

SILNÁ BOUŘE NA PELHŘIMOVSKU DNE 23. KVĚTNA 2005

Milan Šálek, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 2578/43, 616 67 Brno, salek@chmi.cz
Markéta Kaplická, Tomáš Kvítek, oba Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Zabovřeská 250,
156 27 Praha 5-Zbraslav, kaplicka@vumop.cz; kvitek@vumop.cz

Severe convective storm in the area of Pelhřimov on 23 May 2005. Severe convective storms producing heavy precipitation and significant hailfall were observed on 23 May 2005 in the Czech-Moravian Highlands, especially at the village Kojčice near the town of Pelhřimov. The precipitation depth was measured by dedicated raingauge network that had been deployed by the Research Institute for Soil and Water Conservation (abbreviated as VÚMOP); one of the station measured daily accumulation of 171.4 mm, most of which fell during two hours. The hail accumulated temporarily on the surface in a layer of 5–20 cm and the intense precipitation resulted in localized flash flood that hit especially the Kojčice community. The network of the raingauges was also utilized as a verification tool for radar-based quantitative precipitation estimate (QPE) which is being run operationally at the CHMI. It has been found that the best QPE for this convective event was radar-based estimate adjusted by mean-field bias, while the inclusion of the available raingauge measurement excessively smoothed the QPE field (the raingauge measurement of the VÚMOP was not included in the analysis but used only for verification). However, the comparison showed also spatial displacement of the precipitation “cores”; the radar-based QPE showed the area of the heaviest precipitation shifted by approximately 2 km to the south east, to the area of the probable updraft area of the convective storm. It has been hypothesized that the shift was caused by the storm dynamics, i.e. the presence of updraft where the radar probably overestimates the precipitation, and the downdraft which results in underestimation of the precipitation due to bigger vertical downward flux of the precipitation particles than assumed by the utilized standard Z-R relationship. The spatial shift was also observed in other cases of heavy convective precipitation and has to be taken into account when calculating and designing possible flash-flood monitoring and warning system based on radar measurement.

KLÍČOVÁ SLOVA: bouře konvektivní – srážky přívalové – měření srážkoměrné – odhad radarový
KEY WORDS: convective storm – heavy precipitation – raingauge measurement – radar estimate

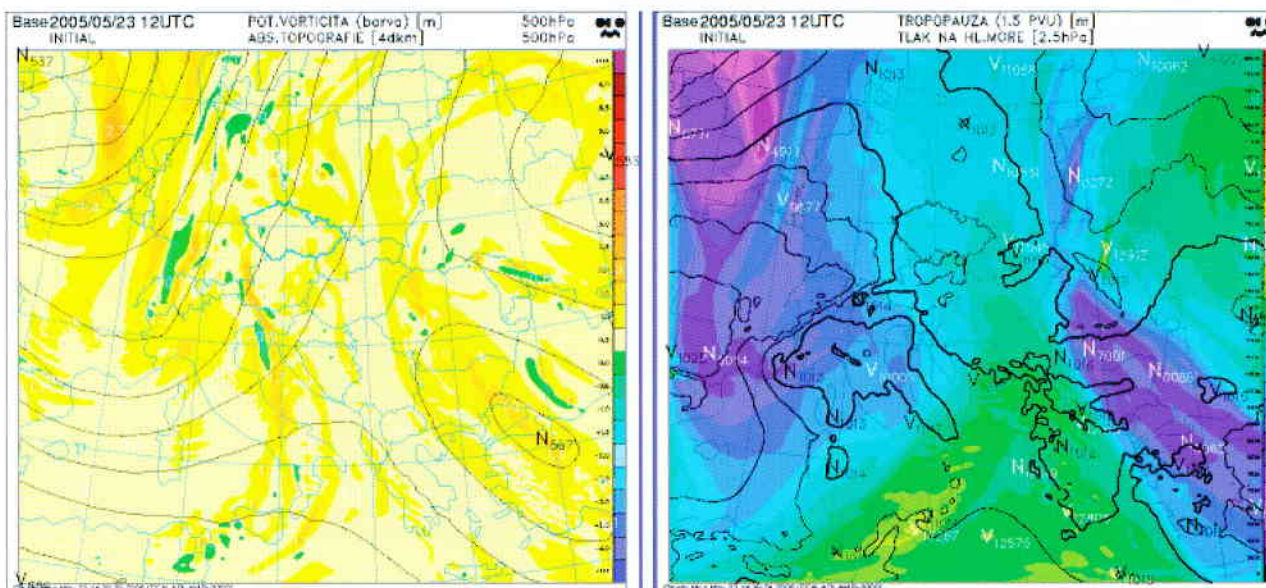
1. ÚVOD

V kraji Vysočina se dne 23. května 2005 vyskytly intenzivní konvektivní bouře doprovázené přívalovým deštěm a silným krupobitím, které způsobily na několika místech materiální škody, a to především na Pelhřimovsku v obci Kojčice a okolí. Srážkoměrné stanice Českého hydrometeorologického ústavu (CHMÚ) v dané oblasti mimořádné hodnoty neznamenaly, ale na účelové srážkoměrné síti Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, veřejné výzkumné instituce

(VÚMOP), byly naměřeny neobvykle vysoké úhrny, z nichž nejvyšší činil 171,4 mm za 24 hodiny. Účelem článku je popis povětrnostní situace, průběhu a účinků bouře, analýza srážek a porovnání radarových odhadů s hodnotami naměřenými pomocí srážkoměrů.

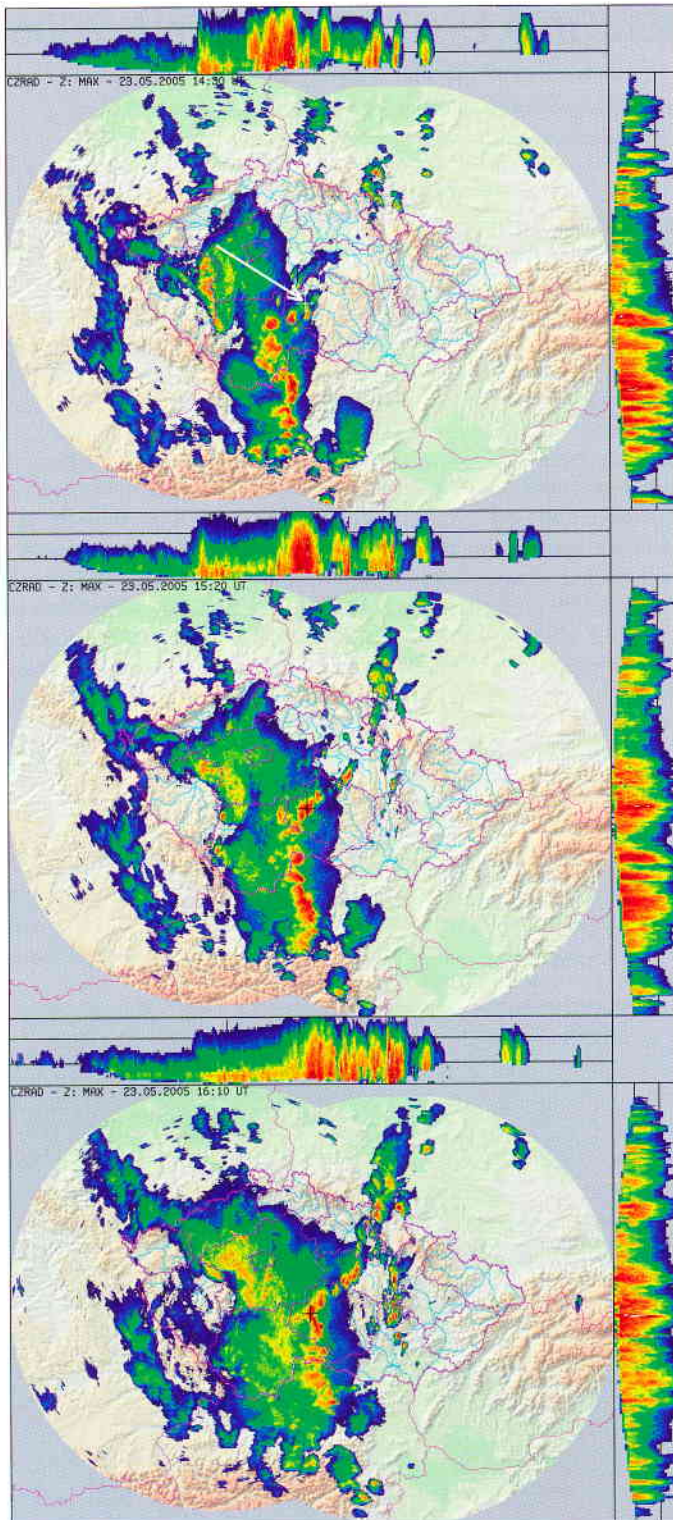
2. POVĚTRNOSTNÍ SITUACE

Celkovou povětrnostní situaci při zemi ukazuje obrázek 1. Nad západní Evropu zasahuje při zemi od jihozápadu oblast



Obr. 1 Potenciální vorticitu a geopotenciál tlakové hladiny 500 hPa (vlevo) a tlak vzduchu přepočteny na hladinu moře s výškou tropopauzy (odvozené jako hladina s potenciální vorticitou 1,5 PVU) ze dne 23. 5. 2005, 12 UTC. Analýza byla vypočtena pomocí modelu ALADIN.

Fig. 1. Potential vorticity and geopotential of the 500 hPa level (left) and mean sea level pressure along with tropopause height (1.5 PVU) on 23 May 2005, 12 UTC. The analysis is made by the ALADIN NWP model.



Obr. 2. Maximální hodnoty radarové odrazivosti ve vertikálním směru (na mapce), doplněné hodnotami maximální odrazivosti ve směru východ-západ a sever-jih, převzaté z aplikace JSMeteoView. Obrázky se vztahují k 23. květnu 2005, 14.30 UTC (16.30 SELČ), 15.20 UTC (17.20 SELČ) a 16.10 UTC (18.10 SELČ). Lokalitu obce Kojčice ukazuje křížek, na který na prvním snímku míří šipka. První obrázek ukazuje počáteční stádium, druhý stádium maximálního rozvoje a třetí stádium pozvolného slábnutí a rozpadu.

Fig. 2. Maximum reflectivity in vertical (map) and in north-south and west-east directions, taken from the JSMeteoView application. The snapshots are from 23 May 2005, 14:30 UTC (16:30 CEST), 15:20 UTC (17:20 CEST) a 16:10 UTC (18:10 CEST) showing the early stage, mature stage and mature-to-dissipation stage, respectively. The Kojčice locality is depicted by little cross.

vysokého tlaku vzduchu, zatímco nad střední Evropou je patrná přízemní brázda nižšího tlaku vzduchu, ve které postupovala k východu studená fronta.

Před studenou frontou se nad naším územím vyskytoval podmíněně labilní vzduch, ale podle aerologické sondáže v Praze-Libuši nedosahovaly hodnoty CAPE příliš vysokých hodnot (do 60 J/kg).

3. VÝVOJ KONVEKTIVNÍCH BOUŘÍ

Pro analýzu vývoje konvektivních bouří jsou klíčová měření z meteorologických radiolokátorů. ČHMÚ provozuje dvě radarová zařízení, jedno na kótě Praha v Brdech a druhé na vrchu Skalky na Dražanské vrchovině. Připomínáme, že se jedná o dopplerovské radary, pracující v pásmu C, které uskuteční celé objemové měření za 10 minut, což byl v roce 2005 základní interval pro analýzu vývoje oblačnosti i pro výpočet odhadů srážek (od jara 2007 je v provozní praxi ČHMÚ plně využíváno i tzv. prokládané snímání, viz [4]). V době výskytu rozebíraných bouří byly oba radiolokátory v provozu a jejich měření nevykazovala podstatné technické obtíže.

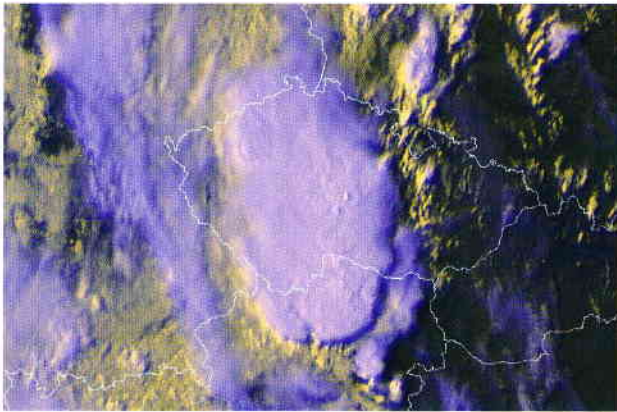
První konvektivní bouře se podle údajů meteorologických radarů začaly vyskytovat na Prachaticku kolem 11. hodiny UTC (13. hodiny SELČ), v dalších hodinách byl patrný vývoj bouří zejména v jižních a středních Čechách. První bouřky na Vysočině se vyskytly kolem 12.00 UTC (14.00 SELČ) v oblasti asi 7 km jihozápadně od Pelhřimova, ale během následující hodiny zeslábly a částečně se přemístily na sever.

Další zesílení bouřkové činnosti nastalo kolem 14.30 UTC (16.30 SELČ), kdy se od západu přiblížil hlavní pás intenzivních bouří, které se vyvinuly v jižních Čechách. Na jeho čele se v oblasti Pelhřimova vyvinula velmi výrazná bouře, která setrvala mezi Pelhřimovem a Humpolcem asi do 16.10 UTC (18.10 SELČ), kdy začala výrazněji slábnout (viz obr. 2). Zároveň došlo ke zformování výrazného pásu konvektivních bouří (squall line), který postupoval dále k severovýchodu. Před tímto pásem se ve východních Čechách a na Moravě nadále vyvíjely zpočátku izolované, později četnější bouřky.

Konvektivní bouře byly velmi nápadné i na snímcích z meteorologické družice Meteosat 8 (MSG-1). Z mnoha možných produktů (jejich popis viz [1]) zde uvedeme kombinaci viditelného (HRV) kanálu a kanálu IR 10.8 v termínu 15.15 UTC (17.15 SELČ, viz obr. 3), na kterém jsou patrné přestřelující vrcholky („overshooting tops“) v oblasti Pelhřimovska. Podle produktu „storm“ (obr. 4) nastal nejrychlejší vývoj kolem 14.25 UTC (16.25 SELČ), kdy se bouře v oblasti jižně od Kojčic dostávala do fáze maximálního rozvoje.

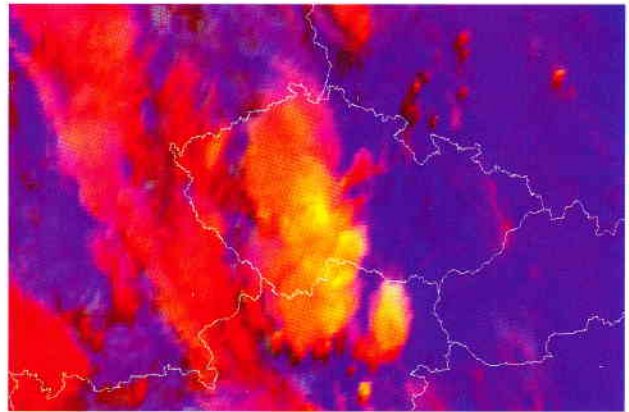
4. ANALÝZA POLE SRÁŽEK

Český hydrometeorologický ústav provozuje rozsáhlou síť stanic, které mají ve svém programu (často kromě jiných úkolů) též měření srážek. Kromě těchto údajů dále shromažďuje v databázi CLIDATA též srážkoměrná data jiných organizací. Z dostupných srážkoměrných údajů vyplynulo, že nejvíce srážek spadlo dne 23. května na stanici Rychnov nad Kněžnou (121 mm), tedy mimo oblast zasaženou silnými bouřkami nad Pelhřimovskem. Pouze radarové údaje ukazovaly, že v dané oblasti mohly spadnout srážky o celkovém úhrnu mezi 100–200 mm, čemuž nasvědčoval i výskyt přívalové povodně, která postihla nejvíce obec Kojčice.



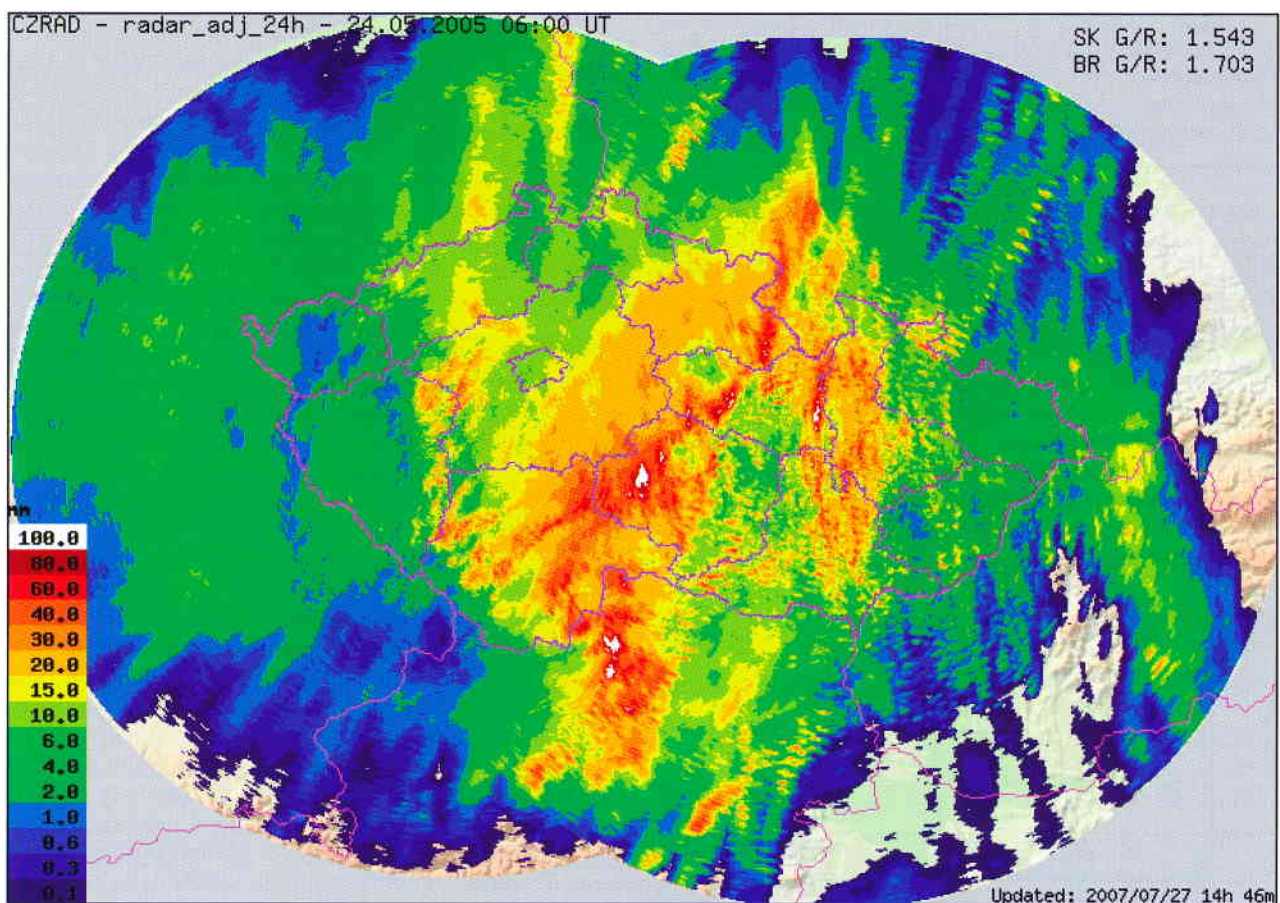
Obr. 3 Obrázek z družice METEOSAT 8, radiometru SEVIRI. RGB kombinace VIS-IR z 23. 5. 2005, 15.15 UTC (čas snímání ČR je 15.25 UTC neboli 17.25 SELČ), na které je patrný přestřelující vrcholok bouřkového oblaku („overshooting top“) nad Pelhřimovskem.

Fig. 3. Image from METEOSAT 8, SEVIRI instrument: RGB composite VIS-IR taken 23 May 2005, 15.15 UTC (the snapshot time in the area is 15.25 UTC, 17.25 CEST). Note the overshooting top over Pelhřimov area.



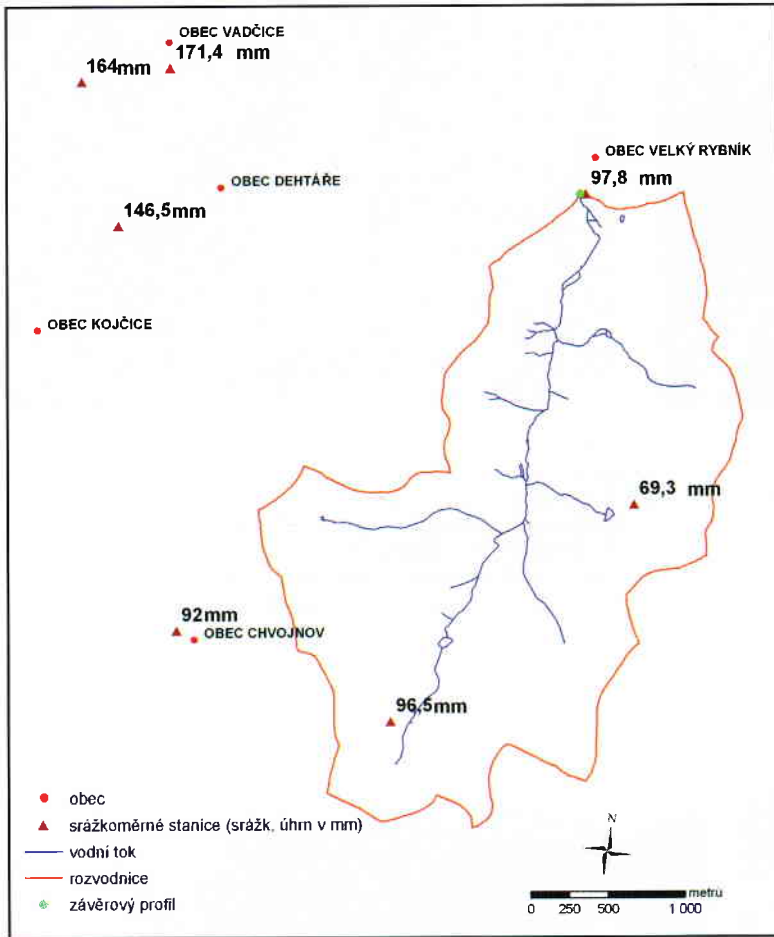
Obr. 4 Obrázek z měření družice METEOSAT 8, radiometru SEVIRI. Produkt „storm“ z 14.15 UTC, čas snímání ČR je 14.25 UTC, tj. 16.25 SELČ. Produkt „storm“ je RGB kombinace využívaná k rozpoznání dynamiky konvektivních bouří. Vrcholky oblačnosti s jemnějšími ledovými částicemi (rychle se vyvíjející „mladé“ bouře) jsou zobrazeny světle žlutě, „starší“ bouře do oranžova, popř. tmavě červena.

Fig. 4. Image from METEOSAT 8, SEVIRI instrument. „Storm“ product from the time 14.15 UTC, the snapshot time in the area is 15.25 UTC, 17.25 CEST. The storm product is an RGB composite utilized for assessment of the dynamics of the convective storms. The cloud tops with finest ice particles (rapidly developing “young” storms) are visualized by bright yellow, mature and decaying storm tops are orange or reddish.



Obr. 5 Radarový odhad denních srážek z období 23. 5. 2005, 06 UTC – 23. 5. 2005, 06 UTC (08 SELČ) adjustovaný koeficienty uvedenými v pravém horním rohu obrázku. Vyšší hodnoty pro oblast Pelhřimovska, a to jak původní, tak adjustované pocházejí z měření radaru Skalky. Fialovou barvou jsou vyznačeny hranice krajů.

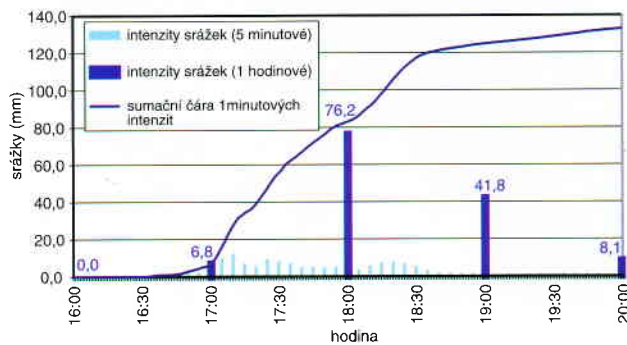
Fig. 5. Radar-based QPE of the daily measurement from 23 May 2005, 06 UTC to 24 May 2005, 06 UTC, adjusted by coefficients shown at the top right. The radar whose values mattered most in the Pelhřimov area was radar Skalky (the „east“ radar). Violet lines show the boundaries of administrative regions.



Obr. 6 Denní srážkové úhrny 23. 5. 2005 na stanicích provozovaných VÚMOP, v. v. i. a experimentální povodí Kopaninského potoka.

Fig. 6. Daily precipitation accumulation 23 May 2005 at the stations run by VÚMOP and the experimental catchment of the Kopaninský brook.

V ČHMÚ je již několik let v rutinním provozu kombinovaná analýza srážek, která poskytuje čtyři druhy odhadů: původní radarový odhad, radarový odhad adjustovaný pomocí dostupných srážkoměrných měření, dále odhad pouze s pomocí srážkoměrů a kombinaci adjustovaného radaru se srážkoměrnými údaji (podrobnosti viz např. [6]). Obr. 5 ukazuje radarový odhad adjustovaný koeficientem 1,543, resp. 1,703 pro úhrny radaru Skalky, resp. Brdy. Ve výpočtech těchto odhadů byla využita



Obr. 7 Srážkové intenzity ze srážkoměrné stanice u obce Dehtáře dne 23. 5. 2005 (14–18 UTC, 16–20 hodin SELČ). Zdroj: VÚMOP.

Fig. 7. Precipitation rate measured by raingauge stations at the Dehtáře village 23 May 2005 (14–18 UTC, 16–20 CEST). Source: VÚMOP.

hlášení všech dostupných stanic, tedy i manuálních stanic bez operativního přenosu dat, ale bez údajů VÚMOP (viz dále). Radarové odhady ukazovaly v oblasti severně od Pelhřimova maximální úhrn pro územní element 1 x 1 km o hodnotě 128 mm, po adjustaci 197 mm, nicméně kombinace se srážkoměry „shladila“ toto maximum na hodnotu 106 mm.

Pro bližší analýzu srážek bylo možné použít též další soubor měření sedmi srážkoměrných stanic VÚMOP. Dvě ze stanic jsou automatické (u obce Dehtáře a v obci Velký Rybník), na ostatních stanicích probíhá ruční měření srážek. Srážkoměrné stanice jsou umístěny na experimentálních povodích a lokalitách. Nejvyšší srážkové úhrny zaznamenali pozorovatelé na stanicích u obce Vadčice (171,4 mm, resp. 164,0 mm). Nejbližze obci Kojčice měří srážkoměrná stanice umístěná jihozápadně od obce Dehtáře, která dne 23. 5. 2005 zaznamenala srážkový úhrn ve výši 146,5 mm (obr. 6).

Jednohodinové a pětiminutové úhrny srážek z období mezi 16.00 a 20.00 h SELČ jsou pro automatickou stanici umístěnou u obce Dehtáře zaznamenány podrobně v grafu (obr. 7). Z grafu je patrné, že zde byl během čtyř hodin (od 16. do 20. hodiny SELČ) naměřen srážkový úhrn 132,9 mm. Mezi 17. a 18. hodinou zde bylo zjištěno dokonce 76,2 mm. Takové srážkové úhrny popisují Kulasová et al.[3] pro území, na kterém se nachází obec Kojčice a srážkoměrná stanice Dehtáře, jako maximální jednodenní srážku s dobou opakování 100 let (na základě pozorování z let 1890, 1895–2002). Konkrétně uvádějí rozmezí 80–90 mm.

Janeček [2] uvádí hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování za N roků [7]). Pro nejbližze ležící srážkoměrné stanice Humpolec, resp. Pelhřimov, provozované Českým hydrometeorologickým ústavem, odpovídá maximální denní úhrn srážek s pravděpodobností opakování za 100 let hodnotám 100,0 mm, resp. 99,8 mm. Denní srážkový úhrn ze dne 23. 5. 2005 u obce Dehtáře ve výši 146,5 mm tedy převyšuje podle [7] 100letou srážku uváděnou pro stanice Humpolec a Pelhřimov.

V důsledku srážkové a povodňové události byly zaznamenány škody na majetku a zemědělských plochách. Obec Kojčice leží západně od povodí Kopaninského potoka, na jehož toku monitoruje Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy průtoky. Jedná se o povodí s plochou 7,1 km², průměrný průtok v závěrovém profilu dosahuje 27 l.s⁻¹, specifický odtok 4 l.s⁻¹.km⁻². V tomto povodí došlo během srážkové události 23. 5. 2005 k vyběření toku a jeho rozliti po přilehlých plochách. Záznamy ultrazvukových čidel byly většinou přerušeny vlivem vysokých vodních stavů. Na základě stop v okolí toku a s pomocí doplňkových měření byl odhadnut kulminační průtok v závěrovém profilu povodí na ca 10 m³.s⁻¹. Specifický kulminační průtok dosáhl 1,4 m³.s⁻¹.km⁻².

Kromě vlastních extrémních srážkových úhrnů byla tato bouře zajímavá i výskytem extrémního krupobití. Vlastní kroupy neměly (naštěstí) velikost potřebnou k působení rozsáhlejších škod na majetku, ale padaly v takovém množství, že vytvořily vrstvu asi kolem 5–20 cm mocnou (obr. 8).

5. POROVNÁNÍ ODHADU SRÁŽEK Z METEOROLOGICKÝCH RADARŮ SE SRÁŽKOMĚRY V OKOLÍ KOJČIC

Pro zhodnocení schopnosti operativního kombinovaného odhadu srážek z meteorologických radiolokátorů a srážkoměrů byla měření stanic VÚMOP brána také jako nezávislý verifikační soubor. Přehled stanic je uveden v tabulce 1, naměřené hodnoty a příslušné radarové odhady (odhady na element 1 x 1 km, na kterém leží daná stanice) ukazuje tabulka 2. Stanice leží v nadmořské výšce mezi 480 až 590 metry a vzdálenosti stanic od obou radarů jsou přibližně stejné, od 106 do 111 km.

V oblasti silných bouří se též podle radarových měření vyskytovala četná krupobití. Radarové odhady srážek jsou většinou výskytem krup do jisté míry nadhodnocovány, přestože při zpracování odhadů srážek platí omezení na výskyt krup, které ohraničuje intenzitu srážek hodnotou 100 mm/h [5].

Z tabulky 2 a především z obr. 9 vyplývá, že radar po adjustaci, spočítané bez stanic VÚMOP, poměrně dobře odhadl velikost srážkových úhrnů na zasaženém území (maximum srážek v elementu 1 x 1 km asi 3 km západně od Kojčic činilo 197 mm), ale menší problém je v lokalizaci „radarových“ srážek, které jsou posunuté asi o 2 km k jihovýchodu. Podobná analýza s výsledky měření radaru Brdy (není ukázána) vykazovala obdobný posun, navíc radar Brdy v uvedené oblasti podstatně více srážky podcenil.

Posunutí „radarových“ srážek vůči pozemním měřením o 1–3 km není úplně překvapivé, podobné jevy byly zjištěny též u jiných případů přivalových dešťů, např. při povodni na toku Hodonínky 15. 7. 2002 [5]. Je to většinou vysvětlováno efekty výstupných a sestupných proudů v bouři, kdy jsou



Obr. 8 Vrstva krup v obci Kojčice dne 23. 5. 2005. Foto: J. Roubík.

Fig. 8. The hail accumulated at the surface in Kojčice village. Photo by J. Roubík.

v oblasti výstupných proudů srážky spíše udržovány v atmosféře, zatímco v místech sestupných proudů se oproti klidnému ovzduší výrazně (až několikanásobně) zvyšuje tok srážek k zemskému povrchu. Algoritmus radarového odhadu naproti tomu předpokládá, že srážky padají v klidném ovzduší, a tudíž efekty výstupných a sestupných proudů nejsou a nemohou být při výpočtu radarových odhadů srážek brány v úvahu. Z uvedeného vyplývá, že radar v místech výstupných proudů srážky přeceňuje a v oblasti sestupných proudů podceňuje. Je velmi pravděpodobné, že se v případě rozebírané bouře srážkové částice tvořily ve výstupných proudech

Tab. 1 Přehled meteorologických stanic Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., v oblasti Kojčice a Vadčice.

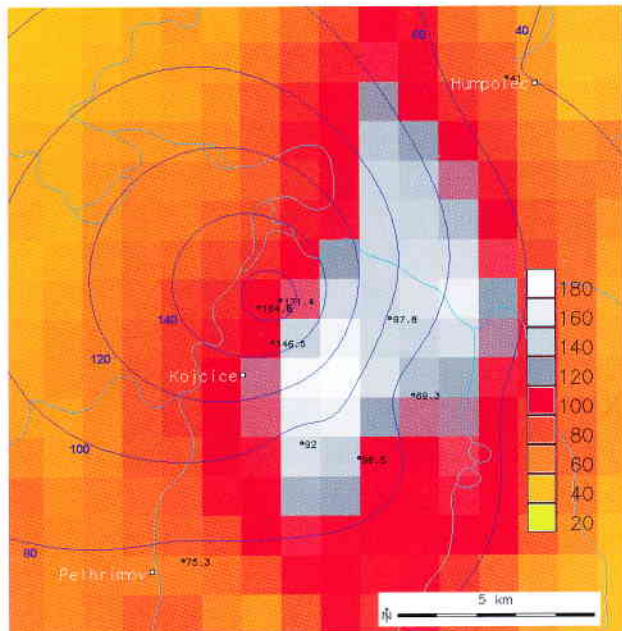
Tab. 1. List of the meteorological stations of VÚMOP in the region of Kojčice and Vadčice.

Název stanice	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Výška nad hladinou moře [m]	Vzdálenost od radaru Skalky [km]	Vzdálenost od radaru Brdy [km]	Denní úhrn srážek dne 23. 5. 2005 [mm]
Dehtáře	15°15'60"	49°28'60"	505	111	106	146,5
Chvojnou	15°16'34"	49°27'37"	586	110	107	92,0
U Němců	15°17'45"	49°27'24"	579	109	108	96,5
U Turků	15°18'54"	49°28'15"	582	107	109	69,3
Vadčice, u Koubků	15°16'10"	49°29'34"	525	110	106	171,4
Vadčice, mělká půda	15°15'42"	49°29'29"	536	111	105	164,8
Velký Rybník	15°18'27"	49°29'18"	483	108	109	97,8

Tab. 2 Radarové odhady a adjustované radarové odhady denních srážek za období 23. 5. 2005, 06 UTC (08 SELČ) – 24. 5. 2005, 06 UTC (08 SELČ) pro stanice VÚMOP, v.v.i. Adjustační koeficient pro radar Brdy činil 1,703, pro radar Skalky 1,543.

Tab. 2. Radar-based original and adjusted estimates of the daily precipitation from 23 May 2005, 06 UTC (08 CEST) to 24 5 2005, 06 UTC (08 CEST) for the VÚMOP stations. The adjustment coefficients for Brdy and Skalky radar were 1.703 and 1.543, respectively.

	RADAR SKALKY			RADAR BRDY			Srážkoměr
	vzdálenost od radaru	radar_orig	radar_adj	vzdálenost od radaru	radar_orig	radar_adj	
Dehtáře	111	62,7	96,7	106	57,7	98,3	146,5
Chvojnou	110	105,9	163,4	107	46,2	78,7	92,0
U Němců	109	63,3	97,7	108	34,4	58,6	96,5
U Turků	107	85,8	132,4	109	33,3	56,7	69,3
Vadčice, u Koubků	110	72,8	112,3	106	54,5	92,8	171,4
Vadčice, mělká půda	111	50,7	78,2	105	54,5	92,8	164,8
Velký Rybník	108	91,4	141,0	109	47,8	81,4	97,8



Obr. 9 Porovnání adjustovaného radarového odhadu se stanicemi VÚMOP, měřícími v oblasti zasažené silnými srážkami, kromě stanic Pelhřimov (úhrn 75,3 mm, dole) a Humpolec (41,0 mm, nahoře vpravo), které patří ČHMÚ. Izohyety jsou vykresleny metodou krigování ze staničních měření. Čísla u legendy (barevné stupnice) se vztahují ke spodní hranici intervalu. Uvedená mapa byla vytvořena v GIS GRASS verze 6.2, plošný odhad ze srážkoměrů (krigování) ve statistickém programovacím jazyku R a balíčku gstat.

Fig. 9. Comparison of the adjusted radar-based QPE with the VÚMOP stations deployed at the region hit by the heavy precipitation, complemented by CHMÚ stations Pelhřimov (value 75.3 mm, bottom) and Humpolec (41.0 mm, top). The isohyets are obtained by kriging method from the raingauge values. The numbers at the legend refer to the bottom of the interval. The map was made in GIS GRASS 6.2, the kriging was computed in statistical software R and gstat package.

na jihovýchodní a jižní straně bouřkového komplexu a padaly, vytvářejíce sestupné proudy, zejména v severozápadní a severní části bouře, což mělo zřejmě za následek zjištěný posun. Šířka radarového paprsku na elevaci $0,1^\circ$ nad studovaným územím je u obou radarů přibližně stejná, kolem 2 km, a jeho střed je přibližně ve výšce 1,8 km. V těchto vzdálenostech se měření na elevaci $0,1^\circ$ ještě kombinuje (interpoluje) s měřeními na vyšší elevaci $0,5^\circ$, tudíž radarový odhad se vztahuje k výškám asi 1,8 až 3,5 km nad mořem, tj. 1,3–3 km nad zemským povrchem dané oblasti, tedy ve výškách, ve kterých mohou uvedené efekty podcenění a přecenění vlivem výstupných a sestupných pohybů nastat.

Alternativní hypotézou vysvětlující uvedený posun může být i chybné stanovení azimutu měření vlastního radarového zařízení. Proto byl učiněn pokus, kdy se denní odhad srážek radaru Skalky převedl do polárních souřadnic a posunul o 1° po směru hodinových ručiček, tedy směrem, který sliboval lepší soulad s pozemním měřením stanic VÚMOP. Vlivem uvedeného posunutí se znatelně zlepšil korelační koeficient mezi všemi stanicemi a příslušnými radarovými odhady (z 0,738 na 0,782), ale pouze při zahrnutí stanic VÚMOP. Bez stanic VÚMOP zůstal korelační koeficient prakticky stejný (změnil se z 0,668 na 0,670). Též s přihlédnutím ke skutečnosti, že radar Brdy ukazoval též maximum srážek posunuté k jihu až jihovýchodu oproti srážkoměrným měřením, je chyba stanovení či měření azimutu radarem Skalky považována za neprokázanou a nepravděpodobnou.

6. ZÁVĚR

Článek se zabývá jednou z nejsilnějších konvektivních bouří roku 2005. Svou pozornost si získala v důsledku kruhovitosti, které vytvořilo vrstvu krup mocnou až kolem 20 cm, zejména ale celkovým úhrnem srážek, který dosáhl na stanici Vadčice „u Koubků“ hodnoty 171,4 mm, což mělo za následek lokální přívalovou povodeň.

Pro podrobné studium srážkového pole hrála velmi důležitou úlohu skutečnost, že se na území, zasaženém přívalovým deštěm, vyskytovala účelová síť srážkoměrných stanic VÚMOP. Bez těchto stanic bylo možno spoléhat pouze na radarová měření, o kterých je však známo, že se u nich mohou vyskytovat různé, často podstatné chyby, které je možné pouze částečně korigovat metodami adjustace či kombinace se srážkoměrnými měřeními. Analýza vztahu radarových odhadů, adjustovaných radarových odhadů a kombinace se srážkoměry a srovnání těchto odhadů se stanicemi VÚMOP ukázala, že v těchto „čistě konvektivních“ případech je nejbližší skutečnosti adjustovaný radarový odhad, neboť v algoritmu kombinace je územní reprezentativnost srážkoměrů často přeceňována a radarový odhad je srážkoměry nadměrně „shlazován“. Přestože adjustovaný radarový odhad vykazoval hodnoty velmi blízké naměřeným srážkoměrným údajům, bylo pozorováno celkové posunutí radarového odhadu vůči pozemním měřením, což je s největší pravděpodobností způsobeno dynamikou bouře, především efekty výstupných a sestupných proudů. Tento jev není pozorován poprvé, tudíž je možné doporučit, aby v případě hydrologických aplikací, které používají radarové odhady srážek, byla tato možná chyba lokalizace brána v úvahu při stanovování (velikosti) území, pro které se počítají průměrné plošné srážky. Velikost takovýchto územních elementů by měla dosahovat alespoň druhé mocniny typické délkové chyby lokalizace center srážek, tedy nejméně 4–5 km².

Uvedený příspěvek vznikl za podpory Výzkumného záměru MZe 0002704901 a grantu GAČR 205_04_0114.

Literatura

- [1] CHARVÁT, Z., 2006. Využití družicových snímků v Českém hydrometeorologickém ústavu. *Meteorologické Zprávy*, roč. 59, č. 1, s. 11–17. ISSN 0026-1173.
- [2] JANEČEK, M. a kol., 1992. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: ÚVTIZ. 109 s.
- [3] KULASOVÁ, B. – ŠERCL, P. – BOHÁČ, M., 2004. Projekt QD1368 – Verifikace metod odvození hydrologických podkladů pro posuzování bezpečnosti vodních děl za povodní. [Závěrečná zpráva.] Praha: ČHMÚ. 127 s.
- [4] NOVÁK P., 2007. The Czech Hydrometeorological Institute's Severe Storm Nowcasting System. *Atmospheric Research*, Vol. 83, s. 450–457.
- [5] ŠÁLEK M. – BŘEZKOVÁ L. – NOVÁK P., 2006. The use of radar in hydrological modelling in the Czech Republic – case studies of flash floods. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 6, s. 229–236
- [6] ŠÁLEK, M. – NOVÁK, P. – SEO, D.-J., 2004. Operational application of combined radar and raingauges precipitation estimation at the CHMI. ERAD 2004 proceedings. *ERAD publication series*, Vol. 2, s. 16–20.
- [7] ŠAMAJ, F. – VALOVIČ, Š. – BRÁZDIL, R., 1985. Denní úhrny srážek s mimoriádnou vydatností v období 1901–80. In: *Zborník prác SHMÚ Bratislava*, zv. 24, s. 9–112.

Lektor (Reviewer) RNDr. J. Sulan.