
FAKTA A MÝTY O POVODNÍCH

JOSEF HLADNÝ*

* Oddělení povrchových vod, ČHMÚ; e-mail: hladny@chmi.cz

ÚVOD

Povodňové situace v České republice z posledních let rozbouřily hladinu veřejného mínění o odolnosti a ochraně životního prostředí před ničivými účinky povodňových pohrom tak jako nikdy předtím. Není divu.

Během poměrně krátkého období od roku 1997 dosáhly škody v České republice závratné výše 142 miliard Kč, byly devastovány nebo poškozeny tisíce obydlí, budov a hospodářských objektů včetně tisíců hektarů zemědělských pozemků, statisíce lidí bylo třeba evakuovat. Co je však nejhorší, navzdory veškerému vědecko-technickému pokroku zahynulo v průběhu povodňových událostí 92 lidí. Celkové újmy na kvalitě životního prostředí zřetelně signalizují, že jeho zranitelnost extrémními povodněmi v tomto prostoru střední Evropy vykazuje stále rostoucí tendenci. Rovněž nepřímé následky povodní dokumentují čím dál rozsáhlejší negativní řetězové reakce v socio-ekonomické sféře, jejichž důsledky se již obvykle jen stěží dají hodnotově vyčíslit, např. bankroty drobných podnikatelů, ochromení tržní sféry, růst nezaměstnanosti, újmy na zdraví a psychice obyvatelstva, apod.. Zvyšuje se rovněž citlivost rozpočtových zdrojů na následky povodňových katastrof, protože, i když velké povodně nezasahují najednou celé území státu, má náhrada takto vzniklých ztrát obvykle vliv na ekonomiku celé společnosti.

Jako by to byl projev ironie přírody vůči lidem, že podnět k radikální revizi tohoto vývoje a s ním spojené strategie boje proti povodním musela zavdat ona sama. V roce 1997 překvapila obyvatelstvo východní části státního území, jednak mohutností objemu spadlých srážek a nebývalou délkou jejich trvání a jednak ukázkou toho, jakou apokalypsu dokáže způsobit vodní živel, když se valí krajinou v podobě vlny enormních rozměrů mimo koryta říční sítě. Málokdo po takové pohromě, která neměla v řadě oblastí Moravy a Slezska obdobu po několik set let, předpokládal, že dojde k jejímu zopakování ve velmi krátkém odstupu pěti let, tentokrát v západní části republiky (zejména v povodí Vltavy), a to s vystupňovaným povodňovým dramatem v hlavním městě Praze.

Příroda tak v roce 2002 zpochybnila jeden z mýtů, že pravděpodobnost nástupu velké povodně se jejím uskutečněním vyčerpá a další povodňovou katastrofu lze pak

očekávat až po mnoha letech. Dějepis povodní z území České republiky však nejen prozrazuje, ale i varuje, že časové seskupování povodňových epizod do kratších údobí je možné, byť z hlediska historického a z hlediska zásahu stejného území nejde o běžný jev. Dokumentují to např. výskyty velkých povodní z let 1890 na Vltavě, 1897 v povodích Jizery a horního Labe a 1903 na horní Odře. Faktografií domněnky, že i období od roku 1997 lze považovat za takovou éru s nahuštěnou povodňovou frekvencí, dokreslují v mezidobí do roku 2002 kromě dvou zmíněných pohrom další nastalé povodňové případy, sice s prostorově menším rozsahem, ale také s výrazně nadprůměrnými škodami.

Studie všech posledních povodňových situací prokázaly, že bez důkladných regionálních znalostí příčin, které by osvětlily vznik a případné zesilování povodňových jevů, jakož i míru zvyšování odtoku z krajiny ovlivněné člověkem a bez realizace interdisciplinárně a integrovaně pojatých opatření, zvláště vodohospodářského a ekologického charakteru, nelze očekávat, že se docílí trvale platného snižování potenciálních ztrát.

Příroda nezná pojem „pohroma“. Povodně, pokud jde o jejich vznik, jsou neoddělitelnou, prostorově i časově nepravidelnou součástí oběhu vody. Svými erozními, sedimentačními, transportními, mechanickými a jinými účinky představují zákonitý článek dlouhodobých vývojových procesů krajiny. Škody vznikají teprve lidem, a to silami, které jsou mimo jejich kontrolu. Proto veřejnost tento povodňový projev přírodních sil pojímá jako destruktivní a stresový faktor. Ten se v prostoru území dnešní České republiky ještě před jeho kolonizací však vždy vyskytoval, a je proto třeba s ním počítat i v budoucnu.

Žádná povodeň není svým projevem stejná. Každá je jedinečná jako otisky lidských rukou v daktyloskopii. Mechanismy vzniku u téhož druhu povodní se mohou sice podobat, ale dynamika vyvolané situace v povodí a účinky na životní prostředí mají obvykle svá specifika. Z toho pro zmírňování škod vyplývá, že z každé povodňové situace je nutno se poučit a rozšiřovat si stále poznatky i zkušenosti, jak se před škodlivými důsledky těchto pohrom dokonaleji chránit.

Povodně z let 1997 a 2002 si pro svou extremitu, mohutnost a havarijní účinky vyžádaly zvláště důkladnou dokumentaci a mimořádný rozsah zpracování. Vláda České republiky k tomu uvolnila potřebné finanční dotace a svými usneseními uložila vypracování vyhodnocovacích projektů. Nyní jde o to, aby se tak draze nabyté vědomosti ujaly co nejdříve v praxi povodňové ochrany a zpřesnily některé klasické názory na její další vývoj.

ŽIJEME S POVODNĚMI, ALE JAK?

20. století, zejména převážná část jeho druhé poloviny, bylo na výskyt enormně velkých povodní chudší než předcházející údobí v 19. století. V historickém kontextu tak docházelo i přes řadu realizovaných preventivních opatření k jakémusi útlumu v potřebném tempu rozvoje povodňové ochrany. V praxi převládal stav, že zatímco objem kapitálu na průměrné jednotce plochy krajiny postupně narůstal, prostředky vynakládané na jeho povodňovou ochranu byly nepřiměřené, ne-li místy až nulové. Vytrácela se také generační paměť o tom, co dokáží způsobit povodně rozsáhlých prostorových rozměrů.

V důsledku této „pseudoabsence“ velkých povodní a dále i pod tlaky různých zájmů se šířila zástavba bez valného oficiálního a cílevědomého odporu do území údolních niv. Hospodářská činnost pronikala zejména v poválečných desetiletích často do bezprostřední blízkosti toků, mnohdy až na samotnou linii jejich břehového vymezení. Jakoby se zapomínalo, že prostor údolních niv byl odjakživa průtočným koridorem, vymezeným přírodou k tomu, aby jím mohl jakýkoliv objem povodňového odtoku z krajiny procházet.

Dominantním úsilím v průběhu tzv. průmyslové éry bylo velkou vodu pokud možno rychle ze zasaženého území odvádět. Teprve později, až ke konci 20. století, se začal více prosazovat názor zadržovat nadbytečný objem povodňových srážek vhodným způsobem v krajině, a brzdit tak koncentraci odtoku v říční síti, aby se vytvářely méně škodlivé průtoky. Proto se až do osmdesátých let minulého století nadále realizovaly úpravy toků, při nichž koryta ztrácela napřimováním a zkracováním často meandrovitý tvar svých tratí a vlivem zvětšujícího se sklonu hladiny tak docházelo ke zrychlování odtokového procesu. V nemalém počtu případů byly také některé úseky vodotečí, které stály v cestě šířící se výstavbě, zatrubněny či přeloženy, jejich původní řečiště zasypána a vzniklé plochy zastavěny. Z celkové délky 60 711 km přirozených vodních toků v České republice bylo zhruba 13 000 km upraveno a celkově došlo ke zkrácení přirozených tratí toků o 4 600 km. Na celkové délce všech toků se přitom 51,5% podílejí drobné vodní toky s plochou povodí menší než 5 km².

Nepříznivě k tomu všemu navíc přispívaly i změny v hospodářském využívání krajiny. Z porovnání její skladby v koncových letech obou polovin minulého století bylo určitým překvapením zjištění - na rozdíl od často opakovaných názorů - že podíl plochy trvalých porostů (lesy, louky) v horských oblastech se nejen nezmenšil, ale spíše mírně vzrostl. V nížinách tomu bylo naopak. Alarmující bylo však enormní zvětšení výměry zastavěných, dopravních, manipulačních a jiných ploch, odvalů, lomů, apod., a to o 142%.

Je známo, že tato složka krajiny zesiluje koncentraci povrchového odtoku, a zhoršuje tak vývoj budoucích povodňových situací.

Povodňová pohroma v červenci 1997 odhalila v preventivních opatřeních všechny naznačené i jiné nakupené hříchy minulosti. Srpnová katastrofa 2002 pak znovu důrazně upozornila na chronicky známá fakta, že jakékoliv váhání, opomenutí, odklady či podceňování ve vztahu k povodňové ochraně se musí dříve či později zaplatit za cenu mnohem nákladnějších ztrát. Tyto kruté lekce přírody mají stále stejné motto „Co povodně nejméně promíjejí, je nepřipravenost“.

POVODNĚ VEDOU

Povodňové ohrožení není jen český problém. Hodnota hmotných ztrát v celosvětovém měřítku následkem přírodních pohrom všeho druhu je v poslední dekádě osmkrát větší než v dekádě šedesátých let minulého století. Přitom až 70% z nich bylo způsobeno nebezpečnými meteorologickými a hydrologickými situacemi. Mezi nimi povodňové pohromy zauímají přední místo. V celkovém souhrnu škod ze všech přírodních pohrom se povodně podílejí na ztrátách lidských životů, počtu postižených osob a újmách na majetku zhruba jednou třetinou.

Tato smutná statistika se vyznačuje, pokud jde o povodně v České republice obdobnými poměry. Průměrné charakteristiky povodňových škod a jejich vztah k příčinným meteorologickým a hydrologickým příčinám, by proto měly být směrodatnými podklady při úvahách o sestavení příslušných rozpočtů na rozvoj preventivních protipovodňových opatření. Především by však měla být prioritou snaha odpovědných orgánů povodňové škody snižovat. Zahraniční ekonometrické výzkumy prokazují, že vhodnými preventivními opatřeními, dobře fungující a moderně vybavenou výstražnou i předpovědní službou a spoluúčastí obyvatelstva, osvětově vychovaného ke kázni a k pohotovému reakci, lze snižovat tyto ztráty až do 30% jejich skutečné výše (v závislosti na rozměrech povodně). Pro extrémní povodně je horní hranice možné redukce povodňových škod samozřejmě menší.

Generální tajemník OSN Kofi Annan, když komentoval principy týkající se nejen ochrany před škodlivými účinky povodní, ale i ochrany proti jiným přírodním pohromám vůbec, konstatoval „...od výchovy ke včasné reakci bude třeba přejít k výchově ke včasné prevenci“. Ekonomické analýzy dokazují, že 1 USD investovaný do preventivních záměrů může být v rámci celkových škod způsobených přírodními katastrofami ekvivalentem

zachráněných hodnot pohybujících se podle specifických podmínek v rozsahu od 100 do 1000 USD. V zemích, kde jsou povodně stálým nebezpečím by se tedy mělo vyplatit, aby se systém povodňové ochrany, zdokonalený vždy o nové zkušenosti z proběhlé povodně, začal ihned připravovat na povodeň příští.

CHIMÉRA ABSOLUTNÍ POVODŇOVÉ OCHRANY

Snaha o zvyšování retenční schopnosti krajiny patří v moderní době nepochybně k jednomu z ambiciózních přístupů ke zmírňování povodňových škod. Zatím zůstává otázkou, s jakou maximálně možnou úlevou v povodňovém zatížení lze počítat při aplikaci tohoto postupu. Modelové simulace vlivů změn ve skladbě krajiny v kombinaci s virtuálně započítaným účinkem řízených rozlivů v poldrech a využitím retenčních prostorů v možných nádržích na odtokový proces, naznačily, že i tento druh prevence bude mít při výskytu takových extrémů, jakými byly povodně v červenci 1997 a v srpnu 2002, svůj strop. Potvrzují to i některé zkušenosti ze zahraničí. Např. Univerzita v Kaiserlauternu v SRN provedla kvantitativní vyhodnocení významných antropogenních zásahů do vodního režimu v povodí Rýna (odlesnění, urbanizace aj.) za 50 let. Výsledkem simulačních výpočtu bylo zvýšení vodních stavů ve střední trati řeky okolo 20 cm, zatímco zdvihy hladin za katastrofálních povodní v povodí Rýna v roce 1993 a 1995 se pohybovaly v tomtéž úseku okolo 6 m. O platnosti mýtu, že by se daly povodně úpravou krajiny zmírnit až do neškodného projevu, je možné diskutovat patrně jen u menších povodní. Limit takové povodně může být však podle specifik fyzicko-geografického prostředí různý, měl by se zkoumat proto pro každé povodí zvlášť.

Relativně ještě vyššího účinku ve zmírňování škod lze dosáhnout jen za předpokladu, bude-li tento přístup tvořit s ostatními opatřeními jeden systém. Z toho vyplývá jedna ze strategických zásad povodňové ochrany v České republice: poskytnout pokud možno řízeným způsobem co největší prostor říčním rozlivům, údolní nivy maximálně postupně uvolňovat, zabraňovat další urbanizaci v inundačních územích a v ekonomicky i sociálně zdůvodnitelných případech se pokusit přemístit objekty riskantně lokalizované. Ostatní prostor, kde tyto postupy nelze uplatnit, chránit technickými opatřeními, která by však měla tvořit integrovaný celek s aktuální schopností krajiny zadržovat vodu.

Absolutní ochrana území před povodněmi však není reálná. Je třeba vycházet ze sociálně a ekonomicky vyhovujících možností prevence, diferencovaných podle

specifických poměrů jednotlivých částí krajiny. V boji s povodní se tedy musí počítat i s rizikem možného výskytu takového ohrožení, které bude překračovat ochranný účinek veškerých stávajících protipovodňových opatření. Za takových podmínek se prodlužuje či komplikuje obvykle i účinnost záchranných prací. O záchraně lidských životů potom rozhoduje včasné varování a schopnost jedince odolávat rozbouřenému živlu. Proto je třeba za jednu z prioritních a permanentně prováděných protipovodňových aktivit považovat osvětovou výchovu ohroženého obyvatelstva a pravidelné školení personálu zapojeného do systému ochrany proti škodlivým účinkům povodní.

BUDE EXTRÉMNÍCH POVODNÍ PŘIBÝVAT?

Dva tábory odborníků mají rozdílný názor na rostoucí trend povodňových škod. Ten početnější zastává klasický názor, že povodní nepřibývá ani neubývá. Nárůst škod zdůvodňují expanzí hospodářské činnosti do údolních niv a postupným zvyšováním cenových relací zaplaveného majetku. Dnes se např. vnitřní vybavení obydlí včetně garáží již cenově často přibližuje ceně nemovitosti. Dříve tomu tak nebylo. Druzí kalkulují se zvýšenou frekvencí a extremitou povodní v souvislosti s globální změnou klimatu.

Na příčiny současného oteplování a s tím související změnu klimatu existuje v současné době ve vědeckém světě několik názorových směrů:

1. skupina odborníků, nejpočetnější, kalkuluje se skleníkovým efektem jako dominantní příčinou a opírá se o výsledky prací Mezinárodního panelu ke změně klimatu (IPCC – sdružení okolo 2000 odborníků z celého světa).

2. skupina, pocházející převážně z astronomických kruhů, zdůrazňuje účinek extraterestrických vlivů, zejména Slunce, které podle nich evokují v prvních padesáti letech 21. století zvýšenou hysterezi geofyzikálních procesů na Zemi, jako jsou vulkanické erupce, seismické otřesy, hydrometeorologické extrémy aj.

3. skupina počítá navíc s účinkem a telekonexí globálních termodynamických oscilací ve fyzikálním klimatickém systému a biogeochemickém cyklu Země (El Niño).

4. skupina bere za základ geologicky dlouhodobá střídání teplých a studených období.

Současný stav je pravděpodobně integrovanou výslednicí všech zmíněných procesů a exaktně je třeba připustit, že jako reálně měřitelný fakt dominuje oteplení. Poslední roky 20. století byly vůbec nejteplejší dekadou v instrumentální éře pozorování teplot na území

České republiky a pravděpodobně patří podle Světové meteorologické organizace nejteplejším i v uplynulém tisíciletí.

Výrazné oteplování atmosféry se podle IPCC bude projevovat mimo jiné ve zvýšené extremitě počasí, což může vést rovněž k rostoucí frekvenci výskytu povodní a ke zvyšování jejich extremity, jakož i ke změnám jejich sezónálního rozložení (viz obr. 1). Zjednodušeně se při tom předpokládá, že s rostoucím ohříváním zemského povrchu bude docházet ke zvýšené evapotranspiraci a tím ke zvětšování objemu vodních par v atmosféře. Přebytková voda pak musí padat zpět v podobě trvalejších srážek nebo přívalových dešťů, což může být příčinou zesilování povodňových jevů.

Poměrně velký počet velkých povodní ve střední Evropě a obdobně i v České republice v posledním desetiletí jakoby již podporoval platnost naznačených předpokladů. Z hlediska měřítek, v němž probíhá globální změna klimatu, jde však stále ještě o velmi krátký časový úsek k tomu, aby se dala exaktně potvrdit teorie výskytu intenzivnějších a častějších povodní. Na obr. 2 lze např. pozorovat, že rekordy srážek naměřené na území České republiky v průběhu posledních dvou katastrofálních povodní 1997 a 2002 se nadále udržují v pásmu, které bylo odvozeno na podkladě jiných dřívějších historických případů. Extremita srážek v závislosti na jejich trvání se tedy zatím nezměnila.

I když jde zatím v kauze zesilování povodňových jevů o hypotézu, bude přesto nutno řídit se principem předběžné opatrnosti a při dalším rozvoji povodňové ochrany v České republice se zvyšováním povodňového nebezpečí počítat.

POVODNĚ SE RODÍ V ATMOSFÉŘE

Velké letní povodně s obvykle pustošivým účinkem na území České republiky jsou způsobovány určitými cirkulačními podmínkami v atmosféře, které mají za následek výskyt plošně rozsáhlých vydatných dešťů s trváním od jednoho do několika dnů. Obecně se váže vznik srážek na existenci výstupných pohybů vzduchu, k nimž dochází termickou konvekcí za vzniku bouřkových mraků, při orografických návětrných efektech, v oblasti cyklon a brázd nízkého tlaku v nižších hladinách atmosféry, jakož i cyklonálními pohyby vzduchu v oblasti atmosférických front. Většinou se na vypadávání povodňových srážek podílí kombinace několika těchto příčin, působení všech nevyjímaje.

Dá se předpokládat, že z přibližného počtu 45 velkých ničivých povodní, k nimž došlo v povodí Vltavy v období od roku 819 až do roku 1827, byla řada z těch, které jsou letního typu, zapříčiněna podobnými dynamickými poměry v atmosféře. Bohužel až

do počátku 20. století nejsou pro takovou dedukci v tak široce pojatém historickém měřítku potřebné podklady. Na základě analýzy synoptických map počasí v přízemní vrstvě atmosféry se podařilo zdokumentovat u vyskytnuvších se velkých povodní za posledních 100 let, že se několikadenní uspořádané výstupní pohyby vzduchu vyskytují při postupu tlakových níží (cyklon) po klasické dráze Vb, a to podle typizace trajektorií jejich středů, kterou vypracoval van Bebber. Jde o situace, při kterých se teplý a vlhký středomořský vzduch začleňuje do cyklonálních srážkotvorných procesů v nižších vrstvách atmosféry a „výškovým vzdušným korytem“ se přesouvá z oblasti nad horní Itálií, přes Rakousko, Českou republiku, Polsko a dál až k Baltickému moři. Přechod „povodňových cyklon“ se při tom vyznačuje silnými srážkami regionálního charakteru, jejichž intenzitu ještě zesilují orografické efekty horských pásem, která vzdušné proudění vzdouvají. K takovým případům se řadil i postup cyklony z první červencové dekády roku 1997 a z druhé dekády srpna 2002. Tento typ atmosférické cirkulace je pro vznik povodní v České republice, v porovnání s jiným typem meteorologických povodňových příčin, poměrně nejčtenější a nejnebezpečnější. Obvykle zasahuje srážkově povodí Odry, horní Moravy, Vltavy a Labe. Vyvolává vznik povodní i na území jiných států situovaných v pásmu cyklonálního pohybu.

Meteorologické situace tohoto typu se však v proměnách letního počasí vyskytují mnohokrát, aniž by došlo ke spadu takových srážek, které by způsobily povodeň. Zkoumání příznaků, které by signalizovaly nástup „povodňově gravidní“ situace v časovém předstihu delším než dnes, má proto význam nejen pro zdokonalování meteorologických předpovědních modelů, ale i z hlediska možného zvýšení účinnosti systému povodňové ochrany.

Dalším problémem je poměrně široký rozptyl drah středů cyklon, které u typu Vb vytvářejí při zobrazení všech historických případů vějíř od východního Švýcarska až po západní Ukrajinu. Na polohu trajektorie má přitom vliv řada faktorů. Předpokládá se, že o tom, zda bude srážkou zasaženo na příklad povodí Odry nebo Vltavy, v nemalé míře rozhoduje zeměpisná poloha anticyklony. Za povodňové situace v červenci 1997 to byl přesun anticyklony z oblasti nad Velkou Británií směrem na Skandinávii, který zablokoval severovýchodní postup cyklony – v té době zdroje trvalých dešťů v povodích Moravy a Odry. Došlo k retrográdnímu obratu v cyklonálním postupu (viz obr. 3) a tím i k prodloužení srážkové činnosti nad východní částí České republiky, což vývoj povodňové situace značně zhoršilo. Za srpnové povodně 2002 byla poloha řídicí

anticyklony více vysunuta směrem do kontinentu, takže dráha v pořadí druhé příčinné cyklony byla situována západněji a probíhala v povodí Vltavy ve směru jih-sever (viz obr. 4).

Jednotlivé příčinné procesy v atmosféře by neměly být ve vztahu k povodním zkoumány odděleně, jak nasvědčují četné studie, ale v systémovém seskupení. Tím se rozumí nedělitelná souvislost příčinných cirkulačních podmínek v atmosféře, vyvolaného srážkového pole v daném fyzicko-geografickém prostředí a odtokové odezvy v říčním systému (tzv. hydrosynoptické kontinuum). Řešení vždy bude vycházet ze situace v makroskopickém měřítku a pokračovat převodem, tzv. downscalingem, do mezoměřitkových rozměrů povodí, na kterých monitoruje hydrologická služba odtokovou situaci.

JAKÝ BYL SPECIFICKÝ CHARAKTER POVODŇOVÉ KATASTROFY V SRPNU 2002?

Tato pohroma je poslední z řady velkých povodní, které se vyskytly od počátku systematických hydrologických pozorování, tj. od roku 1827, na území České republiky. Pokud jde o procesy, které vedly k jejímu vzniku, časové a prostorové rozměry jejího vývoje a extremitu vyvolaných průtokových vln, dá se v tomto období srovnávat pouze s povodněmi v letech 1890 a 1997.

Je pozoruhodné, že všechny tyto povodně vznikly ze dvou srážkových sledů, takže hlavní povodňová vlna byla doprovázena tzv. „přidruženou povodňovou vlnou“, která ji s několikadenním odstupem buď předcházela (1890, 2002) nebo následovala (1997). Z hlediska hydrologického je přirozeně horší první případ, kdy se povodí nasatí vodou z první srážkové vlny a pak následuje spad srážek z vlny druhé.

Srážky, které vyvolaly povodeň v září roku 1890 na Vltavě, zasáhly přibližně stejné území jako při povodni 2002 byly však jednak menší a jednak byly rozloženy do většího počtu dnů. Proto i dosažené kulminace se vyznačovaly menší extremitou.

U povodně v červenci 1997 v povodích Moravy, Odry a horního Labe se dominantně projevila prostorová stacionarita srážek a jejich poměrně dlouhé trvání. S tím spojené orografické zesilování pak přispělo k dosažení vysoké extremity kulminací u vyvolaných povodňových vln, zejména v samotných horských pásmech a v podhůří severní Moravy. Přestože příčinné srážky této povodňové epizody oproti povodňové situaci v roce 2002 byly větší, škody dosáhly většího objemu naopak v Čechách. Srpnová povodeň

zasáhla větší počet velkých měst včetně Prahy a procházela krajinou s hustší infrastrukturou.

Podle povodňových značek fixovaných v Praze, byla úroveň maximální hladiny Vltavy při povodni 2002 vyšší oproti všem zaznamenaným historickým kulminacím, včetně hladin vztažených k nejstaršímu vodočtu - kamenné hlavy Bradáče - situovanému na nábrežní zdi poblíž Karlova mostu. Vypovídací schopnost těchto svědků minulých povodní a hlavně relativní porovnávání jejich nadmořských výšek jsou však velmi omezené, protože se v průběhu doby měnila průtočná kapacita profilů, a to jednak probíhající zástavbou a jednak morfologickými změnami koryta řeky. V některých případech byly značky i přemístovány. Odhaduje se, že povodeň v srpnu 2002 byla patrně největší povodní v Praze od roku 1432.

Ústav fyziky atmosféry AV ČR odvodil pro území České republiky hodnoty srážkových suprémů – PMP, tzv. pravděpodobných maximálních srážek, které jsou v našich zeměpisných šířkách vůbec možné. Na základě těchto údajů plošné povodňové srážky z roků 1997 a 2002 pro zasažená povodí různé velikosti dosahovaly maximálně 68% PMP. Jelikož absolutní hodnoty PMP jsou pro moravská povodí poměrně vyšší, šlo tedy v roce 1997 o spád poněkud extrémnějších srážek než v povodí Vltavy. Z toho vyplývá do budoucna, že jak na Moravě a ve Slezsku, tak i v Čechách mohou spadnout srážky ještě vyšší, než v červenci 1997 a v srpnu 2002.

Meteorologické příčiny povodně

V letních měsících roku 2002 (červen, červenec, srpen) docházelo opakovaně k přílivu tropického vzduchu do severních poloh. Jednotlivé tlakové níže a frontální systémy postupovaly pak ze Středomoří jižní drahou do střední Evropy a přinášely s sebou neobvykle vydatné srážky.

Nejvydatnější srážky byly naměřeny v srpnu. Ve Středomoří na západním pobřeží Řecka dosahovaly až o 500% vyšších úhrnů oproti normálu. V té době byla cirkulace v prostoru Atlantiku a evropského kontinentu výhradně meridionální. Tímto mechanismem se postupně v první polovině měsíce vytvořily dvě výrazné tlakové níže, které při svém postupu do střední Evropy v poměrně krátkém časovém odstupu za sebou způsobily katastrofální povodně.

Srážkové pásmo první cyklóny, která postupovala ze Středomoří přes severní Itálii nad Bavorsko, Rakousko a jižní Čechy, se začalo projevovat již 6. srpna v odpoledních hodinách vydatným trvalým deštěm a místy i přívalovými srážkami. Děšť v oblasti jižních

Čech, ale i jižní Moravy 7. srpna byl synergicky zesilován orografickým efektem, který se projevoval výrazně při severovýchodním proudění, a to zejména na návětrné straně Šumavy a Novohradských hor. Srážkové pásmo setrvalo a neměnilo svoji polohu nad oblastí jižních Čech až do večerních hodin 7. srpna, kdy začalo opět postupovat, a to směrem na Balkán.

V povodích Vltavy po Lužnici, Lužnice, Otavy a šumavské Berounky spadlo za tyto dva dny zhruba 1,634 miliardy m³ vody.

Za pouhé tři dny na to se již zřetelně vyvinula druhá tlaková níže se středem nad Pátdskou nížinou a postupovala k severovýchodu. Později změnila směr k severu v důsledku blokující tlakové výše nad východní Evropou. Její srážkové pásmo zasáhlo postupně, včetně povodí Dyje na jižní Moravě, opět všechna povodí toků pramenících v jižních a jihozápadních Čechách, potom celé povodí Vltavy a posléze převážnou část prostoru Čech. Při tom intenzita trvalých srážek byla místně silná a navíc byla zesilována návětrnými efekty na Šumavě a v Novohradských horách, později při postupu okluzní fronty rovněž v hřebenových partiích Krušných hor a Jizerských hor. Od 12. srpna zesiloval i výskyt ojedinělých bouřek. Během 13. srpna se přesunula srážková oblast z Čech na Moravu a do Slezska.

V povodí Vltavy po soutok s Labem spadlo od 6. do 13. srpna téměř 5 miliard m³ srážek, což představuje objem 5 km³ vody.

Časové a prostorové rozdělení příčinných srážek

Na celé ploše Jihočeského kraje a na více než polovině území Plzeňského kraje spadlo za 10 dnů přes 200% měsíčního normálu, při čemž v Novohradských horách na hranicích s Rakouskem to bylo až 480%. Ve vztahu k dlouhodobému ročnímu průměrnému úhrnu tvořil podíl srpnového úhrnu až 30% ročního normálu. V horním povodí Vltavy po České Budějovice a v povodí Blanice spadlo v srpnu až 60% srážkového ročního normálu.

Při první vlně srážek 6. – 7. srpna napadlo v oblasti Novohradských hor a Českokrumlovska za dva dny 130 až 250 mm. Zasaženy byly i západní Čechy a jižní Morava, zejména Podyjí (od 60 do 130 mm). Rekordní srážka byla naměřena ve stanici Podhorská Ves v Novohradských horách, a to s úhrnem 277 mm.

Druhá vlna srážek probíhala hlavně ve dnech od 11. do 13. srpna, přičemž vydatné srážky v jednotlivých dnech povětšinou netrvaly déle než dva dny. Zpočátku se nejvyšší úhrny koncentrovaně vyskytovaly v oblasti jižních Čech, později však zasáhly celé západní Čechy, jihozápad středních Čech a jižní Moravu. Dvoudenní rekord naměřila německá

stanice Cínovec, a to s úhrnem 380 mm. Šlo o zcela extrémní hodnotu, protože faktické trvání srážek bylo podstatně kratší než 48 hodin. Další nejvyšší úhrny byly zjištěny v hřebenových polohách Jizerských hor, kde se pohybovaly mezi 250 až 280 mm. Rekord zaznamenala v této oblasti stanice Knajpa, a to druhým nejvyšším úhrnem srážek, který zde byl naměřen od roku 1897.

Hydrologická situace

První srážková vlna vyvolala rozvodnění na všech tocích v jižních Čechách. Povodeň v horní části povodí Vltavy byla však zcela transformována v nádrži Lipno, ze které byl odpouštěn neškodný odtok $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Relativně největší průtoky se vyskytly v povodí Malše nad vodním dílem Římov. Např. v Pořešíně na Černé byl hodnocen dosažený vrcholový průtok jako 200 až 500letý a navíc byl vyšší než kulminace u druhé povodňové vlny. Rovněž odtoku z nádrže Římov se přisuzovala pravděpodobnost výskytu odpovídající 200 až 500letým průtokům. Průtok Vltavy pod soutokem s Malší dosáhl doby opakování větší než 1000 let. Na horní Lužnici se dosažené maximální průtoky pohybovaly okolo hodnot 50letých vod. Střední a dolní Otava s přítoky kulminovala ponejvíce na hodnotách 20letých průtoků. Takto utvářenou kulminaci povodňové vlny na dolní Vltavě dokázala nádrž VD Orlík natolik snížit, že v Praze nebyl překročen průtok odpovídající 3. stupni povodňové aktivity (ohrožení). Proto nedošlo v hlavním městě při průchodu první vlny prakticky k žádným škodám.

Při druhé vlně srážek nastal, vlivem vysoké nasycenosti povodí a naplněných koryt říční sítě v důsledku předcházejících srážek, velmi rychlý vzestup hladin. V porovnání s první vlnou vykazovaly dosažené kulminace mnohem vyšší stupeň extremity. V celé řadě profilů byly zaznamenány zatím historické nejvyšší vodní stavy a průtoky. Výskyt povodní se rozšířil do povodí Berounky, Sázavy a rovněž ve větším rozsahu do povodí Dyje. Vodní stavy odpovídající 3. stupni povodňové aktivity – ohrožení – byly dosaženy v převážném počtu vodoměrných stanic situovaných ve srážkově zasažené oblasti.

Na nádrži Orlík se při nástupu druhé povodňové vlny postupovalo tak, aby byl pozdržen nástup vlny v obcích pod posledním stupněm kaskády a v Praze. Tím byl získán čas k provedení potřebných povodňových opatření (evakuace, stavba protipovodňové stěny). Vzhledem k rychlému nárůstu přítoků se volný prostor nádrže rychle zaplnil a po úplném otevření všech přelivů se odtok z nádrže stal dále neovladatelný. Průtok do nádrže kulminoval 13. srpna v poledne v hodnotě $3900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Přibližně v té době došlo k havarijnímu přerušení provozu vodní elektrárny a tím ke zmenšení kapacity zařízení

odvádějící vodu z nádrže přibližně o $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Potom ani kapacita plně otevřených přelivů a výpustí nestačila na převedení kulminačního přítoku přes hráz a došlo ke vzestupu hladiny až na kótu 355,17 m n.m., tj. 1,57 m nad maximální povolenou hladinu. Maximální odtok z nádrže činil $3100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, takže kulminace povodňové vlny byla v nádrži Orlík snížena cca o $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a zpožděna o 18 hodin.

O vývoji povodně v Praze pak rozhodovala interference povodňových vln z kaskády nádrží na Vltavě a povodňové vlny na Berounce. Zřejmě došlo ke střetu jejich kulminačních fází. Vltava v Praze kulminovala ve středu 14. srpna v poledne, při stavu 782 cm a průtoku $5160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá hodnotě 500leté vody. Tomu odpovídala i výše způsobených škod a jejich specifický charakter v hustě zastavěném intravilánu hlavního města Prahy.

Přítok z povodí Labe nad soutokem s Vltavou, které nebylo srážkami významně zasaženo, již neměl na vývoj povodně podstatný vliv. Průběh povodňové vlny v trati dolního Labe byl ovlivněn rozsáhlými rozlivy, při nichž se vrcholový průtok v důsledku transformace povodňové vlny postupně zmenšoval. Povodeň na dolním Labi v Děčíně kulminovala v pátek 16. srpna, při průtoku $4760 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je hodnota 100 - 200leté vody.

POUČILI JSME SE Z MORAVSKÉ POVODŇOVÉ KATASTROFY?

Oproti roku 1997 se podařilo nesporně řadu tehdejších negativních nálezů v povodňové ochraně progresivně řešit. Rozsáhlý projekt Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997 nejen, že přinesl mnoho cenných poznatků, ale otevřel cestu i k dalším rozvojovým aktivitám. U klíčových nestrukturálních opatření šlo ve vztahu k meteorologii a hydrologii především o:

- zdokonalení meteorologických modelů a prodloužení časového předstihu kvantitativních předpovědí srážek,
- zlepšení radarového monitoringu pohybu dešťových jader,
- postupné rozšiřování aplikací hydrologických předpovědních modelů na povodí vodohospodářsky významných toků, včetně instalací k tomu potřebných automatizovaných objektů hlásného systému,
- rozvoj příslušných legislativních opatření, z nichž nejvýznamnější byla inovace zákona o vodách, vydání zákona o krizovém řízení, zákona o integrovaném záchranném systému, zákona o hasičském záchranném systému aj. (implementaci zákonů však poněkud zkomplikovalo nové právní uspořádání státu do 14 krajů),

- odstranění dřívějšího mnohakolejného krizového řízení v České republice tím, že odpovědnost za pokud možno jednotný přístup ke zvládnutí pohrom byla přidělena ministerstvu vnitra, a to především Hasičskému záchrannému sboru.

Je nesporné, že všechna tato opatření přispěla významnou měrou i ke zvýšení účinnosti povodňové ochrany v průběhu povodňové situace v srpnu 2002.

Na druhé straně povodňová pohroma 2002 prokázala:

- ne vždy dostatečnou znalost a někdy i podcenění místního časového potenciálu pro realizaci protipovodňových opatření,
- potřebu zlepšit efektivnost průniku výstražných a varovných informací k ohrožené veřejnosti,
- nutnost neustálého opakování osvěty o povodňové ochraně u obyvatelstva žijícího v blízkém okolí toků, a to na celém území státu, tedy i v oblastech, které nebyly v průběhu života současných generací dosud postiženy povodní,
- potřebu zavést pravidelný systém doškolení personálu zainteresovaného na zvládnutí povodňové situace,
- nedostatečnou odolnost některých staveb vůči podmáčení a záplavám, včetně řady vodoměrných hlásných objektů.

ZÁVĚRY

Srpnová povodeň 2002 byla natolik extrémní, že svým rozsahem a dopady překonala všechny povodně v Čechách v posledních 200 letech. Je třeba ocenit, že občané, orgány krizového řízení, záchranné sbory a další složky, zapojené do povodňové ochrany, tuto velmi složitou situaci s vypětím všech sil v podstatě zvládli, a to s poměrně malými ztrátami na životech. Takto hodnotily povodňovou situaci v České republice i odborné kruhy v zahraničí.

Zároveň tato povodňová pohroma znovu upozornila na vysoký stupeň zranitelnosti našeho životního prostředí a na citlivost státního rozpočtu ve vztahu k dopadům tohoto přírodního extrému. Co je však dramatické, je stále rostoucí trend povodňových škod. Jejich zesilování je třeba alespoň zastavit, ne-li zvrátit, a to důslednou realizací a permanentním rozvíjením moderní povodňové ochrany v duchu zásad udržitelného rozvoje.

Tabulka 1.1 – Hodnoty kulminačních stavů a průtoků první vlny povodně (N – doba opakování kulminačního průtoku)

Id	Profil	Tok	Plocha povodí [km ²]	Qa [m ³ .s ⁻¹]	Údaje k vyhodnocenému kulminačnímu průtoku					
					Den	Hod.	Stav	Průtok	Spec. odtok	N
							[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	[roky]
1110	Březí	Vltava	1824.6	20.0	8.8.	5:00	266	332	0.182	20
1120	Kaplice	Malše	259.0	2.14	8.8.	1:00	353	257	0.992	200-500
1125	Líčov	Černá	126.1	1.56	8.8.	5:00	382	213	1.690	500
1126	Pořešín	Malše	437.9	4.05	8.8.	2:00	457	434	0.992	500-1000
1130	Římov	Malše	494.8	4.42	8.8.	5:00	396	385	0.779	200-500
1140	Pašínovice	Stropnice	398.7	2.45	8.8.	18:00	426	182	0.457	200
1150	Roudné	Malše	961.2	7.26	8.8.	9:00	446	562	0.585	200-500
1151	České Budějovice	Vltava	2847.6	27.6	8.8.	9:00	548	888	0.312	500-1000
1290	Hamr nad Nežárkou	Nežárka	981.2	12.3	10.8.	3:00	361	93.7	0.095	2
1310	Klenovice	Lužnice	3143.0	19.7	10.8.	18:00	282	146	0.046	2-5
1330	Bechyně	Lužnice	4046.3	23.6	8.8.	8:00	396	289	0.072	10
1380	Sušice	Otava	536.2	10.5	7.8.	20:00	165	109	0.203	2-5
1430	Němčice	Volyňka	383.4	2.95	8.8.	5:00	284	126	0.292	20-50
1450	Blanický Mlýn	Blanice	85.6	0.949	8.8.	0:00	228	47.5	0.555	50
1500	Heřmaň	Blanice	839.6	4.65	8.8.	23:00	272	191	0.228	50-100
1510	Písek	Otava	2912.8	23.4	8.8.	23:00	527	558	0.192	20-50
1520	Dolní Ostrovec	Lomnice	390.7	1.67	8.8.	8:00	210	41.1	0.105	5
1530	Varvažov	Skalice	366.8	1.50	8.8.	21:00	169	23.1	0.063	1-2
1799	Lhota	Radbuza	1174.9	5.32	9.8.	6:00	243	57.8	0.049	2
1801	České Údolí	Radbuza	1263.4	5.49	8.8.	7:00	240	59	0.047	1-2
1820	Klatovy	Úhlava	338.8	3.44	8.8.	6:00	290	28.8	0.085	2
1830	Štěnovice	Úhlava	897.3	5.82	8.8.	6:00	211	52.5	0.059	1-2
1860	Bílá Hora	Berounka	4015.6	20	9.8.	2:00	362	155	0.039	1
1870	Koterov	Úslava	734.3	3.53	8.8	7:00	286	123	0.168	5-10
1880	Nová Huť	Klabava	358.8	2.15	8.8.	12:30	205	41.7	0.116	2
1910	Liblín	Berounka	6454.3	30.1	8.8.	18:30	297	378	0.059	2
1980	Beroun	Berounka	8283.8	35.6	9.8.	5:00	332	367	0.044	2
2001	Praha-Chuchle	Vltava	26719.9	148	9.8.	11:00	303	1540	0.058	5
2210	Ústí n. L.	Labe	48556.9	293	10.8.	20:00	653	1530	0.032	1-2
4290	Janov	Mor. Dyje	517.5	2.63	7.8.	21:00	274	40	0.077	5
4300	Podhradí	Dyje	1750.7	8.50	8.8.	18:00	337	183	0.104	5-10
4320	Vysočany	Želetavka	368.0	1.08	8.8.	3:00	185	34.6	0.093	10

Tabulka 1.2 – Hodnoty kulminačních stavů a průtoků druhé vlny povodně (N – doba opakování kulminačního průtoku)

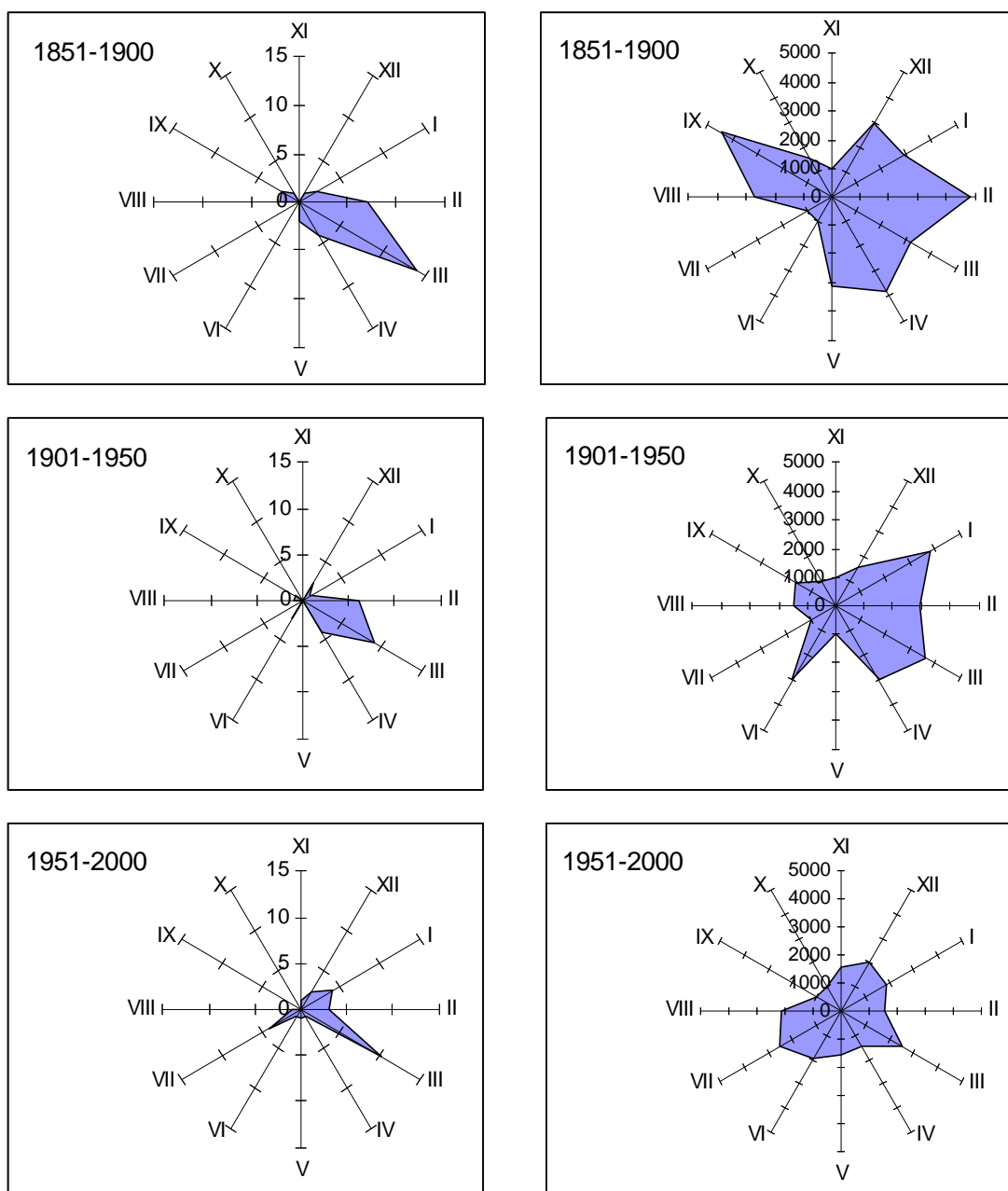
* možnost budoucích změn

** určeno dle podkladů pro neovlivněné řady kulminačních průtoků

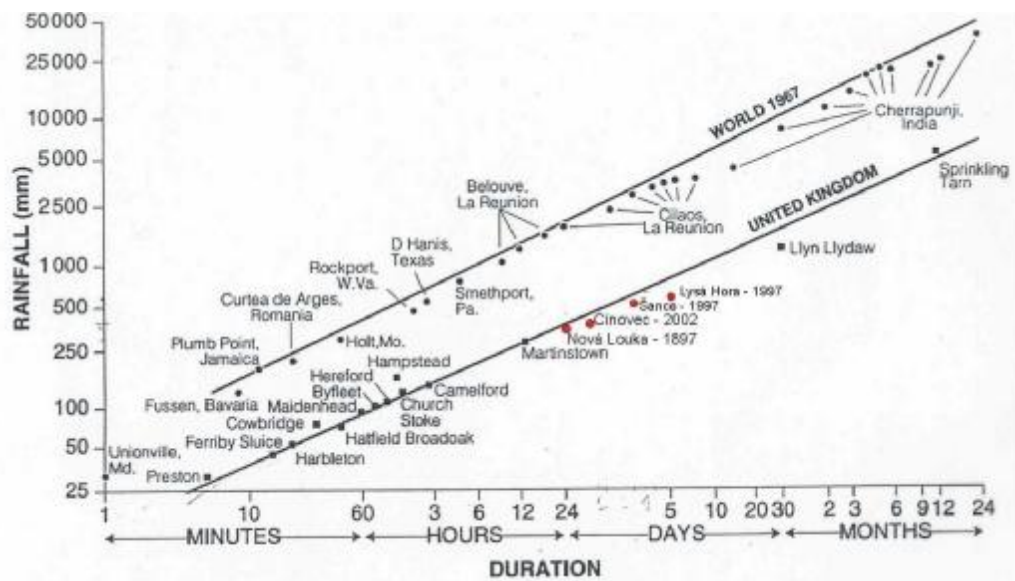
Id	Profil	Tok	Plocha povodí	Qa	Údaje k vyhodnocenému kulminačnímu průtoku					
					Den	Hod.	Stav	Průtok	Spec. odtok	N
			[km ²]	[m ³ .s ⁻¹]			[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	[roky]
0490	Přemilov	Chrudimka	204.4	2.22	14.8.	7:00	225	60.6	0.297	5-10
0590	Nemošice	Chrudimka	851.9	5.99	15.8.	4:00	263	91.6	0.108	2-5
0640	Spačice	Doubrava	198.4	1.56	13.8.	19:00	250	86	0.433	20-50
0660	Žleby	Doubrava	382.7	2.87	14.8.	4:00	305	127	0.332	20
0845	Jablonec n.J.	Jizera	181.0	5.70	13.8.	17:00	377	202	1.116	10
0910	Železný Brod	Jizera	791.0	16.6	13.8.	21:00	457	433	0.547	10-20
1018	Předmětice	Jizera	2158.4	24.3	15.8.	4:00	497	270	0.125	2-5
1040	Brandýs n.L.	Labe	13111.4	99.3	15.8.	11:00	367	530	0.040	1-2
1090	Vyšší Brod	Vltava	998.6	13.4	13.8.	9:00	370	265*	0.266	20-50
1110	Březí	Vltava	1824.6	20.0	13.8.	10:00	410	706	0.387	>1000
1120	Kaplice	Malše	259.0	2.14	13.8.	7:00	350	250	0.965	200-500
1125	Líčov	Černá	126.1	1.56	13.8.	6:00	357	178	1.412	200-500
1126	Pořešín	Malše	437.9	4.05	13.8.	9:00	441	399	0.912	200-500
1130	Římov	Malše	494.8	4.42	13.8.	8:00	413	414	0.837	200-500
1140	Pašínovice	Stropnice	398.7	2.45	13.8.	5:00	492	250	0.627	1000
1150	Roudné	Malše	961.2	7.26	13.8.	11:00	465	695	0.723	>1000
1151	České Budějovice	Vltava	2847.6	27.6	13.8.	14:00	652	1310	0.460	>1000
1290	Hamr nad Nežárkou	Nežárka	981.2	12.3	14.8.	4:00	474	220	0.225	100-200
1310	Klenovice	Lužnice	3143.0	19.7	15.8.	17:00	529	625	0.199	>1000
1330	Bechyně	Lužnice	4046.3	23.6	16.8.	8:00	640	666	0.165	1000
1380	Sušice	Otava	536.2	10.5	12.8.	17:00	287	299	0.558	50-100
1430	Němětice	Volyňka	383.4	2.95	12.8.	16:00	321	199	0.519	200
1450	Blanický Mlýn	Blanice	85.6	0.949	12.8.	8:00	334	202	2.360	>1000
1500	Heřmaň	Blanice	839.6	4.65	13.8.	1:00	427	443	0.528	>1000
1510	Písek	Otava	2912.8	23.4	13.8.	11:00	880	1180	0.405	500-
1520	Dolní Ostrovec	Lomnice	390.7	1.67	13.8.	12:00	361	262	0.671	>1000
1530	Varvažov	Skalice	366.8	1.50	13.8.	10:00	406	203	0.556	>1000
1539	Radíč	Mastník	268.2	0.599	13.8.	14:00	274	71.2	0.265	50-100
1546	Štěchovice	Kocába	308.8	0.574	13.8.	17:00	211	78.7	0.255	50
1610	Zruč n.S.	Sázava	1419.8	9.92	14.8.	16:00	426	197	0.139	5-10
1625	Poříčí n. Žel.	Želivka	780.1	4.79	14.8.	21:00	294	89	0.114	5
1632	Soutice	Želivka	1187.0	6.97	14.8.	12:00	248	78	0.066	1-2
1672	Nespeky	Sázava	4037.2	23.4	15.8.	9:00	473	378	0.094	5-10
1690	Zbraslav	Vltava	17816.7	110	14.8.	6:00*	1042	3340*	0.187	200-500
1730	Střebro	Úhlavka	296.8	1.20	13.8.	14:00	233	53.8	0.181	20
1740	Střebro	Mže	1144.8	6.69	13.8.	18:00	290	131	0.114	10
1761	Hracholusky	Mže	1609.6	8.28	14.8.	0:00	370	124	0.077	5
1790	Staňkov	Radbuza	699.9	3.70	13.8.	8:00	360	213	0.304	100-200
1799	Lhota	Radbuza	1174.9	5.32	13.8.	12:00	432	360	0.306	200-500
1801	České Údolí	Radbuza	1263.4	5.49	13.8.	15:00	580	339	0.268	200
1820	Klatovy	Úhlava	338.8	3.44	13.8.	6:00	362	159	0.469	200-500
1830	Štěnovice	Úhlava	897.3	5.82	13.8.	12:00	513	398	0.444	1000
1860	Pízeň-Bílá Hora	Berounka	4015.6	20.0	13.8.	17:00	799	858	0.214	100-200

Id	Profil	Tok	Plocha povodí	Qa	Údaje k vyhodnocení kulminačního průtoku					
					Den	Hod.	Stav	Průtok	Spec. odtok	N
					[km ²]	[m ³ .s ⁻¹]		[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]
1870	Koterov	Úslava	734.3	3.53	13.8.	7:00	371	459	0.625	>1000
1880	Nová Huť	Klabava	358.8	2.15	13.8.	7:00	294	266	0.741	200
1900	Plasy	Střela	775.5	3.05	13.8.	6:00	210	48	0.062	1-2
1910	Liblín	Berounka	6454.3	30.1	13.8.	20:00	703	1710	0.265	500-
1960	Čenkov	Litavka	157.0	0.86	13.8.	2:00	235	88	0.561	50-100
1964	Hořovice	Červený p.	74.8	0.325	13.8.	0:00	127	40.4	0.540	20
1973	Beroun	Litavka	628.7	2.58	13.8.	7:00	375	210	0.334	50
1980	Beroun	Berounka	8283.8	35.6	13.8.	23:00	796	2170	0.262	500-
2001	Praha-Chuchle	Vltava	26719.9	148	14.8.	11:00	782	5160	0.193	500
2030	Vraňany	Vltava	28048.2	151	15.8.		829	5080*	0.181	500
2040	Mělník	Labe	41824.7	252	15.8.	13:00	1066			
2101	Stará Role	Rolava	127.9	2.38	13.8.	4:00	261	39.3	0.307	5
2140	Karlovy Vary	Ohře	2855.9	25.2	13.8.	6:30	253	274	0.096	2-5
2190	Louny	Ohře	4982.8	36.3	14.8.	7:00	422	175	0.035	< 1
2210	Ústí n. L.	Labe	48556.9	293	16.8.	14:00	1196	4700	0.097	100-200
2230	Chotějovice	Bílina	621.7	4.30	13.8.	20:00	250	24.1	0.039	20
2260	Trmice	Bílina	963.5	6.50	13.8.	22:00	297	59.2	0.061	20
2400	Děčín	Labe	51103.9	309	16.8.	19:00	1230	4770	0.093	100-200
2453	Hřensko	Labe	51392.4	313	16.8.	22:00	1228	4780	0.093	100-200
3200	Hrádek	Lužická Nisa	353.9	5.41	14.8.	5:00	315	137	0.387	5-10
3230	Frydlant	Smědá	132.4	3.09	13.8.	20:00	261	219	1.654	20-50
4290	Janov	Mor. Dyje	517.5	2.63	14.8.	0:00	303	46.8	0.090	10
4300	Podhradí	Dyje	1750.7	8.50	14.8.	0:00	476	343	0.196	200
4320	Vysočany	Želetavka	368.0	1.08	13.8.	1:00	233	51	0.139	50
4340	Vranov	Dyje	2223.9	9.74	14.8.	9:00	378	364	0.164	100**
4350	Znojmo	Dyje	2491.4	10.3	14.8.	14:00	462	375	0.151	100**
4370	Trávní Dvůr	Dyje	3448.5	11.6	14.8.	9:00	516	168	0.049	10
4420	Dalečín	Svratka	367.0	3.34	14.8.	4:00	216	87.6	0.239	10
4650	Dvorce	Jihlava	307.3	1.98	14.8.	2:00	242	44.1	0.139	20
4805	Ladná	Dyje	12276.8	41.6	15.8.	15:00	408	318	0.026	5-10

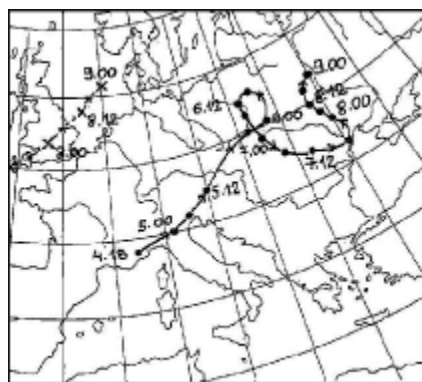
Obr. 1 Četnost výskytu povodní a hodnoty kulminačních průtoků na Labi v profilu Děčín



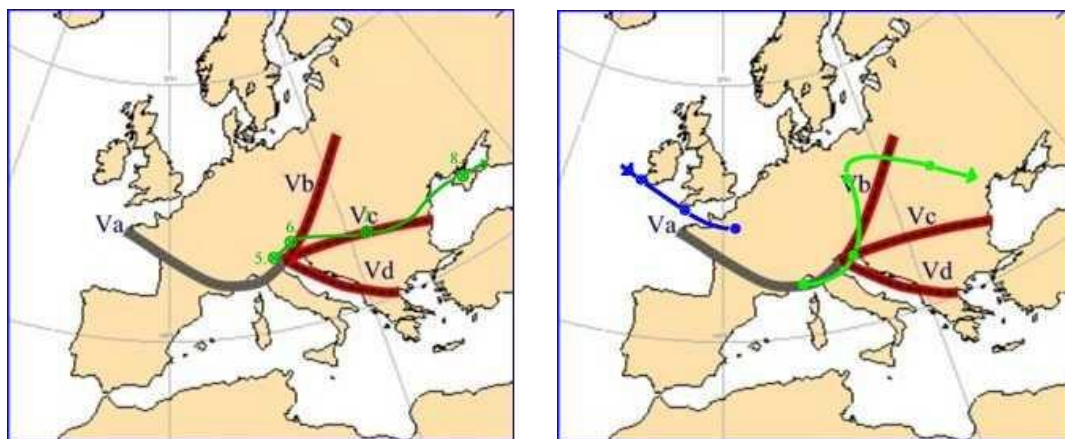
Obr. 2 Srážkové extrémy a porovnání s daty z let 1997 a 2002



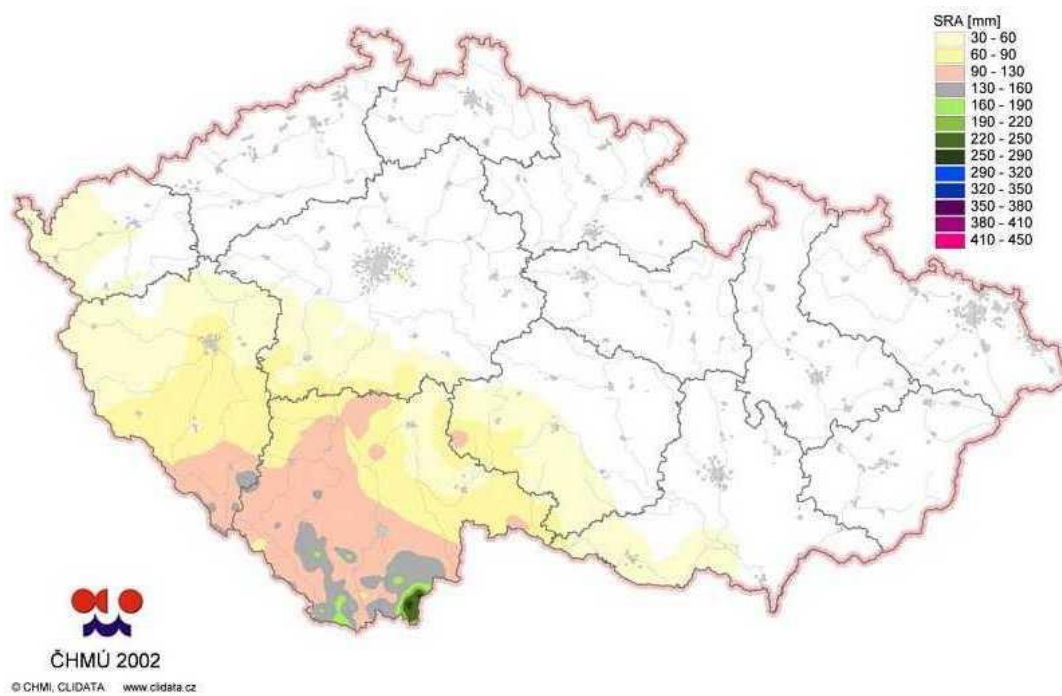
Obr. 3 Trajektorie středu cyklony v červenci 1997



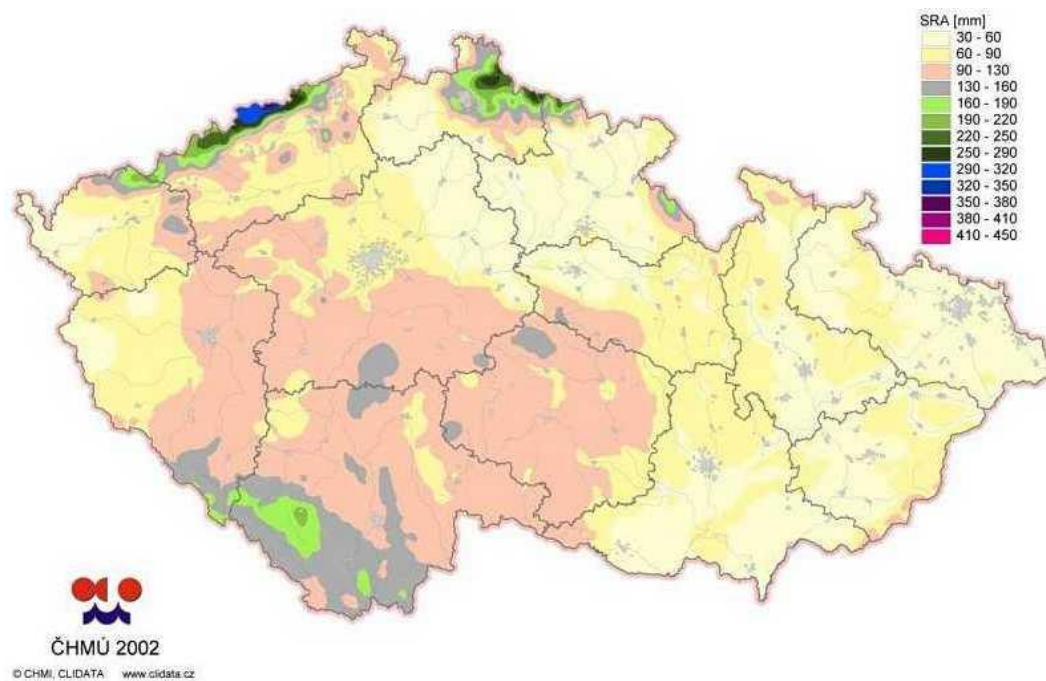
Obr. 4 Trajektorie středu cyklony v srpnu 2002 během 1. (vlevo) a 2. vlny srážek (vpravo)



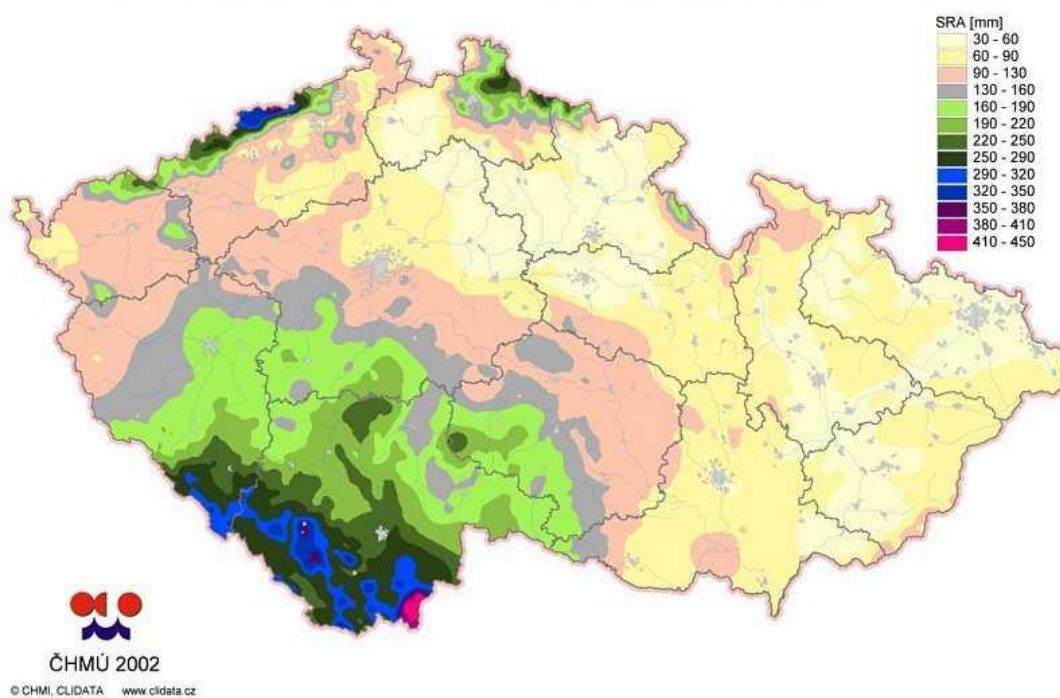
Obr. 5a Srážky v průběhu 1. srážkové epizody v srpnu 2002



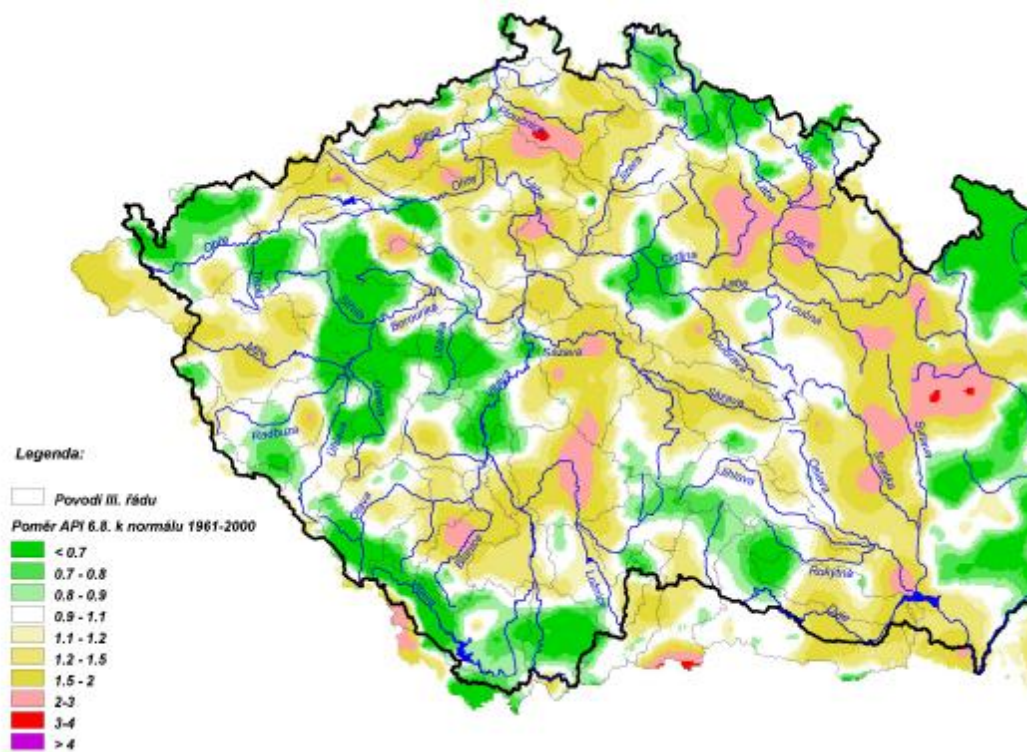
Obr. 5b Srážky v průběhu 2. srážkové epizody v srpnu 2002



Obr. 5c Srážky za obě srážkové epizody v srpnu 2002



Obr. 6a Index předchozích srážek API před první vlnou povodně



Obr. 6b Index předchozích srážek API před druhou vlnou povodně

