

## MOŽNOSTI PREDIKCE RIZIKA VZNIKU PŘÍVALOVÉ POVODNĚ Z DAT METEOROLOGICKÉHO RADARU

Petr RAPANT<sup>1</sup>, Jaromír KOLEJKA<sup>2</sup>, Tomáš INSPEKTOR<sup>1</sup>, Lucie ORLÍKOVÁ<sup>1</sup>,  
Kateřina BATELKOVÁ<sup>2</sup>, Jana ZAPLETALOVÁ<sup>2</sup>, Karel KIRCHNER<sup>2</sup>, Tomáš KREJČÍ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IT4Innovations – National Supercomputing Center and Institute of Geoinformatics,  
VSB-Technical University of Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic  
{*petr.rapant|tomas.inspektor|lucie.orlikova*}@vsb.cz

<sup>2</sup> Institutu of Geonics, Czech Academy of Science, Drobného 28, 602 00 Brno, Czech republic  
{*kolejka|batelkova|zapletalova|kirchner*}@geonika.cz

### Abstrakt

Území České republiky se v posledních dekádách potýká se zvýšeným výskytem přívalových povodní. Ty nejničivější zasáhly v červnu 2009 Novojičínkou a na počátku srpna 2010 Frýdlantsko. V obou případech přívalové srážky dopadaly do území nasyceného srážkami spadlými v předchozím týdnu. Výsledkem byl poměrně rychlý nástup přívalových povodní, které zasáhly relativně velké území a způsobily značné materiální škody i ztráty na životech obyvatel. Nástup povodní byl tak rychlý, že evakuace obyvatel mnohdy probíhala až po zaplavení území. Tento vývoj byl přímým důsledkem neexistence systému včasné výstrahy před přívalovou povodní v České republice. Existuje přitom dostupný zdroj informací, popisujících aktuální vývoj srážkového pole a umožňující alespoň kvalitativně vymezit území, kde roste riziko vzniku přívalových povodní, navíc s dostatečným časovým předstihem tak, aby bylo možné vyrozumět obyvatele a provést bezpečně, v klidu a včas evakuaci ohrožených lidí. Jde o meteorologický radar. Příspěvek demonstruje postup, umožňující na základě zpracování radarových dat průběžně vyhodnocovat potenciální koncentraci odtékajících srážek ve vodotečích a vymezit vodoteče ohrožené přívalovou povodní. V případě výše zmíněných povodní by bylo při využití vyvinutého postupu možné varovat obyvatelstvo s předstihem až několika hodin. Výsledky predikcí byly porovnány s daty získanými na profesionálně provozovaných hlášených profilech, situovaných na vodotečích v zájmové oblasti. I tato porovnání ukázala schopnost vyvinuté metodiky upozornit na růst rizika přívalové povodně v předstihu několika desítek minut až několika hodin.

### Abstract

The Czech Republic faced with an increased incidence of flash floods in recent decades. Most devastating ones struck in June 2009 at Novojičínsko and early August 2010 at Frýdlantsko. In both cases, heavy rains fell in the territory saturated with precipitation fallen in the previous week. The result was a relatively quick onset of flash floods that hit relatively large area and caused considerable material damage and loss of life of the population. The rise of the floods was so fast that the evacuation of the population often took place after the flooding. This development was the direct consequence of the lack of early warning system of the flash floods in the Czech Republic. But there is accessible source of information describing the current development of precipitation field and allowing at least qualitatively identify areas where increases the risk of flash floods, moreover, sufficiently in advance so that it is possible to warn residents and do safe and timely evacuation of vulnerable people. It is a weather radar. Contribution demonstrates how, based on radar data processing, continuously evaluate potential concentration of rainfall in the watercourses and identify watercourse segments endangered by flash floods. In the cases mentioned above people could be warn up to few hours in advance. The results of the predictions were compared with data obtained from a professionally operated gauge stations, situated on a watercourse in the area of interest. Even this comparison showed the ability of the methodology developed to highlight the risk of flash floods growth ahead of several tens of minutes to several hours.

**Klíčová slova:** krizové řízení; geoinformační technologie; prostorová data; včasná výstraha.

**Keywords:** crisis management; geoinformation technologies; spatial data; early warning.

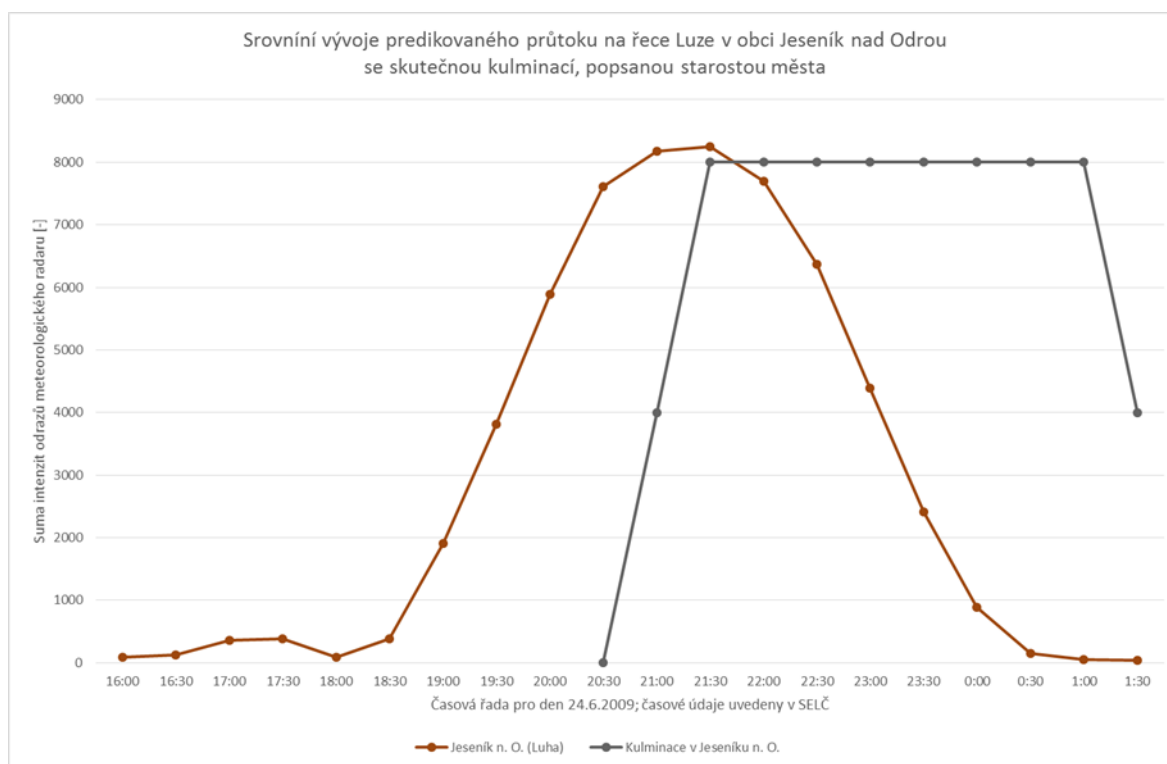
## ÚVOD

Bleskové povodně jsou přírodní hrozbou, typickou svou nepředvídatelností a možná také proto jim byla dlouhou dobu věnována menší pozornost než regionálním povodním. Jejich nahodilý výskyt a rychlý průběh limitují možnosti jejich předpovědi a varování pře nimi. Nicméně vzhledem k měnícím se klimatickým podmínkám je výskyt těchto nebezpečných přírodních jevů čím dál častější, a proto i zájem o ně roste. Navíc došlo i k výraznému pokroku v oblasti monitorování aktuální meteorologické situace.

V České republice zatím není žádný podobný systém rutinně provozován. Český hydrometeorologický ústav však vyvíjí v této oblasti aktivity (např. Drbal, 2009, Šercl, et al., 2015, HPPS\_3, 2015, HPPS ČHMÚ), ale jím vyvíjené postupy kladou velký důraz na kvantifikaci dopadů přívalové srážky, predikci hladiny vody ve vodotečích, vymezení potenciálně zaplaveného území apod. Nevýhodou může být jistý časový odstup predikce za vývojem situace, způsobený časem nutným na shromáždění dat a jejich vyhodnocení.

Ve světě používané modely kvantifikují množství srážek a následně modelují možné reakce v povodí na toto množství srážek. Do modelů vstupuje řada faktorů, které jsou zatížené určitou mírou nejistoty a tím pádem i výsledné předpovědi jsou poměrně nejisté.

Autoři zvolili odlišný přístup. Cílem není predikce výskytu přívalové povodně, ale predikce růstu rizika jejího výskytu. Na vstupu jsou zapotřebí jen data z meteorologických radarů, ze kterých je možné relativně rychle dle daného algoritmu vyhodnotit, které říční úseky mohou být v nejbližších minutách až hodinách ohrožené přívalovou povodní. Jedná se však o kvalitativní a nikoliv, jak bývá zvykem, o kvantitativní vyhodnocení rizika.



**Obr. 1.** Srovnání vývoje predikovaného průtoku (RS) na řece Luze v obci Jeseník nad Odrou se skutečnou kulminací, popsanou starostou obce. (Rapant et al., 2015a)

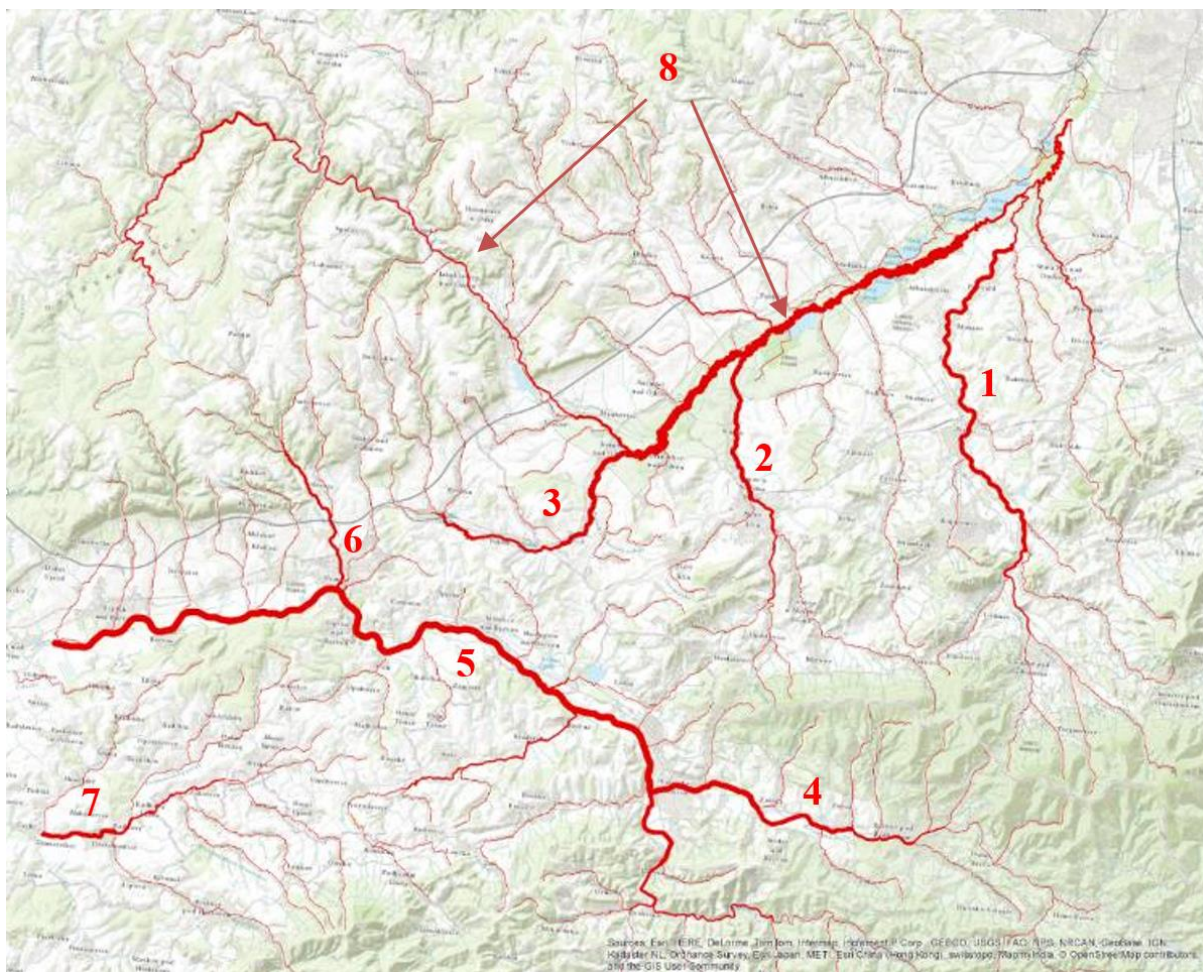
## MONITOROVÁNÍ SRÁŽEK

Měření intenzity srážek se dlouhodobě provádí pomocí sítě srážkoměrných stanic. Jedná se o přímý způsob měření, poskytující pro konkrétní lokality dlouhé časové řady, získávané exaktními postupy. Existují však i metody nepřímého měření rozložení pole srážek, založené na principech dálkové detekce. Konkrétně se jedná o meteorologické radary, poskytující nepřímý odhad srážek (Prax, et al., 2010).

Radar zachycuje prostorově kontinuální rozložení srážkových polí včetně jejich trojrozměrné struktury a pohybu. Radarová měření však ukazují pouze okamžitá rozložení intenzit srážek v diskrétních časech. Srážková pole mají přitom velkou proměnlivost v prostoru i v čase. Okamžité intenzity se na vzdálenosti několika málo kilometrů nebo během deseti minut mohou lišit o řád, proto je nutné používat co nejkratší interval měření (5 minut a méně).

V rámci řešení projektu SPOKRGIT jsme navrhli způsob predikce růstu rizika vzniku přívalové povodně podél vodotečí založený na průběžném zpracovávání dat meteorologického radaru.

Pro detailní ověření vyvinutého postupu jsme si vybrali dvě srážkové epizody, které vyústily do katastrofálních přívalových povodní. Jednalo se o epizodu z 24.6.2009, která tvrdě postihla Novojičínsko (Rapant et al., 2015a) a především obec Jeseník nad Odrou, a dále epizodu ze 7.8.2010, která tvrdě zasáhla obce ve Frýdlantském výběžku (Rapant, et al., 2015b).



**Obr. 2.** Toky odvádějící přívalovou srážku ze zasažené oblasti. (1 – Sedlnice, 2 – Jičínska, 3 – Luha, 4 – Rožnovská Bečva, 5 – Bečva, 6 – Velička, 7 – Moštěnska, 8 - Odra.). (Rapant et al., 2015a)

## VÝSLEDKY PRO JESENÍK NAD ODROU

Jako testovací událost jsme vybrali přívalovou povodeň, která zasáhla v roce 2009 Novojičínsko. Nejhůře dopadla obec Jeseník nad Odrou. Průběh povodně v této obci byl následující (dle sdělení starosty obce):

- 17:00 ještě nepršelo,
- 19:30 začalo pršet – cestou z úřadu starosta svolal spolupracovníky – poslal je na kontrolu mostů – už se nedostali zpět na úřad,

- před 21:00 stihli vyhlásit stav ohrožení – voda stoupala tak rychle, že do 5-ti minut bylo centrum obce v okolí řeky Luhy zaplaveno,
- Luha se z šířky 2 metry a hloubky 50 cm změnila na tok široký 300 m a hluboký 3 metry,
- 21:30 – 1:00 kulminace,
- pak hladina prudce opadla,
- ráno už byly silnice v obci opět sjízdné,
- přívalová povodeň zanechala v obci čtyři mrtvé a rozsáhlé škody na majetku.

Pomocí našeho postupu jsme byli schopni z dat meteorologických radarů odhadnout relativní průběh průtoků v řekách v zasažené oblasti. Na **Obr. 1** uvedeno stejné srovnání pro obec Jeseník nad Odrou. V tomto případě jsme místo dat z vodoměrné stanice použili informace poskytnuté starostou obce (viz výše).

Obr. 2 ukazuje rozložení povodňového rizika na jednotlivých tocích v zasažené oblasti za celou srážkovou epizodu.

## VÝSTUP V PODOBĚ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Námi navržený postup jsme zpracovali do podoby certifikované metodiky, která budou k dispozici cílovým uživatelům. Proces certifikace ještě nebyl ukončen.

## Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem s názvem " Scénáře podpory krizového řízení geoinformačními technologiemi " č. VG20132015106, realizovaného v rámci programu Bezpečnostní výzkum Ministerstva vnitra České republiky, a dále Evropským fondem pro regionální rozvoj v projektu Centra excelence IT4Innovations (CZ.1.05/1.1.00/02.0070).

## LITERATURA

Drbal, K., et al. (2009) Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky. Metodika mapování povodňového rizika. Dílčí zpráva. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 75 p. <http://voda.chmi.cz/pov09/doc/12.pdf>.

HPPS ČHMÚ, Hlásná a předpovědní povodňová služba ČHMÚ: [http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/pruvodce\\_vodohospodari\\_ffg.html](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/pruvodce_vodohospodari_ffg.html)

HPPS\_3 (2015) Indikátor přívalových povodní (Flash Flood Guidance). Hlásná a předpovědní povodňová služba. ČHMÚ. [on-line] [http://hydro.chmi.cz/hpps/main\\_rain.php?mt=ffg](http://hydro.chmi.cz/hpps/main_rain.php?mt=ffg)

Prax, P., Rožnovský, J., Palát, M. (2010) Extrémní srážkové scénáře pro rizikovou analýzu posouzení ekonomicky únosného a ekologicky šetrného návrhu stokových sítí. Výzkumná zpráva grantového projektu GA ČR 103/07/0676. Brno, 123 p.

Rapant, P., Inspektor, T., Kolečka, J., Batelková, K., Zapletalová, J., Kirchner, K., Krejčí, T. (2015a) Early Warning of Flash Floods Based on the Weather Radar. Proceedings of ICCO 2015 conference. p. 426-430.

Rapant, P., Lazecký, M., Kolečka, J., Orliková, L. (2015b) Nonparametric Prediction of The Onset of Regional Floods: Floods in North-Western Bohemia, Czech Republic, 2010. Water and Society 2015 conference proceedings. p 111-122.

Šercl, P., Janál, P., Daňhelka, J., Březková, L., Kyznarová, H., Novák, P. (2015) Možnosti predikce přívalových povodní v podmínkách České republiky. Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu, sv. 60. Vydavatelství ČHMÚ Praha, 49 p.