

Povodňová situace na přítocích Otavy
na počátku června 1995



Zničený železniční most u Malenic

Povodně na přítocích Otavy na počátku června 1995

Úvod:

Od konce května 1995 do konce června 1995 se v povodí Otavy vyskytlo několik významných povodňových situací. Pozorované kulminační průtoky dosáhly v síti vodoměrných stanic až desetileté doby opakování. První situací, svými důsledky a škodami převyšující ostatní, byla povodeň z 1. června, vzniklá ze srážkové epizody v noci z 31.5 na 1.6.1995. Projevila se zejména na několika menších tocích v území mezi středními toky Volyňky a Blanice. Také na Volyňce v Neměticích maximální průtok dosáhl více než desetileté hodnoty a povodňová vlna se propagovala dále po toku až do Otavy a Otavou až do Orlické nádrže. Na Blanici se odtoková vlna z mezipovodí projevila v Protivíně a v Heřmaní, dále se po zaústění Blanice do Otavy tato vlna kombinovala s vlnou z Volyňky a z horní Otavy. Celkově v Písku maximální průtok dosáhl 182 m³/s, což zhruba odpovídá 1 až 2 letému průtoku. Již z popsaného rozložení odtoku vyplývá spíše lokální význam této povodňové situace, zejména vzhledem k plošnému rozsahu zasažených povodí, avšak hodnotami odtoku v jednotlivých zasažených lokalitách se tato povodňová epizoda řadí mezi velmi významné.

Meteorologická situace:

Meteorologickou situaci dne 31.5.1995 určovala ostrá brázda nízkého tlaku, jejíž osa se v hladině 500 hPa zvolna přesunovala přes Severní moře, Francii a západní Středomoří k východu. Nad Čechami se v této hladině udržovalo proudění ze směru 130° až 140° o rychlosti 5 až 10 m/s. V přízemním tlakovém poli se v mělké brázdě nižšího tlaku nad Čechami udržovalo téměř bez pohybu frontální rozhraní, oddělující teplý vzduch (s maximálními denními teplotami 26 až 28°C) nad Moravou a Uherskou nížinou a chladný vzduch (s denními maximy kolem 15°C) nad západními Čechami a Bavorskem. Podél tohoto rozhraní postupovaly od jihu k severu jednotlivé ploché frontální vlny, na nichž se již den předtím a rovněž i den následující vyskytovaly místy srážkové vydatné bouřky. Vlna, která přecházela dne 31.5.1995 ve večerních hodinách přes jižní Čechy, se poněkud více zvířila a na půlnoční přízemní mapě synoptické služby ČHMÚ v Praze je analyzována jako okludovaná. Přízemní proudění mělo dne 31.5.1995 odpoledne a v podvečer východní směr, rychlosti se pohybovaly v rozmezí 2 až 5 m/s; večer po přechodu frontální vlny se vítr přechodně stočil na jihozápadní a zesílil. Stanice Churáňov, ležící ovšem mimo nejvíce zasažené pásmo, zaznamenala nejvyšší náraz 16 m/s, Č.Budějovice 13 m/s.

Bouřková činnost na této frontální vlně se podle radarových snímků tvořila v odpoledních hodinách v oblasti Horního Rakouska a Dolního Bavorska a postupně se rozšiřovala k severu. K naší hranici se nejdříve, kolem 18. hodiny SEČ, přiblížilo výrazné bouřkové ohnisko v prostoru Haslachu, nad Trojmezenskou hornatinou se však rozpadlo. Další ohnisko se vytvořilo po 19. hodině

SEČ v prostoru Prachatic a odtud se posunovalo k severozápadu, směrem na Zálezly a Malenice. Ne zcela zřetelně je na radarových snímcích možno identifikovat několik bouřkových komor, seřazených za sebou ve směru severozápad-jihovýchod; jejich existenci potvrzuje i ombrogram ze stanice Husinec, na němž jsou patrná 2 maxima srážkové intenzity (první od 19.20 h do 20.30 h a druhé od 21.30 do 22.00 h SEČ). Ze snímků i z přízemních pozorování je zřejmé, že mezi Husincem a Zálezly dosáhly bouřky svého maximálního rozvoje, na levém břehu Volyně jejich intenzita již slábla a po 22. hodině se celý bouřkový komplex v prostoru mezi Strakonice a Horažďovicemi postupně rozpadal.

Tlakové pole a rozložení front nad územím Evropy v kritických dnech je dokumentováno na synoptických mapkách v příloze 1.

Odhad prostorového rozsahu a hodnot srážek:

Při povodňových situacích se srážkami bouřkového typu se pole srážek mění v prostoru natolik rychle, že existující síť srážkoměrných stanic často nejen nezachytí jádro tohoto srážkového pole, ale někdy dokonce ani nezaregistruje významnější srážky vůbec. To bývá v případech plošně velmi malých srážkových epizod, které však mohou mít ve svých extrémech i velice vysoké srážkové úhrny. Určení těchto hodnot nebývá lehké a pro jejich alespoň přibližné odhady se využívá veškerých dostupných i nepřímých informací, jako třeba množství vody v různých nádobách při obydlích, stop eroze na polích, radiolokačních informací a někdy i satelitních snímků zemského povrchu. Poslední dvě metody lze využít pouze ve vybraných situacích s relativně větším územním rozsahem, proto možnost použití v popisované situaci je velmi omezená. V daném případě byly využity zejména stopy eroze v širším okolí postižených lokalit. Výsledky tohoto průzkumu jsou zobrazeny na přiložené mapě. Svědčí o tom, že pravděpodobná zóna maximálních srážek se "vtěsnala" právě do prostoru mezi srážkoměrné stanice Husinec, Vimperk, Zálezly a Volyně. Předpokládáme několik jader s nejvyššími srážkami, avšak jejich přesná lokalizace se již vymyká použitým metodám. Vše dosud popsáno se týkalo pouze prostorového rozmístění srážkového pole. Vlastní hodnoty srážek v srážkovém poli jako celku i v maximálních jádrech je možné pouze hrubě odhadnout na základě subjektivních znalostí o proměnlivosti daného typu srážkových polí, naměřených hodnot ve stanicích, ale i na základě odvozeného odtoku z mezipovodí mezi odpovídajícími vodoměrnými stanicemi. Maximální hodnoty srážkových úhrnů v lokálně omezených jádrech v ohnisku srážkového pole odhadujeme na cca 100 mm.

U této povodňové epizody se jedná o srážkové úhrny nepříliš extrémní, jsou-li posuzovány jako denní hodnoty v jednotlivých lokalitách, avšak vzhledem k trvání příčinné srážky (časové jádro srážky cca 1 až 2 hodiny) a jejímu plošnému rozsahu (velmi přibližně v nepravidelném pásu od Prachatic přes Husinec, Vlachovo Březí, Čkyni, Malenice až k Česticím) řadí se k velmi významným srážkovým epizodám. Z hlediska srážkových intenzit byly ve stanicích ČHMÚ dosaženy tyto hodnoty: V Husinci cca 50 mm během 3 hodin, tzn. pravděpodobnou dobu opakování průměrně 1 x za 90 let, v Zálezlech cca 80 mm za 2 hodiny, tzn. dobu opakování značně

přesahující 100 let. Bohužel, dosud u nás není zpracována metodika hodnocení významu srážek ve vazbě k jejich plošnému rozsahu, statistický význam srážkové epizody jako celku proto nelze jednoznačně stanovit.

Mapka v příloze 2 charakterizuje výchozí stav povodí před povodní pomocí izolinií ukazatele předchozích srážek. UPS byl počítán jako součet srážkových úhrnů z předcházejících 30 dnů, velikost jednotlivých denních úhrnů je snižována koeficientem významu (0.93^1 až 0.93^{30}) podle časové odlehlosti od počátku povodně.

Mapka v příloze 3 podává přehled o denních srážkových úhrnech z 31.5.1995.

Na mapce v příloze 4 jsou vyznačena místa největší plošné eroze způsobené povodní.

Lokální projevy a význam povodně:

Nejvýrazněji se povodeň projevila na místních nepozorovaných tocích, kde chybí možnost dostatečně přesného určení charakteristik odtoku (přímého měření v době povodně). Jedná se o Libotyňský potok a Radhostický (Straňovický) potok. Je zřejmé, že odtoky podobného významu se vyskytovaly i na dalších přilehlých povodích, ale k nejzávažnějším škodám došlo právě na těchto tocích. Libotyňský potok je levostranným přítokem Blanice ze západního směru, jeho povodí je velmi svažité (průměrný sklon povodí je cca 15 %), zalesněné zhruba z 30 %. V povodí Blanice se najde jen málo takto svažitých podpovodí - srovnatelnými jsou pouze Cikánský potok a Živný potok.

Povodňové škody jsou na Libotyňském potoce lokalizovány zejména do Vlachova Březí. Koryto potoka v horní části obce je stavebně upraveno (svislé betonové nábrežní zdi). Velikost průtoku přesahující kapacitu úpravy spolu s množstvím splavenin a unášených předmětů ucpávajících mosty a propustky byly příčinou vyběření a katastrofálního zaplavení přilehlých domů, ulic a pozemků. Poslední limitující překážkou, způsobující přechodné vzdutí toku, se stal silniční mostek v dolní části Vlachova Březí na silnici do Husince. Pod Vl. Březím, kde potok protéká pastvinami, byly stopy této povodňové vlny méně patrné a nedošlo k žádným změnám v korytě ani v přilehlém terénu. Podobné efekty lze předpokládat i na sousedních tocích, méně zalidněných a hlavně bez kritických objektů v blízkosti vodních toků. Také na nich pravděpodobně byl odtok velmi vysoký, avšak bez významnějších škod na majetku zřejmě unikly tyto odtokové vlny pozornosti jak sdělovacích prostředků, tak často i místního obyvatelstva. Kromě situace v okolí toků je další podmínkou vzniku škod i dostatečná plocha povodí, aby vzniklý povodňový průtok byl významný vzhledem k rozměrům ohrožených objektů.

Plochu povodí obdobnou jako Libotyňský potok má i Radhostický potok, na jehož dolním toku byly též soustředěny značné škody. Tento potok je pravostranným přítokem Volyňky od jihu, se spádovými poměry obdobnými jako u Libotyňského potoka. Na Radhostickém potoce se dominující událostí stala destrukce železničního mostu a části přilehlého náspu u Malenic a zničení silničního propustku v Malenicích. Velmi významné průtoky předpokládáme též na soused-

ním Hradčanském potoce, zde však k významným škodám nedošlo.

Přímé určení velikosti kulminačního průtoku na žádném z potoků nebylo možné. Na Libotyňském potoce bylo po povodni provedeno zaměření průtočného profilu a spádu hladiny podle stop kulminačního průtoku. Profil byl vytýčen ve vzdálenosti cca 800 m po proudu pod výše zmíněným silničním mostkem ve Vlachově Březí, ve volné trati toku nezasazené lokálním vzduším. Průběh hladiny byl poměrně spolehlivě určen podle stop na okolních porostech. Zjištěná hodnota podélného sklonu 0.0099, průtočné plochy 32.3 m² spolu s odhadem Manningova součinitele drsnosti v rozsahu 0.035 až 0.030 v korytě a 0.055 až 0.035 ve vybřežení dávají výslednou hodnotu kulminačního průtoku v rozpětí 40 až 65 m³/sec (podle rozpětí odhadu součinitelů drsnosti). Podobná měření, avšak v komplikovanějších podmínkách přímo v obci, uskutečnili pracovníci katedry hydrauliky ČVUT. Jejich výsledky jsou obdobné. Hodnota takto zjištěného kulminačního průtoku převyšuje zhruba dvojnásobně 100-letý průtok v místě měření. Z uvedených skutečností je zřejmé, že na horním toku Libotyňského potoka a patrně i v některých dalších přilehlých povodích se jednalo o extrémní povodňový průtok, značně převyšující tzv. návrhovou 100-letou vodu. Vysvětlení tohoto extrému je třeba hledat v mimořádnosti příčinných faktorů z hlediska plošného rozsahu a časové intenzity srážek, dále pak v některých faktorech zesilujících průběh povodně.

Zesilující faktory projevů povodně:

Z hlediska ročního období a stavu vegetačního pokryvu povodí se jednalo o poměrně rizikový časový úsek; na obou nejvíce postižených povodích je pěstována v poměrně velké míře kukuřice. V této roční době bez vegetačního krytu povrchu půdy a na místních strmých svazích (lokálně až 30 % !) byly tyto pozemky přímo připraveny na erozní poškození a maximální urychlení odtoku. Při znalosti těchto výchozích podmínek nebyl výsledek překvapující: erozní rýhy na kukuřičných polích až desítky cm hluboké, plošný odnos ornice ze zvláště exponovaných lokalit, doslova závěje nánosů na silnici Vlachovo Březí - Radhostice a ve vlastním korytě Libotyňského potoka ve Vlachově Březí i v mnoha úsecích nad a pod obcí. Například na jednom ze dvorů v horní části Vlachova Březí dosahovalo množství usazenin až metr výšky. Jednalo se již o vytríděný jemnozrnný písčité materiál bez lehčího humusu. Škody způsobené erozí na pozemcích lze pokládat v časovém horizontu jedné generace za nenahraditelné, ač v celkovém přehledu škod způsobených povodní na prvním místě nefigurují.

Z dalších faktorů je třeba zmínit se i o výchozím stavu povodí - vyjádřeném obvykle ukazatelem předchozích srážek. Pro tuto situaci je významné zmínit se o srážkové epizodě z noci na 31.5.1995 (tedy o den dříve) na Vimpersku, která zasáhla pravděpodobně i do popisovaných povodí v jejich horních partiích. Právě v těchto partiích předpokládáme i maximum srážek ve vlastní povodňové situaci, takže zde ve shodě s uznávanými srážkoodtokovými koncepty došlo i k největším odtokům z popisovaných povodí. Shodou okolností právě v horních svažitých partiích těchto povodí byly největší oseté plochy kukuřice, tudíž zde byly podmínky pro

vznik povodně v tomto ročním období ideální.

Zde je na místě připomenout i velmi podobný případ povodně z relativně blízkého okolí - v červenci 1975 bylo velmi podobně postiženo povodí Živného (Prachatického) potoka nad Prachaticemi, shodou okolností i tam byl zaznamenán značný výskyt pozemků s osetou kukuřicí. I zde byla odhadována N-letost povodně na hodnotu překračující 100 let a při rekognoskaci v terénu po povodni bylo dle stop proběhlé povodně určeno jádro vzniku povodňové vlny na části povodí velikosti asi 1.5 km², kde dominovaly pozemky se zasetou kukuřicí a spády kolem 10 % a více.

Je-li možné vůbec zobecňovat v těchto případech, soudíme, že kombinace pozemků s vyššími spády (cca přes 7.5 %) s osetím kukuřicí a koncem jara či začátkem léta je v daném regionu výrazným rizikovým faktorem v genezi povodňových průtoků, urychlujícím a zesilujícím odtokový proces. Samozřejmě povodeň by vznikla z odpovídajících srážek i bez kukuřice, její průběh by se však odlišoval poněkud delším (méně strmým) vzestupem povodňové vlny a nižším kulminačním průtokem. Plošné poškození pozemků erozí v takových případech nastává výrazně méně. Porovnání dvou pozemků u obce Hradčany, z nichž jeden byl oset kukuřicí a na druhém byly při jinak obdobných poměrech brambory s brázdami podél vrstevnic, přineslo toto zjištění: na kukuřičném poli kromě plošné eroze do hloubky cca 5 až 10 cm byly erozní rýhy hluboké až 80 cm přibližně 1 m od sebe, v brambořišti se odtok soustřeďoval do brázd, pouze v nejnižších bodech brázd ve vznikající údolnici docházelo k jejich protržení a ke tvorbě dočasného vodního toku. Poměr objemů erodované ornice z jednotky plochy na těchto dvou pozemcích odhadujeme zhruba na 20:1. Významným jevem z hlediska tvorby povodňového průtoku je i efekt akumulace vody v brázdách brambořiště během srážkové epizody. Množství takto dočasně zadržované vody odhadujeme v dané lokalitě až na cca 20 mm. Při odhadovaných srážkových úhrnech až 100 mm v exponované oblasti jde již o velmi významnou hodnotu.

Některé z následků povodně jsou zachyceny na fotografiích v přílohách 7 až 9.

Možnosti ČHMÚ ve vztahu k lokálním povodním:

Při povodních tohoto typu, obvykle začínajících odpoledne či ve večerních hodinách a na místních tocích odeznívajících následující den ráno či dopoledne, není zpravidla technicky možné uskutečnit přímá měření průtoků na místních, často ale i na větších tocích. Chybí zde a vždy bude chybět přímý tok informací směrem z jednotlivých zasažených lokalit do příslušného operativního pracoviště ČHMÚ. V roce 1994 bylo zahájeno budování systému datových přenosů z automatizovaných limnigrafů po komutovaných telefonních linkách. Tento systém zpřístupní všem připojeným pracovištím okamžitý a kontinuální přehled o globální hydrologické situaci. Nikdy však nebude schopen zahrnout beze zbytku výskyt všech lokálních povodní, protože je tvořen uzlovými informačními body (hláskými stanicemi), jejichž množství je z mnoha důvodů limitováno.

Výskyt lokální povodně je možné v některých případech předvídat na základě meteorologických předpovědí. Avšak i za předpo-

kladu kvalitativně a kvantitativně shodného vývoje skutečnosti s prognózou, nelze výskyt bouřkových jader v předpovědi dostatečně přesně lokalizovat. Za optimální situace lze přesnější lokalizaci získat ze snímků meteorologických radarů. Jejich rozmístění, dosah a dosud neexistující mezinárodní propojení však zatím významnější praktické použití v jihočeském regionu neumožňují.

Činnost ČHMÚ při současné úrovni poznání a technického vybavení je proto u lokálních bouřkových povodní omezena na následné zaměření a zdokumentování těchto případů. Z hlediska varování předem je možné pouze upozornit na potenciální nebezpečí intenzivních lokálních bouřek, s udáním pravděpodobné lokality výskytu v rozsahu řádově okresů či regionu. Úvahy o významnějších vazbách mezi morfologií a pravděpodobnými tahy bouřek jsou prozatím ve stádiu hypotéz.

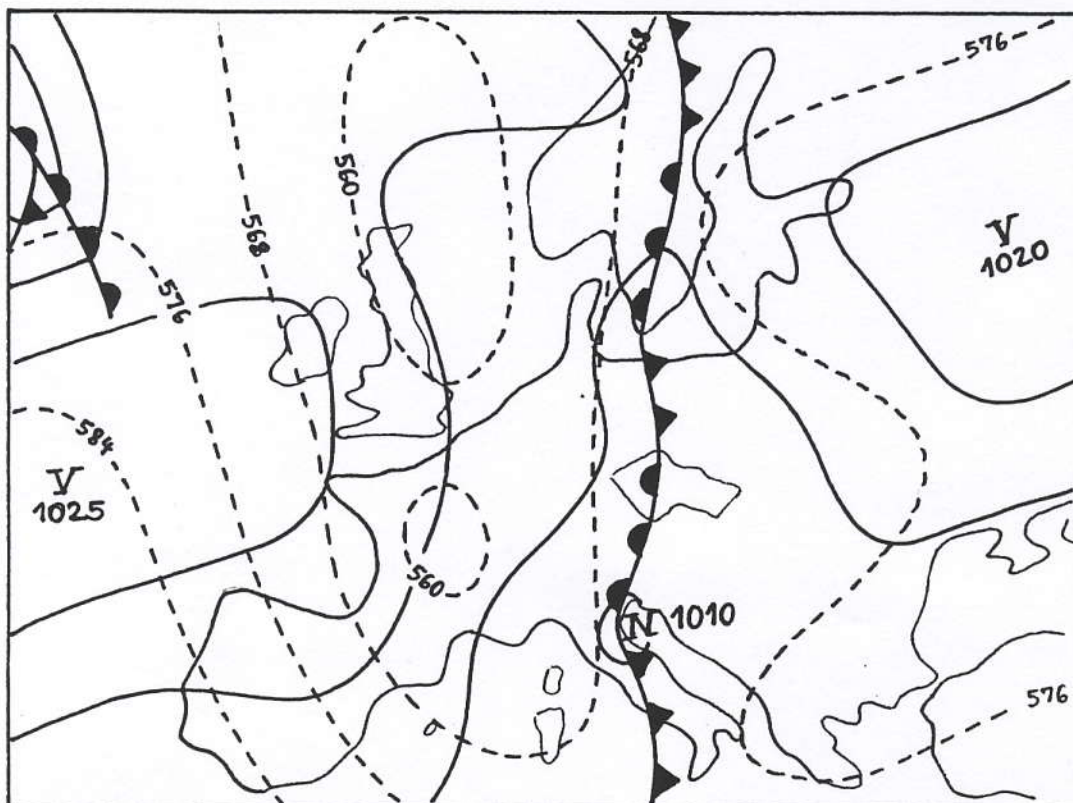
Pro zpětné hodnocení této povodně byly významné jednak re-kognoskace v terénu přímo při postižených tocích, ale i následná hydrometrická měření na Volyňce a Blanici, která výrazně přispěla ke zpřesnění průtokových křivek (zejména na Blanici se jednalo o historicky nejvyšší měřené průtoky vůbec). Jako objektivní kontrola provedených odhadů odtoku na neměřených povodích pak poslouží odtoková bilance provedená v soustavě limnigrafických stanic na okolních měřených tocích. Průtoková situace v kritických dnech v okolních stanicích ČHMÚ je dokumentována v příloze č.5 a 6. Z prvního grafu (průběh průtoků) je patrné, že povodňový odtok vznikl převážně na výše popsaných mezipovodích a přítok do horních profilů byl vzhledem k přítoku z těchto mezipovodí zanedbatelným. V grafu je zachycena i jiná povodňová vlna, která po dalších 24 hodinách překryla sestupné větve popisované povodně a ztížila tak možnosti separace posuzovaného povodňového odtoku.

Jedno z možných řešení separace je zobrazeno na druhém grafu. Podle této varianty by z mezipovodí po Neměticích odteklo z popisované epizody srážek cca 2.17 mil. m³, z mezipovodí po Protivíně by to bylo asi 2.82 mil. m³. Z druhého grafu je též názorně vidět transformační účinek mezipovodí po Protivíně, kde z předpokládaného kulminačního průtoku ve Vlachově Březí (cca 60 m³/s) se vlna spolu s dalšími povodními transformuje na cca 30 m³/s. Kulminační průtok v ústí Radhostického potoka podle této metody mohl dosáhnout až 80 m³/s (zničený železniční most).

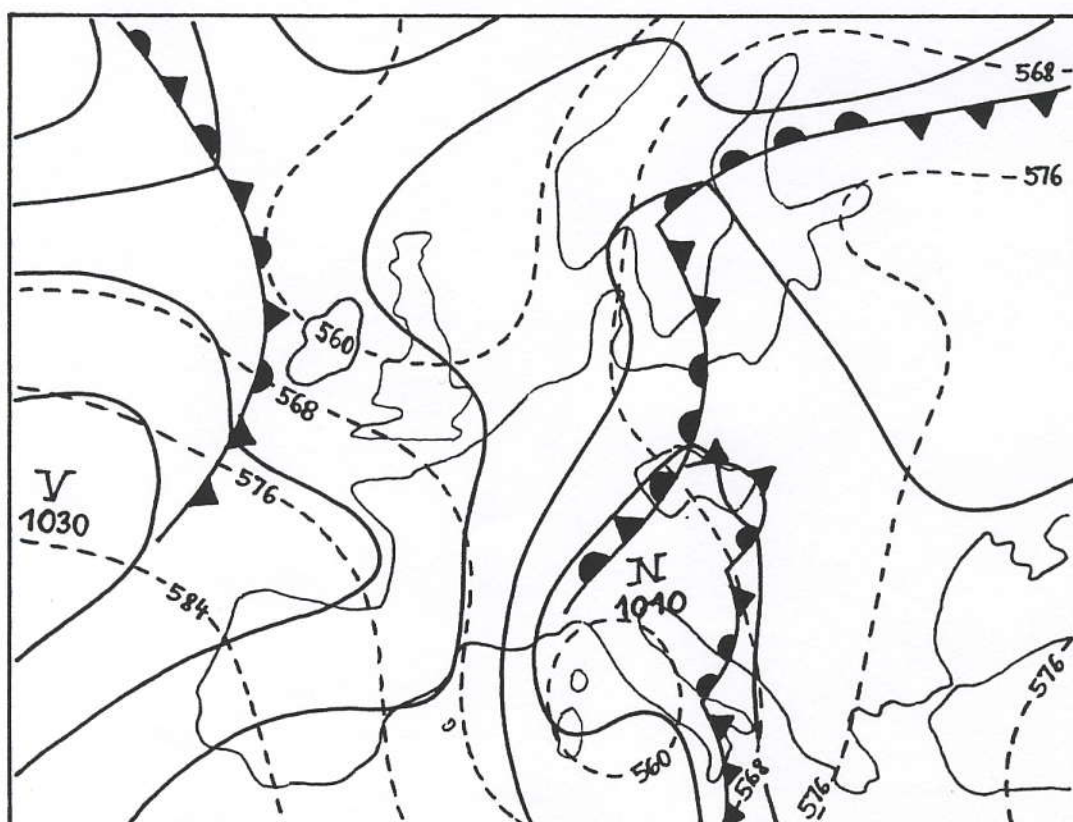
Závěr:

V případě povodně z 31.5.1995 až 1.6.1995 na rozvodí Volyňky a Blanice se jednalo o typickou lokální povodeň s obdobím opakování maximálních průtoků více než 100 letým. Tato povodeň po sobě zanechala mnohamilionové škody, hlavně na Libotyňském potoce ve Vlachově Březí a u Malenic na Radhostickém potoce. Příčinou povodně byly bouřkové přívalové deště, velmi extrémní z hlediska intenzity a plošného rozsahu. Následky povodně byly ještě zesíleny nevhodným způsobem zemědělského využití některých zasažených pozemků (kukuřice).

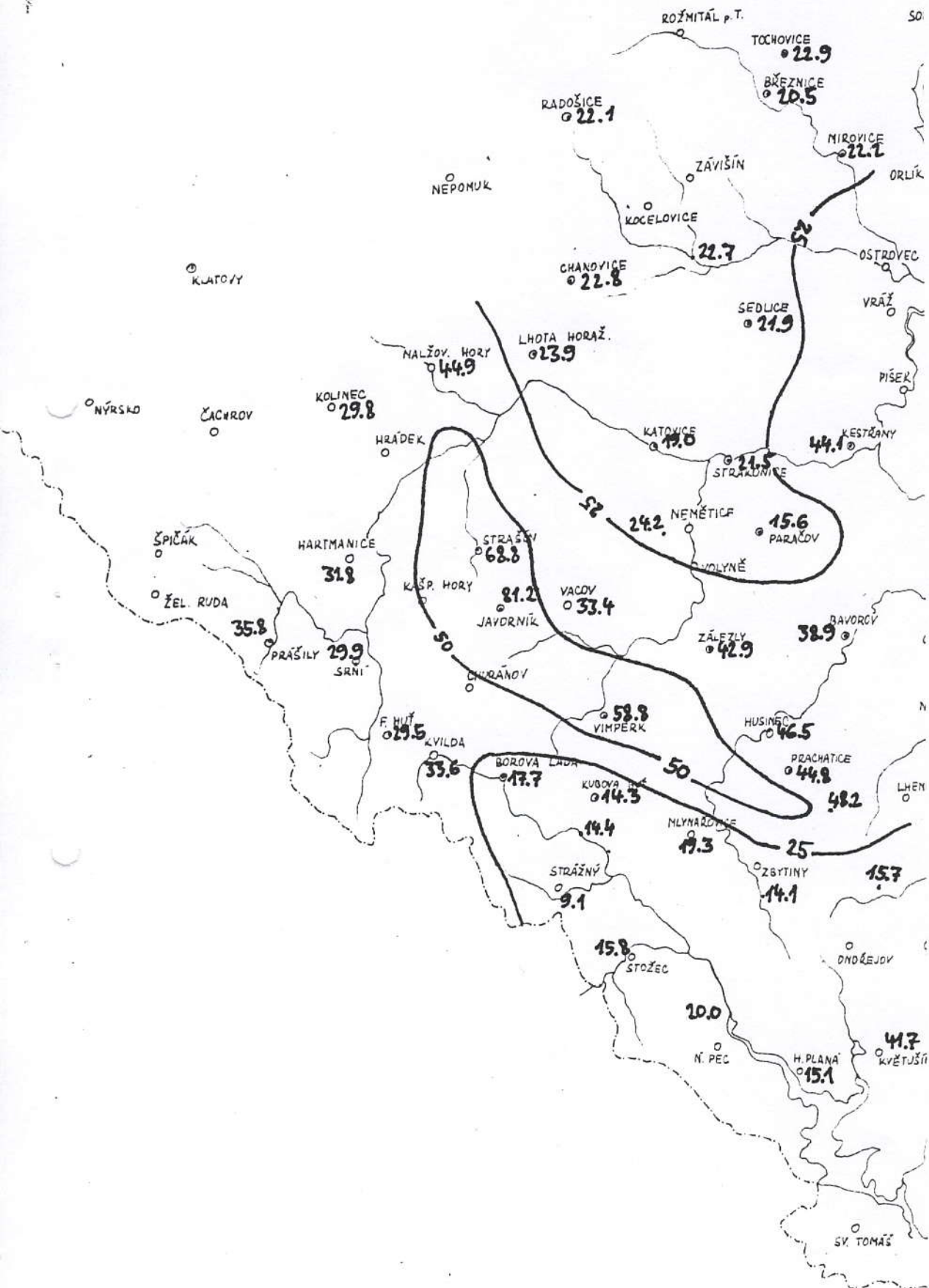
Zpracovali: Ing. P. Lett, F. Vavruška, ing. P. Polcar, v prosinci 1995
pobočka ČHMÚ Č. Budějovice, tel.: (038) 55807



Povětrnostní situace 31.5.1995 v 01 h SEČ - přízemní mapa a izohypsy AT 500 hPa.



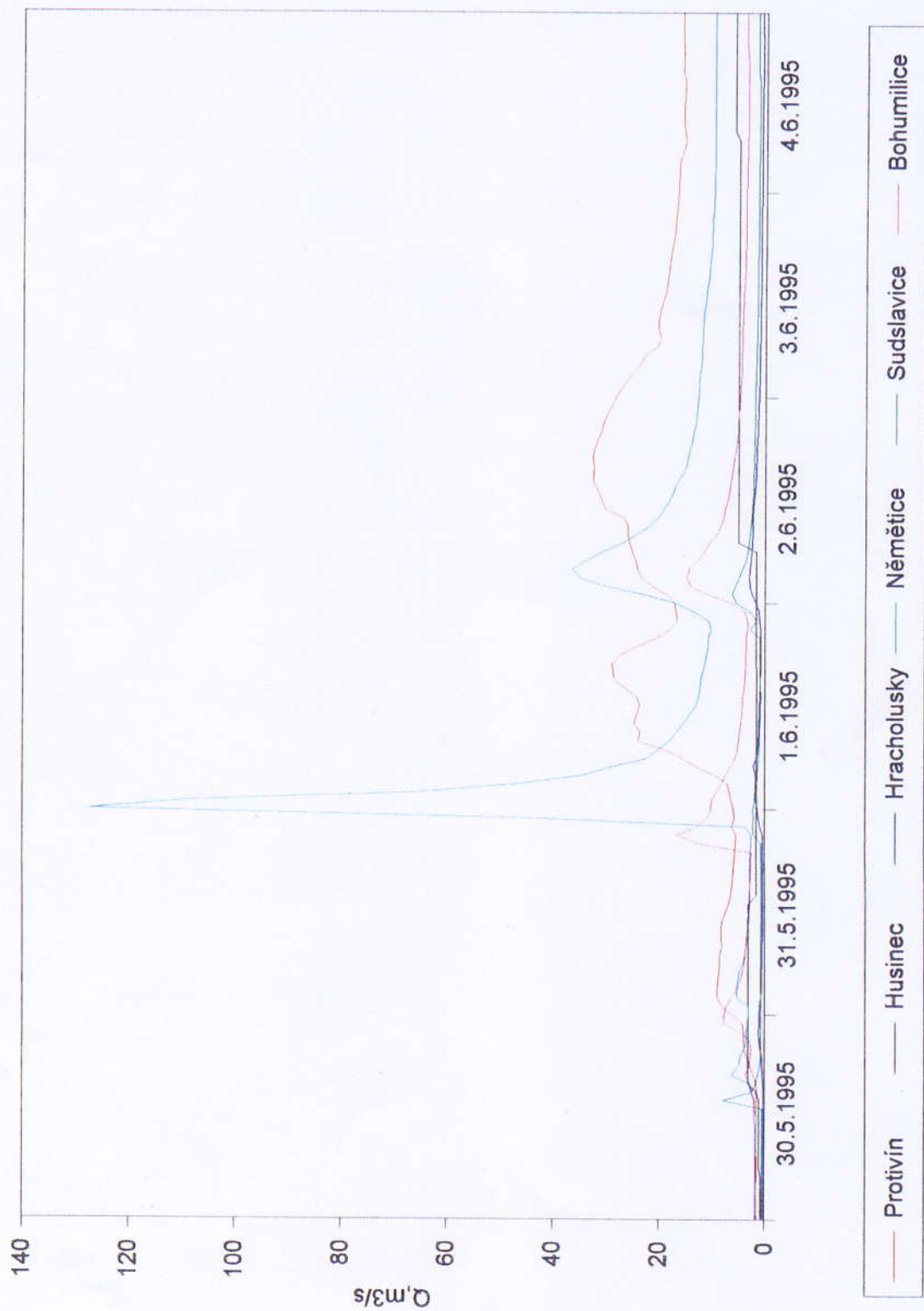
Povětrnostní situace 1.6.1995 v 01 h SEČ - přízemní mapa a izohypsy AT 500 hPa.



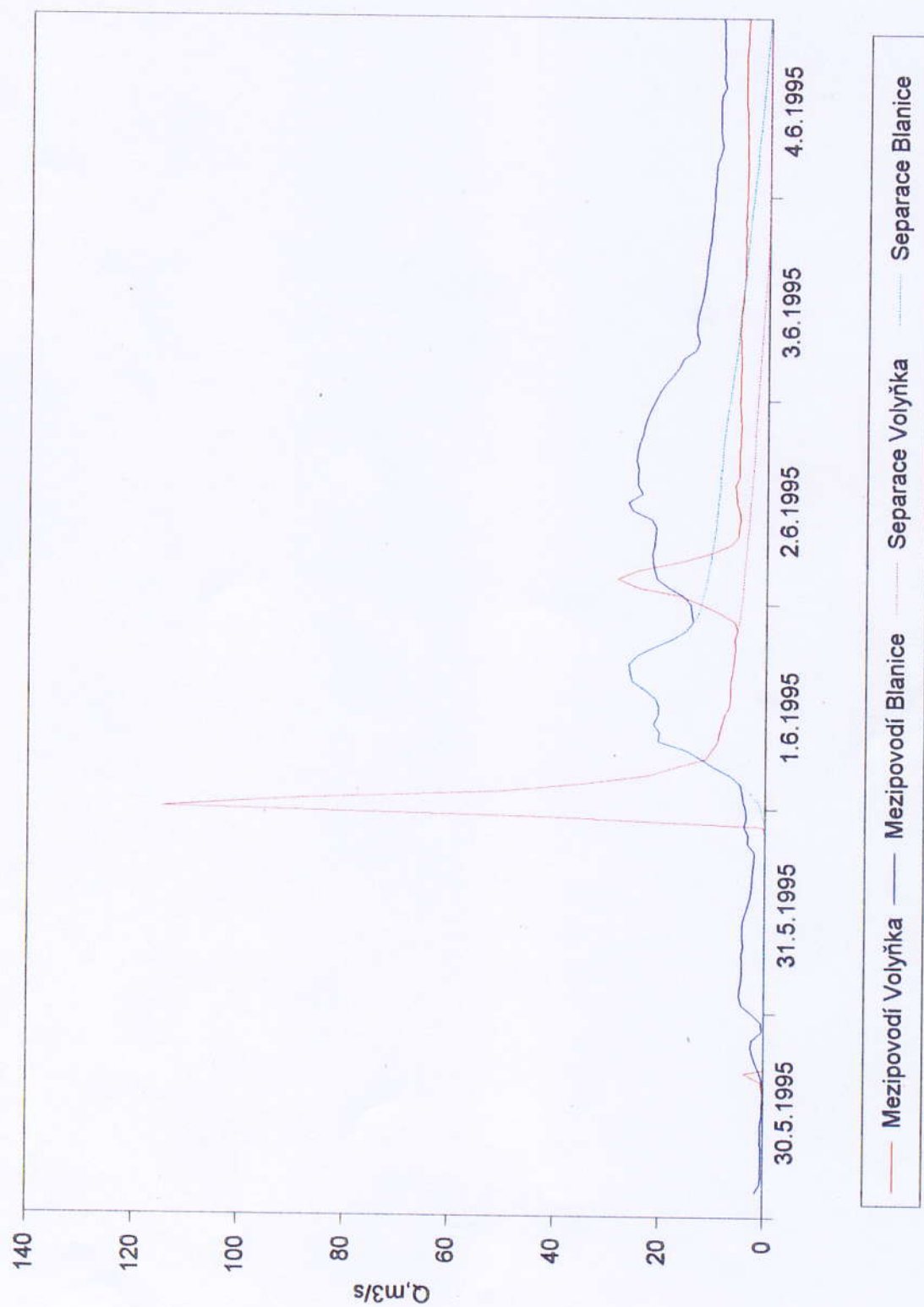




Blanice a Volyňka s přítoky přítoky 30.5.1995 - 4.6.1995



Blanice a Volyňka s přítoky přítoky 30.5.1995 - 4.6.1995





Následky povodně ve Vlachově Březí



Příklady plošné i hloubkové eroze na horních snímcích, na dolním snímku nánosy splavené půdy na silnici nad Vlachovým Březím (silnice na snímku již po zprůjezdění)



Zničený železniční most u Malenic