

APLIKOVATELNOST HYDROLOGICKÝCH SRÁŽKO- ODTOKOVÝCH MODELŮ MIKE-SHE a HEC-HMS K OVĚŘENÍ VLIVU NEHOMOGENITY POVODÍ NA POVRCHOVÝ A PODZEMNÍ ODTOK

Ing. Iva Ponížilová

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ústí nad Labem

Kočkovská 18, 400 11 Ústí nad Labem

tel.: 472 706 013

email: iva.ponizilova@chmi.cz

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na aplikovatelnost hydrologických srážko-odtokových modelů k ověření vlivu nehomogenity povodí na povrchový a podzemní odtok. Zvoleným zájmovým územím je povodí Ploučnice, levostranný přítok Ploučnice, Robečský potok. Jedná se o povodí, které vykazuje jak geologickou nehomogenitu tak rozdílné fyzicko-geografické charakteristiky částí povodí. Výběr vhodného srážko-odtokového modelu je určující pro dosažení stanovených cílů.

Klíčová slova: srážko-odtokové modely; povrchový a podzemní odtok; MIKE-SHE; HEC-HMS;

Úvod

Srážko-odtokové modely MIKE-SHE a HEC-HMS jsou celosvětově nepoužívanějšími modely. Umožňují řešení řady hydrologických problematik. Jejich nespornou výhodou je vazba na GIS, která je významná především při přípravě vstupů do simulace. Vhodné zvolení modelu je nezbytné pro dosažení adekvátních výsledků zkoumané problematiky. Podle Bevena [1.] je nezbytné se při volbě modelu zaměřit především na jeho dostupnost, posouzení zda model splňuje cíle projektu, zda má omezení, náročnost na vstupní data a časový průběh zpracování.

Charakteristika srážko-odtokového modelu MIKE-SHE

Model MIKE-SHE umožňuje plně distribuované řešení všech fází srážko-odtokového procesu. Je průmyslovým standardem FEMA/NFIP. Má vazbu na GIS. V celosvětovém měřítku patří k nejpoužívanějším srážko-odtokovým modelům, v hydrologii je široce aplikovatelný.

Napojení modelu MIKE-SHE na hydrauliku MIKE 11 (samostatný 1D routing model) umožňuje simulaci proudění vody v korytě. Srážky používané pro simulaci modelu mohou vstupovat ve formě časových řad ze srážkoměrných stanic, případně mohou být spočítány pro jednotlivá pole gridu. Model umožňuje výpočet evaporace včetně intercepce, povrchový odtok z povodí, podpovrchový odtok v nenasycené zóně půdního profilu, podzemní odtok. Má napojení na hydrogeologické modely MODFLOW/FEFLOW. Významným přínosem je funkce model MIKE-SHE, který jako jediný umožňuje ztvárnit místa vývěru podzemní vody pomocí Dunneho odtoku a return flow. Model MIKE-SHE pracuje se vstupními daty ve formátu ASCII. Model umožňuje automatickou kalibraci pomocí nástroje AUTOCAL. [4., 5.]

Charakteristika srážko-odtokového modelu HEC-HMS

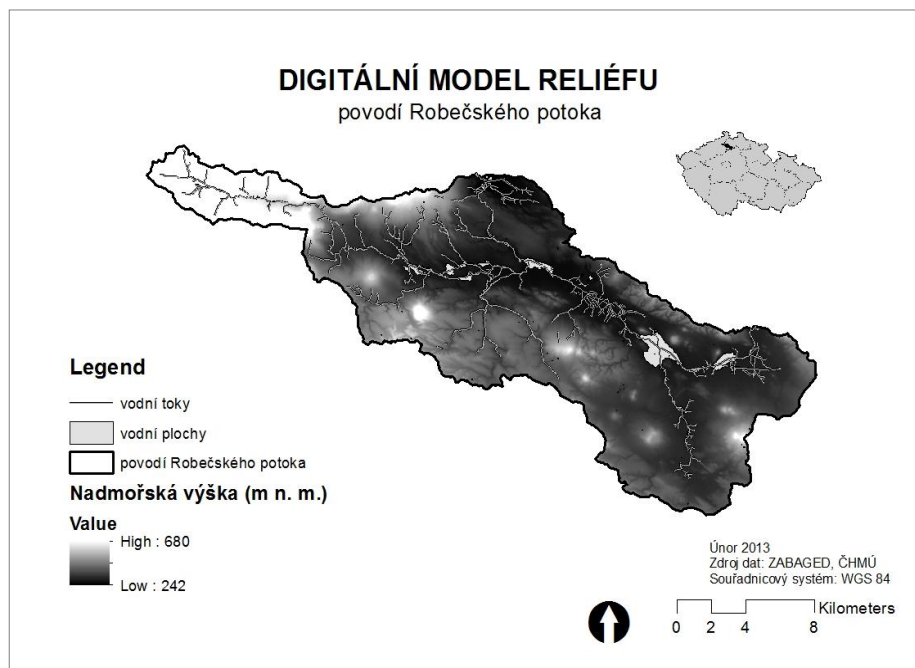
Model HEC-HMS umožňuje plně distribuované řešení různých hydrologických situací. Je průmyslovým standardem FEMA/NFIP. Jednou z nejpodstatnějších výhod modelu je jeho dostupnost jako freeware na internetu. HEC-HMS obsahuje sněhový model, umožňuje výpočet evapotranspirace. Pro stanovení objemu odtoku je používána také metoda SCS CN křivek, která vychází ze závislosti na hydrologických vlastnostech půd. HEC-HMS dále

umožňuje výpočet přímého odtoku, podzemního odtoku, korytového odtoku. Vstupní data modelu mohou být připravena pomocí nadstavby HEC-GeoHMS pro ArcGIS, která umožňuje přípravu dat jako je např. vymezení povodí, tvar terénu, fyzicko-geografické charakteristiky povodí v prostředí ArcGIS. Model HEC-HMS také umožňuje automatickou kalibraci parametrů. Ideálně prováděné na kratších časových řadách (řádově dnech). Použití modelu je vhodné pro plochy povodí do 500 km². [4., 5.]

Robečský potok v povodí Ploučnice

Ploučnice pramení na jihozápadním svahu Ještědu (1012) ve výšce 654 m n. m. Od pramenů z ještědského hřbetu přitéká do Zákupské pahorkatiny a pod Českou Lípou vtéká do Verneřického středohoří, kde vytváří hlubší údolí. Významné je napájení toku z podzemních vod. Dolní část povodí Ploučnice je charakteristická největší akumulací vody z celého povodí, která je vázána převážně v povodí Robečského potoka. [6.]

Robečský potok pramení pod Bílým Kamenem (317 m n. m.) ve výšce 277 m n. m. Jedná se o vodohospodářsky významný tok. Robečský potok protéká Břežyňským a Novozámeckým rybníkem a rezervací Peklo. Na vodním toku také leží nádrž 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. Robečský potok má nejnižší odtokový součinitel z celého povodí Ploučnice. [6.]



Obrázek 1. Digitální model reliéfu v povodí Robečského potoka

Charakteristika zájmového území

Povodí Ploučnice je orograficky členěno na Krušnohorskou soustavu a Českou tabuli. Z geologického hlediska převážnou část povodí tvoří mezozoické horniny (pískovce a jílovce). Podél hlavního toku Robečského potoka i jeho přítoků se pak místy objevují kvaternární horniny (hlíny, spraše, písky, štěrky). Geomorfologicky výrazné elevace různých tvarů i rozměrů tvoří proniky neovulkanických těles z čedičových a znělcových hornin, původně podpovrchových, denudačními procesy postupně vypreparovaných z pláště svrchnokřídových hornin. Takovéto uspořádání je charakteristické pro celé povodí Ploučnice.

Nejvíce zastoupeným typem půd v povodí Robečského potoka jsou podzoly a kambizemě. Dále jsou zastoupeny gleje, hnědozemě, organozemě a luvizemě. [2.]

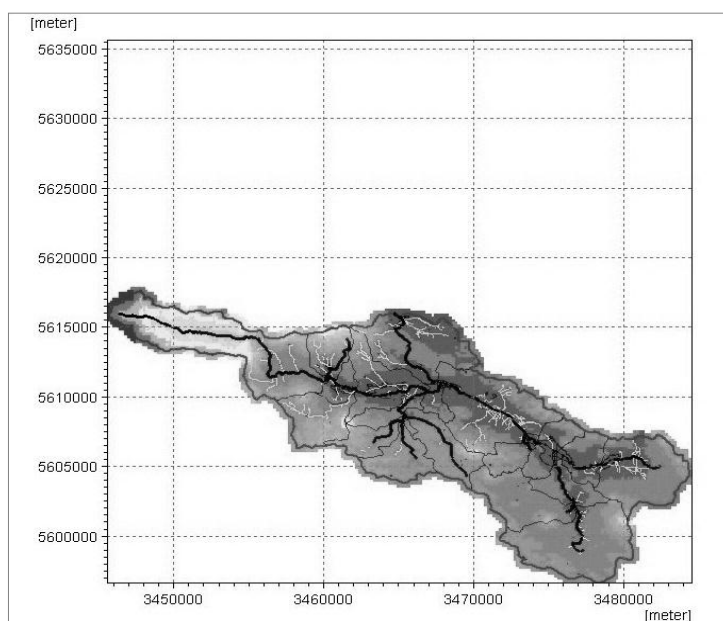
Nejvýznamnějším přítokem Robečského potoka je Bobří potok, který se stejně jako potok Robečský vlévá do Novozámeckého rybníka. V pramenném povodí Bobřího potoka se vyskytují zejména vulkanické horniny terciární (čediče, fenolity, tufy). Podél toku pak obdobně jako u Robečského potoka mezozoické horniny (pískovce, jílovce) a kvarterní horniny (hlíny, spraše, písky, štěrky). Půdním typem vyskytujícím se podél toku Bobřího potoka v jeho pramenné části jsou pseudogleje obklopené kambizeměmi. Pravostranné přítoky bobřího potoka tvoří kambizemě a hnědozemě. [2.]

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

	Robečský potok	Bobří potok
Plocha povodí (km ²)	136,8	126,7
Průměrná nadmořská výška (m n. m.)	303	376
Průměrná hodnota CN	67,3	74,6
Doba koncentrace (hod)	8,97	7,14
Lesnatost (%)	52	28

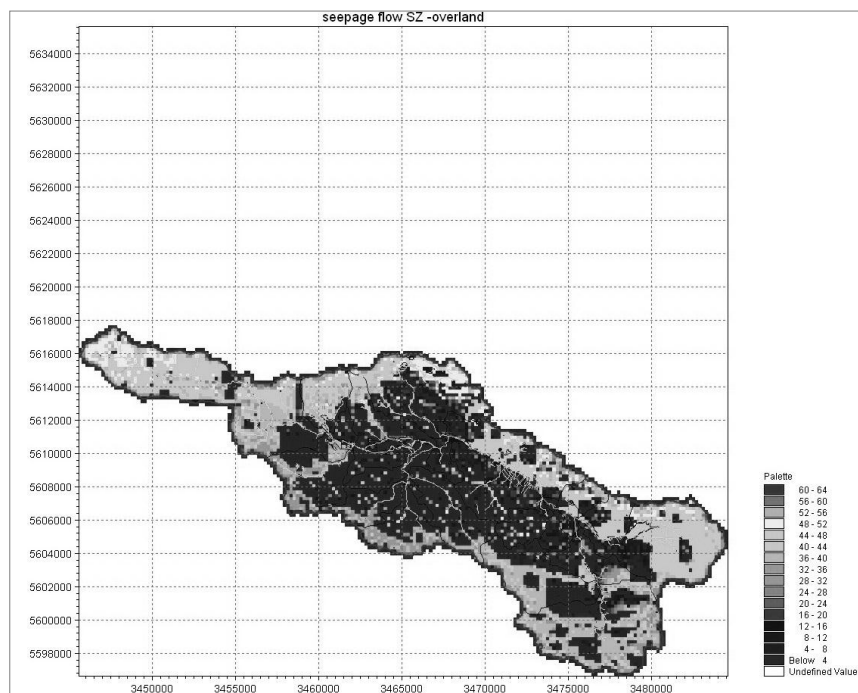
Zvolená srážko-odtoková epizoda

Pro schematizaci extrémnějších odtokových poměrů z povodí byla vybrána srážková epizoda z 6. 8. – 8. 8. 2010 v tomto období byla oblast severních Čech zasažena rozsáhlými regionálními srážkami. Na povodí Ploučnice se srážky vyskytovaly již v dopoledních hodinách 6. srpna, které přispěly především k nasycení povodí před začátkem hlavní srážkové epizody. Vydatnější srážky se projeví 7. srpna mezi šestou a sedmou hodinou ranní. Následkem byl poměrně rychlý vzestup hladin vodních toků, především v horních částech povodí Ploučnice. Intenzita srážek v povodí Robečského potoka byla odhadnuta na základě radarových pozorování, srážkový úhrn byl 80 – 124 mm. [3.]



Obrázek 2. Schematizace hydrauliky MIKE 11 na základě radarového odhadu srážek
Závěr

Na základě porovnávaných možností modelů byl pro danou oblast a řešenou problematiku zvolen model MIKE-SHE. Pro povodí Ploučnice jsou typické lokální vývěry podzemních vod. MIKE-SHE v současné době jako jediný srážko-odtokový model umožňuje ztvárnit místa vývěru podzemních vod pomocí Dunneho odtoku a return flow. Možnost napojení na hydrogeologické modely MODFLOW/FEFLOW je významná v oblasti modelování podzemního odtoku v komplikovaných geologických podmínkách povodí Robečského potoka.



Obrázek 3. Dunneho odtok a return flow v povodí Robečského potoka

Použitá literatura

- [1.] BEVEN, K. J. *Rainfall-Runoff Modelling*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 2001. 372 s. ISBN 0-471-98553-8
- [2.] CENIA, *Geologické a geomorfologické členění*, [online] [cit. 20. července 2011] Dostupné na Internetu: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/wms>
- [3.] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, *Vyhodnocení povodní v srpnu 2010* [online] [cit. 18. května 2011] Dostupné na Internetu: <http://voda.chmi.cz/pov10s/index.html>
- [4.] JENÍČEK M., *Možnosti využití srážko-odtokových 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 Jan, *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.

Abstract

The contribution focuses on the applicability of hydrologic rainfall-runoff models to verify the effect of inhomogeneities on the basin surface and underground runoff. The chosen area of interest is the basin, left-hand tributary Ploučnice Robečský stream. This is a watershed that shows how geological inhomogeneity and different physical-geographic characteristics of the basin. Selection of suitable rainfall-runoff model is crucial for achieving the objectives.