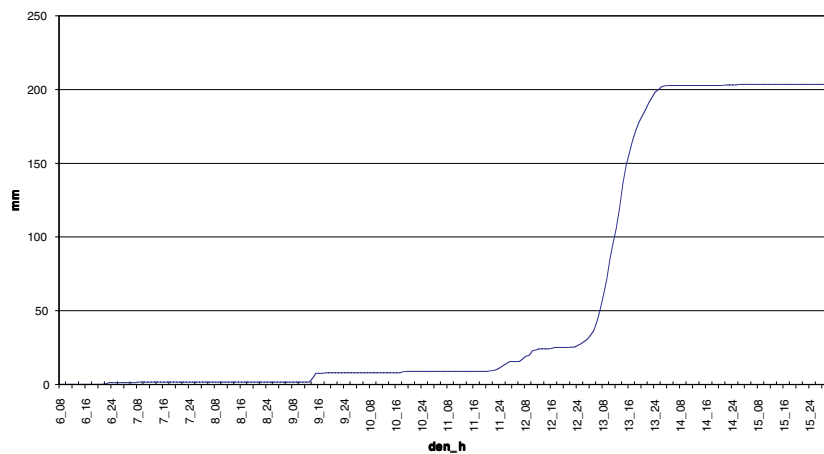
Obr. 3 Kumulativní úhrny srážek dle ombrogramů, Nová Ves v Horách (726 m n. m.).

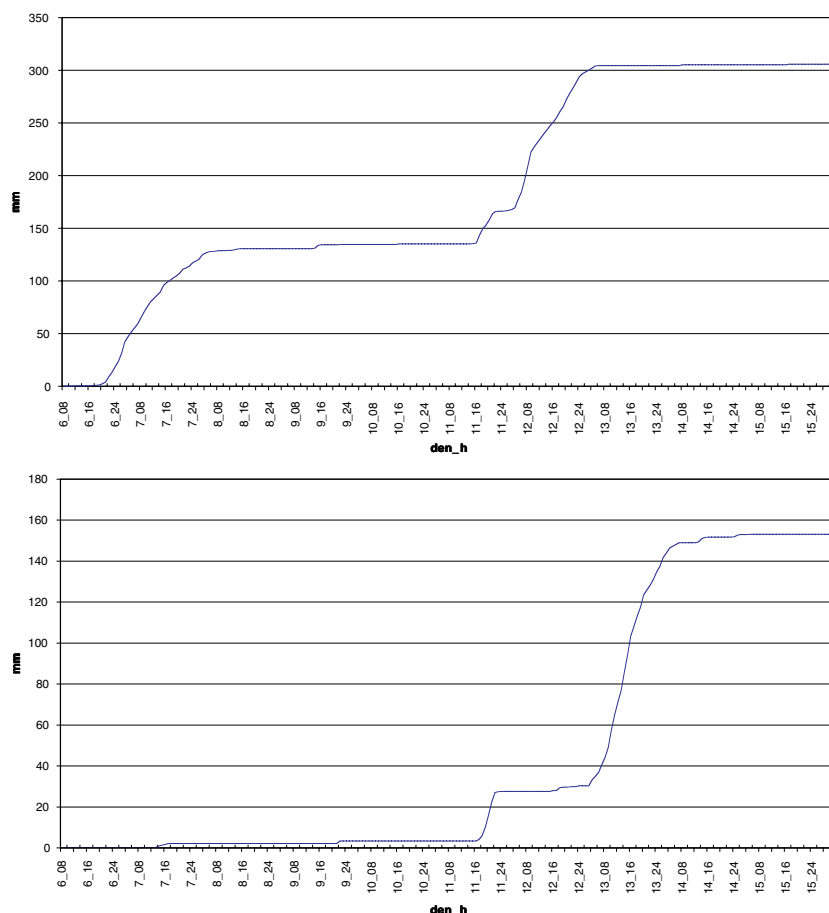
Fig. 3. Cumulative precipitation amounts according to ombrograms, Nová Ves v Horách (726 m a. s. l.).



Obr. 4 Kumulativní úhrny srážek dle ombrogramů, Desná, Souš (772 m n. m.).

Fig. 4. Cumulative precipitation amounts according to ombrograms, Desná, Souš (772 m a. s. l.).





Obr. 5 Kumulativní úhrny srážek dle ombrogramů, Hojsova Stráž (895 m n. m.).

Fig. 5. Cumulative precipitation amounts according to ombrograms, Hojsova Stráž (895 m a. s. l.).

Obr. 6 Kumulativní úhrny srážek dle ombrogramů, Svratouch (737 m n. m.).

Fig. 6. Cumulative precipitation amounts according to ombrograms, Svratouch (737 m a. s. l.).

statné části Šumavy a Novohradských hor a v jejich podhůří, dále pak ve východní části vrcholových partií Krušných hor a Jizerských hor. Úhrny 170–250 mm byly zjištěny v celé oblasti Krušných hor, Krkonoš, Orlických hor, Jihlavských vrchů, Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd.

Rozložení srážek v jednotlivých dnech hodnoceného období znázorňují mapy denních úhrnů srážek od 6. do 13. srpna 2002 (mapy 1–8). Mapy ze 14. a 15. srpna pro nedostatek místa neuvádíme. Srážky v těchto dnech navíc neovlivnily povodně v povodí Labe ani Dunaje. V tabulkách 2 až 4 uvádíme denní až třídní úhrny srážek na těch stanicích, které pro dané trvání srážek vykázaly alespoň v jednom dni období maximální úhrn v rámci ČR. Je zde zahrnuta i krušnohorská stanice Cínovec, která leží těsně u hranic, ale už na německém území.

Lze rozlišit následující úseky tohoto intervalu.

Období 6.–7. srpna. Trvalé srážky zasáhly hlavně příhraniční oblast jižních Čech s Rakouskem (mapy 1 a 2). V oblasti Novohradských vrchů a Českokrumlovská napadlo za dva dny 130–250 mm srážek. Zasaženy byly také západní Čechy a jižní Morava, zejména Podyjí (srážky od 60 do 130 mm). V jednotlivých dnech bylo dne 6. 8. naměřeno nejvíce ve stanici Staré Hutě 101,4 mm, dne 7. 8. v Podhorské Vsi 180,5 mm (tab. 2). Nejvyšší srážkové úhrny za tyto dva dny byly naměřeny ve stanici Staré Hutě 254 mm a ve stanici Podhorská Ves 277 mm (barevná příloha, obr. 5, tab. 3).

Období 8.–10. srpna. Na území ČR se vyskytovaly lokální lijáky a bouřky s denními úhrny srážek 30 až 55 mm. Výjimku tvoří dne 8. 8. Loděřov v jižních Čechách 98,0 mm a Luby u Chebu 68,0 mm (mapa 3). Maximum dne 9. 8. činilo 44,5 mm ve Zlatých Horách (Hrubý Jeseník)

a 10. 8. Chudenice v západních Čechách 73,6 mm (mapy 4 a 5, tab. 2).

Období 11.–15. 8. Srážky postupně přecházely od západu na východ. V jednotlivých místech intenzivní srážky netrvaly déle než dva dny. V poli plošně rozsáhlých srážek se vyskytovaly lokální přivalové deště extrémního rozsahu.

Dne 11. 8. se nejvyšší srážky koncentrovaly do oblasti jižních Čech, zejména Šumavy a Pošumaví, kde dosahovaly hodnot kolem 100 až 130 mm. Srážky přes 20 mm (ojediněle až 50 mm) však zasáhly celé západní a jižní Čechy, jihozápad středních Čech a jižní Moravu (mapa 6). Maximum měla stanice Slavkov v jižních Čechách 157,4 mm (tab. 2).

Následující den, tj. 12. 8., již byla zasažena celá západní polovina Čech, Jizerské hory a Českomoravská vrchovina. Srážky se pohybovaly od 20 do 60, místy do 100, ojediněle do 130 mm, s kulminací ve střední a východní oblasti Krušných hor. Zde srážky dosahovaly 150 až 200, oblasti Cínovce kolem 300 mm (mapa 7). Maximum naměřila stanice Cínovec, a to 312,0 mm. Na druhém místě byl Český Jiřetín-Fláje, 226,8 mm.

Celkové úhrny za 11. 8. až 12. 8. 2002 ukazuje obr. 6 v barevné příloze. Dvoudenní maximum naměřil opět Cínovec, 380 mm, následován stanicí Český Jiřetín Fláje, 301,0 mm (tab. 3).

Dne 13. srpna se srážky přesunuly do východních Čech a na Moravu. Nejvyšší srážky spadly v Jizerských horách (250 až 280 mm). Srážky 80 až 100 mm byly pozorovány i v Orlických horách, Hrubém Jeseníku, ve Žďárských vrších a horním Posázaví (mapa 8). Maximum dne 13. srpna naměřila stanice Knajpa v experimentálním povodí ČHMÚ v Jizerských horách, a to 278,0 mm (tab. 2).



Mapa 1 Úhrn srážek (mm) 6. 8. 2002, Česká republika.
Map 1. Precipitation amount (mm) on 6 August 2002, Czech Republic.



Mapa 2 Úhrn srážek (mm) 7. 8. 2002, Česká republika
Map 2. Precipitation amount (mm) on 7 August 2002, Czech Republic.



Mapa 3 Úhrn srážek (mm) 8. 8. 2002, Česká republika.
Map 3. Precipitation amount (mm) on 8 August 2002, Czech Republic.



Mapa 4 Úhrn srážek (mm) 9. 8. 2002, Česká republika.
Map 4. Precipitation amount (mm) on 9 August 2002, Czech Republic.



Mapa 5 Úhrn srážek (mm) 10. 8. 2002, Česká republika.
Map 5. Precipitation amount (mm) on 10 August 2002, Czech Republic.



Mapa 6 Úhrn srážek (mm) 11. 8. 2002, Česká republika.
Map 6. Precipitation amount (mm) on 11 August 2002, Czech Republic.



Mapa 7 Úhrn srážek (mm) 12. 8. 2002, Česká republika.
Map 7. Precipitation amount (mm) on 12 August 2002, Czech Republic



Mapa 8 Úhrn srážek (mm) 13. 8. 2002, Česká republika.
Map 8. Precipitation amount (mm) on 13 August 2002, Czech Republic.

Tab. 2 Denní úhrny srážek (mm) pro stanice, které měly alespoň v jednom dni v období 6.-15. 8. 2002 nejvyšší denní úhrn srážek v ČR (prázdná políčka ... neměřeno).

Tab. 2. Daily precipitation totals (mm) for stations with the highest total in the Czech Republic at least in one day during the period of 6-15 August 2002 (blank cell ... not measured).

Stanice	Okres	Výška (m)	Z. délka	Z. šířka	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.
Lodhéřov	Jindřichův Hradec	528	14,97	49,21	38,0	18,7	98,0	0,0	0,0	11,0	90,0	15,7	0,0	0,0
Pohorská Ves	Český Krumlov	750	14,65	48,67	97,2	108,5	3,1	0,0	0,0	44,4	114,5	10,8	0,0	0,0
Staré Hutě	České Budějovice	792	14,72	48,72	101,4	152,9	27,1	0,0	0,0	35,2	107,4	9,1	0,0	0,0
Slavkov	Český Krumlov	777	14,24	48,76	65,6	64,0	1,7	0,0	0,0	157,4	54,7	0,0	0,0	0,0
Chudenice	Klatovy	494	13,18	49,46	34,8	30,8	0,1	0,0	73,6	28,4	79,4	2,0	0,0	0,0
Bílá-Hlavatá	Frýdek-Místek	770	18,38	49,42	0,0	4,8	0,0	14,4	6,8	21,9	13,0	44,2	36,2	39,4
Nýdek	Frýdek-Místek	400	18,77	49,66	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	8,8	1,8	33,0	98,0	18,5
Zlaté Hory	Jeseník	420	17,40	50,26	0,0	0,0	0,0	44,5	23,6	8,4	6,8	63,0	8,0	0,2
Knajpa	Jablonec n. Nisou	967	15,25	50,82							75,6	278,0		
Cínovec	Teplice	882	13,75	50,73	5,0	14,0	6,0	0,0	0,0	68,0	312,0	26,0	1,0	1,0

Tab. 3 Dvoudenní úhrny srážek (mm) pro stanice, které měly v období 6.-15. 8. 2002 alespoň jednou nejvyšší úhrn v ČR (prázdná políčka ... neměřeno), datum označuje počátek intervalu.

Tab. 3. Two-day precipitation totals (mm) for stations with the highest total in the Czech Republic at least once during the period of 6-15 August 2002 (blank cell ... not measured), the date indicates the beginning of the interval.

Stanice	Okres	Výška (m)	Z. délka	Z. šířka	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.
Dubňany	Hodonín	200	17,10	48,92	9,7	0,6	4,1	4,1	33,0	39,8	41,3	35,1	0,6	51,5
Lodhéřov	Jindřichův Hradec	528	14,97	49,21	56,7	116,7	98,0	0,0	11,0	101,0	105,7	15,7	0,0	0,0
Pohorská Ves	Český Krumlov	750	14,65	48,67	277,7	183,6	3,1	0,0	44,4	158,9	125,3	10,8	0,0	13,5
Slavkov	Český Krumlov	777	14,24	48,76	129,6	65,7	1,7	0,0	157,4	212,1	54,7	0,0	0,0	6,1
Pomezní boudy	Trutnov	1050	15,82	50,75	0,0	0,0	0,0	8,9	15,8	18,1	187,7	187,9	14,5	6,9
Chudenice	Klatovy	494	13,18	49,46	65,6	30,9	0,1	73,6	102,0	107,8	81,4	2,0	0,0	0,0
Nýdek	Frýdek-Místek	400	18,77	49,66	0,0	0,0	6,5	6,5	8,8	10,6	34,8	131,0	116,5	18,5
Knajpa	Jablonec nad Nisou	967	15,25	50,82							353,6			
Cínovec	Teplice	882	13,75	50,73	19,0	20,0	6,0	0,0	68,0	380,0	338,0	27,0	2,0	1,0

Tab. 4 Třídenní úhrny srážek (mm) pro stanice, které měly v období 6.-15. 8. 2002 alespoň jednou nejvyšší úhrn v ČR, datum označuje počátek intervalu.

Tab. 4. Three-day precipitation totals (mm) for stations with the highest total in the Czech Republic at least once during the period of 6-15 August 2002, the date indicates beginning of the interval.

Stanice	Okres	Výška (m)	Z. délka	Z. šířka	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.
Dubňany	Hodonín	200	17,10	48,92	9,7	4,7	4,1	37,1	39,8	74,3	41,9	35,1	52,1	51,5
Lodhéřov	Jindřichův Hradec	528	14,97	49,21	154,7	116,7	98,0	11,0	101,0	116,7	105,7	15,7	0,0	0,0
Pohorská Ves	Český Krumlov	750	14,65	48,67	280,8	183,6	3,1	44,4	158,9	169,7	125,3	10,8	13,5	13,5
Staré Hutě	České Budějovice	792	14,72	48,72	281,4	180,0	27,1	35,2	142,6	151,7	116,5	9,1	8,5	8,5
Slavkov	Český Krumlov	777	14,24	48,76	131,3	65,7	1,7	157,4	212,1	212,1	54,7	0,0	6,1	6,1
Pomezní boudy	Trutnov	1050	15,82	50,75	0,0	0,0	8,9	15,8	27,0	194,6	199,1	191,0	18,3	6,9
Nýdek	Frýdek-Místek	400	18,77	49,66	0,0	6,5	6,5	15,3	10,6	43,6	132,8	149,5	116,5	18,5
Cínovec	Teplice	882	13,75	50,73	25,0	20,0	6,0	68,0	380,0	406,0	339,0	28,0	2,0	2,0

Dne 14. 8. již v Čechách nepršelo a v Hrubém Jeseníku doznívala srážková činnost (srážky 20 až 40 mm). Srážky se koncentrovaly do oblasti Moravskoslezských Beskyd, kde napršelo 70 až 120 mm. Republikové denní maximum naměřily stanice Nýdek 98,0 a Lysá Hora 97,6 mm (tab. 2).

Dne 15. 8. doznívaly srážky i v Moravskoslezských Beskydech (do 40 mm). Maximum naměřila stanice Bílá, Hlavatá 39,4 mm (tab. 2)

4. ČASOVÝ PRŮBĚH HODINOVÝCH ÚHRNŮ SRÁŽEK

Podrobnější časový průběh srážek v popisovaném období znázorňují grafy hodinových úhrnů srážek na vybraných 6 stanicích. Jde o výsledky pozorování ombrografů, které byly velmi pečlivě prověřeny. Obrazky 1 až 6 uvádějí kumulativní průběh hodinových úhrnů.

5. PLOŠNÉ SRÁŽKY

5.1 Srážky v krajích ČR

Přehled o frekvenčním rozdělení srážek v administrativních krajích ČR pro jednotlivé dny období 6. až 15. srpna 2002 podává tab. 5. Pro vybrané kraje a každý den sledovaného desetidenního období jsou uvedeny následující statistické charakteristiky: maximální a minimální hodnota pixlu v kraji a dni, průměrná hodnota pixlu v daném kraji a dni, a konečně vybrané kvantily (5 %, 20 %, 40 %, 80 %, 95 %). Např. hodnota u 5% kvantilu značí, že 5 % pixlů, čili 5 % plochy kraje v daném dni mělo srážkový úhrn menší nebo roven této hodnotě. Tabulka je seřazena podle názvů krajů a v každém kraji podle dní, protože plošné srovnání v jednotlivých dnech poskytuje zmiňované mapy srážek. Pro nedostatek místa jsou vynechány některé kraje moravské. Uvedeny jsou

pouze kraje Vysočina, Zlín a Jiho-moravský kraj, které ovlivnily situaci na Dyji a Dunaji.

5.2 Srážky na povodích

V tabulce 6 uvádíme průměrnou srážku na vybraných povodích většího rozsahu. Objemy srážek pro tato povodí obsahuje tab. 7. Z časových důvodů nebyly uvažovány ty části některých povodí, které zasahují do sousedních států (např. Lužnice).

6. EXTREMITA SRÁŽEK

6.1 Úhrn srážek za 6.–15. 8. 2002 ve vztahu k srpnovému a ročnímu normálu

Procentní poměr úhrnu srážek za desetidenní období k srpnovému normálu 1961–1990 znázorňuje obr. 7 v barevné příloze. Na celé ploše jihočeského kraje a na více než polovině území plzeňského kraje spadlo za deset dní přes 200 % měsíčního normálu, přičemž na více než polovině jihočeského kraje napadlo přes 300 % normálu, v Novohradských horách na hranicích s Rakouskem až 480% měsíčního normálu. Naproti tomu v severovýchodních Čechách spadlo nejvýše 250 % měsíčního normálu. Na většině území jižních Čech a jihozápadních Čech spadlo za deset dní více než 30 % ročního normálu 1961–1990. V některých místech oblasti od Lipna po České Budějovice a v povodí Blanice tento poměr dosahoval až 60 %.

6.2 Bodové srážky ve vztahu ke stoletým srážkám

V průběhu uplynulých let byly v rámci grantových projektů MŽP zpracovány mapy bodových N-letých srážek. Dne 6. 8. se v jižních a jihozápadních Čechách vyskytovaly srážky rovnající se 0,4 až 0,6násobku stoleté hodnoty denního úhrnu. V Novohradských horách srážky dosahovaly stoleté hodnoty. Dne 7. 8. na většině území jižních a západních Čech byly dosaženy 0,4 až 0,6násobky stoleté hodnoty, v příhraniční oblasti s Rakouskem byly většinou dosaženy a překročeny stoleté hodnoty až 1,6krát. Podobně 11. 8. byly na Šumavě a v Pošumaví dosaženy a překročeny stoleté hodnoty až na 1,6násobek. Dne 12. srpna v celé západní polovině Čech se pohybovaly srážky od 0,4 do 0,9 stoleté hodnoty, na řadě míst byla stoletá hodnota

Tab. 5a: Statistické charakteristiky (průměr, maximum, minimum, vybrané kvantily) atmosférických srážek v krajích České republiky, 6. až 15. 8. 2002.

Tab. 5a: Statistical characteristics (average, maximum, minimum, selected quantiles) of atmospheric precipitation in regions of the Czech Republic, 6-15 August 2002.

Kraj	Plocha (km²)	Datum	Srážkový úhrn [mm]								
			Průměr	Min.	5%	20%	40%	60%	80%	95%	Max.
Karlovarský	3301	6.8	18,2	8,2	11,8	15,8	17,6	18,9	21,1	23,6	31,2
		7.8	15,3	4,4	8,2	11,6	13,5	15,9	18,7	25,4	32,6
		8.8	6,2	0,0	1,2	2,8	4,2	5,4	7,3	12,6	68,4
		9.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4
		10.8	4,1	0,0	0,6	1,5	2,7	4,5	6,4	9,1	21,1
		11.8	33,1	14,3	24,5	28,0	30,1	32,2	37,1	49,5	71,9
		12.8	48,1	10,4	24,2	30,4	40,5	51,1	62,2	85,0	141,6
		13.8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	1,3	3,2
		14.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,5
		15.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,7
Královehradecký	4738	6.8	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	2,2	9,0
		7.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7
		8.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,3
		9.8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	4,1	22,2
		10.8	2,6	0,0	0,0	0,0	0,2	1,9	3,8	13,1	25,5
		11.8	9,9	0,4	5,6	7,2	8,6	10,7	12,7	15,0	19,6
		12.8	14,8	3,0	8,2	10,1	11,1	13,3	19,2	32,0	51,4
		13.8	33,1	4,5	14,5	17,8	22,7	28,1	39,3	81,6	237,0
		14.8	3,9	0,0	0,3	1,3	2,8	4,7	5,9	8,3	28,8
		15.8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,0	3,8
Liberecký	3143	6.8	4,1	0,0	1,4	2,0	3,3	4,5	5,8	8,5	13,7
		7.8	2,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,1	3,4	7,9	30,0
		8.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9
		9.8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	2,9	7,1
		10.8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	4,4	10,4
		11.8	7,4	3,2	3,9	5,4	6,1	7,0	9,1	13,2	25,5
		12.8	29,7	5,8	15,7	20,6	24,2	29,3	38,1	52,8	103,7
		13.8	55,7	2,5	7,1	12,0	22,5	50,6	101,1	164,9	278,7
		14.8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	3,8
		15.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	1,2
Pardubický	4521	6.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	7,6
		7.8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	5,5	13,8
		8.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		9.8	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	9,9	22,3
		10.8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,9	14,6
		11.8	19,0	0,0	12,8	14,8	16,3	19,5	24,0	27,7	33,0
		12.8	8,8	0,0	2,2	4,2	6,9	9,3	11,6	20,5	34,3
		13.8	52,0	16,6	25,2	34,6	41,6	51,3	70,7	97,3	139,8
		14.8	3,6	0,0	0,4	1,1	2,4	3,6	4,4	10,6	39,6
		15.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	3,9
Plzeňský	7553	6.8	31,3	8,7	16,6	21,6	26,2	29,5	42,1	59,1	73,2
		7.8	38,9	6,7	19,9	24,7	32,7	39,3	52,8	67,9	104,2
		8.8	1,7	0,0	0,1	0,4	0,8	1,5	2,8	5,3	28,5
		9.8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,1	12,7
		10.8	3,9	0,0	0,0	0,2	1,0	3,1	5,9	13,7	73,6
		11.8	32,7	5,0	19,9	23,1	27,4	32,0	39,4	60,8	101,4
		12.8	68,4	23,4	33,9	45,1	57,6	74,8	92,0	110,8	137,8
		13.8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,9	1,8	6,0
		14.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	5,3
		15.8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	19,3
Středočeský a Praha	11510	6.8	8,3	0,0	0,4	2,1	4,4	6,9	12,9	27,5	53,4
		7.8	13,1	0,0	0,1	0,4	3,2	11,5	27,5	42,5	76,4
		8.8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	5,0	40,6
		9.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	5,5
		10.8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1	29,5
		11.8	24,9	0,0	11,1	14,2	20,8	26,6	33,8	45,2	80,4
		12.8	50,7	9,0	16,3	27,0	46,1	56,8	68,9	89,8	128,7
		13.8	13,3	0,0	0,8	4,2	9,2	12,7	22,7	32,9	59,3
		14.8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,8	11,2
		15.8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	2,8	23,1
Ústecký	5328	6.8	5,7	0,0	1,8	4,0	4,8	5,5	7,5	11,0	23,2
		7.8	3,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,9	5,9	9,7	20,6
		8.8	1,6	0,0	0,0	0,1	0,6	1,4	2,8	5,5	13,3
		9.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
		10.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	5,2
		11.8	24,8	6,3	8,3	14,6	18,9	23,1	33,8	56,9	87,0
		12.8	76,0	24,4	42,2	50,0	56,7	65,1	92,0	174,4	319,1
		13.8	9,8	0,0	0,8	4,0	7,6	9,7	13,1	25,6	96,4
		14.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	3,2
		15.8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	1,5	6,8

Tab. 5b Statistické charakteristiky (průměr, maximum, minimum, vybrané kvantily) atmosférických srážek v krajích České republiky, 6. až 15. 8. 2002.

Tab. 5b. Statistical characteristics (average, maximum, minimum, selected quantils) of atmospheric precipitation in regions of the Czech Republic, 6-15 August 2002.

překročena. Nejvíce to bylo v Krušných horách (až 3násobek stoleté hodnoty v okolí Cínovce). V Jihočeském kraji, v okolí Plzně a v oblasti Novohradských hor se vyskytovaly až 1,6násobky stoleté hodnoty. Dne 13. 8. byly stoleté hodnoty dosaženy Lužických horách, v Jizerských horách a v severovýchodních partiích Českomoravské vysočiny.

7. ZÁKLADNÍ ROZDÍL PROTI POVODNI 1997

Obě povodně patří mezi extrémní povodňové události na území ČR letního typu (bez účasti tání sněhu). Letošní povodeň byla charakteristická dvěma vlnami srážek, které se vyskytly velmi brzo po sobě (v odstupu 3 dní), měly velký plošný rozsah a výsledný odtok se soustředil do jedné řeky. Extrémní srážky v jednotlivých místech netrvaly déle než dva dny. Během první vlny srážky zasáhly pouze jižní a západní Čechy, zatímco při druhé vlně se srážky postupně stěhovaly směrem na východ. Vedle plošně velmi rozsáhlých srážek o velikosti 0,4 až 1,1násobku stoletých hodnot se na některých místech objevily extrémní přívalové srážky, dosahující kolem 1,6násobku stoletých hodnot (Novohradské hory, hřeben

Kraj	Plocha (km ²)	Datum	Srážkový úhrn [mm]									
			Průměr	Min.	5%	20%	40%	60%	80%	95%	Max.	
Jihočeský	10050	6.8	51,5	9,0	31,9	40,7	45,2	53,8	63,6	77,9	106,5	
		7.8	55,1	12,9	23,1	36,8	51,3	58,8	68,7	88,9	184,5	
		8.8	2,6	0,0	0,0	0,2	0,8	1,7	3,3	9,0	98,0	
		9.8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,2	7,4	
		10.8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,0	37,5	
		11.8	45,4	11,0	16,1	22,6	34,6	44,3	67,5	96,6	164,3	
		12.8	70,2	36,8	51,3	59,4	65,5	71,8	79,8	96,4	128,4	
		13.8	4,3	0,0	0,0	0,4	1,4	4,6	8,6	12,8	22,3	
		14.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,0	
		15.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,8	
		6.8	13,4	0,0	0,2	1,7	5,5	12,0	24,4	46,2	65,1	
		7.8	3,9	0,0	0,2	0,5	1,0	2,6	6,0	15,6	47,2	
Jihomoravský	7036	8.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	
		9.8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	3,6	16,8	
		10.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
		11.8	31,5	15,0	20,8	26,2	30,4	32,4	35,9	42,0	82,2	
		12.8	8,8	0,0	0,5	1,9	4,6	6,7	11,9	32,7	56,4	
		13.8	21,7	3,6	6,9	10,9	18,8	25,5	31,3	35,1	54,6	
		14.8	1,8	0,0	0,2	0,7	1,3	1,9	2,7	4,3	6,6	
		15.8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,6	3,8	
		6.8	23,7	0,0	0,3	2,5	10,4	26,5	47,5	63,5	89,4	
		7.8	9,2	0,4	3,0	4,4	5,4	7,1	15,0	24,0	37,2	
		8.8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,5	19,7	
		9.8	2,4	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	3,2	10,9	35,1	
Vysočina	6929	10.8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	
		11.8	24,6	4,1	17,3	19,9	22,7	25,2	29,6	34,2	47,0	
		12.8	42,0	3,0	7,4	22,6	36,7	48,1	59,5	74,0	126,6	
		13.8	32,2	6,0	7,7	12,7	20,4	33,3	49,4	78,7	120,3	
		14.8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	1,6	6,5	
		15.8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	8,2	
		6.8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	1,9	7,4	
		7.8	1,2	0,0	0,1	0,4	0,6	1,0	1,9	3,4	6,2	
		8.8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,2	
		9.8	2,0	0,0	0,0	0,2	0,4	1,1	2,9	9,5	22,8	
		10.8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,1	6,8	
		11.8	23,1	10,9	18,3	20,9	22,3	23,8	25,6	28,3	34,5	
Zlínský	3939	12.8	3,9	0,0	0,2	0,6	2,1	3,8	6,4	11,6	23,3	
		13.8	29,7	15,5	20,0	23,2	27,8	31,8	35,2	40,3	58,6	
		14.8	8,9	0,3	1,2	2,1	2,9	4,8	14,0	36,8	102,2	
		15.8	4,0	0,0	0,1	0,4	1,3	3,4	6,1	15,1	39,6	

Tab. 6 Průměrné úhrny srážek na vybraných povodích České republiky, období 6. až 15. 8. 2002.

Tab. 6. Average totals of precipitation in selected catchments of the Czech Republic, 6-15 August 2002.

Povodí	Plocha (km²)	Úhrn srážek (mm)													
		6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	6. až 7.	11. až 12.	11. až 13.	6. až 15.
Labe po Orlici	1967	0,3	0,0	0,0	1,7	3,3	7,8	14,5	34,7	4,7	0,5	0,3	22,3	57,0	67,5
Orlice celá	1939	0,3	0,1	0,0	1,9	1,9	13,6	12,9	49,3	6,1	0,0	0,4	26,5	75,8	86,1
Labe od Orlice po Jizeru	6735	0,9	0,8	0,0	0,1	0,2	16,1	18,9	37,6	1,4	0,2	1,7	35,0	72,6	76,2
Jizera	2127	3,7	0,4	0,0	0,5	1,0	7,8	24,3	42,2	0,2	0,1	4,1	32,1	74,3	80,2
Vltava po Lužnici	3320	63,3	71,1	3,3	0,2	1,1	62,3	73,4	2,6	0,0	0,0	134,4	135,7	138,3	277,3
Lužnice po ústí	3506	44,6	39,5	3,7	0,4	0,6	25,5	73,4	8,8	0,1	0,0	84,1	98,9	107,7	196,6
Otava po ústí	3843	49,6	57,0	1,1	0,6	0,3	51,1	71,4	0,6	0,1	0,2	106,6	122,5	123,1	232,0
Berounka po ústí	8821	23,2	31,5	2,5	0,1	3,4	31,1	64,1	1,8	0,1	0,8	54,7	95,2	97,0	158,6
Ohře po ústí	4622	13,0	8,9	4,3	0,0	2,1	30,2	53,8	2,4	0,1	0,2	21,9	84,0	86,4	115,0
Sázava po ústí	4332	12,5	12,1	0,2	2,0	0,3	24,3	57,2	32,5	0,1	0,2	24,6	81,5	114,0	141,4
Labe po Vltavu	13394	1,3	0,6	0,0	0,7	1,1	13,2	19,3	38,3	2,3	0,2	1,9	32,5	70,8	77,0
Vltava po soutok s Labem	27039	32,0	37,0	2,0	0,5	1,5	36,0	66,6	8,1	0,1	0,3	69,0	102,6	110,7	184,1
Labe od soutoku s Vltavou po státní hranici	8601	9,3	5,7	2,8	0,0	1,1	24,2	57,4	7,5	0,1	0,2	15,0	81,6	89,1	108,3
Labe po státní hranici	49033	19,6	21,6	1,6	0,5	1,3	27,7	52,1	16,3	0,7	0,3	41,2	79,8	96,1	141,7
Dyje po soutok s Moravou	7317	26,6	9,7	0,2	1,2	0,0	26,8	27,5	19,9	0,9	0,0	36,3	54,3	74,2	112,8
Odra po státní hranici	5227	0,1	0,3	0,0	5,6	2,8	18,5	2,7	25,5	16,9	5,0	0,4	21,2	46,7	77,4
Morava po Dyji	9453	0,6	1,2	0,0	2,3	1,0	23,7	4,3	31,3	5,4	1,7	1,8	28,0	59,3	71,5

Tab. 7 Objemy srážek na vybraných povodích České republiky, 6. až 15. 8. 2002.

Tab. 7. Volumes of precipitation in selected catchments of Czech Republic, 6-15 August 2002.

Povodí	Objem srážek (km ³)													
	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.	14.8.	15.8.	6. až 7.	11. až 12.	11. až 13.	6. až 15.
Labe po Orlici	0,001	0,000	0,000	0,003	0,006	0,015	0,029	0,068	0,009	0,001	0,001	0,044	0,112	0,133
Orlice celá	0,001	0,000	0,000	0,004	0,004	0,026	0,025	0,096	0,012	0,000	0,001	0,051	0,147	0,167
Labe od Orlice po Jizeru	0,006	0,005	0,000	0,001	0,001	0,108	0,127	0,253	0,009	0,001	0,011	0,236	0,489	0,513
Jizera	0,008	0,001	0,000	0,001	0,002	0,017	0,052	0,090	0,000	0,000	0,009	0,068	0,158	0,171
Vltava po Lužnici	0,210	0,236	0,011	0,001	0,004	0,207	0,244	0,009	0,000	0,000	0,446	0,451	0,459	0,921
Lužnice po ústí	0,156	0,138	0,013	0,001	0,002	0,089	0,257	0,031	0,000	0,000	0,295	0,347	0,378	0,689
Otava po ústí	0,191	0,219	0,004	0,002	0,001	0,196	0,274	0,002	0,000	0,001	0,410	0,471	0,473	0,892
Berounka po ústí	0,205	0,278	0,022	0,001	0,030	0,274	0,565	0,016	0,001	0,007	0,483	0,840	0,856	1,399
Ohře po ústí	0,060	0,041	0,020	0,000	0,010	0,140	0,249	0,011	0,000	0,001	0,101	0,388	0,399	0,532
Sázava po ústí	0,054	0,052	0,001	0,009	0,001	0,105	0,248	0,141	0,000	0,001	0,107	0,353	0,494	0,613
Labe po Vltavu	0,017	0,008	0,000	0,009	0,015	0,177	0,259	0,513	0,031	0,003	0,025	0,435	0,948	1,031
Vltava po soutok s Labem	0,865	1,000	0,054	0,014	0,041	0,973	1,801	0,219	0,003	0,008	1,866	2,774	2,993	4,978
Labe od soutoku s Vltavou po státní hranici	0,080	0,049	0,024	0,000	0,009	0,208	0,494	0,065	0,001	0,002	0,129	0,702	0,766	0,931
Labe po státní hranici	0,961	1,059	0,078	0,025	0,064	1,358	2,555	0,799	0,034	0,015	2,020	3,913	4,712	6,948
Dyje po soutok s Moravou	0,195	0,071	0,001	0,009	0,000	0,196	0,201	0,146	0,007	0,000	0,266	0,397	0,543	0,825
Odra po státní hranici	0,001	0,002	0,000	0,029	0,015	0,097	0,014	0,133	0,088	0,026	0,002	0,111	0,244	0,405
Morava po Dyji	0,006	0,011	0,000	0,022	0,009	0,224	0,041	0,296	0,051	0,016	0,017	0,265	0,561	0,676

Krušných a Jizerských hor). Tyto extrémní srážky, pokud by se vyskytly samostatně, by byly považovány za mediálně velmi význačné. V relaci k velkoprostorové povodni v povodí Vltavy však poněkud zanikly. Povodně v roce 1997 měly delší trvání jednotlivých vln, které po sobě následovaly v delším časovém odstupu, a druhá vlna na Moravě byla výrazně slabší než první. Nebyl také zaznamenán výskyt přívalových srážek v rámci plošných trvalých srážek. Spadlá voda se pak rozlila do dvou různých povodí.

8. ZÁVĚR

Hlavní srážkové období v srpnu 2002 lze stanovit do intervalu 6.–15. 8. Vysoké lokální srážky přes 50 mm byly na více místech také 31. 8., především v Čechách. Na stanici Pomezni boudy v Krkonoších dokonce 191 mm. Období 6.–15. 8. 2002 lze rozdělit na dvě vlny rozsáhlých plošných srážek ve dnech 6.–7. 8. a 11.–13. 8., na třídenní období bez rozsáhlých plošných srážek, s výskytem lokálních přeháňek a bouřek (8.–10. 8.) a doznívání srážkové činnosti na severovýchodní Moravě ve dnech 14. a 15. 8.

Srážky ve dnech 6.–7. 8. zasáhly hlavně příhraniční oblast jižních Čech s Rakouskem. V oblasti Novohradských vrchů a Českokrumlovska napadlo za dva dny 130–250 mm srážek. Zasaženy byly i západní Čechy a jižní Morava, zejména Podyjí (srážky od 60 do 130 mm). Nejvyšší dvoudenní úhrn srážek byl naměřen ve stanici Podhorská Ves v Novohradských horách, a to 277 mm. V jednotlivých dnech bylo dne 6. 8. naměřeno nejvíce ve stanici Staré Hutě (101,4 mm), dne 7. 8. v Podhorské Vsi (180,5 mm)

Také v období 11.–13. 8. v jednotlivých místech intenzivní srážky netrvaly déle než dva dny. Zpočátku se nejvyšší srážky koncentrovaly do oblasti jižních Čech, zejména Šumavy a Pošumaví. Zde dosahovaly hodnot kolem 100 až 130 mm. Srážky přes 20 mm (ojediněle až 50 mm) však zasáhly celé západní a jižní Čechy, jihozápad středních Čech a jižní Moravu. Maximum 11. 8. měla stanice Slavkov v jižních Čechách, 157,4 mm. Následující den byla zasažena celá západní polovina Čech, Jizerské hory a Českomoravská vrchovina. Srážky se pohybovaly od 20 do 130 mm, s kulminací ve střední a východní oblasti Krušných hor. Zde srážky dosahovaly 150 až 300

mm. Maximum bylo naměřeno na německé stanici Cínovec, 312,0 mm. Dvoudenní maximum naměřil Cínovec ve dnech 11. 8. 07 h až 13. 8. 07 h, a to 380 mm. Dne 13. 8. se srážky přesunuly do východních Čech a na Moravu. Nejvyšší srážky spadly v Jizerských horách (250 až 280 mm), srážky 80 až 100 mm byly pozorovány i v Orlických horách, Hrubém Jeseníku, Žďárských vrších a horním Posázaví. Maximum dne 13. 8. naměřila stanice Knajpa v experimentálním povodí ČHMÚ v Jizerských horách, a to 278,0 mm.

Ve dnech 14. a 15. 8. již v Čechách nepřišlo a v Hrubém Jeseníku doznívala srážková činnost. Nejvyšší denní úhrn naměřila stanice Nýdek 98,0 v Moravskoslezských Beskydech dne 14. 8. 2002.

Povodně v srpnu 2002 byly charakteristické především velkým plošným rozsahem srážek o velikosti 0,6 až 1,1 násobku stoletých denních úhrnů. Na některých místech (Novohradské hory, hřebenová oblast Krušných hor v okolí Cínovce, hřebenová oblast Jizerských hor) se vyskytly mimořádně intenzivní srážky menšího plošného rozsahu, které přesáhly 1,6násobek stoletých hodnot. Denní úhrn 278,0 mm naměřený v Jizerských horách je druhý nejvyšší denní úhrn srážek, který zde byl naměřen od roku 1879. Tehdy byl na Nové Louce naměřen denní úhrn 345,1 mm, což je dosavadní historický rekord. Denní úhrn 312 mm na Cínovci je druhý v historických tabulkách. Dvoudenní úhrn srážek 380 mm na Cínovci je zcela extrémní, přitom faktické trvání srážek trvalo podstatně kratší dobu než 48 hodin.

Dalším charakteristickým rysem povodní bylo krátké, pouze třídenní období mezi nástupem obou srážkových vln.

Objem srážek, které spadly na povodí Labe ke státní hranici České republiky od 6. do 15. 8. 2002, byl obrovský. Činil 6,95 miliard metrů krychlových, z toho na povodí Vltavy 4,978 miliard metrů krychlových. Ve dnech 6.–7. 8. 2002 na povodí Vltavy spadlo 1,866, na celém povodí Labe pak 2,020 miliard metrů krychlových. Ve dnech 11.–12. 8. 2002 na povodí Vltavy spadlo 2,774, na celém povodí Labe pak 3,913 miliard metrů krychlových.

Lektor RNDr. L. Němec,
rukopis odevzdán v listopadu 2002.

ODTOKOVÁ SITUACE V SRPNU 2002 V ČESKÉ REPUBLICE

Runoff situation in August 2002 in the Czech Republic. In the first part of August 2002 an extraordinary rainfall has occurred mainly on the territory of the Labe river catchment and caused on many streams the largest maximum peak discharges for the whole observation period. From the hydrometeorological point of view the flood passed in two waves. The first rainfall wave struck especially the southern part of Bohemia on 6 and 7 August. The second wave of precipitation was from 11 to 13 August. On 12 August all Bohemia was already struck and on 13 August also eastern Bohemia and part of northern Moravia. Extreme precipitation struck a large area, practically the whole catchment of the Vltava river including the rivers Berounka and Sázava and basins of several further rivers. On the territory of the South Bohemian Region already the first wave of precipitation caused very strong flooding of some streams, especially right-hand side tributaries of the Vltava river (Malše and Černá streams) what resulted in a huge flood wave even on the upstream of the Vltava river itself. The streams reached their maximum peak discharges mostly on 8 August in the morning. On the central and downstream of the Vltava river the above-mentioned wave declined in importance and did not cause any significant damages there. The second rainfall wave had already much more catastrophic impact. It struck not only earlier affected basins of the upstream of the Vltava river but much more also basins of the Otava, Lužnice, Berounka and Sázava rivers. Moreover, earlier struck basins were already considerably saturated and even precipitation of a lower intensity would cause the significant runoff. Almost all streams in the South- West- and Central Bohemian Regions were flooded hard. On some of them maximum peak discharges exceeded return period 100 years, e.g. on the Vltava river in Prague there was a 500-year flood discharge. In most cases streams reached their maximum peak discharges on 13 August; on the downstreams of the Vltava and Labe rivers then 1-3 days later. Vast overflowings on the Vltava and Labe rivers were typical of the further movement of the flood wave from Prague. The flood wave flooded a number of villages and towns and caused damages of many dozens of milliard Czech crowns. In general we can say that the August 2002 flood was an extraordinary one both by volume of precipitation fallen and the magnitude of the area affected and even by the magnitude of maximum peak discharges and flood waves volumes. On many streams the highest observed water stages and discharges were recorded, e.g. on the Vltava river in Prague all evaluated floods since the year 1827 were exceeded and high-water marks from the year 1784 as well.

KLÍČOVÁ SLOVA: vlna povodňová – srážky extrémní – povodeň – povodeň historická – průtok kulminační

1. ÚVOD

V první polovině srpna 2002 se vyskytly převážně na území povodí Labe mimořádné srážky, které vyvolaly na mnoha tocích největší kulminační průtoky za celé období pozorování. Z hydrometeorologického hlediska probíhala povodeň ve dvou vlnách.

První vlna srážek ve dnech 6.–7. srpna zasáhla hlavně jižní Čechy, méně již západní Čechy, střední Čechy a jižní Moravu. Nejvyšší srážkové úhrny za tyto dva dny byly naměřeny v jižní části Šumavy a zejména Novohradských hor 130–200 mm, ale ve stanici Staré Hutě dosáhly 254 mm, ve stanici Pohorská Ves dokonce 277 mm.

Druhá vlna srážek byla v této části území 11.–12. srpna, přičemž 12. srpna již byly zasaženy celé Čechy a 13. srpna významně východní Čechy včetně Orlických hor a část severní Moravy. Nejvyšší srážkové úhrny za tyto 3 dny byly v Krušných horách a na hřebenech Jizerských hor, místy 200–300 mm, nejvíce bylo naměřeno na Cínovci 400 mm. V jižních Čechách spadlo převážně 130–190 mm, místy přes 200 mm (Prachovice, Slavkov), ale také srážky na jiných místech Čech významně přesahovaly 100 mm (Orlické hory, Českomoravská vrchovina). Vysoké srážky zasáhly plošně velké území, prakticky celé povodí řeky Vltavy včetně Berounky a Sázavy a povodí několika dalších řek.

Hydrologická odezva v jednotlivých povodích je popsána (v závislosti na současné úrovni vyhodnocení v daném regionu) v dalších kapitolách.

2. HYDROLOGICKÉ VYHODNOCENÍ POVODNĚ

V současné době (listopad 2002) probíhají na všech pobočkách ČHMÚ zasažených povodní intenzivní práce spojené s průtokovým vyhodnocením povodně. Nutno konstatovat,

že vyhodnocení průtoků je mimořádně obtížné, neboť na mnoha místech vodní stavy na tocích dosáhly maximálních hodnot za období pozorování, což bylo spojeno jednak s vyběžením toků a se širokými rozlivy a jednak s významnými korytotvornými změnami. Navíc na několika místech došlo k totálnímu zničení vodoměrných stanic a tím i zničení záznamu o vodních stavech, příp. v příznivějších případech chybí „pouze“ část tohoto záznamu. Ale i ve stanicích, kde je k dispozici záznam vodního stavu, je nutné ověřit hodnotu kulminačního stavu, už prostě proto, že k toku nebyl za povodně přístup a instalovaný přístroj mohl vykazovat v měření významnější odchylku.

Tab. 1 Hodnoty kulminačních stavů a průtoků první vlny (předběžné údaje).

Table 1. Values of peak water stages and maximum peak discharges of the first wave (preliminary data).

Tok	Stanice	Stav [cm]	Průtok [m³.s⁻¹]	Den	Hodina	Doba opakování [rok]
Vltava	Březí	265	260	8.8.	5	10
Černá	Ličov	382	159	8.8.	5	200
Malše	Pořešín	457	434	8.8.	3	500
Malše	Římov	396	392	8.8.	5	500
Malše	Roudné	446	449	8.8.	8	200
Vltava	České Budějovice	548	755	8.8.	9	100
Lužnice	Bechyně	406	286	8.8.	8	10
Otava	Katovice	258	204	8.8.	8	5-10
Volyňka	Němětice	284	99	8.8.	5	10-20
Blanice	Heřmaň	272	138	8.8.	23	20
Otava	Písek	527	558	8.8.	23	20

Dalším obecným problémem při vyhodnocování extrémní povodňové situace je to, že (až na výjimky) nebývá k dispozici věrohodně extrapolovaná měrná křivka průtoku na podkladě hydrometrických měření. Vzhledem k vysokým rychlostem, unášeným předmětům a často obecně i nepřístupnosti měrného profilu na vodním toku nelze tato měření za povodně provádět. Měrnou křivku je proto nutné extrapolovat pomocí jiných (složitějších) metod.

Tab. 2 Hodnoty kulminačních stavů a průtoků druhé vlny (předběžné údaje).

Table 2. Values of peak water stages and maximum peak discharges of the second wave (preliminary data).

Tok	Stanice	Stav [cm]	Průtok [m³.s⁻¹]	Den	Hodina	Doba opakování [rok]
Jizera	Železný Brod	457	431	13.8.	22	10-20
Vltava	Břeží	410	620	13.8.	12	500
Černá	Líčov	309	95	13.8	7	20-50
Malše	Pořešín	441	399	13.8	9	500
Malše	Římov	413	426	13.8	8	500
Malše	Roudné	465	527	13.8.	10	500
Vltava	České Budějovice	652	1108	13.8.	14	1000
Lužnice	Klenovice	530	580	15.8.	18	1000
Lužnice	Bechyně	640	620	16.8.	9	500
Otava	Katovice	380		13.8.	9	
Volyňka	Němčice	321	124	12.8.	16	20-50
Blanice	Heřmaň	427	443	13.8.	1	1000
Otava	Písek	880	900	13.8.	11	200
Lomnice	D.Ostrovec	361	162	13.8	10	500
Skalice	Varvažov	405	175	13.8	10	500-1000
Sázava	Zruč n.S.	426	198	14.8.	17	10
Sázava	Nespeky	473	377	15.8.	9	10
Úhlavka	Stříbro	233		13.8	14	
Mže	Stříbro	290		13.8.	18	
Radbuza	Staňkov	360		13.8	8	
Radbuza	Lhota	432		13.8.	12	
Úhlava	Klatovy	362		13.8.	6	
Úhlava	Štěnovice	513		13.8.	12	
Berounka	Bílá Hora	799		13.8.	16	
Úslava	Koterov	371		13.8.	8	
Klabava	Nová Huť	294		13.8.	6-7	
Střela	Plasy	210		13.8.	3	
Berounka	Liblín	703		13.8.	21-22	
Litavka	Čenkov	235	(70)	13.8.	2	(20)
Litavka	Beroun	357	215	14.8.	0	50
Berounka	Beroun	796	2200	13.-14.8.	23-0	500-1000
Vltava	Praha-Chuchle	782	5160	14.8.	12-13	500
Labe	Mělník	1066		15.8.	13-16	
Rolava	Stará Role	261	39.3	13.8.	4-5	5
Ohře	Karlovy Vary	253	274	13.8.	6-7	2
Bílina	Trmice	298	59	13.8.	23	20-50
Labe	Ústí n. L.	1196	(5100)	16.8.	14-17	(200-500)
Lužická Nisa	Hrádek	320	115	14.8.	10	5-10
Smědá	Frydlant	275	246	14.8.	10	20-50
Dyje	Podhradí	476	343	14.8.	0	100-200
Želetavka	Vysočany	233	51	13.8.	1	50
Dyje	Vranov	378	364	14.8.	9	100-200
Dyje	Znojmo	462	375	14.8.	14-15	100-200
Dyje	Trávní Dvůr	516	168+	14.8.	9	10
Jihlava	Dvorce	242	44	14.8.	2	20

* – průtok silně ovlivněn rozlivy nad stanicí

Aby bylo možné přistoupit k průtokovému vyhodnocení povodně ve vodoměrné stanici, je proto předtím nezbytné provést následující práce:

- ověření kulminačního vodního stavu geodetickým zaměřením stop maximální hladiny,
- rekonstrukci hydrogramu povodně ve vodních stavech,
- extrapolaci měrné křivky průtoku na základě geodetického zaměření příčných profilů a hydraulického posouzení.

Tyto práce v současné době probíhají, přičemž pro účely extrapolace měrných křivek a její ověření bylo nutné v mnoha profilech objednat spolupráci externích firem, které se zabývají hydraulickým modelováním koryt vodních toků. Jejich výsledky budou posouzeny v konfrontaci s bilančním vyhodnocením proteklého množství, které již provádějí a budou provádět hydrologové. Bilanční posouzení odtoku bude provedeno nejen vzhledem ke spadlým srážkám na jednotlivá povodí vodoměrných stanic, ale i vzhledem k možným přítokům z mezipovodí a celkovému vývoji odtoku na velkých ucelených povodích.

Výsledkem hydrologického vyhodnocení bude tedy hydrogram povodně v průtocích v hodinovém kroku v každé posuzované vodoměrné stanici. V profilech stanic, kde chybí záznam vodního stavu, bude vyhodnocen kulminační průtok, příp. průběh povodně bude simulován hydraulickým či srážko-odtokovým modelováním.

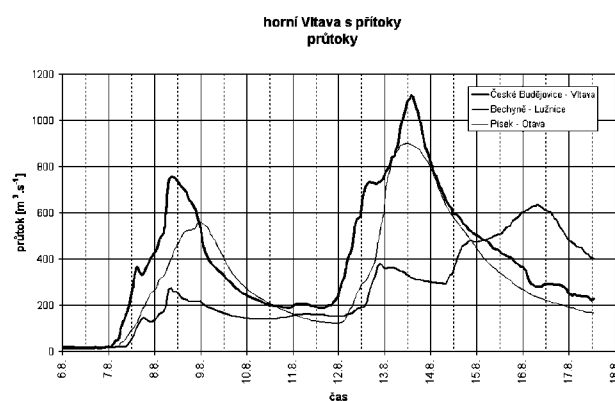
Hydrologické vyhodnocení povodně značně podpoří finanční prostředky z vládního projektu „Vyhodnocení povodňové situace v srpnu 2002“, které budou v našem případě využity zejména na ověření extrapolací měrných křivek pomocí hydraulických modelů.

Hodnoty kulminačních průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích společně s odhadem doby opakování jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2, grafické průběhy hydrogramů povodně potom na obrázcích 1–5. Vzhledem k probíhajícímu vyhodnocení průtoků je nutné považovat uvedené hodnoty za **předběžné**, jež budou postupně zpřesňovány.

3. POVODÍ VLTAVY PO PROFIL VD ORLÍK

Srpnová povodeň roku 2002 zasáhla téměř celé území regionu (spadajícího pod územní působnost pobočky ČHMÚ České Budějovice), značné části území byly postiženy dvakrát, ojediněle i třikrát za sebou v rámci této odtokové situace.

Začátek povodně spadá do odtokové nepříliš vydatného počátku letošního srpna na mírném poklesu průtoků po vcelku obvyklém sledu letních bouřkových situací v červenci a na



Obr. 1 Průběh průtoků na tocích v povodí horní Vltavy.

Fig. 1. The course of discharges on streams in the catchment of the Vltava river upstream.

přelomu srpna. Nasycení všech povodí bylo z hlediska průtoků podprůměrné, lokálně i průměrné.

První vlna povodně, byť i zasáhla postupně území celého regionu, byla nejvýraznější na povodí Malše, horní Lužnice, střední Otavy s přítoky Volynkou a Blanici. Doba opakování kulminačních průtoků dosahovala na Malši a Černé 50 až 500 let, Vltava pod Malší měla kulminační průtok na úrovni Q_{100} . Na horní Lužnici byl maximální průtok zhruba na 50letých hodnotách. Střední a dolní Otava s přítoky kulminovala zpravidla na hodnotách 20letých. Kulminace na ostatních tocích byly na úrovni 1letých až 10letých.

Druhá, hlavní vlna začala s nástupem druhé srážkové epizody v poledních hodinách dne 11. 8. 2002. Srážky trvaly souvisle až do odpoledne 13. 8. a jejich velikost a plošný rozsah v souběhu s vysokým nasycením všech povodí po první vlně způsobily vývoj průtoků, které na většině pozorovaných toků dosud za posledních 100–130 let nebyly vůbec dosaženy. Kulminace nastaly nejčastěji během dne 13. 8. 2002, na Vydři, horní Blanici, Volynce, střední Otavě a Vltavě nad VD Lipno I byly kulminace 12. 8., na střední a dolní Lužnici 15.–16. 8. 2002. Nejvíce významné průtoky nastaly na Vltavě v úseku od Českého Krumlova, hlavně však pod ústím Malše v Českých Budějovicích, kde je doba opakování maximálního průtoku odhadována na 1 000 let. Na Malši byly velmi významné průtoky celoplošně, doby opakování dosahovaly až 500 let. Průběh druhé vlny na Lužnici byl dosti atypický – v důsledku protržení hráze podél Lužnice do pískovny u Majdaleny se voda přesunula zcela mimo koryto Lužnice při stanici Pilař, další odtokově významnou událostí bylo protržení Novořecké hráze a nekontrolovatelný odtok téměř veškeré vody horní Lužnice z Nové řeky do Staré řeky, a tedy i do rybníka Rožmberk. Zde došlo postupně k další kalamitní situaci – přeplnění této nádrže s omezenou možností odtoku vody přelivem. Odtok z nádrže byl operativně zvyšován různými opatřeními souběžně s dalším zabezpečením podmačené a přetížené hráze. Kulminační průtoky druhé vlny na střední a dolní Lužnici silně přesáhly svou dobou opakování 200letou hodnotu. Na Otavě narůstaly průtoky až postupně, významné byly od Sušice dále po proudu s rostoucí dobou opakování až k ústí do Vltavy. I mnohé přítoky Otavy značně překročily hodnoty 100letých kulminačních průtoků – Ostružná, ale zejména Blanice, Lomnice a Skalice. Dobu opakování kulminačního průtoku na dolní Blanici dokonce odhadujeme na 1 000 let.

Hydrogram průtoků ve stanicích České Budějovice na Vltavě, Písek na Otavě a Bechyně na Lužnici je uveden na obrázku 1.

Třetí vlna vznikla na území mezi Českým Krumlovem a Českými Budějovicemi v noci na 1. 9. 2002 a měla již charakter lokální události, ovšem kvůli vysokému nasycení příslušných povodí z předchozích dvou vln zde došlo i k dosažení či překročení kulminačních hodnot z první či druhé vlny, zejména na menších tocích (Polečnice, Křemžský potok, Dobrovodský potok, Litvínovický potok a jiné).

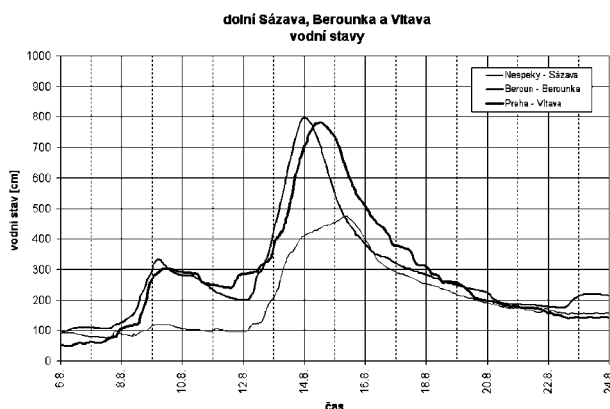
Antropogenní vliv na průběh povodně se uplatnil na mnohých tocích, nejsilněji se v jihočeském regionu patrně projevil na Vltavě pod VD Lipno II (velmi výrazné snížení průtoků), na úseku Lužnice pod Rožmberkem. Těž odtoková vlna na Lomnici byla patrně poněkud ovlivněna protržením řady velkých rybníků. Specifickým jevem bylo masivní vzdutí Otavy na jejím dolním toku hladinou VD Orlický synchronně s nástupem druhé vlny, což se projevilo zejména přímo v městě Písku.

V současné době probíhá intenzivní přešetřování hodnot kulminačních průtoků pomocí hydraulických modelů, a to ve všech důležitých vodoměrných profilech uvedeného regionu, např. v Písku na Otavě, v Bechyni na Lužnici, v Českých Budějovicích na Vltavě, téměř ve všech vodoměrných profilech Malše atd.

4. POVODÍ SÁZAVY A BEROUNKY

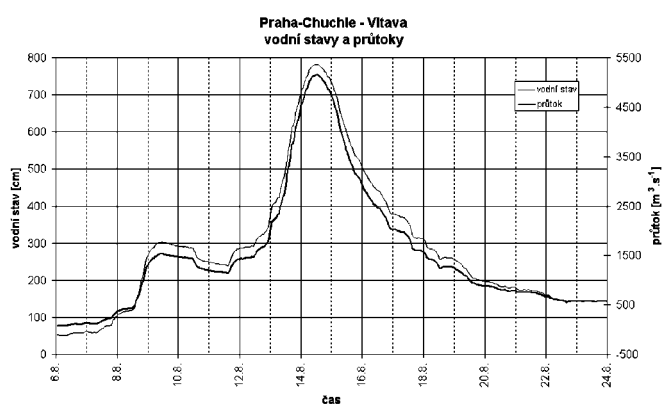
V povodí Sázavy první vlna srážek zasáhla pouze povodí Želivky, což však stačila soustava nádrží v povodí eliminovat, takže přítok do Sázavy byl jen mírně zvýšený. Druhá vlna srážek byla však o poznání intenzivnější a zasáhla prakticky celé povodí Sázavy, přičemž významnější srážková činnost na rozdíl od většiny ostatního území setrvala až do 14. 8. I když intenzita srážek nebyla zdaleka tak katastrofální jako např. na většině území jihočeského regionu, způsobila významné rozvodnění vlastní Sázavy i většiny jejích přítoků.

Vzhledem k tomu, že poměrně intenzivní srážky přetrvávaly na povodí Sázavy až do 14. 8., kulminace Sázavy ve Zruči nastala 14. 8. odpoledne a v Nespekách až 15. 8. v dopoledních hodinách, a nedošlo tím tak ke střetu s kulminačním přítokem z Vltavy. Kulminační průtok Sázavy v Nespekách dosáhl při hodnotě $377 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (průtok $326 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ byl změřen hydrometrickou vrtulí Týnci n. S.) úrovně 10letého průtoku,



Obr. 2. Průběh vodních stavů na dolní Sázavě, Berounce a Vltavě.

Fig. 2. The course of water stages on the downstreams of the Sázava, Berounka and Vltava rivers.



Obr. 3. Průběh vodních stavů a průtoků na Vltavě v Praze-Chuchli.

Fig. 3. The course of water stages and discharges on the Vltava river in Prague-Chuchle.

předběžná hodnota kulminace ve Zruči nad Sázavou $198 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ odpovídá taktéž 10letému průtoku.

Povodí Berounky bylo také více zasaženo až druhou vlnou srážek, ale významné srážkové úhrny se zde vyskytly už během první vlny srážek, a to zejména v horní části povodí (Úhlava, Úslava), ale i na povodí pravostranných přítoků na středním a dolním toku (Klabava, Litavka). Tato první vlna způsobila vzestup průtoků, ale zejména nasycení uvedených partií povodí Berounky, takže druhá, intenzivnější vlna srážek, zapříčinila katastrofální rozvodnění Berounky od Plzně až po soutok s Vltavou. Intenzita srážek během druhé vlny byla nejvyšší v okolí Plzně, v povodí Úslavy a v povodí dalších pravostranných přítoků Berounky (návětrná strana Brd).

Vodní toky v horní části povodí Berounky (Mže, Radbuza, Úhlava, Úslava) a její pravostranné přítoky kulminovaly dne 13. 8. převážně v ranních a dopoledních hodinách, Berounka v Berouně kulminovala na hodnotě vodního stavu 796 cm až kolem půlnoci téhož dne.

I když průtokové vyhodnocení povodně v tomto povodí je spíše ve své počáteční fázi, je však již teď jasné, že průtoky pravostranných přítoků Berounky pod Plzní významně přesáhly hodnoty průtoků s dobou opakování 100 let. Totéž platí o vlastních průtocích Berounky od Plzně až do Prahy. Podle porovnání výšek hladiny dolní Berounky s výškou hladin historické povodně 1872 (v Srbsku jen o 55 cm níže) lze odhadnout, že průtok dolní Berounky o několik set $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ přesáhl $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, přitom stoletý průtok v Berouně je $1440 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Za pozornost stojí ještě fakt, že na Úslavě došlo během povodně ke zničení obou vodoměrných stanic, z toho stanice ve Ždírci byla v provozu od dubna roku 2002.

Hydrogram vodních stavů ve stanicích Nespeky na Sázavě, Beroun na Berounce a pro porovnání i v Praze-Chuchli na Vltavě je uveden na obrázku 2.

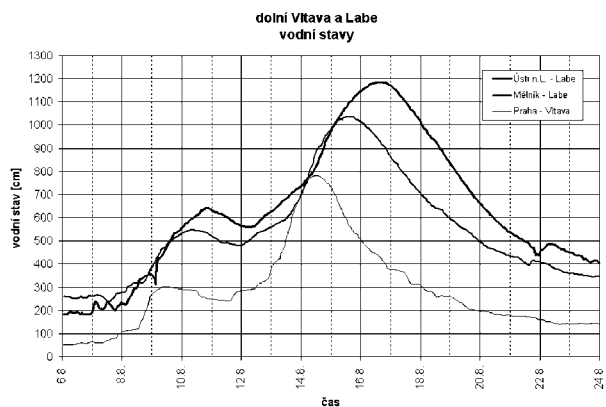
5. POVODÍ DOLNÍ VLTAVY A DOLNÍHO LABE

Průtoky ve Vltavě na jejím středním a dolním toku byly do určité míry ovlivněny Vltavskou kaskádou. Vliv této kaskády bude podrobně zkoumán v rámci projektu vyhodnocení povodně, např. dosavadní údaje Povodí Vltavy o přítoku do kaskády v profilu hráze VD Orlik jsou ve vztahu k údajům ČHMÚ zatím ve značném rozporu.

Srážkově už území povodí dolní Vltavy a dolního Labe na našem území (s výjimkou specifikovaných oblastí v závěru kapitoly) tolik zasaženo nebylo. Průtoky ve Vltavě na jejím dolním toku byly výsledkem střetu povodňových vln z Berounky, Sázavy a odtoku z Vltavské kaskády, průtoky v Labi byly dány z velké části přítokem z Vltavy.

Vltava v Praze kulminovala dne 14. 8. ve 12 hodin na hodnotě vodního stavu 782 cm (vodočet Praha-Chuchle) a průtoku $5160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá době opakování zhruba 500 let. Jedná se vůbec o nejvyšší vyhodnocený průtok na Vltavě v Praze v historii pozorování. Vyhodnocení průtoků v Praze se mohlo opřít o několik měření povrchových rychlostí pomocí plováků, z nichž jedno bylo provedeno dne 14. 8. asi 10 cm pod kulminačním stavem. Hydrogram průtoků byl určen pomocí nově zkonstruované měrné křivky, je uveden společně s hydrogramem vodních stavů na obrázku 3. Je třeba upozornit, že vzestupy a poklesy hladiny vody v různých částech Prahy, především v zatopených oblastech, se mohly od časového průběhu hladiny na limnigrafické stanici v Chuchli významně lišit.

Pro další postup vlny byly charakteristické široké rozlivy, např. na Vltavě pod Prahou až k Mělníku, zpětné vzdutí Labe od Mělníka způsobené Vltavou, rozliv na Labi u Litoměřic.



Obr. 4 Průběh vodních stavů na dolní Vltavě a Labi.

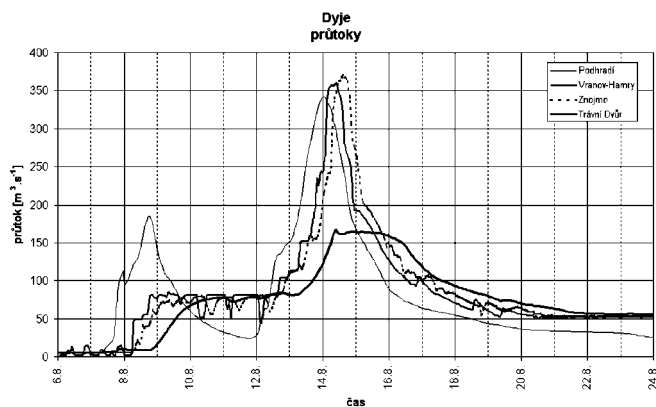
Fig. 4. The course of water stages on the downstreams of the Vltava and Labe rivers.

Posouzení vlivu těchto rozlivů na transformaci povodňové vlny bude předmětem zkoumání, kde bude využito jedno- a dvourozměrných hydraulických modelů.

Labe v Mělníku kulminovalo dne 15. 8. ve 13–16 hodin, v Ústí nad Labem 16. 8. ve 14–17 hodin a v Děčíně také 16. 8. v 19–24 hodin. Hodnoty kulminačních vodních stavů v těchto profilech uváděné v tabulce 2 jsou v současné době geodeticky přeměřovány a probíhá rekonstrukce hydrogramů povodňové vlny, neboť všechny vodoměrné stanice ČHMÚ na dolním Labi byly zaplaveny (některé i zničeny) a za povodně bylo prováděno pouze provizorní odečítání vodních stavů různými pověřenými osobami (např. z Povodí Labe, s.p.).

Hydrogram vodních stavů ve stanicích Praha-Chuchle na Vltavě, Mělník a Ústí nad Labem na Labi je uveden na obrázku 4.

V povodí Labe došlo ještě k dalším lokálním povodním v důsledku výskytu mimořádně extrémních srážek v oblasti Krušných hor a Jizerských hor. V Krušných horách na Činovci byl naměřen dne 12. 8. srážkový úhrn 312 mm, což je v historii druhý nejvyšší zaznamenaný 24hodinový srážkový úhrn na území ČR. Tato hodnota se významně blíží i srážkový úhrn 278 mm, změřený dne 13. 8. na stanici Knajpa v Jizerských horách. Touto srážkou byla postižena i experimentální povodí, která v současnosti provozuje experimentální pracoviště ČHMÚ Jablonec. Důsledky této extrémní sráž-



Obr. 5 Průběh průtoků na Dyji.

Fig. 5. The course of discharges on the Dyje river.

ky budou posouzeny v rámci projektu vyhodnocení povodně. Zatím je známo, že tato lokálně omezená srážka způsobila rozvodnění horní Jizery a jejích přítoků a rozvodnění říčky Smědě do úrovně zhruba Q_{20} . Značnou část odtoku zachytily nádrže Bedřichov, Josefův Důl a Souš.

6. POVODÍ DYJE

První vlna srážek ve dnech 6.–7. 8. způsobila v horní části povodí Dyje na jihozápadní Moravě 5 až 10leté průtoky, které byly zachyceny Vranovskou přehradou. Ve dnech 11.–13. 8. následovala druhá výrazná vlna srážek, s jádrem nad povodím Německé Dyje v Rakousku a jižními Čechami, která navíc zasáhla i větší území.

Řeka Dyje vzniká soutokem Německé a Moravské Dyje v Rakousku u města Raabs a jako jedna řeka vstupuje nad Vranovskou přehradou na naše území. V povodí Moravské Dyje, kde byly srážky menší, byla povodňová kulminace v nejvýše položené vodoměrné stanici Janov dne 14. 8. těsně po půlnoci za průtoku $46.8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá 5 až 10letému průtoku. Z rakouské strany jsou k dispozici informace pouze pro stanici Raabs, která je pod soutokem Německé a Moravské Dyje. Zde údajně protékalo při kulminaci dne 13. 8. mezi 16.–17. hodinou $350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a mělo by se jednat o více než 500letý průtok. Přes veškerou snahu se nám doposud nepodařilo tuto informaci znovu potvrdit. V Podhradí, což je první vodoměrná stanice společné Dyje na našem území nad Vranovskou přehradou, byl nejvyšší průtok 13.8. o půlnoci o velikosti $343 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je na úrovni $Q_{100-200}$. Do Vranovské přehrady ústí ještě říčka Želetavka, která kulminovala ve stanici Vysočany dne 13. 8. v 1 hodinu průtokem $51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá 50letému průtoku. Pod Vranovskou přehradou ve stanici Vranov – Hamry byla kulminace dne 14. 8. v 9 hodin za průtoku $364 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá rovněž hodnotě $Q_{100-200}$.

K levobřežnímu přelítí břehu Dyje došlo kolem poledne 14. 8. u Dyjákovic. V době největšího průtoku se zde přelévalo ca $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tato voda vytvořila jezero, které se postupně pohybovalo svou rychlostí ve směru na obce Hevlín, Trávní Dvůr, Jevišovka a Drnholec. Malá část této vody byla přečerpávána např. u Hevlína zpět do Dyje a určitá část se dostala do Dyje zpět říčkou Jevišovkou.

K protržení ochranné hráze došlo v oblasti mezi Hevlínem a Trávním Dvorem mimo hlavní tok Dyje na dvou místech. Oba případy byly způsobeny vlivem zpětného vzduť vody z vlastního toku Dyje a tím naměštnání velkého množství vody v tomto vysoce ohrázaném úseku. Společné jezero vzniklé z těchto, od sebe nepříliš vzdálených nátrží, se

postupně pohybovalo přes naše a částečně i rakouské území ve směru na Novosedly a zůstalo po pravé straně ohrázané Dyje drženo silnicí Drnholec – Brod nad Dyjí a v prostoru mezi obcí Jevišovka a Novosedly.

Vlastní Dyje ve stanici Trávní Dvůr, ochuzena o vodu z uvedených rozlivů (jednalo se celkem o 20 mil. m^3 vody), kulminovala dne 14. 8. v 9 hodin průtokem $168 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídalo 10letému průtoku. Tento (výše uvedenými rozlivy) ovlivněný průtok přibližně ve stejné velikosti natékal do horní nádrže Nové Mlýny téměř dva dny. Do střední nádrže přitéká Jihlava, která kulminovala na průtoku Q_{1-2} ve své závěrové stanici Ivančice za průtoku $124 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dne 14. 8. ve 14 hodin a řeka Svratka s méně než půlletým průtokem v Židlochovicích dne 14. 8. ve 13 hodin za kulminačního průtoku $81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dyje pod novomlýnskými nádržemi kulminovala ve vodoměrné stanici Břeclav-Ladná dne 15. 8. v 15 hodin průtokem $318 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je na úrovni 5 až 10letého průtoku.

Většími průtoky bylo zasaženo i povodí řeky Jihlavy. Nejvýše položená stanice na této řece Batelov měla kulminační průtok dne 13. 8. ve 20 hodin o hodnotě $14.7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá úrovni 20letého průtoku.

Uvedená vyhodnocení jsou podložena 32 měřeními průtoků vody, která byla během této povodně provedena. Byly změřeny téměř kulminační průtoky ve Vranově a v Ladné a další významná měření byla provedena ve stanicích Podhradí, Vranov, Znojmo, Trávní Dvůr aj. Všechny vodoměrné stanice ČHMÚ v povodí Dyje spolehlivě fungovaly a kompletně zaznamenaly celý průběh povodně.

Hydrogram průtoků ve stanicích Podhradí, Vranov – Hamry, Znojmo a Trávní Dvůr na Dyji je uveden na obrázku 5.

7. ZÁVĚR

Celkově lze konstatovat, že povodeň v srpnu 2002 byla výjimečná, a to jak objemem spadlých srážek, tak i velikostí kulminačních průtoků a objemů povodňových vln. Faktem je, že hladiny vody v zasažených tocích v řadě případů přesáhly povodňové značky nejvyšších zaznamenaných historických povodní. Např. na Vltavě v Praze se jedná o doposud největší zjištěný průtok za období pozorování, což se týká i mnoha dalších profilů, zejména v povodí horní Vltavy v jihočeském regionu. Po komplexním vyhodnocení této povodně, které bude provedeno v rámci vládního projektu, bude zajisté možné formulovat i komplexněji pojaté závěry a návrhy opatření.

Lektor Ing. J. Kubát, článek odevzdán v říjnu 2002.

STOLETÁ POVODĚŇ

Podle platné názvoslovné normy vyjadřují tzv. *N-leté hodnoty průměrnou dobu opakování nějakého hydrologického jevu. V případě povodní jde o posouzení extrémnosti kulminačního průtoku. Hodnoty se zjišťují analýzou dlouhodobých časových řad pozorování.*

Stoletá povodeň je taková povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jednou za 100 let. Jde o statistickou charakteristiku, nikoli predikční, a tudíž neplatí, že v případě výskytu stoleté vody se další povodeň této velikosti či vyšší vyskytne až za 100 let. Neplatí tedy lineární úměra mezi jednotlivými hodnotami N-letých vod: hodnota stoleté povodně není dvojnásobkem padesátileté povodně, stejně tak hodnota pětisetleté povodně není pětínásobkem stoleté povodně apod.

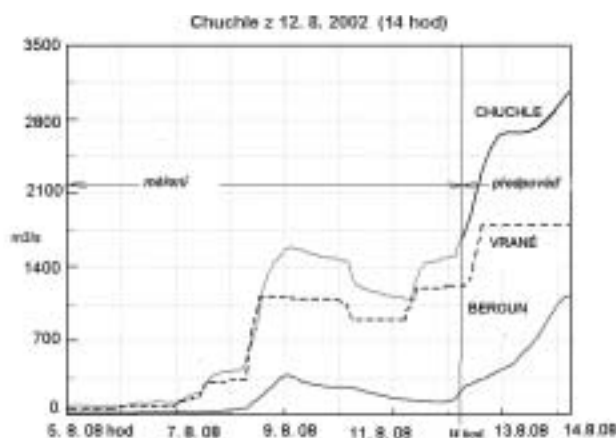
VYUŽITÍ HYDROLOGICKÝCH PŘEDPOVĚDNÍCH MODELŮ PŘI POVODŇOVÉ SITUACI V SRPNU 2002 V ČESKÉM HYDROMETEOROLOGICKÉM ÚSTAVU

The use of hydrological forecasting models during the flood event in August 2002 in the Czech Hydrometeorological Institute. During the August floods, the hydrological model was to the largest extent used in the process of flood service from 11th August, when it was computing in the Regional Offices in České Budějovice, Plzeň and Prague alternative forecasts for various expected rainfall totals several times a day. During a normal flow situation, the forecast for the Vltava in Prague does no problems. During the extraordinary discharges, the forecasting lead-up time was also proportional to the timeliness of information by the Vltava river corporation, concerning the expected outflow from Vrný and forecasts for the Berounka. The peak discharge in Prague occurred on the 14th August at 12:00 hours and was approximately 5300 m³/s. Considering the fact that so far, official evaluation of discharges in the forecasting cross-sections has not been made, the hydrographs of „real“ discharges in stations must be regarded as orientation only, determined preliminarily during the flood for areas which did not have valid rating curves at the time. The overall evaluation of the hydrological forecasts will be a part of a summary report on this year's flood, where the success will be able to be analyzed in detail and confronted with the course of the discharges.

KLÍČOVÁ SLOVA: povodeň – systém předpovědní – model hydrologický – doba postupová – kalibrace parametrů

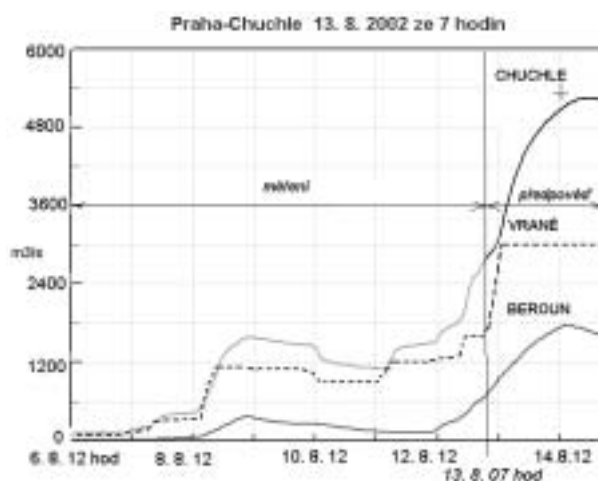
Zavádění hydrologických předpovědních modelů ve větším měřítku i na regionálních předpovědních pracovištích poboček ČHMÚ zaznamenalo významnější posun po katastrofálních povodních v červenci 1997. Pro výběr vhodného funkčního systému v podmínkách České republiky byla nejprve vypracována odborná rešerše předpovědních modelů a v následujícím období bylo provedeno výběrové řízení pro jejich nakalibrování a zavedení do předpovědní praxe. Vlastní práce při kalibraci modelů probíhaly formou spolupráce mezi vybranými firmami a pracovníky ČHMÚ, kteří se soustředili především na přípravu datových podkladů a pak na verifikaci a testování modelů v reálném provozu. Tyto náročné úkoly probíhaly v rámci dvou grantových projektů – „Extrémní hydrologické jevy v povodích“ (Grantová agentura České republiky) a „Výzkum metod a rozvoj předpovědních modelů pro potřeby povodňové ochrany“ (VaV MŽP).

V denní praxi hydrologického předpovídání v rámci ČHMÚ je stále používána klasická manuální metoda založená na znalosti velikosti průtoků naměřených ve stanicích na jednom toku, vzájemném vztahu mezi nimi a na postupové době odtokového množství vody mezi měrnými místy. Způsob využívá přitom zkušeností hydroprognostika, který na základě hydrologické situace v povodí, předpokládaných manipulací na vodních dílech a znalosti spadlých a předpovídaných srážek určí velikost přírůstku odtoku v mezipovodí a v nejvýše položených stanicích. Na předpovědních pracovištích během srpnové povodně byly oceněny v minulosti odvozené vztahy pro postupové doby průtoků mezi jednotlivými stanicemi, jejich rozsah však byl omezen historickými záznamy na jednotlivých tocích. S velikostí odtoku se mění doba postupu průtokové vlny, závislost však není lineární. Pro letošní vysoké hodnoty průtoků bylo nutno postupové doby odhadovat podle naznačených vztahů a okamžitých trendů přírůstků v předchozích časových krocích. Všeobecně platilo prodlužování postupových dob se vzrůstajícím průtokem a v důsledku zaplavitelnosti inundačí. Dále byly využívány tzv. průtokové vztahy mezi profily ležícími na jednom toku, které zohledňují plnění či prázdnění inundačí a které za běžných odtokových situací zůstávají v zapomnění.



Obr. 1 Vývoj předpovědi pro Vltavu ve stanici Praha-Chuchle, 12. 8. 2002.

Fig. 1. Course of forecasts for the Vltava river in station Praha-Chuchle on 12 August 2002.



Obr. 2 Vývoj předpovědi pro Vltavu ve stanici Praha-Chuchle, 13. 8. 2002.

Fig. 2. Course of forecasts for the Vltava river in station Praha-Chuchle on 13 August 2002.

Při srpnové povodni byl do předpovídání rovněž zapojen předpovědní systém AquaLog, jehož jednotlivé modelovací techniky byly v předchozích třech letech kalibrovány. Od začátku letošního roku je ve zkušebním provozu – výpočty v grafické i tabelární podobě pro vybrané profily jsou pravidelně předávány na příslušné vodohospodářské dispečinky podniků Povodí, s.p. Při oficiálním vydávání předpovědi byly výsledky modelu zohledňovány a konzultovány se správci toků. Na Centrálním předpovědním pracovišti (CPP) je v provozu předpovědní systém pro říční síť dolního Labe, dolní Vltavy, dolní Ohře, dolní Berounky a pro celou Sázavu a Jizeru. Na Regionálním předpovědním pracovišti (RPP) v Českých Budějovicích se připravují předpovědi průtoků pro povodí horní Vltavy a pro všechny přítoky do nádrže Orlík, na pobočce v Plzni zodpovídají za předpovědi v celém povodí Berounky až po Beroun, v Hradci Králové předpovídají pro horní část toku Labe a jeho přítoky až po Přelouč a na RPP v Ústí nad Labem připravují předpovědi pro Ohři. Mapa nakalibrovaných povodí je na obr. 14 v barevné příloze.

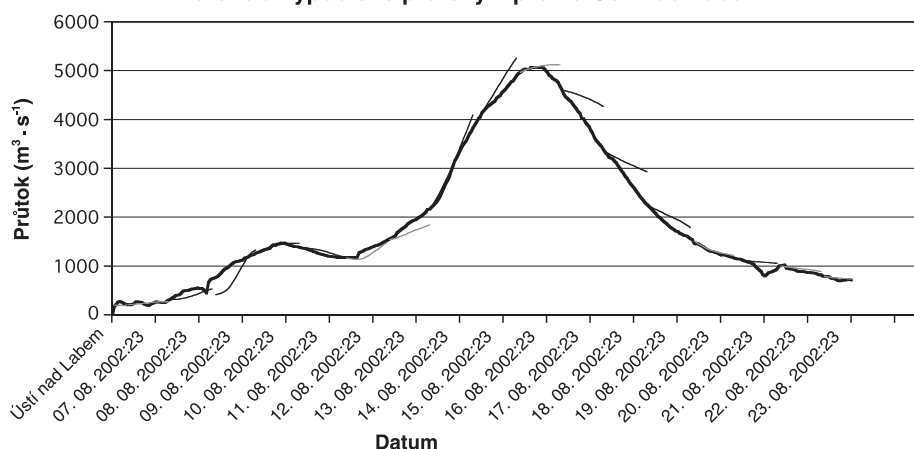
Součástí předpovědního systému je samostatná databáze (AquaBase), která je napojena na operativní datovou základnu ČHMÚ získávanou z hlášení od profesionálních stanic a od dobrovolných pozorovatelů a dále na výstupy z automatických stanic. Jedná se o naměřené průtoky, popřípadě vodní stavy, srážky a teploty vzduchu, dále jsou potřeba údaje předpovídání – srážky, teploty, předpokládané manipulace na nádržích. Vzhledem ke krátkým postupovým dobám průtoků v našich fyzicko-geografických podmínkách, kde voda odtéká relativně rychle, předpovídané veličiny prodlouží předstih hydrologických předpovědí. Tato data jsou základem pro vytvoření hydrologické předpovědi, která za srpnové povodně byla použita i jako podklad pro vydávání informačních a výstražných zpráv.

Hydrologické modely byly nejvíce zapojeny do předpovědní povodňové služby od 11. srpna, kdy se počítaly alternativní předpovědi pro různě velké úhrny předpokládaných srážek vícekrát za den. Ve dnech 11. a 12. srpna byly srovnávány variantní výsledky modelu pro tzv. maximální (145 mm), minimální (60 mm) a střední (115 mm) srážkové úhrny. Příklad, jak vznikala předpověď pro Berounku v Berouně, je na obr. 8 v barevné příloze. Zde jsou předpovídané průtoky porovnávány s hydrogramy „skutečných“ průtoků, které je třeba zatím brát jen jako orientační, předběžně sestavené v průběhu povodně. Tak tomu bylo u většiny stanic, pro kte-

ré můžeme považovat měrné křivky za relativně spolehlivé až do oblasti kapacity koryt, tedy než dochází k rozlívům. Průběh skutečného průtoky ve stanici přitom neslouží pouze k vyhodnocení předpovědi. Je vstupem do modelu, na jehož základě se optimalizuje výpočetní procedura, a proto je zřejmé, že nejistoty spojené s problémem měrných křivek se v konečném důsledku musely projevit i v kvalitě hydrologických předpovědí. V následujícím obr. 9 v barevné příloze byl modelem obdobně počítán přítok do nádrže Orlík pro různé varianty předpovídaných srážek. Zde je hydrogram „skutečného“ přítoku zatížen ještě větší nejistotou než u měrných profilů. Příčinou je (kromě nedostatečných měrných křivek) obtížně zjistitelná míra vlivu vzdutí Orlíka, jehož hladina dosahovala až ke klíčovým vodoměrným stanicím Otava-Písek a Lužnice-Bechyně a také poměrně velké mezipovodí mezi měřenými profily a hrází nádrže (13 % celkové plochy), ze kterého odtéká do přehrady nekontrolované množství vody. V barevné příloze jsou dále obdobné obrázky variantních předpovědí počítané modelem Aqualog pro stanice Bílá Hora na Berounce (obr. 10, barevná příloha), Klatovy na Úhlavě (obr. 11, barevná příloha, České Budějovice na Vltavě (obr. 12, barevná příloha) a Písek na Otavě (obr. 13, barevná příloha).

Velikost průtoků ve Vltavě v Praze je jednoznačně závislá na velikosti odtokového množství z posledního stupně vltavské kaskády, z VD Vrané a na průtoky Berounkou. Za normální odtokové situace je předpověď bezproblémová. V období mimořádných průtoků byla doba předstihu pro předpověď také úměrná včasnosti informací od vodohospodářského dispečinku Povodí Vltavy, s.p. o předpokládaném odtoku z Vraného a předpovědi pro Berounku, počítanou na pobočce ČHMÚ v Plzni. Na obr. 1 a 2 je znázorněn vývoj předpovědi zpracovaných systémem Aqualog, na obrázku 2 jsme uvažovali odtok z Vraného roven maximálnímu přítoku do VD Orlík. Odhadovaná kulminace v Praze proběhala 14. srpna ve 12 hodin při ca 5 300 m³/s. Přehled modelových předpovědí v průběhu srpna pro dolní Labe v Ústí nad Labem je znázorněn na obr. 3. Maximální průtoky předběžně odhadnuté pro Labe představují v Mělníku 5 300 m³/s (15. 8. mezi 13. a 16. hodinou) a pro Ústí nad Labem 5 100 m³/s 16. 8. (mezi 14. a 17. hodinou). Předpovědi, které se za povodně vícekrát denně zpracovávaly, byly k dispozici pro vodohospodářské dispečinky v grafické a tabelární podobě, nejen pro větší toky, ale i pro menší povodí, postižené srážkami.

Měřené a vypočtené průtoky v profilu Ústí nad Labem

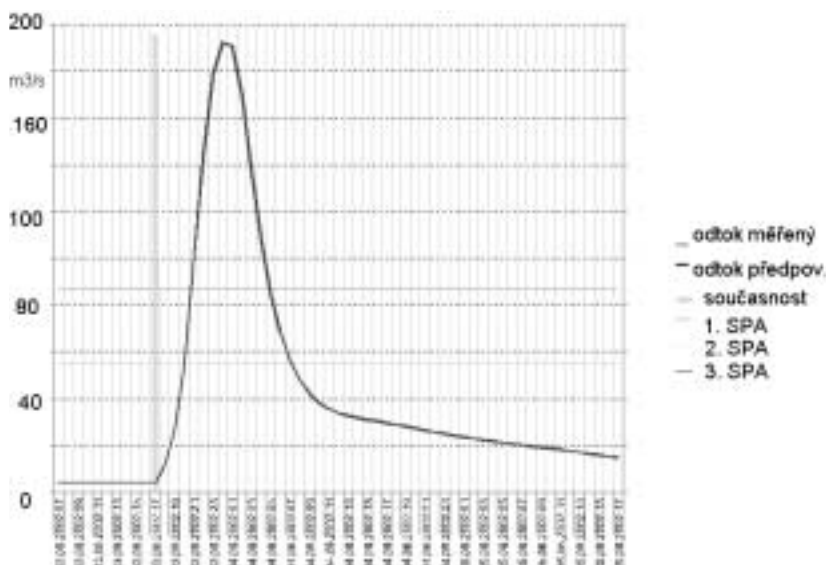


Obr. 3. Předpovědi průtoků počítané během srpna modelem AquaLog pro Labe v Ústí nad Labem.

Fig. 3. Course of forecasts for the Elbe river in Usti nad Labem according to model AquaLog during August.

Příkladem je (obr. 4) horní profil Jizery – Jablonec nad Jizerou, s plochou povodí 181 km², významné srážky, které se v povodí 13. a 14. 8. vyskytly přesáhly 200 mm. Kulminace v Jablonci nad Jizerou proběhla 13. 8. ve 23 hodin při hodnotě cca 160–200 m³/s, což odpovídalo 5–10letému průtoku, zasažená plocha byla relativně malá a předchozí nasycení srážkami bylo nízké.

Účelem článku není poukazovat na úspěchy či neúspěchy jednotlivých předpovědních pracovišť, ale na reálné výsledky modelu v podmínkách extrémní povodně, které byly pomůckou při vydávání předpovědí. V regionálních prognózách pracovišť na pobočkách se předpověďmi zabývají nejvýše dva lidé, kteří v nepřetržitém provozu kromě toho musejí bezpodmínečně zastávat za povodňové situace i jiné úkoly, související se sběrem dat, vydáváním upozornění a výstrah, psaní zpráv pro krizové štáby, podávat informace o aktuální situaci apod. V té době vzniká tlak na maximální snížení prodlevy mezi časem posledních měřených dat a vydanou předpovědí, a z toho vyplývající nutnost počítat model ve stresu a bez dostatečného času na doladění počátečních podmínek. Větší byla i náročnost na přípravu a zpracování vstupních dat (např. průtoky mimo rozsah měrných křivek), při výpadku měřicích stanic bylo nutno improvizovat. Obvykle se počítalo více verzí předpovědí



Obr. 4 Příklad grafického výstupu předpovědi pro vodohospodářské dispečinky podniků povodí – předpověď pro Jizeru v Jablonci nad Jizerou.

Fig. 4. An example of graphical output forecast for the Jizera river in Jablonec for purposes of River basin corporations, s.c.

s ohledem na rozptyl srážkových předpovědí. Celkové zhodnocení hydrologických předpovědí bude součástí projektu „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002“, kde úspěšnost bude moci být podrobně analyzována a konfrontována s průběhem průtoků.

Lektor ing. J. Kubát, rukopis odevzdán v říjnu 2002.

Michal Vrabec – Pavel Neruda – Petr Lett – Pavel Kopeček (ČHMÚ)

HODNOCENÍ HYDROLOGICKÝCH POVODŇOVÝCH PŘEDPOVĚDÍ V SRPNU 2002 V ČESKÉ REPUBLICE

Assessment of hydrological forecasts during the flood event in August 2002 in the Czech Republic. This year's August flood situation has made exceptional demands on the work of forecasters especially at three regional offices and central forecasting office in Prague because of its extent and at quite a few places also extreme return period of discharges reached exceeding 100 years. Even though forecasters have encountered a series of hitherto unrecognized difficulties (e.g. conditions for construction of calculations were lacking in acceptable accuracy of input information) issued forecasts and specialized estimates were of high quality and accuracy with only minor exceptions. Therefore they could become a good basis for flood control measures. In future it will be necessary to minimize vulnerability of key gauging stations and ensure reliable data transmission in such extreme conditions which occurred during this flood event. This all would lead to the improvement of forecasts quality.

KLÍČOVÁ SLOVA: povodeň – stupně povodňové aktivity – chyba předpovědi – předstih předpovědi

ÚVOD

Hydrologická předpovědní služba ČHMÚ jako součást hlásné předpovědní povodňové služby prošla v průběhu letošního srpna významnou zatěžkávací zkouškou. Mimořádné nároky představovala především pro Centrální předpovědní pracoviště (CPP) v Praze a tři regionální předpovědní pracoviště (RPP), v jejichž teritoriu byla povodí zasažená extrémní srážkovou situací, která způsobila adekvátně výjimečnou

povodeň. Prvním bylo z hlediska vývoje srážkoodtokové situace RPP jihočeské v Českých Budějovicích, dále RPP západocheské v Plzni, a RPP v Brně, které zabezpečovalo předpovědi a výstražnou činnost pro postižené oblasti povodí Dyje.

Vývoj povodňové situace byl poměrně rychlý a její mimořádnost nebyla předpovídaným vývojem příčinné srážkové situace předem avizována s žádoucím časovým předstihem. V případě druhé povodňové vlny bylo opakování vydatných

srážek signalizováno dříve, avšak za cenu větší nejistoty kritického množství srážek zejména pro již povodní postižené oblasti jižních a jihozápadních Čech. Z toho také vycházely variantní hydrologické předpovědi či spíše odhady odezvy nasycených povodí. Pro tyto trendy se celkem úspěšně využilo na Berounce i na Vltavě hydrologických předpovědních modelů, které se staly významnou pomůckou prognóz pro klíčové profily zejména s delším časovým předstihem.

Při porovnání s podobnou extrémní povodní z roku 1997, která postihla především moravské toky a po níž byly zúčastněny zkušenosti kromě jiného i v oblasti prognózy, lze konstatovat, že díky realizaci opatření ke zlepšení předpovědní povodňové služby byly k dispozici lepší informace z pozorovacích sítí i jejich zpracování a propracovanější návaznost na hydrologické modely na jedné straně a také širší možnosti uplatnění standardních i mimořádných informačních výstupů určených jak jednotlivým složkám systému povodňové ochrany, tak i pro všeobecnou informovanost veřejnosti. Určitou nevýhodou, která oslabila účinek těchto zlepšení, byla zejména extremita povodňového jevu v pozdější fázi povodně, jež vedla k četným citelným ztrátám v informační síti, tak i problémy s potřebnou přesností měření základních veličin, což přímo a podstatně ovlivňovalo i úspěšnost hydrologických předpovědí.

Tato povodňová situace byla i první významnější prověřkou funkce nedávno revidovaného systému hlásné povodňové služby (viz Odborné pokyny pro hlášení povodňovou službu, ČHMÚ 1999), která ze strany předpovědních pracovišť fungovala dobře, ale nesplnila očekávaným způsobem svou informační funkci pro hydroprognózu při výpadku standardních měření. Za celé období povodně bylo zaznamenáno doplňkové či náhradní hlášení jen v ojedinělých případech.

PŘEDPOVĚDI V POVODÍ HORNÍ VLTAVY A BEROUNKY

V průběhu povodně byly kromě standardní termínové prognózy přítoku do VD Orlík předpovídaný vodní stav, průtoky, překročení limitů stupně povodňové aktivity (SPA), kulminace či tendence pohybu hladin i v řadě dalších vodoměrných profilů na tocích Černé, Blanice, Malše, Otavy, Volyně, Lužnice i horní Vltavy nad Lipnem či nad Českými Budějovicemi. Z hlediska řízení odtoku z nádrží vltavské kaskády a pozitivního ovlivnění průběhu průtoků na dolní Vltavě byly nejdůležitější právě předpovědi přítoku do Orlické přehrady. Jejich úspěšnost lze posoudit na obr. 15 v barevné příloze. Zde je patrné, že předpovědi, které měly šestihodinový předstih, byly úspěšnější v průběhu první, menší povodňové vlny a na počátku vzestupu vlny druhé. Tehdy jejich přesnost dosahovala 95 až 85 % a výrazněji podceněna byla pouze rychlost vzestupu na samém počátku povodně (pouze 32% úspěšnost). S velkými obtížemi se však prognóza setkala při strmém nástupu druhé průtokové vlny a v období kulminace, kdy kalkulace postrádala 90 procent běžných vstupních informací a navíc byl odborný odhad velikosti kulminačního průtoku (24% chyba) poznamenán pracovním stresem při evakuaci prognózního pracoviště v Českých Budějovicích do náhradních prostorů. Podobně tomu bylo i v sestupné fázi vlny, kdy výchozí profily byly ve vzdutí hladiny Orlíku a průtok byl proto i při správném trendu poklesu mírně nadhodnocen. Chyby se pohybovaly od 2,5 do 11 %. Standardní přesnosti průtokové předpovědi opět dosáhly až na úrovni ca desetileté vody. Za relativně úspěšný lze považovat i první odhad kulminace, který téměř s dvoudenním předsti-

hem vyšel z variantní předpovědi srážek ještě před nástupem druhé povodňové vlny a zejména časově velmi přesně určil dobu kulminace. Jeho význam spočíval především v tom, že signalizoval pravděpodobnost příchodu stoleté vody na dolní Vltavu.

Termínová předpověď průtoku pro stanici Beroun na Berounce měla 12hodinový předstih a v období povodňové situace v srpnu byla pravidelně vydávána až do 13. 8. (viz obr. 16 v barevné příloze). Většina předpovědí se v tomto období svou úspěšností pohybovala v případě vodních stavů s maximální chybou převážně do 10 %, ojediněle při maximální chybě do 15 %, přičemž převaha odchylek znamenala podceňující prognózu. U průtoků chyby většiny předpovědí dosahovaly rozmezí -16 až +15 %, výjimečně až kolem 30 %. Největší chyba byla zaznamenána 12. 8., kdy docházelo k velmi rychlým vzestupům hladin, proto byla předpověď během dne přehodnocena a opravena s výslednou odchylkou 23 %. Během 14. 8. předpověď vydána nebyla z důvodu evakuace pracoviště RPP v Plzni během odpoledních hodin předešlého dne. V dalších dnech, na sestupné větvi hydrogramu, předpověď ovlivnila nedostupnost dat z několika klíčových stanic na Berounce (Plzeň, Bílá Hora, Liblín) a Úslavě (Koterov). Proto se prováděl spíše odhad trendu poklesu. Veškeré předpovědi i odhady trendu byly pravidelně konzultovány s hydrologem na CPP jako bezprostředním uživatelem berounských předpovědí.

Kromě pravidelných předpovědí pro Beroun se v období povodně podle možností předpovídaly či odhadovaly vodní stavy, dosažení úrovní limitů SPA, tendence pohybu hladin a výskyt kulminací i v jiných profilech a ohrožených lokalitách na ostatních rozvodněných tocích v povodí Berounky podle potřeb povodňových orgánů i jiných uživatelů.

PŘEDPOVĚDI V POVODÍ DOLNÍ VLTAVY A LABE

Základními vstupy pro předpovědi dolní Vltavy jsou odvozené a předpovídané průtoky na Berounce v Berouně a předpoklady odtoku z nádrží vltavské kaskády, tzn. z posledního stupně nad Prahou – Vraného nad Vltavou. Tyto výchozí údaje produkované pracovištěm pobočky ČHMÚ v Plzni a získávané z vodohospodářského dispečinku Povodí Vltavy v Praze, měly od počátku povodně až do 12. srpna dobrou přesnost, a proto i předpovědi pro Vltavu v Praze-Chuchli a následně pro Labe v Mělníce i Ústí nad Labem dostatečně přesně vystihovaly vývoj vodních stavů i průtoků v těchto profilech (viz obr. 16 v barevné příloze). Chyby předpovídaných vodních stavů v Praze se pohybovaly při šestihodinovém předstihu do ± 4 %, a průtoků do ± 7 %. Problematická situace však nastala v období nejstrmějších vzestupů a kulminací povodňových vln mezi 13. a 15. srpnem. V této době, kdy vodní stavy vystoupily nad úroveň kulminací první povodňové vlny, přicházely nejisté hodnoty z obou vstupů. Na jedné straně odhady průtoků z extrapolovaných měrných křivek z berounského profilu a na straně druhé přibližné odhady odtoků z vltavské kaskády. V této fázi povodně se přesnost předpovědí přechodně snížila a také zde se nutně pohybovaly na úrovni odborných odhadů. Přesto, že chyby průtoku dosáhly až 25 %, protože zpravidla očekávaly méně strmý vzestup než byl skutečný, předpovědi vodního stavu byly úspěšnější s chybou do 20 cm, tj. do 5 %. Kulminace byla odhadnuta poprvé ca s 16hodinovým předstihem, avšak o 85 cm níže než byla skutečná, podruhé 12 hodin předem s přibližně 30cm podceněním a posléze s ca 20cm přeceněním. Časově nastala

prokazatelná kulminace jen o pár hodin dříve, než se předpokládalo. Termínové předpovědi na poklesové větvi měly podobnou přesnost jako v první fázi povodně, tj. do 8 % chyby, přičemž řada doplňujících předpovědí s delším předstihem (9 až 27 hodin) předpokládala zpočátku rychlejší a později pozvolnější pokles, než byl průběh skutečný, a někdy proto přesáhla přípustnou odchylku a pohybovala se v intervalu 10 až 25 % chyby.

Podobný průběh úspěšnosti sledovaly i předpovědi na dolním úseku Labe v Mělníce a Ústí nad Labem (obr. 17, barevná příloha). Jejich celková přesnost se u většiny průtokových hodnot pohybovala v rozmezí do 10 až 15 % a v případě vodních stavů chyby většinou nepřevyšovaly 5 %. Vzhledem k tomu, že odtok ze středního Labe nad soutokem s Vltavou byl relativně nevelký (max. 1–2letá voda), byly mělnické předpovědi závislé především na přesnosti prognóz pro vltavské profily. Pro předpověď na Mělník navíc vypadla po 12. srpnu stanice Vraňany na dolní Vltavě, která byla zatopena a bez přístupu. Ve vrcholové fázi povodně byla zničena i samotná stanice na Labi v Mělníce a odečítání vodních stavů zde bylo prováděno na přenášených náhradních vodočtech. Relativně nejdéle a patrně i nejpresněji byly zaznamenávány vodní stavy na Labi v Ústí nad Labem, kde se náhradní odečty po zatopení měrného profilu uskutečnily až den před kulminací. Také zde se vyčíslování průtoků v obou zmíněných profilech potýkalo s problémem operativních extrapolací konsumpčních křivek, komplikovaných projevem rozsáhlých rozlivů za vysokých průtoků. Celkově lepší byly pravidelné termínové předpovědi ve 12hodinovém předstihu pro Mělník, než 24hodinové předpovědi pro Ústí nad Labem.

Poměrně nejméně přesné byly prognózy pro Ústí nad Labem na vzestupných částech obou povodňových vln, kde se předpovídal na rozdíl od skutečnosti rychlejší vzestup vodní hladiny. Vrcholová fáze vlny (i přes první ca 0,5 m nadnesený odhad kulminace s dvoudenním předstihem) a její poklesová část pak byly předpovídaný výrazně lépe, jen s malou nepřesností.

Během povodně byly v CPP kromě hodnocených standardních termínových předpovědí pro Vltavu a dolní Labe vypracovávány také další termínové prognózy stavů a průtoků pro Jizeru, střední Labe v Brandýsu nad Labem a nepravidelně podle požadavků i odborné odhady pro některé další přítoky (Litavka, Sázava) či postižená místa, včetně předpokladu doby a výšky kulminací, překročení limitů SPA a tendence pohybu hladin.

PŘEDPOVĚDI V POVODÍ HORNÍ DYJE

Vzhledem ke skutečnosti, že srážkové předpovědi situovaly kritické úhrny především na horní povodí Dyje a radarové odrazivosti tuto předpověď následně potvrzovaly, byla nasměrována z brněnského regionu největší pozornost do povodí nad údolní nádrží Vranov. Zde byla nejdůležitější prognóza vývoje přítoku do nádrže pro možnou transformaci

povodňové vlny. Protože v oblasti není žádný profil s pravidelnou předpovědí, byly prognózy počítány na podkladu postupových dob odpovídajících si průtoků mezi stanicemi Janov – Raabs (Rakousko) – Podhradí nad Dyjí, při odhadu příspěvku přítoku z mezipovodí podle spadlých srážek. U druhé výraznější vlny bylo podle radarových odrazivostí zřejmé, že těžiště srážek bylo na rakouské části povodí, tj. pravostranném přítoku Dyje (Německá Dyje), avšak konkrétní hodnoty průtoků z této oblasti prakticky nebyly k dispozici. Údaje ze stanice Schwarzenau, až na malé výjimky chyběly, Raabs od jisté hladiny již neměl měrnou křivku a našimi prognostiky provedená extrapolace se vzhledem k rozlivům v profilu později ukázala jako málo přesná. Za této situace byla dobře předpovídaná tendence, ale problémem bylo stanovení konkrétních průtoků. Rovněž průtokové údaje z profilu Podhradí nad Dyjí (představující přítok do nádrže Vranov) byly nejisté, neboť stanice byla již od první vlny ve zpětném vzduť vranovské hladiny.

Přes všechny tyto obtíže však předpovědi posloužily jako vodohospodářskému dispečinku Povodí Moravy k řízení manipulací, tak i při rozhodování o protipovodňových zásadách především v Okresní povodňové komisi a Krizovém štábu Znojmo, což bylo později v kladném hodnocení potvrzeno kompetentními pracovníky OkÚ postižených okresů i KÚ jihomoravského kraje

ZÁVĚR

Ačkoliv se prognostici při této povodni potýkali s mimořádnou situací, v níž extrémní odtoky v období druhé povodňové vlny dosahovaly dosud nepoznaných rozměrů a podmínky konstrukce výpočtů mnohde postrádaly přijatelnou přesnost měření vstupních veličin, byly pro standardní předpovědní profily jak jednotlivé předpovědi, tak i odborné odhady v období vrcholných fází průtoků relativně dobré, jak v určení termínu výskytu, tak i hodnoty předpovídané veličiny. Ani několik výjimek s chybou mimo přijatelné meze úspěšné předpovědi, jež byly v přímé souvislosti s absencí využitelných věrohodných vstupních údajů či kontrolních hodnot v měrných profilech zapříčiněných extremitou jevu, nemůže celkově snížit jejich užitnou hodnotu, která mohla být dobrým výchozím podkladem pro řadu protipovodňových opatření.

Základním předpokladem pro budoucí udržení a zlepšení spolehlivosti hydrologických předpovědí bude především nezbytné omezit na co nejmenší míru zranitelnost klíčových vodoměrných stanic a zabezpečit spolehlivý přenos dat i za podobně extrémních podmínek, jaké nastaly během letošního srpna. Tyto zájmy proto bude potřeba prosazovat jak při rekonstrukci poškozených či zničených měrných objektů, tak i při revizi stanic ostatních, a mimo to zajistit i odpovídající komunikační technologii nejen pro spolehlivý sběr dat z terénu, ale i pro automatickou distribuci povodňových informací.

Lektor Ing. J. Kubát, rukopis odevzdán v listopadu 2002.

VLHKOST PŮDY NA ÚZEMÍ ČR V SRPNU 2002 V OBDOBÍ POVODŇOVÉ SITUACE

Soil moisture on the territory of the Czech Republic in August 2002 in the period of the flood event. An agrometeorological model AVISO operated by the ČHMÚ's regional office in Brno was used to an analysis of the water content in soil in the period of floods in August 2002. In an introductory part processing methodology of calculation of the water deficit in soil covered by grassland (eventually by any other crop) based on a simplified two-layer model of the water circulation in soil is described. The first part of the contribution deals with evaluation of simple balance between rainfall and potential evapotranspiration of grassland in the Czech Republic and so especially with the emphasis on the period preceding the flood situation. Data of 90 climatological stations in CR are processed. The focus of the contribution is an overall estimate of the state of soil moisture based on quantification of the amount of precipitation water in mm remaining to retention water capacity of soil and on percentage of soil moisture in available water capacity of soil. Soil conditions at 90 locations in CR are evaluated on the assumption of calculations for soils with available water capacity 120 mm/1m of the soil profile. The contribution is supplemented by tables and graphs of select climatological stations of regions struck by floods in August.

KLÍČOVÁ SLOVA: vlhkost půdy – srážky atmosférické – evapotranspirace – model agrometeorologický – povodně – Česká republika

Analýza půdních vlhkostních poměrů na území ČR během srpna 2002 byla provedena pomocí agrometeorologického modelu AVISO, který je v operativním režimu pro 90 klimatologických stanic ČR a soubor zemědělských plodin (včetně standardních povrchů: holá půda, travní porost a volná vodní hladina) provozován brněnskou pobočkou ČHMÚ. Základem modelu je mimo jiné modifikovaný způsob výpočtu potenciální evapotranspirace metodou Penman-Monteith poskytující racionální a fyzikálně podložený způsob výpočtu výdeje vody z různých povrchů. Potenciální hodnoty jsou podkladem pro odvození hodnot aktuálních. I když uvádíme, že se jedná o výpočty, vzhledem k velmi složité problematice (interakce půda x rostlina x atmosféra), je nutno k některým výstupům modelu přistupovat jako ke kvalifikovanému odhadu.

K určení půdních vlhkostí nebylo bohužel možno použít měřených hodnot. V současné době síť snímačů objemové vlhkosti půdy typu VIRRI-B (AMET Velké Bílovice) není v rámci ČR dobudována, navíc měřené údaje nebyly většinou doposud verifikovány.

METODIKA ZPRACOVÁNÍ

V této části bude velmi stručně popsán způsob operativního vyhodnocování obsahu vody v půdě, který je použit v modelu AVISO. Uvedený model představuje jeden z možných přístupů k řešení dané hydrologické problematiky.

Jedním z finálních výstupů zmíněného modelu je průběžné hodnocení půdní vlhkosti vyjádřené v relativních a kvantitativních jednotkách. Jedná se o půdní vláhový deficit, tzn. množství půdní vláhvy vyjádřené v % využitelné vodní kapacity dané půdy nebo v mm chybějících do retenční vodní kapacity dané půdy. Využitelná vodní kapacita půdy přitom představuje rozdíl mezi retenční vodní kapacitou a bodem vadnutí této půdy. V zemědělské praxi se používá pro stanovení a bilancování ta část půdní vody, kterou dostaneme jako rozdíl momentální vlhkosti půdy a jejím bodem vadnutí. Pro hydrologické účely se naopak používá rozdíl retenční vodní kapacity a momentální vlhkosti půdy, který charakterizuje, kolik mm vody půdní profil je schopen zadržet.

Výpočty se provádějí průběžně v denním intervalu pro soubor 90 klimatologických stanic ČR, soubor zemědělských

plodin včetně standardních povrchů a pro tři typy půd rozlišených podle jejich základní pedologické charakteristiky (využitelná vodní kapacita půdy 70 mm, 120 mm a 170 mm na 1 m půdního profilu). Nevýhodou tohoto přístupu je nikoliv plošné, ale bodové hodnocení, kdy do všech výpočtů vstupují základní data z jednotlivých klimatologických stanic. Pro účely zhodnocení obsahu půdní vláhvy během srpna 2002 jsme se omezili na analýzu obsahu vody v půdě pokryté standardním travním porostem.

Vedle základních klimatických prvků (průměrná denní teplota vzduchu ve °C, průměrný denní tlak vodní páry v hPa, denní úhrn slunečního svitu v hodinách, průměrná denní rychlost větru v m.s⁻¹ a denní úhrn srážek v mm) jsou na vstupu základní fenologické údaje (den setí a den sklizně plodiny, další fenologické (den vzházení plodiny, den maximálního, tj. plného zápoje plodiny) a další fyto-metrické (výška a efektivní výška plodiny, index plochy listoví, hloubka kořenové zóny plodiny) charakteristiky se určují, resp. lineárně mění na základě klimatických podmínek s dominujícím postavením teplotních poměrů daného místa. Bilancování půdní vlhkosti probíhá do hloubky aktivního prokořenění: za předpokladu standardního travního porostu se předpokládalo bilancování do hloubky 1 m. V zimním období, kdy ještě nedochází ke vzházení a tím k růstu plodiny, vývoj probíhá podle holé půdy. V jarním období po vzházení dochází k postupnému modelovému růstu všech fenologických charakteristik.

Model AVISO používá pro výpočet vláhového deficitu plodiny zjednodušený dvouvrstevný model pohybu vody v půdě s jejím konstantním čerpáním v celém aktivním profilu, kterým se rozumí profil aktivního prokořenění. Základním předpokladem je skutečnost, že dostupná voda se drží ve dvou zásobnících označených X a Y, které v každém okamžiku obsahují zásobu x [mm] a y [mm] půdní vláhvy. Oba zásobníky jsou vzájemně od sebe odděleny bodem snížené dostupnosti. Všechna voda x [mm] v prvním, tj. svrchním zásobníku X je volně dostupná (je čerpána bez limitování půdními podmínkami), zatímco voda y [mm] v druhém, tj. spodním zásobníku Y, se se snižováním množství y [mm] čerpá stále obtížněji (výdej vody je omezován a evapotranspirace klesá pod svoji potenciální hodnotu). Celková (tj. maximální) zásoba dostupné vody je ze 40 % obsažena ve svrchním zásobní-

Tab. 1 Bilance srážek a potenciální evapotranspirace (PEVA) a vybraných klimatologických (interových) stanicích ČR.

Table 1. Precipitation balance and potential evapotranspiration at select climatological (INTER) stations in CR.

Klimatologická (interová) stanice	Bilance srážek a PEVA			
	VII.	22.7.-5.8.	1.8.-5.8.	VIII.

Jihomoravská oblast:

636	Kostelní Myslová	-8,5	-18,9	-2,6	154,6
660	Vatín	-34,9	-14,0	8,4	74,8
685	Nedvězí	50,8	10,5	7,3	39,6
687	Velké Meziříčí	-42,5	-14,7	-1,5	104,8
693	Dukovany	-41,6	3,1	16,7	45,1
696	Dyjkovice	-48,9	-14,2	14,1	52,3
698	Kuchařovice	-33,1	15,8	2,8	19,2
716	Protivanov	-57,0	34,2	63,9	126,4
721	Brno - Žabovřesky	-59,6	-6,5	17,3	0,5
723	Brno - Tuřany, letiště	-74,3	-40,0	-8,8	-6,9
725	Velké Pavlovice	-69,8	-21,9	7,4	42,7
729	Brod nad Dyjí	-27,5	-22,9	2,4	61,8
751	Kroměříž	-16,1	-33,5	-9,1	-18,8
754	Staré Město u Uh.Hrad.	-10,4	-39,7	-13,2	-19,4
755	Strážnice	-24,9	-41,9	-14,4	-15,7
774	Holešov, letiště	-39,9	-37,4	-10,5	-16,5
777	Vizovice	3,7	-33,1	-10,1	19,2
779	Strání	73,0	-32,6	-12,7	26,8
780	Štítná nad Vláří	-1,6	-37,3	-15,0	44,3

Severomoravská oblast:

701	Javorník	-25,7	-28,5	-11,8	72,3
705	Šumperk - Temenice	-31,9	-13,9	-0,3	15,4
710	Luká	-61,1	69,8	100,7	137,1
713	Jevíčko	2,8	86,9	67,4	75,4
731	Jeseník	-10,2	-8,4	5,3	106,3
734	Dlouhé Stráně	-11,7	-11,5	10,0	34,9
736	Světlá Hora - Světlá	-40,0	-12,5	9,8	38,2
742	Olomouc	-62,4	-40,1	-3,1	12,1
763	Opava - Otice	-7,1	-39,6	-8,8	-30,0
765	Bělotín - Lučice	-49,4	-31,6	1,4	-11,2
766	Červená u Libavé	-39,6	-21,7	10,5	21,8
769	Valašské Meziříčí	-1,1	-5,2	13,9	28,7
782	Mošnov - letiště Ostrava	-40,5	-27,7	7,0	-5,4
784	Lučina - Žermanice	32,8	-17,2	0,6	14,9
787	Lysá hora	37,2	2,6	14,6	240,3
788	Vsetín	18,3	-24,7	-5,9	58,1
790	Ostrava - Poruba	-23,8	-41,4	-6,5	83,7

Středočeská oblast:

474	Lány	-53,7	-39,8	-9,6	44,5
518	Praha - Ruzyně, letiště	-3,4	-18,8	7,5	36,0
520	Praha - Libuš	31,0	24,2	40,8	113,8
522	Neumětely	-6,9	-22,9	-10,6	102,6
526	Sedlčany	98,1	10,8	24,6	177,5
561	Semčice	-5,1	-4,5	20,0	26,4
572	Ondřejov	111,2	12,6	35,3	187,8

Klimatologická (interová) stanice	Bilance srážek a PEVA			
	VII.	22.7.-5.8.	1.8.-5.8.	VIII.

Severočeská oblast:

433	Most - Kopisty	38,7	-16,4	8,4	40,8
438	Tušimice - Kadaň	-39,7	-36,0	-7,0	38,1
461	Teplice	-1,8	3,4	25,3	124,5
464	Milešovka	-26,6	-31,5	-1,6	37,7
465	Smolnice	-47,8	-27,7	-5,5	18,0
468	Žatec	-7,2	-22,3	2,3	82,9
502	Ústí nad Labem - Kočkov	-4,5	-27,3	5,0	24,1
509	Doksany	0,0	-8,7	10,0	12,4
551	Varnsdorf	-10,8	6,1	25,1	53,6
558	Doksy	22,0	50,9	53,0	52,0
603	Liberec	0,6	23,1	29,7	145,2
605	Desná - Souš	31,5	22,1	32,3	204,1

Západočeská oblast:

406	Cheb	-36,7	-26,1	-1,8	63,5
413	Mariánské Lázně, vodárna	-5,4	3,6	16,2	101,1
414	Karlovy Vary, letiště	-54,5	-15,9	0,2	65,2
419	Konstantinovy Lázně	-12,4	-6,0	9,0	20,5
423	Přímda	-16,7	-10,2	9,0	106,6
442	Kralovice	-33,3	-27,0	-5,8	77,3
446	Plzeň - Bolevec	-28,5	-16,0	-4,0	198,1
451	Staňkov	1,6	-7,9	4,6	162,5
455	Klatovy	1,7	-6,9	4,1	238,9

Jihočeská oblast:

457	Churáňov	19,2	-15,9	-1,3	324,2
487	Kocelovice	46,8	-13,0	-3,9	126,3
497	Husinec	72,1	27,7	43,7	268,3
528	Nadějkov - Větrov	38,1	-8,5	2,2	160,2
532	Vráž	50,1	-19,0	-5,0	183,2
538	Temelín	37,7	-0,4	22,3	218,9
546	České Budějovice	11,4	13,2	28,1	335,6
547	Černá v Pošumaví	-2,4	0,7	12,5	325,1
549	Vyšší Brod	-3,2	-5,3	14,0	334,3
582	Tábor - Náchod	25,2	47,8	55,6	178,8
593	Nové Hrady - Byňov	-21,4	-1,1	6,7	269,0
628	Košetice GEMS	-37,6	5,2	27,3	108,8
635	Jindřichův Hradec	-25,2	-6,3	-5,7	148,1

Východočeská oblast:

615	Milíčeves	-13,2	0,0	26,9	41,1
619	Přelouč	-15,2	13,8	32,1	62,6
620	Seč	-20,2	7,5	31,1	128,1
643	Pec pod Sněžkou	28,2	-15,7	-6,7	115,5
649	Hradec Králové	-55,6	4,5	35,5	56,2
659	Příbrav	-9,1	18,2	37,8	125,8
671	Broumov	5,9	-9,0	9,6	102,1
674	Deštné v Orlických horách	-6,6	3,8	22,6	137,3
675	Úpice - hvězdárna	-13,6	-1,7	10,5	51,9
678	Velichovky	-28,6	10,4	27,8	73,4
679	Ústí nad Orlicí	-32,1	22,4	32,2	65,3
680	Rychnov nad Kněžnou	44,6	0,2	1,8	64,6
683	Svratouch	-15,8	-14,3	3,9	117,1

Klimatologická (interová) stanice	5.8.	8.8.	10.8.	13.8.	5.8.	8.8.	10.8.	13.8.
	% VVK				do RVK zbývá mm			

Jihomoravská oblast:

636	Kostelní Myslová	13	61	56	100	105	47	53	0
660	Vatín	30	30	35	100	84	84	78	0
685	Nedvězí	92	93	90	100	10	8	12	0
687	Velké Meziříčí	24	38	36	100	91	74	77	0
693	Dukovany	28	32	27	92	86	82	88	10
696	Dyjákovice	13	34	29	55	105	79	85	54
698	Kuchařovice	33	60	54	90	80	48	55	12
716	Protivanov	74	74	71	100	31	31	35	0
721	Brno - Žabovřesky	19	24	18	48	97	91	98	62
723	Brno - Tuřany, letiště	1	2	1	46	119	118	119	65
725	Velké Pavlovice	11	24	19	64	107	91	97	43
729	Brod nad Dyjí	31	61	56	100	83	47	53	0
751	Kroměříž	18	13	9	44	98	104	109	67
754	Staré Město u Uherského Hradiště	20	16	12	40	96	101	106	72
755	Strážnice	0	2	1	33	120	118	119	80
774	Holešov, letiště	2	1	0	41	118	119	120	71
777	Vizovice	36	33	28	61	77	81	86	47
779	Strání	72	75	73	100	34	30	33	0
780	Štítná nad Vláří	53	49	46	98	57	61	65	3

Severomoravská oblast:

701	Javorník	25	22	19	75	90	94	97	30
705	Šumperk - Temenice	61	57	62	98	47	52	46	3
710	Luká	87	86	81	100	16	17	23	0
713	Jevíčko	93	95	91	100	8	6	11	0
731	Jeseník	71	68	68	100	35	38	38	0
734	Dlouhé Stráně	82	77	80	100	22	28	24	0
736	Světlá Hora - Světlá	60	55	58	98	48	54	51	3
742	Olomouc	2	1	2	40	118	119	118	72
763	Opava - Otice	29	22	21	46	85	94	95	65
765	Běloutín - Lučice	53	48	44	81	56	62	67	23
766	Červená u Libavé	54	50	53	86	55	60	56	17
769	Valašské Meziříčí	92	91	88	100	10	11	15	0
782	Mošnov - letiště Ostrava	50	46	43	68	60	65	69	38
784	Lučina - Žermanice	83	78	89	100	20	27	13	0
787	Lysá hora	97	95	100	100	4	6	0	0
788	Vsetín	78	77	74	100	26	28	31	0
790	Ostrava - Poruba	41	33	40	72	71	81	72	34

Středočeská oblast:

474	Lány	3	15	9	88	117	102	109	15
518	Praha - Ruzyně, letiště	39	41	36	100	73	71	77	0
520	Praha - Libuš	98	98	93	100	3	2	8	0
522	Neumětely	69	100	96	100	37	0	5	0
526	Sedlčany	98	99	96	100	3	1	5	0
561	Semčice	27	24	18	48	88	91	98	62
572	Ondřejov	98	98	94	100	3	2	7	0

Severočeská oblast:

433	Most - Kopisty	68	73	70	100	38	32	36	0
438	Tušimice - Kadaň	1	8	4	78	119	110	115	27
461	Teplice	88	96	93	100	14	5	8	0
464	Milešovka	21	20	17	88	95	96	100	14
465	Smolnice	34	34	29	80	79	79	85	24
468	Žatec	20	21	15	91	96	95	102	11
502	Ústí nad Labem - Kočkov	43	44	39	97	69	67	73	4
509	Doksany	41	41	35	89	71	71	78	13
551	Varnsdorf	67	68	63	100	40	39	44	0
558	Doksy	99	98	93	100	1	2	8	0
603	Liberec	59	79	75	100	49	25	30	0
605	Desná - Souš	100	97	98	100	0	4	2	0

Klimatologická (interová) stanice	5.8.	8.8.	10.8.	13.8.	5.8.	8.8.	10.8.	13.8.
	% VVK				do RVK zbývá mm			

Západočeská oblast:

406	Cheb	9	40	42	78	109	72	70	27
413	Mariánské Lázně, vodárna	96	98	95	99	5	2	6	1
414	Karlovy Vary, letiště	13	38	34	87	105	75	79	16
419	Konstantinovy Lázně	83	92	89	98	21	10	13	2
423	Přimda	61	87	87	99	47	16	16	1
442	Kralovice	41	63	59	99	71	45	49	1
446	Plzeň - Bolevec	58	100	97	99	50	0	4	1
451	Staňkov	92	100	100	99	10	0	0	1
455	Klatovy	89	99	100	100	13	1	0	0

Jihočeská oblast:

457	Churáňov	85	100	97	99	18	0	4	1
487	Kocelovice	64	100	96	98	43	0	5	2
497	Husinec	98	100	96	99	3	0	5	1
528	Nadějkov - Větrov	87	99	94	100	16	1	7	0
532	Vráž	79	99	95	99	25	1	6	1
538	Temelín	57	99	95	99	52	1	6	1
546	České Budějovice	97	100	97	98	4	0	4	2
547	Černá v Pošumaví	52	100	97	99	58	0	4	1
549	Vyšší Brod	89	100	97	98	13	0	4	2
582	Tábor - Náchod	98	99	95	100	3	1	6	0
593	Nové Hradky - Byňov	79	99	94	100	25	1	7	0
628	Košetice GEMS	26	42	44	100	89	70	67	0
635	Jindřichův Hradec	7	63	58	100	112	45	50	0

Východočeská oblast:

615	Milíčeves	44	42	37	55	67	70	76	54
619	Přelouč	35	30	24	78	78	84	91	27
620	Seč	47	42	37	100	64	70	76	0
643	Pec pod Sněžkou	83	79	82	100	21	25	22	0
649	Hradec Králové	31	25	18	75	83	90	98	30
659	Přibyslav	61	59	54	100	47	49	55	0
671	Broumov	80	75	93	100	24	30	8	0
674	Deštné v Orlických horách	69	63	68	100	37	44	38	0
675	Úpice - hvězdárna	52	47	46	70	58	64	65	36
678	Velichovky	29	25	23	58	85	90	92	51
679	Ústí nad Orlicí	41	35	43	90	71	78	68	12
680	Rychnov nad Kněžnou	96	90	87	100	5	12	16	0
683	Svratouch	44	41	38	100	67	71	75	0

Tab. 2 Průběh vlhkostních poměrů v půdě pokryté travním porostem při využitelné vodní kapacitě půdy VVK = 120 mm na 1 m půdního horizontu na vybraných klimatologických (interových) stanicích v ČR (RVK = retenční vodní kapacita).

Table 2. The course of moisture conditions in soil covered by grassland at available water capacity of soil – VVK = 120 mm/1 m of the soil profile at select climatological (INTER) stations in CR (RKV = retention water capacity).

ku X, z 60 % ve spodním zásobníku Y (kvantitativní maximální množství vody je v obou zásobnících určeno využitelnou vodní kapacitou půdy, která je nastavena na hodnoty 70 mm, 120 mm a 170 mm na 1 m půdního profilu). Voda se čerpá z půdy až do okamžiku úplného vyčerpání zásoby x [mm] svrchního zásobníku X. Po jeho odčerpání začíná odčerpávání množství y [mm] spodního zásobníku Y. Logicky se předpokládá, že srážky nejdříve doplňují zásobu x [mm] svrchního zásobníku X, zásoba y [mm] spodního zásobníku Y se obnovuje až když je zásobník X plně dosycen srážkovou vodou. Na základě množství půdní vody v obou zásobnících, resp. na poměru množství x [mm] a y [mm] v obou zásobnících, se určuje povrchový odpor plodiny, jehož správné defi-

nování je rozhodující pro uspokojivé výsledky určení deficitu půdní vláhy. Model rozlišuje husté plodiny s plným zápojem, které úplně nebo téměř úplně zachycují dopadající sluneční radiaci (povrchový odpor zůstává konstantní za předpokladu čerpání prvních 40 % z dostupné půdní vody, naopak výrazně vzrůstá, jestliže je všechna dostupná voda vyčerpána), od plodin zejména v období časného růstu s neúplným zápojem, kdy je třeba počítat i s příspěvkem evaporace z půdy mezi rostlinami.

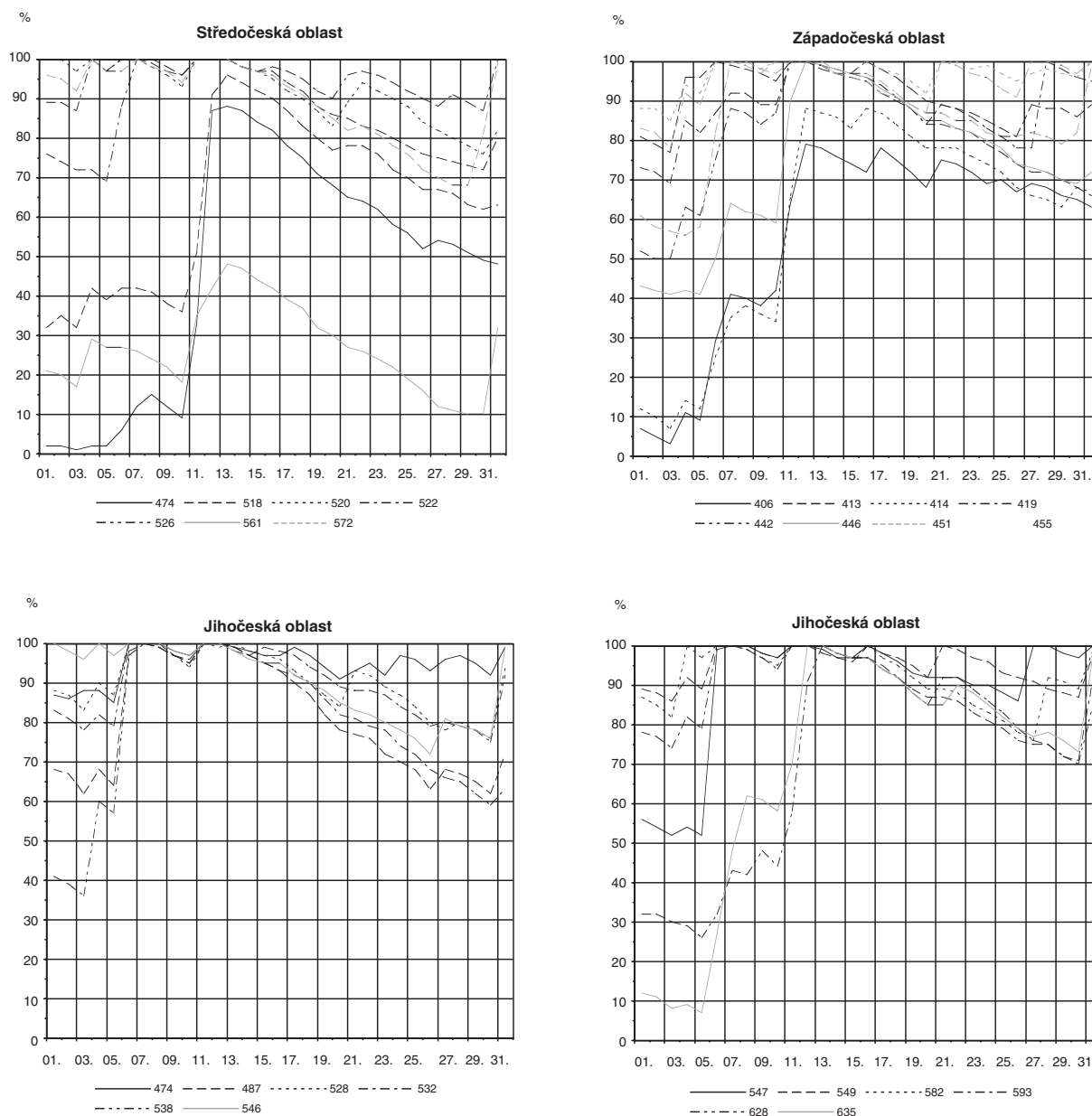
Pro bilanci půdní vláhy jsou tedy důležité dvě složky: základní význam mají denní úhrny srážek a vypočítané denní úhrny evapotranspirace (evaporace za předpokladu holé půdy), přičemž v další analýze se bere v úvahu jejich vzá-

jemný rozdíl. V případě výparu se vždy jedná o aktuální, nikoliv potenciální hodnoty evapotranspirace (evaporace): aktuální hodnoty v modelu AVISO se neurčují přenásobením příslušných potenciálních hodnot, jak tomu je u většiny jiných modelů, ale počítají se na základě časových a prostorových změn všech důležitých charakteristik vstupujících do výpočetního schématu modelu.

Když se rozdíl mezi srážkami a evapotranspirací (evaporací) přičte k deficitu půdní vláh z minulého dne, získá se současný deficit půdní vláh, resp. deficit půdní vláh aktuálního dne. O srážkách se předpokládá, že velmi rychle naplní nejdříve zásobník X a potom zásobník Y. V případě, že oba

zásobníky jsou maximálně naplněny, půda je nasycena na polní vodní kapacitu. Všechna přebytečná srážková voda se potom považuje za „hydrologicky účinné (efektivní) srážky“. Na tomto místě je nutno zdůraznit, že model je koncipován především pro analýzu nedostatku půdní vláh. Pro jednoduchost se v jednotlivých dnech neuvažuje s podpovrchovým (hypodermickým) ani podzemním odtokem.

V úvodu příspěvku byl velmi stručně popsán způsob výpočtu vláhového deficitu plodin. Vzhledem k omezenému rozsahu tohoto příspěvku zdaleka nelze na tomto místě analyzovat celou řadu dalších specifik a algoritmů modelu AVISO.



Obr. 1 Vlhkost půdy [% využitelné vodní kapacity] za předpokladu VVK = 120 mm/1 m půdního profilu na vybraných klimatologických stanicích Čech v průběhu srpna 2002.

Fig. 1. Soil moisture [% of available water capacity] on the assumption that VVK = 120 mm/1 m of the soil profile at select climatological stations in Bohemia in the course of August 2002.

ZHODNOCENÍ

Pro analýzu půdní vlhkosti v období vysokých srážkových úhrnů (na území Čech především dny 6. 8. a 7. 8., 11. 8. a 12. 8.) je vhodné nejprve rámcově zhodnotit vláhové podmínky v předcházejících dnech, tzn. zjistit, v jakém stavu byl půdní profil před výskytem povodní.

Za tímto účelem byla zpracována tab. 1, obsahující jednoduchou bilanci mezi srážkami a potenciální evapotranspirací travního porostu (zkratka PEVA) za různě dlouhá období předcházející povodňové situaci: červenec jako celek, 15 a 5 dní před nástupem první vlny srážek dne 6. 8. (22. 7.–5. 8. a 1. 8.–5. 8.) a informativně i srpen jako celek. Zde je nutno připomenout, že se nejedná o hydrologickou bilanci (srážky $\times$ výpar $\times$ odtok), ale pouze o bilanci prvních dvou členů bilančního schématu (srážky $\times$ výpar). Bilanční rovnice by musela mít jednak příslušné matematické operandy, jednak i svou druhou stranu, tj. půdní vlhkost. Model počítá jen s dostatečně zakleslou hladinou podzemní vody, nikoli však se stavem, kdy dojde k propojení její hladiny s gravitační vodou v půdním profilu. Tab. 1 má pouze informativní charakter: jednotným způsobem a na relativní úrovni je klasifikována celá oblast ČR. Je nutno zdůraznit, že je brána v úvahu potenciální, nikoliv aktuální evapotranspirace (v případě aktuálních hodnot evapotranspirace by údaje v tab. 1 byly vyšší), navíc výsledky jsou silně schematizovány skutečností, že se uvažuje travní porost, nikoliv reálný pokryv půdy.

Zpracování proběhlo pro soubor 90 klimatologických stanic s denním zpravidajstvím INTER. Stanice, kde jsou výrazné kladné hodnoty (převaha srážek nad evapotranspirací travního porostu), lze předběžně hodnotit jako stanice s nadlepšenými vláhovými poměry v půdě (vlhkost půdy většinou nad 60 % až 80 % využitelné vodní kapacity, resp. vlhkost půdy v extrémních případech se může blížit stavu nasycení). V těchto oblastech následné výraznější srážky mohou způsobit povodňové stavy. Z uvedených období má pro vlhkostní poměry v půdě patrně největší význam 15denní (22. 7.–5. 8.) a hlavně kratší 5denní období ve dnech 1. 8.–5. 8. V této pentádě se výrazné kladné rozdíly mezi srážkami a potenciální evapotranspirací travního porostu vyskytovaly na vybraných místech Čech ve středočeské (Praha-Libuš, Ondřejov), severočeské (Doksy, Liberec, Desná), jihočeské (Husinec, České Budějovice, Tábor, Košetice) a východočeské oblasti (Přelouč, Seč, Hradec Králové, Přibyslav, Velichovky a Ústí nad Orlicí); z míst, která následně nebyla zasažena povodněmi také oblast Protivanova, Luká a Jevíčka na Moravě. V nejextrémnějších případech rozdíl srážek a potenciální evapotranspirace travního porostu přesáhl 50 mm (Luká 100,7 mm, Protivanov 63,9 mm, Tábor 55,6 mm, Doksy 53,0 mm).

V řadě případů stav půdní vlhkosti ovlivnily srážkové úhrny z předcházejícího delšího časového období. Za zmínku stojí též porovnání obou měsíců července a srpna: pro srpen prakticky na celém území ČR byla charakteristická výrazná převaha srážek nad potenciální evapotranspirací. Srpnový rozdíl obou charakteristik vyšší než 200 mm byl zaznamenán na řadě míst jihočeské oblasti.

Podrobnější analýza je zpracována v tab. 2. K vybraným datům pro půdu s využitelnou vodní kapacitou 120 mm je uvedeno množství půdní vláhy v mm zbývající do retenční vodní kapacity půdy a % zastoupení půdní vláhy na využitelné vodní kapacitě. Jednotným způsobem byly vyhodnoceny vlhkostní poměry půdy na 90 klimatologických (interových) stanicích ČR, a to k datům:

- k 5. 8. situace před první vlnou srážek (6. 8.–7. 8.),
- k 8. 8. situace po vydatných přivalových deštích zvláště v jižních Čechách,
- k 10. 8. situace před druhou vlnou vydatných trvalých srážek (11. 8.–12. 8.) zvláště v oblastech Šumavy, Krušných hor a Brd,
- k 13. 8. situace po druhé vlně srážek.

Vezmeme-li v úvahu oblasti nejvíce zasažené povodněmi (jižní, západní a střední Čechy), obsah vody v půdě již k 5. 8. na mnoha místech plošně dosahoval 75 % a více z využitelné vodní kapacity. Tento stav byl v okolí Staňkova a Klatov (západočeská oblast), na řadě míst jihočeské oblasti, kde se místy blížil i stavu nasycení (více než 90 % využitelné vodní kapacity půdy), a ve středočeské oblasti (Praha-Libuš, Sedlčany, Ondřejov). Hlavní příčinou byly předcházející srážky.

Na obr. 1 jsou porovnány půdní vlhkosti vybraných klimatologických stanic v oblasti středních, západních a jižních Čech za předpokladu půd s využitelnou vodní kapacitou 120 mm.

ZÁVĚR

Charakteristickým rysem období od 6. 8. do 13. 8. byl pro celé území ČR výrazný nárůst obsahu vody v půdě vyjádřený v mm chybějících do retenční vodní kapacity nebo v % využitelné vodní kapacity. Již v průběhu tohoto týdne se % využitelné vodní kapacity dostává na 95 až 100 %. V praxi to znamená, že půda již nemá retenční schopnost a přebytek srážek se může projevit ve formě především povrchového odtoku. Tato situace nastala prakticky nejen na všech stanicích jihočeské a západočeské oblasti, ale i na dalších stanicích ČR. Jak bylo uvedeno výše, 100% vlhkost půdy se nemusela přímo projevit odtokem, ale pouze výrazným podmáčením půdy. Výsledky jsou dokumentovány v tab. 2 a na obrázku.

Lektor Ing. I. Kott, rukopis odevzdán v listopadu 2002.

ROZLOUČENÍ S RNDr. MARIÁNEM WOLEKEM

„Pokud je to možné, vycházej dobře se všemi lidmi, aniž by ses vzdal sám sebe.“

(Z nápisu ve starém chrámu sv. Pavla v Londýně, objeveného v roce 1692.)

Dne 16. října 2002 se v krematoriu v Praze-Strašnicích rozloučila velmi početná obec českých meteorologů a zástupců slovenských institucí, zejména Slovenského hydrometeorologického ústavu, s RNDr. Mariánem Wolekem, náměstkem ředitele ČHMÚ pro meteorologii a klimatologii. Vyjádřili úctu a díky významné osobnosti slovenské a české meteorologie, jejíž ztráta, jak ve smutečním projevu konstatoval ing. Ivan Obrusník, DrSc., ředitel ČHMÚ, bude pro ústav těžko nahraditelná. Dr. Wolek zemřel náhle 9. října 2002 ráno ve Školicím a rekreačním středisku ČHMÚ v Radostovicích u Mladé Vožice, kde se zúčastnil semináře České meteorologické společnosti k problematice letecké meteorologie. Urna s popelem zesnulého byla 25. října 2002 uložena do rodinného hrobu na hřbitově ve Slavičím údolí v Bratislavě.

Dr. Wolek měl okolo sebe rád pohodu, k níž svým založením a způsobem života přispíval. Vlastní mu byl optimismus, se kterým překonával chvíle nemilé i bolestné. Staral se více o jiné než o sebe a nechtěl, aby se někdo zabýval jeho osobními problémy. Pravděpodobně by si ani nepřál, aby byly posmrtně příliš zdůrazňovány jeho životní zásluhy a aby *sa za ním len smútilo*, když s jeho osobou souviselo i hodně veselí. Protože však lidská paměť je krátká a co se nezapiše, ztrácí se, jakoby nikdy nebylo, nelze v tomto jediném českém meteorologickém periodiku nepřipomenout jeho práci a úseky jeho bytí. Činíme tak jak z úcty k němu, tak s ohledem na ty, kteří neměli možnost jej blíže poznat anebo kteří přijdou až po nás.

Marián Wolek se narodil 1. května 1944 v povážské obci Varíně (okres Žilina), o které tvrdil, že má městský statut, ale bratislavští prognostici o tom vždy pochybovali. Většina jeho pražských spolupracovníků, jimž se jeho metody řešení

zdanlivě neřešitelných problémů zdály až jánošíkovské, zase netušila, že Terchová, v níž se zbojník a lidový hrdina narodil, leží jen 15 km vzdušnou čarou od Varína.

Do základní i střední školy chodil dr. Wolek ve svém rodišti. Je pozoruhodné, že jedenáctiletou střední školu otevřeli ve Varíně, právě když ukončil povinnou školní docházku, a hned jakmile v roce 1961 odmaturoval, ji zrušili. Nepřipouštěl, že to bylo z obav, že by se na varínskou školu ještě mohl přihlásit nějaký žák jemu podobný. Rád vzpomínal na některé profesory, hlavně francouzštiny. Již ve škole se projevil jeho manažerské schopnosti, když, sám na nic nehrající, vedl studentskou dechovou kapelu, pro níž sehnal prostředky na zakoupení hudebních nástrojů a s níž zajížděl vystupovat daleko od školy, mimo jiné do Prahy.

V letech 1961–1966 studoval na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě fyziku se zaměřením na meteorologii a klimatologii, kde byl prof. Mikulášem Končekem, DrSc., ustanoven pomocnou vědeckou silou. Se školou byl ve spojení i mnoho let po promoci, když na ní externě přednášel, vedl a posuzoval diplomové práce. Během studia se intenzivně věnoval i horolezectví, čemuž nechce věřit, kdo ho poznal, až když byl silnější postavy. Zájem o lezení měl již v jinošském věku, kdy s chlapci chodil do Fatry, avšak s organizovaným horolezectvím začal až za studií v Bratislavě v oddílu v Slávii Univerzita. Byl odvážný a na sebe tvrdý, se spolulezcem si připsal hodnotný zimní prvovýstup na Vysokou, a byl i na Kavkaze. Katolický kněz, rovněž bývalý horolezec, který vedl pohřební obřad v Bratislavě, v promluvě vděčně připomněl, že mu Marián před mnoha roky v horách zachránil život. V horolezeckém oddílu se dr. Wolek seznámil také se svou pozdější paní, PhDr. Helenou Wolekovou, socioložkou a polistopadovou političkou, se kterou měl tři syny.

Jeho odborná kariéra začala po roční základní vojenské službě nástupem do Hydrometeorologického ústavu v roce 1967. Nejprve působil jako vedoucí inženýr pro meteorologii v synoptické a letecké meteorologii na bratislavském letišti a pak v letech 1972–1988 v různých funkcích na pracovišti



RNDr. Marián Wolek při zahájení provozu na nově vybudované profesionální meteorologické stanici v Chebu. Foto J. Jandouš.

radiolokační a družicové meteorologie na Malém Javorníku. I když výstavba a provoz tohoto vědecko-výzkumného komplexu v Malých Karpatech budou vždy právem spojovány se jménem RNDr. Dušana Podhorského, DrSc., bez přičinění mnoha mladých nadšenců, kteří tam v odlehlém lesnatém kraji vykonávali všelijaké práce bez ohledu na pracovní dobu, by určitě nevznikl. K nim patřil především dr. Wolek, který na Malém Javorníku strávil velký kus života, uplatnil své nápady, budovatelskou vášeň a organizační talent. Pamětníci vzpomínají, že při brigádnických akcích, např. kopání kanálů pro položení kabelů mezi budovami, býval první převlečen do montérek a s cigaretou v ústech očekával další pracovníky. Manuální šikovnost projevoval v řadě profesí; mimo jiné v kuchařské, když při častých posezeních na chatě vařival pro hosty skvělý guláš nebo v krbu pekl maso na *pahrebe* (hromadě žhavého popela).

Na Malém Javorníku při rozvoji distančních metod v meteorologii prožil svůj největší odborný růst. Za jeho působení družicová meteorologie přešla z manuálního režimu na automatický a uskutečnily se první pokusy automatizace radiolokačních měření. O výsledcích svého pracovního týmu referoval na četných poradách a seminářích československých a zahraničních odborníků, z nichž část se konala přímo na Malém Javorníku. V 70. a 80. letech na celostátních letecko-meteorologických konferencích přednášel o významu meteorologických družic pro předpověď počasí, o využití družicových informací pro zabezpečování leteckého provozu, automatické klasifikaci oblačnosti nebo komplexním automatickým meteorologickým systémem zemí Rady vzájemné hospodářské pomoci. Byla to doba překotného zavádění tehdy jedině dosažitelné sovětské měřicí a výpočetní techniky, čas plný omylů a hledání v západním světě již objeveného a fungujícího, který odráželo i Wolekovo vtipné úsloví *technika kráča mílovými kroky hned za Sovětským svazem*, které jsme od něho slyšeli i v pozdějším období.

Oceněním Wolekových schopností byla jeho účast na čtyřměsíčním výzkumném projektu MONSUN 79 v Tichém a Indickém oceánu na přelomu let 1978 a 1979. Během plavby se zabýval klimatografií oblačnosti na základě pozorování japonské meteorologické družice GMS a vypracoval metodiku zpracování oblačných dat, kterou převzaly následující expedice. Podílel se i na řešení projektů zahrnutých do mezinárodních programů pro výzkum kosmického prostoru INTERKOSMOS a pro využití družice EUMETSAT.

Dvě meteorologické radiolokační stanice v tehdejší Československu (kromě Malého Javorníka observatoř Praha-Libuš) nestačily k pokrytí celého státu radiolokačním signálem, a proto bylo nutné zřídit další stanice, které by doplnily jednotnou celostátní radiolokační síť. Zejména Wolekovou zásluhou byla jako první vybudována meteorologická radiolokační stanice na Kojšovské holi ve Slovenském Rudohoří, nacházející se v obtížném terénu v nadmořské výšce 1246 m (pravidelná měření začala v roce 1990), která je dnes druhým radiolokačním bodem Slovenské republiky. Smysl pro investiční výstavbu Mariána Woleka neopustil ani poté, co byl v roce 1988 nucen z Malého Javorníka odejít a našel uplatnění v letecké meteorologické službě v Bratislavě. Organizoval výstavbu a rekonstrukci leteckých meteorologických stanic v Nitře, Lučenci, Prievidzi, Košicích, Bratislavě a v Kamenici nad Cirochou.

Po sametové revoluci se v roce 1990 vrátil na Malý Javorník a určitou dobu byl vedoucím odboru distančních měření. Od 1. srpna 1992 se stal vedoucím úseku meteorologie SHMÚ, avšak jen nakrátko, neboť již 1. února 1993 přešel do Prahy do ČHMÚ, kde nastoupil do funkce náměstka

ředitele pro meteorologii a klimatologii; o dva měsíce později se stává i zástupcem ředitele ústavu. Jeho rozhodnutí změnit pracoviště, i když ho k němu do značné míry přiměly zhoršující se politické poměry na Slovensku, mnohé jeho kolegy překvapilo, jelikož si nedovedli představit jeho život na dvě strany (trvalé bydliště si ponechal v Bratislavě), ani jeho prosazení se jako „roduverného“ Slováka v Čechách. Podcenili ho.

Pražské prostředí pro něho nebylo cizí. Již předtím dlouhé roky spolupracoval s českými odborníky a pracovní náplň českého ústavu dobře znal. Obdivuhodně brzy se seznámil s poměrně složitě strukturovanou pozorovací sítí a navštívil všechny hlavní objekty. Do nového prostředí zapadl také proto, že byl velmi přizpůsobivý, zkušený a odborně zdatný, nezvyklý na pohodlí a že vynikal darem rychle navazovat přátelství. Svým jednáním i svou mateřštinou kolem sebe šířil slovenské „fluidum“, a jeho paní sekretářka, kterou důvěrně oslovoval *Janka*, se stala jeho spolehlivou překladatelkou do českého jazyka. Nikdy nechodil do práce, ale do *pracovného procesu*. Do řeči občas úmyslně vplétal maďarské výrazy, které v Praze, na rozdíl od Bratislavy, zněly až exoticky, a před Vánocemi vařival *kapustnicu* (zelnou polévku), jak byl zvyklý doma. A podobně jako na Slovensku i v českých zemích rád organizoval a zúčastňoval se různých společenských setkání, pro která měl název *opiáš*.

Jeho úkolem v ČHMÚ bylo přispět k dořešení personálních otázek souvisejících se změnami probíhajícími po roce 1989, hlavní úlohou však byla přestavba a automatizace základních pozorovacích sítí, která se měla uskutečnit v meteorologii, klimatologii i agrometeorologii, a dále vytváření moderní databáze. Bohaté zkušenosti s investiční výstavbou získané na Slovensku dr. Wolek využil při výstavbě nových meteorologických radiolokačních stanic Skalky na Drahan-ské vrchovině (otevření 1995) a Praha v Brdské vrchovině (2001), které tvoří síť moderních dopplerovských radarů, jejichž horizonty pokrývají celou Českou republiku. Inicioval postavení meteorologické stanice v Chebu, letecké meteorologické stanice v Liberci, podporoval inovaci příjmu dat z meteorologických družic v Praze-Libuši, vybavení letišť automatizovanými měřicími systémy, dostavbu areálu komořanského zámku, zřízení a výstavbu centrálního prognózního pracoviště v Praze a regionálních předpovědních pracovišť na pobočkách ústavu, které prokázaly svou funkčnost i během nedávných povodňových situací.

Budováním pozorovacích objektů ve slovenském a českém ústavu sledoval kromě zkvalitnění jejich činnosti zlepšení pracovních podmínek pozorovatelů, protože funkce, které zastával, chápal jako službu. To mohou nejlépe potvrdit vedoucí profesionálních stanic. K ocenění náročné práce pozorovatelů využíval i kulatých výročí stanic, např. 100 let pozorování na Lysé hoře (1997) nebo 50 let meteorologické stanice Churáňov (2002), z nichž byly vydány pěkné sborníky referátů.

Své představy o perspektivách hydrometeorologické služby České republiky při prohlubující se mezinárodní spolupráci vylíčil v rozhovoru, který byl uveřejněn v Meteorologických zprávách v roce 2001 (roč. 54, č. 1). Jako náměstek ředitele ČHMÚ často cestoval do zahraničí, kde navazoval spolupráci na projektech společných s METEO FRANCE, v komisích Světové meteorologické organizace v Ženevě a při budování středoevropského pracoviště RC LACE v Praze. Jeho poslední zahraniční služební cesta vedla do Montrealu v září 2002 na 22. zasedání komise pro leteckou meteorologii ICAO. Zvláště mladí, schopní a ambiciózní pracovníci ústavu mu vděčí za to, že jim umožňoval účast na

zahraničních vědeckých konferencích a studijních pobytech, o kterých by se jim před více než deseti lety mohlo jen zdát.

Dr. Woleka poutalo přátelství s armádou, i když jako absolvent vojenské katedry po skončení školy nesloužil u povětrnostní služby, ale i u jiné zbraně. Říkal, že *na vojne vždy bol aký-taký poriadok* a že *vojaci sú zvyknutí poslúchať*, což se mu líbilo. Udržoval vzájemně výhodné odborné styky mezi civilní a armádní meteorologií, které byly završeny dosažením sdružené investice při výstavbě již zmíněné radiolokační stanice na kótě Praha v Brdech, kde stavbu věže financovala armáda a dodávku a instalaci radiolokátoru ČHMÚ. Nedostatek absolventů civilních vysokých škol v ústředí i na pobočkách ústavu odstraňoval přijímáním vojenských specialistů – bývalých důstojníků od povětrnostní služby, kteří odešli od armády v aktivním věku, nebo už byli ve výslužbě. Zasloužil se také o navázání spolupráce ústavu s orgány letecké a silniční dopravy, které významně pomáhaly řešit finanční situace ČHMÚ, pěstoval kontakty s vysokými školami a pracovišti Akademie věd České republiky, hlavně s Ústavem fyziky atmosféry, jehož byl členem vědecké rady.

Nezanechal velké literární dílo (asi 15 publikací), avšak k prezentaci výsledků výzkumu vybízel své podřízené, inicioval příležitostné tisky a ze své funkce usměrňoval náplň tohoto časopisu. Rozhodujícím způsobem se zasadil o vydání knihy *Dějiny meteorologie v českých zemích* a na Slovensku (2001), která by bez finančního zajištění ze strany ČHMÚ zůstala v šuplíku. Sám si pro sebe k soustavnějšímu psaní ani nevytvářel podmínky; často byl na cestách, neustále něco projednával a zařizoval, jedna akce střídala druhou.

Uspokojení nacházel v organizačnické a řídicí práci, ve které, přestože někdy působila chaotickým dojmem, většinou dosahoval, co chtěl. Zajímal se o historii, rád četl literaturu faktu, zato měl odpor k dlouhým vyhláškám, směrnicím a nařízením, které pokud možno nečetl s odůvodněním, že *je to veta písmen*. Ke klotovým rukávům měl vůbec velmi daleko. Před úřadováním a korespondencí dával přednost projednání záležitostí na místě samém: *ja prídem a podiškurujeme*.

Zvolil si nesnadný způsob života, který jeho naturelu v podstatě asi vyhovoval. Žil naplno, a i když to zní nadneseně, své síly věnoval především rozvoji pracovišť. Byl družný a přátelský, oblíbený a jeho kamarádský přístup ke spolupracovníkům a podřízeným mu neubíral na autoritě. Byl vtipný a lidový, zlobil se jen výjimečně a nepoužíval sprostá slova. Lidé ho měli rádi také proto, že si většinou na nic nestěžoval, a pokud šlo o jeho osobu, nepřiznával si obtíže. Škoda, že jen malou pozornost věnoval svému zdraví, a to i v posledních letech, kdy se jeho zdravotní stav povážlivě zhoršoval. Jeho volání *fajčiarska prestávka*, kterým se v touze po cigaretě domáhal přerušení porad, se v ústavu stalo pověstným. Snad ho předčasný skon v 58 letech života uchránil od velkých utrpení, která mu mohla postupující choroba v budoucnu přinést.

Zemřel v zaměstnání a v krásném prostředí, v místě, na které rád jezdil a mezi lidmi, se kterými s potěšením spolupracoval. Jako účastník prvního z posledních rozloučení s ním, v Radostovicích, se zdráhám napsat, že bylo impozantní a symbolické, ale takové je cítím a mám vryto do paměti. Venku a v lesním tichu kolem otevřené rakve pomalu přecházelo v hlubokém zármutku a beze slova na osmdesát českých a slovenských meteorologů a v duchu mu vzdávalo úctu a vděčnost za vše, co pro hydrometeorologickou službu a pro mnohé z nich vykonal.

Pane náměstku a příteli Mariáne, nezapomeneme.

Karel Krška

50 LET METEOROLOGICKÉ OBSERVATOŘE CHURÁŇOV

Autor J. Staněk a kol. Praha, Český hydrometeorologický ústav 2002. 105 stran.

V padesátých letech minulého století byla vybudována řada profesionálních meteorologických stanic podle jednotného stavebního projektu. Byly to stanice Lysá Hora, Kuchařovice, Červená u Libavé, Přimda a také Churáňov.

Při příležitosti jubilea jedné z těchto stanic – Churáňova – vydal Český hydrometeorologický ústav publikaci, ve které jsou v almanachové formě zveřejněny vzpomínky pozorovatelů a na popisu činnosti stanice pak je zachycena i celá historie objektu a působícího personálu (kapitola Seznam pracovníků stanice v její historii). Navíc publikace, která je dílem širokého kolektivu 21 autorů, seznamuje veřejnost v několika kapitolách i s výsledky pozorování, a tak do jisté míry poskytuje informace o režimu počasí v centrální oblasti Šumavy.

Obsah publikace je rozvržen do čtyř samostatných oddílů.

První je věnován vzpomínkám a retrospektivním úvahám zakladatele stanice, jeho pokračovatelů i současného vedoucího stanice. Závěr tohoto oddílu ozvláštňuje esej významného jihočeského básníka, a zároveň pozorovatele na Churáňově – Romana Szpuka – s názvem *Meteorologický maják nad mořem lesů* (v obdobném ladění je v epilogu publikace od téhož autora úvaha *O pozorování počasí aneb lidský rozměr jednoho povolání*).

Druhému oddílu nazvanému *Co lze vyčíst z datových řad stanice Churáňov* dominuje obsáhlá stať J. Bednářika Stručná klimatografie Churáňova.

V hlavní části nazvané *Význam činnosti meteorologické stanice Churáňov pro vědu, výzkum a vybrané obory národního hospodářství* jsou shrnuty exaktní výsledky napozorovaných údajů, v jejichž rámci autoři odvodili řadu cenných poznatků o variabilitě klimatického režimu této lokality v druhé polovině 20. století. Standardní tematický rámec překračují např. kapitoly o sledování těžkých kovů v lišejníku a rašeliníku nebo o fotografování bolidů na MS Churáňov v rámci mezinárodního programu Evropské bolidové sítě.

Publikace vyšla s krásnou barevnou fotografií stanice na obálce a součástí obsahu jsou i četné tabulky, černobílé i barevné grafy a fotografie.

Na vydání knížky, která je v malém počtu k dispozici v nakladatelství ČHMÚ, se kromě autorského kolektivu v nemalé míře podíleli Ing. Josef Hladný, CSc. a zesnulý náměstek pro meteorologii RNDr. Marián Wolek.

Zdeněk Horký

XIV. ČESKO-SLOVENSKÁ BIOKLIMATOLOGICKÁ KONFERENCE

Ve dnech 2.–4. září 2002 se v Lednici na Moravě uskutečnila XIV. Česko-Slovenská bioklimatologická konference, kterou uspořádala Česká bioklimatologická společnost, Slovenská bioklimatologická společnost při SAV, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Katedra biometeorologie a hydrologie Fakulty zahradnictví a krajinného inženýrství Slovenské polnohospodářské univerzity v Nitre, Ústav krajinné ekologie Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně a Odbor pedologie České akademie zemědělských věd. Tíha přípravné a organizační práce spočívala především na předsedovi České bioklimatologické společnosti RNDr. Ing. Jaroslavu Rožnovském, CSc., a na pracovnících sekreta-

riátu brněnské pobočky ČHMÚ. Konference se zúčastnilo 94 odborníků z mnoha institucí, z toho 39 ze Slovenska. Podobné akce se konají střídavě v českých zemích a na Slovensku (loňská konference se uskutečnila v Račkové dolině v Západních Tatrách).

Odbornou náplň bioklimatologických konferencí obvykle usměrňuje široce pojaté téma o vzájemných vztazích mezi organismy a prostředím, které zastřešuje pestré zájmy a rozmanitou činnost bioklimatologů a pracovníků příbuzných profesí. Pro lednickou konferenci byl zvolen námět Bioklima – Prostředí – Hospodářství. Upozorňuje na dvě stránky hospodářské činnosti člověka, které souvisejí s technickým pokrokem: jednou je zlepšení životních podmínek a dosažení dříve nemyslitelných požitků, druhou narušení přírodních poměrů a zhoršení životního prostředí.

Místo konference bylo vybráno velmi vhodně. Marně bychom na Moravě jinde než na Valticku hledali krajinu, kterou lidská činnost proměnila v takovém rozsahu k hospodářské prosperitě při respektování zákonitostí přírody. Odvodňování i zavlažování, velkoplošné terénní úpravy, ochrana před povodněmi a vybudování rybníční soustavy zvýšily její užitkovost a současně zkvalitnily životní prostředí. Zakládání parků, travnatých ploch a výstavba mnoha uměleckých objektů apod. zvýšily estetickou úroveň krajiny. Již v 17. století bývalým majitelům panství, členům rodu Lichtenštejnů (od roku 1249), určil směr budoucího podnikání a uměleckého snažení kníže Karel Eusebius. Podle něho finanční prostředky mají sloužit k tomu, aby člověk po sobě zanechal umělecká díla, jež mají být ozdobou rodového jména, být svědectvím bohatství a moci, nikoliv pýchy a vychloubavosti. Lednicko-valtický areál pro svou výjimečnou umělecko-historickou a kulturní hodnotu byl zařazen mezi světové památky UNESCO.

Organizátoři zvolili místo konání konference i z ryze praktických důvodů. V místě sídlí Zahradnická fakulta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, jejíž posluchárny, koleje i jídelnu mohli využít účastníci jednání. (Je pozoruhodné, že Lednice je jedinou obcí – vesnicí v České republice, v níž byla zřízena fakulta vysoké školy.) Vedení fakulty v čele s děkanem doc. ing. Milanem Rajnochem, CSc., patří díky za poskytnutou pomoc a podporu akce i za výzdobu v aule, která byla ukázkou výtečné práce vazačů květin.

V první den konání konference účastníci vyslechli tyto přednášky v plenárním zasedání:

I. Obrušník: Úloha předpovědní a výstražné služby ČHMÚ při snižování následků přírodních pohrom.

M. Lapin – M. Melo: Scenáře časových radov 10 klimatických prvků pro období 2001–2090 podle modelů CCCM2000 a GISS98.

J. Škvarenina a kol.: Bioklimatologický a ekofyziologický výzkum v biosférické rezervácii Poľana.

M. Wolek: Programy agrometeorologie v Svetovej meteorologickej organizácii.

V. M. Marek: Vazby mezi bioklimatologií a produkční ekologií lesních porostů.

K. Krška: Počátky bioklimatologického výzkumu Moravy (Fenologie, agrometeorologie a silvimeteorologie do konce 2. světové války).

P. Cudlín a kol.: Retenční schopnost malých povodí ve vztahu k využití území a diverzitě krajiny.

J. Střeššík: Srážková bilance a průtoky vody ve Vltavě za dvě století.

T. Litschmann a kol.: Vyhodnocení period sucha v časových řadách pražského Klementina a Hurbanova pomocí PDSI.

V. Květoň: Tepelná zátěž, teplotní rekordy a sdělovací prostředky.

J. Zvonár – Z. Čabajová: Meteorologické faktory a komplikace osteoporózy.

J. Kyselý a kol.: Úmrtnost spojená se stresem z horka v ČR – první výsledky.

Druhý den konference probíhalo jednání v sekcích.

V sekci klimatologie odznělo sedm přednášek, které se týkaly sluneční činnosti a slunečního záření, očekávaných klimatických změn, homogenizace teplotních řad, extrémních srážkových úhrnů a vývoje větrnosti. Ve fyto bioklimatologické sekci (8 přednášek) byly probírány jarní a podzimní mrazy jako nebezpečné jevy v zemědělství, byla porovnána fenologická pozorování prováděná v Rakousku a Česku, byl prezentován model pro prognózu výnosu obilnin a analyzovány vlastnosti porostního mikroklimatu u různých druhů plodin. V sekci zoobioklimatologie (9 přednášek) byla pozornost věnována bioklimatologickým faktorům chovu a přepravy hospodářských zvířat, zejména prasat, i modelování zachytu hmyzu v pastích v závislosti na povětrnostní situaci.



Obr. 1 Zahájení konference.

Úvodní slovo prof. ing. Františka Špánika, CSc., předsedy Slovenské bioklimatologické společnosti při SAV.

Sekce čistoty ovzduší (7 přednášek) se zabývala emisními zátěžemi z automobilové dopravy i atmosférickými polutanty a chemismem srážek a hnojiv ve vztahu k biotě a půdě. Dva referáty pojednávaly o koncentraci troposférického ozonu. V sekci lesnické bioklimatologie byly předneseny jen 4 přednášky, protože o výsledcích silvimeteorologického výzkumu, např. ve středoslovenské biosférické rezervaci Poľana, bylo referováno na jiných místech. Přednášky se týkaly vitality smrku na nepůvodních stanovištích, vláhové bilance lužního lesa, vlivu fotosynteticky aktivního záření na přírůstky jedle a újmy na životním prostředí následkem poškození lesa. Sekce krajinné ekologie a hydopedologie (7 přednášek) pojednala o metodách hodnocení sucha, režimu a odběrech podzemní vody, vlivu obrábění půdy na zásoby půdní vláhy, o náletové vegetaci na kalových polích aj. V posterové sekci autoři vystavených materiálů podávali zájemcům informace přímo u panelů.

V závěrečném dni se uskutečnila exkurze, rozdělená do dvou částí. První byla plavba na lodích První plavební s. r. o. po Zámecké Dyji lednickým parkem a dále po říčních meandrech Staré Dyje, původně hlavního toku Dyje před vodohospodářskými úpravami jižní Moravy, k romantické umělé zřícenině Janova hradu. Druhou částí byl autobusový zájezd po trase Lednice – Strachotín – Klentnice (Pavlovské vrchy, zřícenina Sirotního hrádka) – Mikulov (historie a geografie města) – Lednice.

Z konference vyšly dva materiály. Publikaci „XIV. Československá bioklimatologická konference BIOKLIMA-PRO-STŘEDÍ-HOSPODÁŘSTVÍ. Sborník abstraktů“ vydala Česká bioklimatologická společnost v nakladatelství ČHMÚ (80 stran, náklad 150 výtisků). Obsahuje 57 abstraktů přednášek většinou v anglickém jazyce, některé jsou napsány v angličtině a češtině, jiné jen v češtině. Je škoda, že záslužná publikace, sestavená pod redakcí J. Rožnovského a T. Litschmanna, utrpěla tím, že někteří autoři nedodrželi termín odevzdání svých příspěvků anebo se neřídili vydanými pokyny. Přílohou sborníku abstraktů je kompaktní disk, obsahující plné znění 60 přednášek a 20 posterů z konference a dále 13 referátů ze semináře o suchu, který se konal dne 19. 11. 2001 v budově pobočky ČHMÚ v Brně. Redaktory CD byli rovněž J. Rožnovský a T. Litschmann.

Kdo organizoval akci podobnou lednické, ocení námahu všech, kteří ji dobře připravili. K jejímu zduaru přispělo slunné a teplé počasí časného podzimu.

Karel Krška

SEMINÁŘ METEOROLOGICKÉ ZABEZPEČOVÁNÍ LETECKÉ A JINÉ DOPRAVY

Seminář se uskutečnil ve dnech 8.–10.10. 2002 a byl pořádán Českou meteorologickou společností ve spolupráci s dalšími meteorologickými institucemi, z nichž na prvním místě třeba výslovně jmenovat Český hydrometeorologický ústav jako hostitelskou organizaci poskytující ve svém rekreačním a školicím středisku v Radostovicích u Mladé Vožice ubytovací a stravovací kapacity včetně dalšího technického zabezpečení.

Šlo o tradiční každoročně opakovanou akci, jejímž cílem bývá výměna informací nejen ke zvolenému tématu, ale i v širším kontextu života toho, co se vžilo nazývat pěkným, i když možno trochu archaickým označením „meteorologická obec“. Nelze pominout, že po rozdělení Československa se tyto semináře staly významným místem pěstování styků a pozitivních kolegiálních vztahů mezi českými a slovenskými meteorology i pracovníky dalších příbuzných oborů.

Tentokrát byla hlavní náplní semináře letecká meteorologie. Pokud jde o „jinou dopravu“, byla zastoupena několika referáty o meteorologii ve vztahu k dopravě silniční. Na rozdíl od některých seminářů z let minulých nebyly letos většinou prezentovány vědecké výsledky dosažené v meteorologickém výzkumu, přesto však seminář poskytl účastníkům užitečný přehled o současném technickém a organizačním rámci letecké meteorologie a v určitém rozsahu přispěl i k výměně informací a poznatků mezi specialisty. Byly otevřeny a diskutovány i některé otázky přesahující jeho užší rámec. Jako nejvýznačnější a typický příklad v tomto směru možno uvést problematiku typizace meteorologických situací.

Seminář měl 83 účastníky a k této zprávě připojujeme pro podrobnější informaci též seznam přednesených referátů.

Bohužel seminář byl krutě poznamenán tragickou událostí, když na počátku jednání druhého dne náhle a v plném pracovním nasazení zemřel jeho význačný účastník, náměstek ředitele Českého hydrometeorologického ústavu, RNDr. Marián Wolek. Ostatní účastníci tak měli smutnou příležitost krátkého rozloučení s touto významnou osobností slovenské i české meteorologie, s oblíbeným kolegou a především dobrým člověkem. Je pocho-pitelné, že smutná nálada, pro mnohé snad možno říci přímo tvrdý ořes, pietní vzpomínání na oblíbeného kamaráda i vědomí mezery, která po jeho odchodu zůstala nezaplněna, dominovalo společenské a kuloárové stránce celé zbývajících částí semináře.

Seznam přednesených referátů:

J. Bednář (MFF UK): Zahájení semináře za ČMeS

M. Wolek (ČHMÚ): Úvodní referát

K. Krška (ČHMÚ): Počátky a rozvoj československé letecké meteorologie

K. Krška (ČHMÚ): Československé letecké meteorologické konference, jejich temata a odborný přínos

J. Pavlík (ČHMÚ): Systém integrované výstražné služby v meteorologické předpovědní službě ČHMÚ

S. Racko a kol. (ČHMÚ): Typizace synoptických situací

B. Techlovský (ČHMÚ): Rozvoj meteorologického zabezpečení letiště Praha-Ruzyně do r. 2006

C. Kunzo (SHMÚ): Využitie nových technických prostriedkov pri príprave leteckých predpovedí a výstrah

M. Konrád (Letecký ústav VUT): Nízká oblačnosť na letištích Brno a Ostrava

J. Förchtgott: (přednesl Sulan) "F indexy a metoda "4V" - autokonvekce nejen při zemi"

J. Förchtgott: (přednesl Prokop) Letové podmínky v biosféře – VFR

F. Hudec – J. Parobek (VA Brno): Zvláštnosti meteorologického zabezpečení výcviku na letounech nové generace

M. Prokop: (CD Zejdových) Meteorologické zabezpečení rekordních plachtařských letů v Austrálii

J. Kráčmar (ČHMÚ): Modernizace sítě CZRAD pro zabezpečení letového provozu

P. Novák (ČHMÚ): Metody zpracování a vizualizace dat z české meteoradarové sítě CZRAD

M. Flajšman – R. Piwko (PÚ AČR): Způsoby hydrometeorologického zabezpečení NATO

M. Šálek (ČHMÚ): Možnosti a omezení nowcastingu

M. Škuthan (ČHMÚ): Silniční meteorologie

M. Škuthan (ČHMÚ): SIRWEC - Mezinárodní aktivity

J. Sulan (ČHMÚ): Co by měl vědět meteorolog zabezpečující zimní údržbu silnic

M. Novák (ČHMÚ): Praktické zkušenosti s meteorologickým zabezpečením silniční dopravy v Ústeckém a Libereckém kraji

Jan Bednář – Helena Vondráčková



ÚPRAVA CITACÍ V METEOROLOGICKÝCH ZPRÁVÁCH OD ROKU 2003

Od 1. čísla Meteorologických zpráv v roce 2003 přistupujeme k drobným úpravám bibliografických citací. Naším cílem je přiblížení k citační praxi uplatňované zejména v akademické obci i v zahraničí, i když postupy nejsou zcela jednotné. Po zevrubném zvážení jsme jenom částečně akceptovali poměrně komplikovanou normu ČSN ISO 690 Bibliografická citace, protože její absolutní prosazení by bylo velmi problematické jak z hlediska autorského, tak i redakčního. **Hlavní změnou proti současné praxi je forma psaní jména autora z malých písmen na velká (bude uváděno maximálně pět autorů), přerazení doby vydání (vročení) hned za jméno autora, uvádění názvů seriálových publikací, tj. časopisů, ročenek, sborníků apod., v nezkrácené podobě v kurzívě a navíc i uvádění ISBN u knih a ISSN u seriálových publikací, pokud je to možné. V textu článku bude i nadále uváděn v hranatých závorkách pouze číselný odkaz na citovaný pramen.**

Příklady citací

Monografie

KRŠKA, K. – ŠAMAJ, F., 2001. Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum. 568 s. ISBN 80-7184-951-0.

Seriálová publikace – časopis

RACKO, S. – SIMON, A. – SOKOL, A., 2002. Niektoré z príčin búrok v zimnom období. *Meteorologické zprávy*, roč. 55, č. 3, s. 69–81. ISSN 0026-1173.

Seriálová publikace – sborník

VAVRUŠKA, F., 1999. Porovnání měření teploty vzduchu na klasických a automatických meteorologických stanicích. In: *Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu*. Praha: ČHMÚ, sv. 47, s. 53–56. ISBN 80-85813-65-3, ISSN 0232-0401.



NABÍDKA PUBLIKACE

POVODEŇ NA ŘECE ODŘE V ČERVENCI 1997

Autor Tomáš Řehánek. 43 stran. Cena 120,- Kč.

V roce 2002 vydal Český hydrometeorologický ústav studii Povodeň na řece Moravě v červenci 1997, která podrobně zmapovala průběh povodně od pramene Moravy až po její ústí do Dunaje. Obdobně byla zpracována i tato práce, avšak pro povodí řeky Odry nacházející se severní Moravě a ve Slezsku. Cílem bylo zachovat základní údaje o mimořádné povodni z roku 1997 a doplnit je o některé dosud nezpracované výsledky, např. průběhy průtoků v místech poškozených či zničených stanic. Studie vychází z naměřených a zpracovaných údajů všech vodoměrných a srážkoměrných stanic ČHMÚ, které byly v té době v činnosti. Pro zpracování byly dále využity měřené hodnoty přítoků vody do významných vodních děl od Povodí Odry, s. p. a podklady uvedené v seznamu literatury.

K vyhodnocení povodně byly využity záznamy vodních stavů vodoměrných stanic z klasických limni-grafů typu Metra a záznamy z automatických registračních přístrojů typu Noel. Mimo provedená přímá hydrometrická měření průtoků, z nichž nejvýznamnější jsou uvedena v přílohách, byly měřeny povrchové rychlosti pomocí plováků. Dále bylo k vyhodnocení průtoků využito zaměření příčných profilů, hydrologických šetření, fotografií a videozáznamů.

Velikostmi dosažených kulminací i objemů vod byla tato povodeň největší nejméně od roku 1895, tj. od doby, kdy jsou v zájmovém území známy spolehlivé údaje. Ze spadlých 495 mm srážek na plochu povodí Odry (2,55 miliardy m³ vody) oteklo řekami téměř 60 % (1,50 miliardy m³).

Publikaci lze objednat na adrese:

Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany.
Tel./fax: 02/44032721. E-mail: jiratova@chmi.cz

Na objednávkę uvádějte svoje IČO.