

MODEL HEC-HMS V MALÉM NEHOMOGENNÍM POVODÍ

Iva Ponižilová

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ústí nad Labem

Kočkovská 18, 400 11 Ústí nad Labem

tel.: 472 706 013

email: iva.ponizilova@chmi.cz

Abstrakt

V článku je analyzováno a diskutováno použití hydrologického srážkoodtokového modelu HEC-HMS k ověření vlivu nehomogenity povodí na povrchový odtok. Zvolené zájmové území je povodí Robečského potoka, který je levostranným přítokem Ploučnice. Nesourodost povodí z hlediska vybraných fyzicko-geografických poměrů se projevuje rozdílnými odtokovými charakteristikami povodí. Modelem HEC-HMS má být prokázán vliv vzájemně nehomogenních částí povodí, který se projeví v objemu hydrogramu a hodnotě kulminačního průtoku pro zvolenou srážkoodtokovou epizodu. Výsledky modelu pro vybranou epizodu budou v dalších fázích výzkumu porovnány s modely AquaLog a MIKE SHE.

Klíčová slova: *srážkoodtokový model; fyzicko-geografické charakteristiky povodí; HEC-HMS;*

Úvod

Hydrologický srážkoodtokový model HEC-HMS umožňuje provádět simulace extrémních srážkoodtokových epizod v přírodních i antropogenně ovlivněných povodích včetně vlivu vodohospodářských soustav. Na základě měřených či predikovaných hydrometeorologických dat, údajů o manipulacích v rámci vodohospodářské soustavy a schematizace zkoumaného povodí je možné simulovat odtok z povodí a stanovit tak mj. kulminační průtok, nástup a průběh povodňové vlny.

Model HEC-HMS byl zvolen pro svou relativní nenáročnost na vstupní data, možnost provozu v semidistribuovaném a distribuovaném režimu, možnost volby metod hydrologické a hydraulické transformace včetně algoritmu SAC-SMA používaného v provozním modelu AquaLog a rychlost výpočtu simulace, které by mohly být potenciálem pro hydrologickou prognózu. [5.]

Charakteristika srážkoodtokového modelu HEC-HMS

Model HEC-HMS umožňuje plné distribuované řešení různých hydrologických situací. Je průmyslovým standardem FEMA/NFIP. Jednou z nejpodstatnějších výhod modelu je jeho dostupnost jako freeware na internetu. HEC-HMS obsahuje tzv. sněhový model, model transformace vlny v nádrži či vodohospodářské soustavě, umožňuje také několika metodami výpočet evapotranspirace. Dále umožňuje výpočet přímého odtoku, podzemního odtoku a odtoku v korytech.

Pro stanovení objemu odtoku je mj. používána také metoda SCS CN křivek, která vychází ze závislosti na hydrologických vlastnostech půd. [1., 3., 4., 5.]

Před samotnou simulací srážkoodtokového procesu je nezbytná příprava vstupních dat modelu preprocessing. Tento proces je mimo jiné důležitý pro přípravu geologicky korektní vrstvy reliéfu terénu, odstraněním terénních depresí v prostředí ArcGIS aplikací HEC-GeoHMS. Pro vložení časových řad slouží program HEC-DSSVue.

Zájmové povodí

Robečský potok pramení pod Bílým Kamenem (317 m n. m.) ve výšce 277 m n. m. Jedná se o vodohospodářsky významný tok, který protéká Břežyňským a Novozámeckým rybníkem, rezervací Peklo a vodní nádrží Máchovo jezero. Do Ploučnice se vlévá s celkovou plochou povodí 288,977 km² u České Lípy. Bobří potok pramení u Příbrami ve výšce 594 m n. m., ústí zleva do Robečského potoka v Novozámeckém rybníku v 258 m n. m. Na dolním toku se nachází systém tzv. Holanských rybníků. [6.]

Nehomogenita povodí Robečského potoka je způsobena odlišnými fyzicko-geografickými podmínkami v povodí hlavního toku Robečského potoka a jeho významného levostranného přítoku, kterým je Bobří potok. Před soutokem mají oba toky srovnatelnou plochu povodí cca 130 km².

Výrazné rozdíly se pak projevují v průměrné nadmořské výšce povodí, tvaru povodí, sklonu povodí, době koncentrace a podílu lesních ploch. Bobří potok vykazuje extrémnější charakteristiky odtoku v kombinaci s menší plochou zalesnění. Dalším významným prvkem ovlivňující odtok z povodí je podíl vodních ploch, které akumulují vodu v krajině a způsobují snížení kulminačních hodnot průtoků a celkové zpomalení odtoku.

Tabulka 1. Porovnání fyzicko-geografických charakteristik Robečského a Bobřího potoka

	Robečský potok	Bobří potok
Plocha povodí (km ²)	136,8	126,7
Průměrná nadmořská výška (m n. m.)	303	376
Průměrný sklon povodí	0,07336	0,10109
Tvar povodí	0,24	0,17
Počáteční ztráta (mm)	24,7	17,3
Průměrná hodnota CN	67,3	74,6
Doba koncentrace (hod)	8,97	7,14
Lesnatost (%)	52	28

Zvolená srážkoodtoková epizoda

Pro simulaci a analýzu extrémnějších odtokových epizod v povodí byla vybrána srážková epizoda z 6. 8. – 8. 8. 2010. Intenzita srážek v povodí Robečského potoka byla odhadnuta na základě radarových pozorování, srážkový úhrn byl 80 – 124 mm.

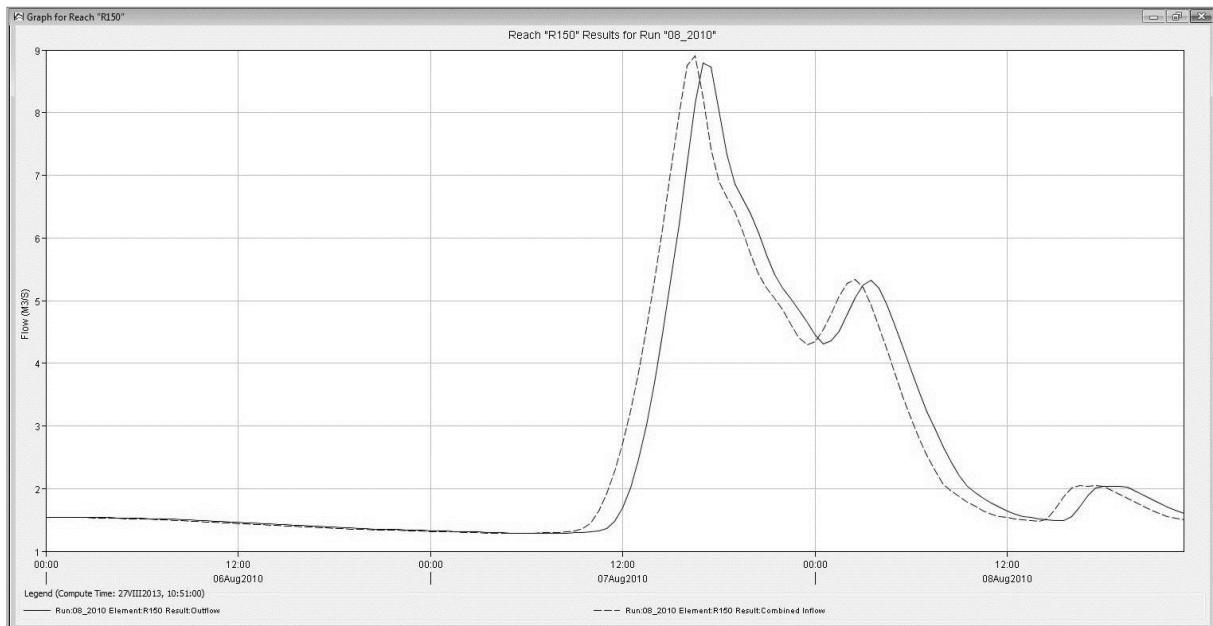
Extremita kulminačních průtoků na Ploučnici a jejích přítocích odpovídala 50ti až 100leté době opakování.[2.]

Výsledky modelu HEC-HMS

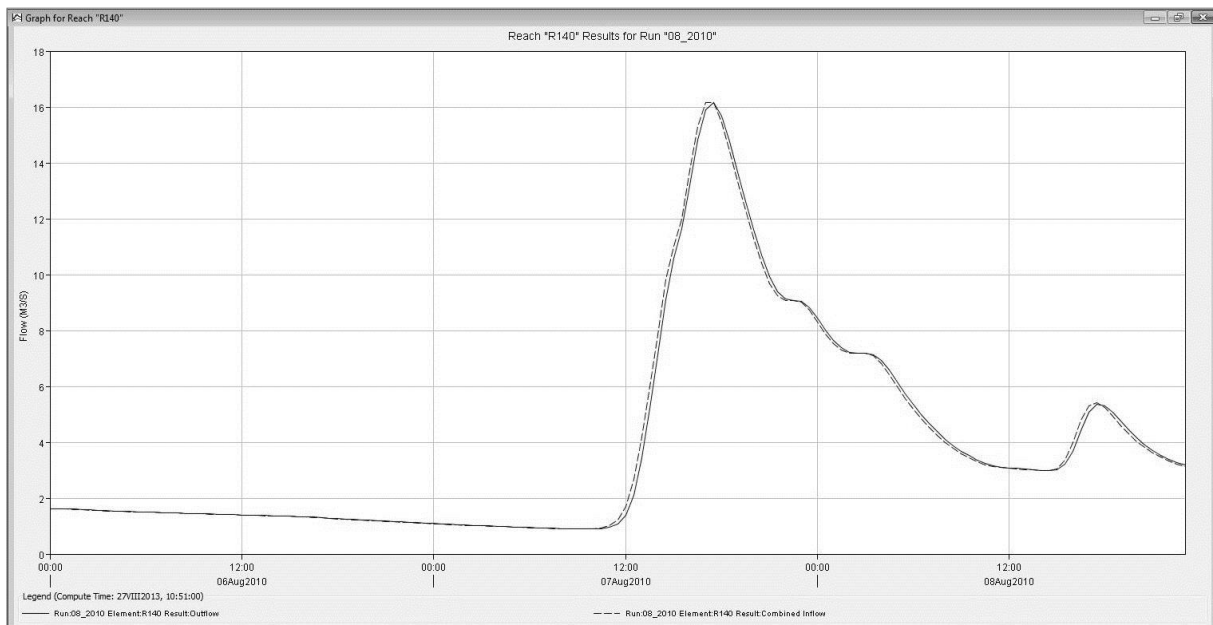
Simulace prokázala vliv nehomogenity v povodí Robečského potoka zejména v oblasti objemu odtoku, který je i přes srovnatelnou plochu obou povodí cca 130 km² významnější v povodí Bobřího potoka. Kulminační průtok na Robečském potoce dle simulace dosahoval 8,9 m³.s⁻¹. Kulminační průtok Bobřího potoka 16,1 m³.s⁻¹. Model HEC-HMS naznačuje pro obě části zkoumaného povodí prakticky shodnou dobu nástupu povodňové vlny.

Vliv na nižší průtok Robečského potoka má mimo mírnějších fyzicko-geografických charakteristik i vodní plocha Máchovo jezero, která do značné míry akumuluje průtok v povodí. Podle výstupů modelu dojde ke snížení průtoků o 21,8 m³.s⁻¹. Pro Holanský rybník o

$27,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Jedná se o průtočné vodní nádrže. Jejich význam spočívá ve zpomalení odtoku a transformaci kulminačního průtoku. Do jisté míry regulují odtok z povodí. Význam této regulace ovlivněn velikostí vodní nádrže.



Obrázek 1. Graf průběhu povodňové vlny Robečského potoka



Obrázek 2. Graf průběhu povodňové vlny Bobřího potoka

Diskuse

Model HEC-HMS v rámci testovaných epizod prokázal, že je plně využitelným pro analýzy tohoto typu povodí a zároveň představuje potenciál pro provoz RPP ČHMÚ Ústí nad Labem. Důležitým faktorem pro verifikaci modelu a finální vyhodnocení použitelnosti bude simulace dalších srážkoodtokových epizod a hydrosynoptických situací, jakož i srovnání s výstupy modelu DHI MIKE SHE a AquaLog. Důležitými faktory jsou možnost nastavení metod výpočtu (např. SCS-CN, Green-Ampt, lineární nádrž, Muskingum-Cunge, kinematická vlnová aproximace apod.), možnost plně distribuované schematizace parametrů povodí,

podpora ansámblových výpočtů a kalibrace modelu, jakož i napojení na další produkty USACE/HEC jako jsou HEC-RAS, HEC-ResSim apod. Kvalita a robustnost modelu je diskutována v literatuře [1.], využití plně distribuovaných modelů pak [1.] a využití srážkoodtokových modelů na neměřených povodích pak [7., 8.].

Závěr

Nehomogenita povodí se projevila pro zvolenou dvoudenní epizodu především v objemu povodňové vlny Bobřího potoka. Doba nástupu povodňové vlny v obou povodích byla shodná. Významný vliv na zmírnění odtoku měl také retenční potenciál vodních nádrží Máchova jezera a soustavy Holanských rybníků v porovnávaných povodích.

Model HEC-HMS je operativně použitelný pro krátké srážkoodtokové epizody. Na základě algoritmu SACRAMENTO jsou výstupy modelu porovnatelné se srážkoodtokovým modelem AquaLog používaným v hydrologické prognóze regionálních předpovědních pracovišť ČHMÚ.

Literatura

- [1.] BEVEN K. J. *Rainfall-Runoff Modelling*. Chicester, John Wiley & Sons Ltd, 2001. 372 s. ISBN 0-471-98553-8
- [2.] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, *Vyhodnocení povodní v srpnu 2010* [online] [cit. 18. května 2011] Dostupné na Internetu: <http://voda.chmi.cz/pov10s/index.html>
- [3.] CHOW V. T., MAIDMENT D. R., MAYS L. W., *Applied hydrology*, McGraw-Hill 1988, ISBN 0-07-010810-2
- [4.] JENÍČEK M., *Možnosti využití srážkoodtokových modelů na malých a středně velkých povodích*. In Langhamer, J (ed.) Vliv změn přírodního prostředí povodí a údolní nivy na povodňové riziko. PřF UK, Praha. 2005 s. 122-126 [online] [cit. 23. ledna 2013] Dostupné na Internetu: <http://hydro.natur.cuni.cz/jenicek/profil.php?akce=publikace&lang=cze>
- [5.] UNUCKA J., *Možnosti propojení GIS a environmentálních modelů pro potřeby krizového řízení a ochrany přírody*, Habilitační práce, DSpace at VSB Technical University of Ostrava, 2010
- [6.] VALEČEK V. a kol., *Vodní toky a nádrže*, Praha, ACADEMIA, 1984.
- [7.] WAGNER T. et al., *Runoff Prediction in Ungauged Basin*, Cambridge University Press 2013, ISBN 978-1-107-02818-0
- [8.] WAGNER T. et al., *Rainfall-Runoff Modelling in Gauged and Ungauged Catchments*, Imperial College Press 2004, ISBN 1-86094-466-3

Abstract

The article analyzes and discusses using the hydrological rainfall-runoff model HEC-HMS to verify the effect of the inhomogeneity of watershed on the surface outflow. The area of interest contains the Robečský stream basin, which is the left tributary of the Ploučnice river. Inhomogeneity of the stream basin in terms of specific physical-geographical conditions reflects different characteristics of the outflow. HEC-HMS model indicates the relative influence of inhomogeneous parts of the basin for the selected rainfall-runoff episode. The results of the model for selected episode will be compared to other models (AquaLog and MIKE SHE) in the following research.