

APLIKACE PRO HEC-HMS

Ing. Veronika ŘÍHOVÁ¹, Ing. Mgr. Jozef RICHNAVSKÝ², Ing. Mgr. Michaela HOŘÍNKOVÁ², Doc. RNDr. Jan UNUCKA¹, Ph.D., Ing. Dušan ŽIDEK³, RNDr. Ing. Boris ŠÍR², Ing. Michal PODHORÁNYI², Ing. Ondřej MALEK¹

¹ Institut geologického inženýrství, VŠB-TU Ostrava, ul. 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, ČR, {*veronika.rihova, jan.unucka, ondrej.malek*}@vsb.cz

² Institut geoinformatiky, VŠB-TU Ostrava, ul. 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, ČR, {*jozef.richnavsky, michaela.horinkova, boris.sir, michal.podhoranyi*}@st@vsb.cz

³ Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava, K myslivně 3/2182 708 00 Ostrava-Poruba, ČR, *zidek@chmi.cz*

Abstrakt

Programový prostředek HEC-HMS je pokročilým srážkoodtokovým modelem, který se stal průmyslovým standardem a je akceptován jako validovaný hydrologický model v rámci agentury FEMA / NFIP (Federal Emergency Management Agency / National Flood Insurance Program), kde mezi dalšími nalezneme např. modely HSPF, SWMM nebo MIKE 11 se svým s-o modulem NAM. Svou nemalou popularitu získal i v celosvětovém měřítku, Evropu a ČR nevyjímaje. Mezi jeho hlavní výhody patří zejména stabilita, podpora více OS (MS Windows, Solaris, GNU Linux), napojení na GIS preprocesor HEC-GeoHMS, pokročilé grafické uživatelské rozhraní a možnost implementace více metod hydrologické a hydraulické transformace v rámci jediného projektu, včetně těch nejvíce rozšířených jako jsou kinematická vlnová aproximace, Muskingum-Cunge, Green-Ampt, SCS CN, metoda lineární nádrže a další. Pokud zohledníme i to, že tento programový prostředek je k dispozici jako freeware, je logické, že dosáhl výše zmiňované popularity. V nejčastějších aplikacích, jako jsou studie s-o poměrů povodí, využívání tohoto programu nepřináší žádná nepříjemná omezení, nicméně na úrovni rutinního provozu je určitých limitů dosaženo. Tím nejdůležitějším limitem je v tomto kontextu absence možnosti rychlé úpravy parametrů schematizace povodí pomocí tzv. kalibračních koeficientů, které jsou v rámci operativní hydrologické prognózy implementovány např. v s-o modelu HYDROG. Proto byla autorským týmem vytvořena a testována podpůrná aplikace pro platformu .NET. Mezi její hlavní funkcionality patří právě zmiňovaná možnost rychlé úpravy parametrů schematizace pomocí kalibračních koeficientů, změna hodnoty počáteční ztráty podle ukazatele USP/API pro metody SCS-CN a Green-Ampt, nebo změna zastoupení procenta nepropustných ploch pro dílčí subpovodí schematizace. V současnosti probíhají práce na vzájemné konverzi schematizací SCS-CN a Green-Ampt nebo export schematizace HEC-HMS do prostředí MIKE SHE.

Klíčová slova: HEC-HMS, srážkoodtokové modelování, podpůrná aplikace pro platformu. NET

Abstract

The HEC-HMS program is designed to simulate the precipitation-runoff processes. It became the industry standard and is accepted as validated hydrological model within the agency FEMA / NFIP (Federal Emergency Management Agency / National Flood Insurance Program), where among others we can find models such as HSPF, SWMM or MIKE 11 with its module NAM. The model got the popularity in global scale, Europe and the Czech Republic is no exception. Its main advantages are especially the stability, support for multiple OS (Windows, Solaris, GNU Linux), connection to GIS preprocessor HEC-GeoHMS, advanced graphical user interface and the ability to implement multiple methods of hydrologic and hydraulic transformation within a single project, including the most widely used ones, as the kinematic wave approximation, Muskingum-Cunge, Green-Ampt, SCS CN method, linear reservoir method and more. Taking into consideration the fact that this means the program is available as freeware, it is logical that it reached the aforementioned popularity. In the most common applications, such as rainfall-runoff relationship studies of basins, this program does not use any uncomfortable restriction, but at the routine run certain limitations are reached. The most important limit, in this context, is the absence of the possibility of rapid adjustment of parameters of basins schematisation with known calibration coefficients, as it is implemented in the

operational hydrological rainfall-runoff model HYDROG, for example. Therefore, a supporting applications for the .NET platform was developed and tested by authors. Its main functionalities are the mentioned possibility of rapid adjustment of parameters of schematisation using calibration coefficients, the change in value of initial losses by the indicator USP / API methods for SCS-CN and Green-Ampt methods, or change of percentual representations of impervious surfaces of subbasins. Currently, work is ongoing to convert the mutual schematisation of SCS-CN and Green-Ampt methods or export of HEC-HMS schematisation to the MIKE SHE environment.

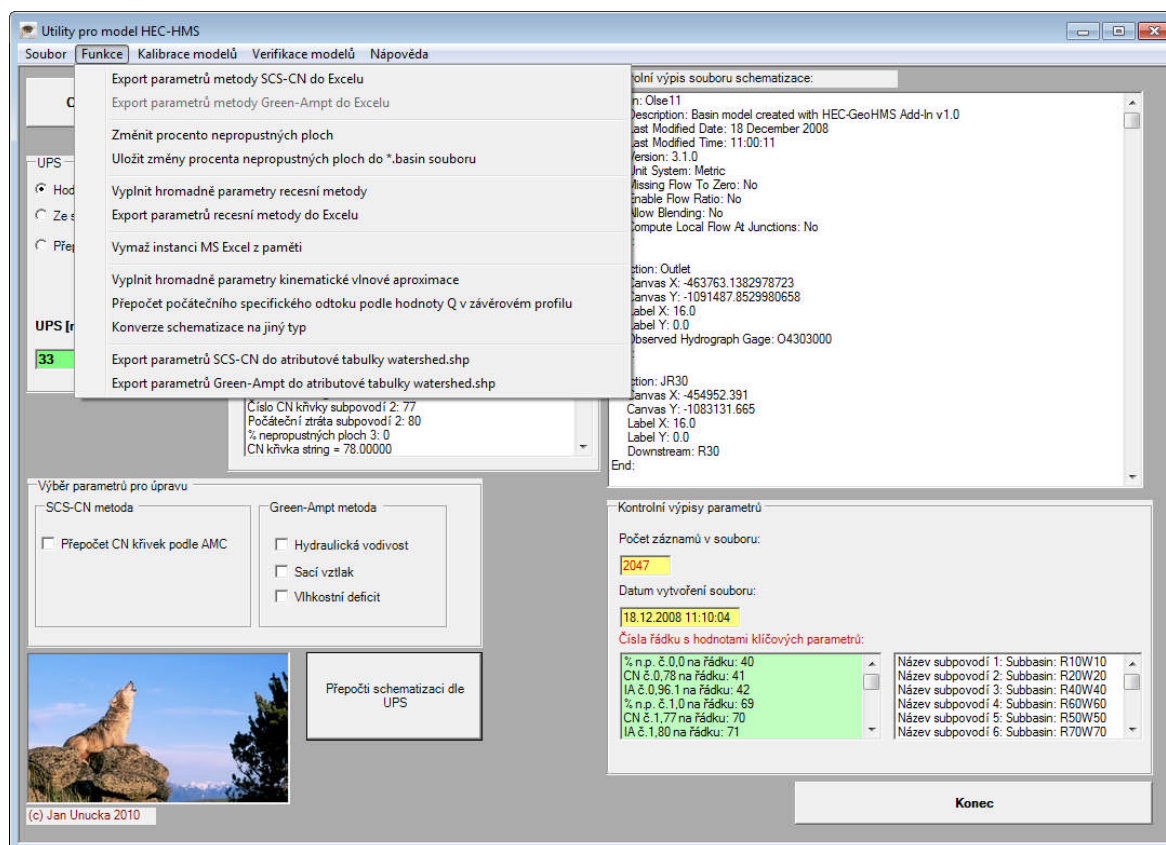
Keywords: HEC-HMS, rainfall-runoff modelling, supporting application for .NET platform

1. ÚVOD

Srážkoodtokový model HEC-HMS ve své aktuální verzi 3.5 je bezesporu jedním s nejvíce používaných srážkoodtokových modelů v celosvětovém měřítku. Od svého předchůdce HEC-1 v poslední podporované verzi 4.1 se liší v mnoha ohledech, z nichž ty nejdůležitější jsou existence pokročilého grafického uživatelského prostředí, podpora semidiscretizované a discretizované schematizace povodí a nabídka širokého spektra prakticky nepoužívanějších metod hydrologické a hydraulické transformace ovzdušné srážky na odtok. Právě možnost využití alternativních metod transformace na povodí v rámci jediného projektu povyšuje HEC-HMS do oblasti profesionálních nástrojů pro hydrologické modelování. Mezi další výhody lze zařadit existenci správce časových řad HEC-DSSVue, který kromě pokročilé správy a editace časových řad a rastrů umožňuje lokalizovat databázi hydrometeorologických dat do jediného souboru, přičemž konkrétní modely a nástroje jako je HEC-HMS, HEC-RAS, HEC-EFM či HEC-SSP přistupují k těmto datům tak, aniž by se duplikoval jejich výskyt na datovém úložišti či duplikovala nutnost importu a editace dat v konkrétních programových prostředcích. Další výhodou HEC-HMS je i platformní nezávislost, programový prostředek lze bez jakýchkoli omezení provozovat na OS Windows či klonech UNIX/Linux. Pokud však máme zmínit jednu z největších nevýhod tohoto programového prostředku pro operativní hydrologickou praxi, lze zmínit absenci přepočtených kalibračních koeficientů tak, jak jimi disponuje v operativě nejrozšířenější srážkoodtokový model HYDROG. Tato absence byla jedním s nejdůležitějších argumentů pro vytvoření aplikace HEC-HMS, jejíž hlavní možnosti jsou demonstrovány a diskutovány dále v textu.

2. HLAVNÍ VLASTNOSTI APLIKACE PRO HEC-HMS

Aplikace byla vytvořena v prostředí Visual Studio .NET 2008 a vyžaduje .NET framework verze 3.5 a vyšší. Mezi podporované OS, na kterých byla funkčnost v několika iteracích testována, patří MS Windows XP, Vista, 7 a MS Windows Server 2003 a 2008 R2, přičemž je aplikace funkční na 32 bitové i 64 bitové architektuře. Zvláštní nároky na hardwarovou konfiguraci PC nemá, lze ji provozovat na jakémkoliv procesoru architektury Pentium IV a vyšší a RAM 512 MB či více. Jako u každé aplikace však platí obligátní „čím více, tím lépe“, přičemž povaha funkcionalit zatím nevyžaduje optimalizaci pro více jader a vícevláknové aplikace. Tato optimalizace však přichází výhledově v úvahu pro serverové řešení a práci s distribuovanými schematizacemi modelu (rastrová reprezentace hodnot parametrů metod). Prostředí aplikace se základní nabídkou je na obrázku 1.



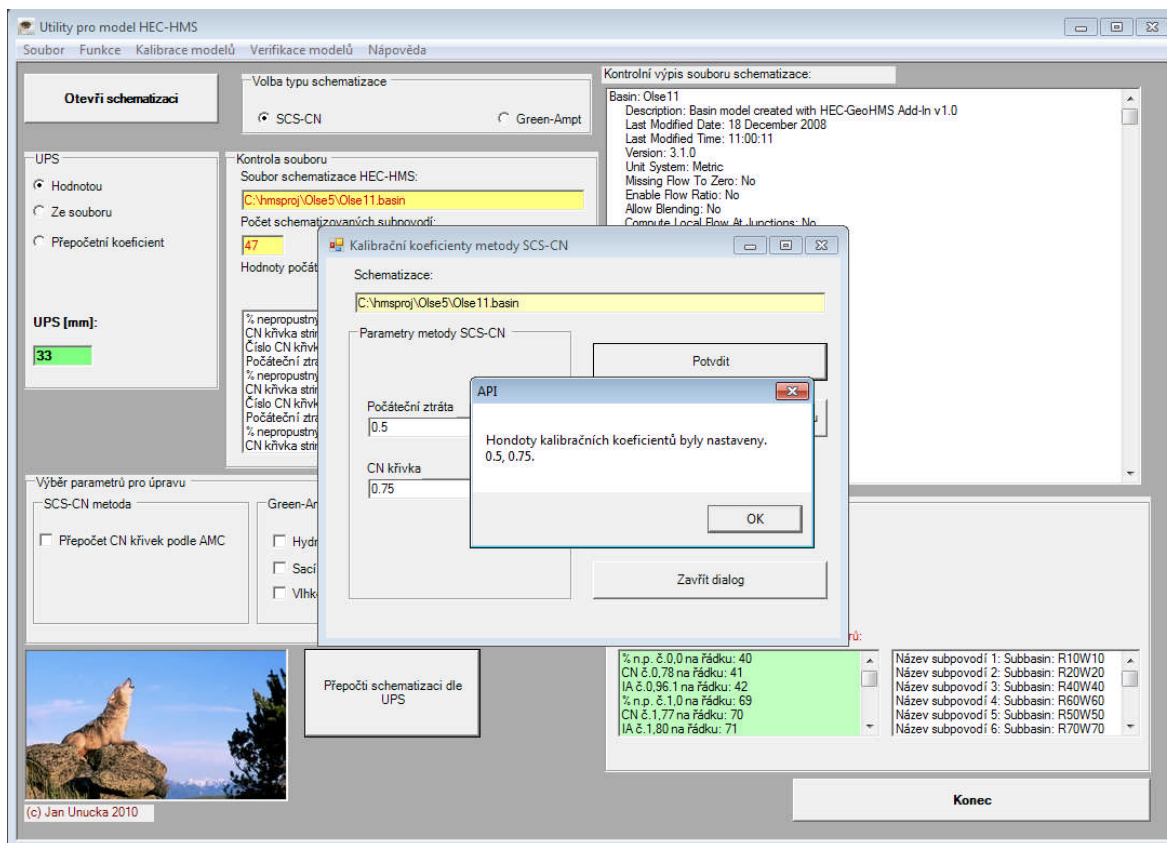
Obr. 1 Prostředí podpůrné aplikace pro HEC-HMS

Možnosti aplikace lze v zásadě rozdělit do 3 skupin:

1. Úprava schematizací podle ukazatele předchozích srážek, kalibrace parametrů modelu
2. Konverze schematizací (např. schematizace s metodou SCS-CN na metodu Green-Ampt a opačně apod.)
3. Zhodnocení a statistiky výsledků (Nash-Sutcliffe koeficient WMO)

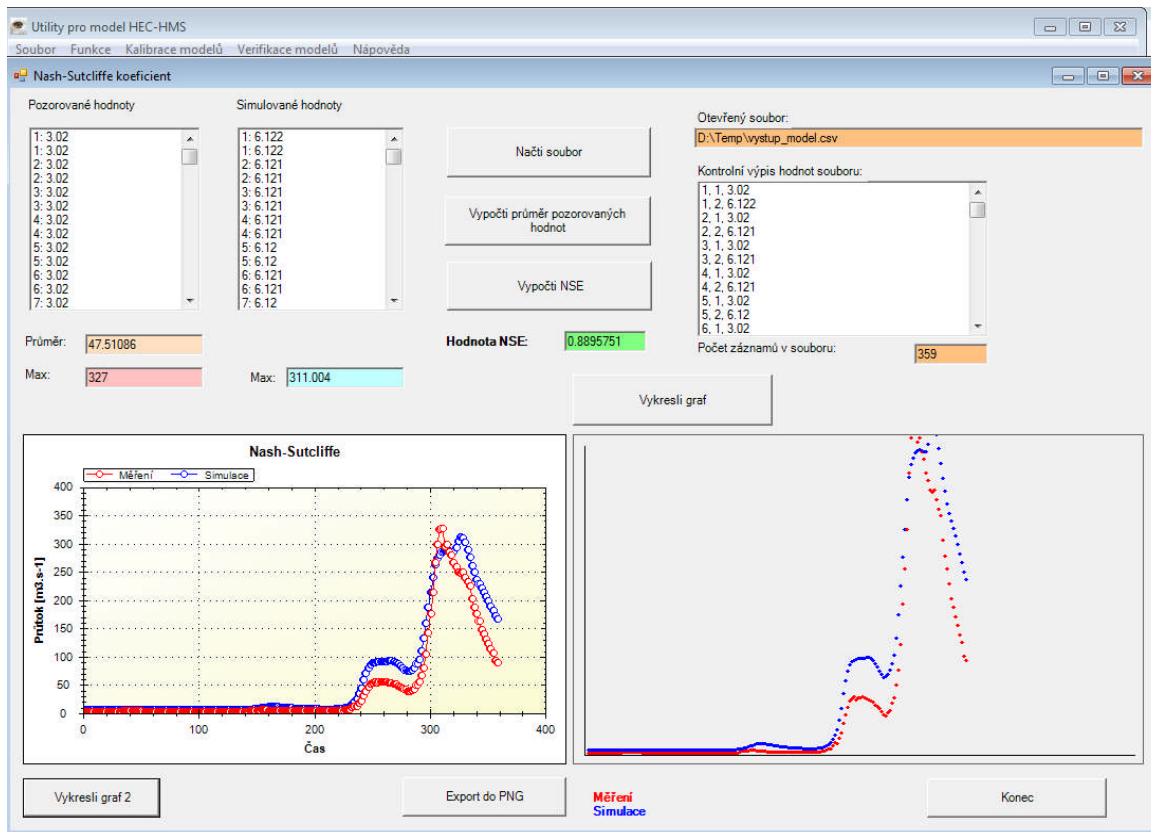
Všechny změny lze v interaktivním režimu uložit do textových souborů či sešitu MS Excel verze 2000 a vyšší. Grafické výstupy je pak možno exportovat do bitmapové grafiky pro možnost dalšího využití např. v technických zprávách o výsledcích, autorských příspěvcích apod.

Kalibrace modelu je jedním ze stěžejních kroků při práci se srážkoodtokovým modelem. Žádný model a kombinace jeho metod a parametrů schematizace nejsou schopny pracovat univerzálně pro jakoukoliv srážkoodtokovou epizodu či aktuální podmínky na povodí. Především v praxi je pak také důležité to, že reálná povodí v podmínkách ČR vykazují značnou sezónní variabilitu fyzickogeografických a hydrologických podmínek. Jak již bylo zmíněno v úvodu, model HEC-HMS nedisponuje přepočtenými kalibračními koeficienty tak, aby bylo možné přímo v prostředí modelu přepočítat vybrané parametry schematizace, aby korespondovaly s aktuálními podmínkami na povodí. Doposud bylo nutné provádět tyto přepočty separé například v prostředí MS Excel, což zbytečně prodlužovalo celkovou dobu práce s modelem HEC-HMS. Kalibrace modelů je díky této aplikaci výrazně rychlejším procesem (viz obrázek 2) a tedy i přínosem do operativní hydrologické praxe. Lze nastavit vybrané kalibrační koeficienty jak pro metodu SCS-CN (počáteční ztráta, hodnota CN), tak i pro metodu Green-Ampt (počáteční ztráta, hydraulická vodivost, vlhkostní deficit, sací vztlak).



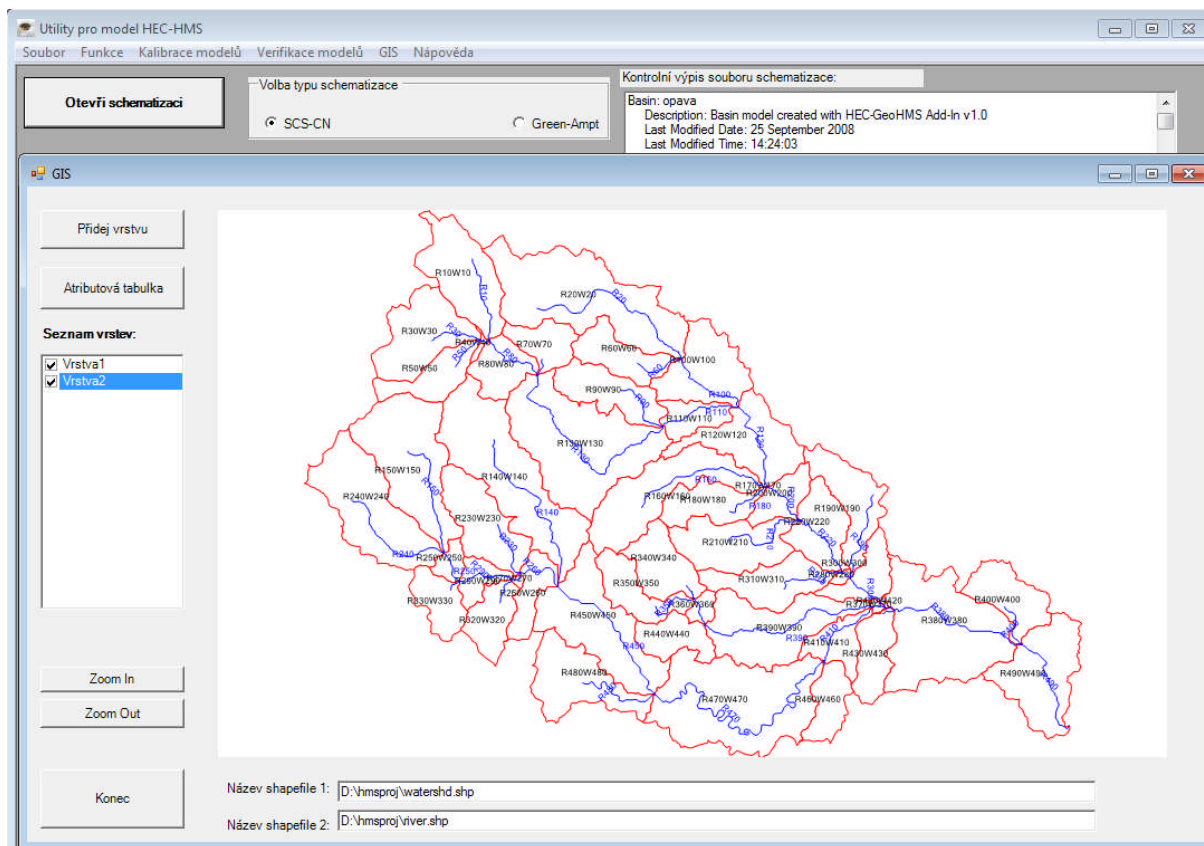
Obr. 2 Ukázka kalibrace parametrů modelu HEC-HMS v prostředí aplikace

Aplikace rovněž umožňuje statistické zhodnocení přesnosti modelu pomocí metody Nash-Sutcliffe (viz obrázek 3).



Obr. 3 Použití metody Nash-Sutcliffe v prostředí aplikace

Metoda Nash-Sutcliffe se dnes řadí ke standardům WMO a umožňuje srovnání přesnosti modelů na různých povodích. (Beven 2002, 2009)



Obr. 4 Zobrazení GIS vrstev preprocesingu schematizace v prostředí aplikace

3. Další vývoj aplikace

Práce s podpůrnou aplikací pro model HEC-HMS se natolik osvědčila, že je naplánován její další vývoj. V současné době se pracuje na rozšíření o následující funkcionality:

- export parametrů metod do původních vektorových souborů preprocesingu HEC-GeoHMS s využitím knihoven pro práci s geodaty (tato funkcionality umožní např. přímé zobrazování parametrů metod schematizace v prostředí ArcGIS, GRASS GIS, SAGA GIS či QuantumGIS formou kartogramu či kartodiagramu)
- možnost přepočtu specifického odtoku recesní metody pro základní odtok dle aktuální hodnoty Q v závěrovém profilu povodí
- testování možnosti importu semidistribuované reprezentace schematizace MIKE SHE na semidistribuovanou schematizaci HEC-HMS s využitím metody SCS-CN, kinematické vlnové aproximace a recesní metody.
- hromadné vyplnění parametrů metody kinematické vlnové aproximace (např. Manningův drsnostní koeficient, délka a sklon úseků toků, náhradní tvar koryta)

4. ZÁVĚR

Z výše vyjmenovaných funkcionalit podpůrné aplikace pro model HEC-HMS je zřejmé, že aplikace výraznou měrou přispívá ke zjednodušení a k zefektivnění práce se srážkoodtokovým modelem HEC-HMS. Podpůrná aplikace byla poskytnuta Českému hydrometeorologickému ústavu, konkrétně pobočkám v Ostravě a Ústí n. Labem, které ji využívají pro rychlé úpravy klíčových parametrů schematizace modelu HEC-HMS, obdobně jako je tomu u operativního srážkoodtokového modelu HYDROG, který je Hlásnou a předpovědní hydrologickou službou (ČHMÚ, dispečinky podniků Povodí) primárně využíván. Aplikace reálně snižuje

významnou měrou čas běžně potřebný pro úpravu schematizací HEC-HMS, významně přispívá k vyšší efektivitě práce hydrologa při analýze vlastností, charakteristik povodí a při prováděných výpočtech. Aplikace byla dále poskytnuta Katedře fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity, kde slouží především pro výuku environmentálního modelování a hydrologie.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl díky podpoře z grantového úkolu VŠB-TUO SP/2010101 *Integrace GIS a numerických modelů pro analýzu zranitelnosti území a operativní krizové řízení ve vztahu k vybraným přírodním a antropogenním rizikům*, SP/2010192 *Možnosti modelování environmentálních rizik způsobených hydrometeorologickými extrémami*, za což by autoři rádi poděkovali.

LITERATURA

BEVEN, K. J. (2002): Rainfall-runoff Modelling. The Primer. London, John Wiley & Sons. 372 s., ISBN: 978-0470866719

BEVEN, K. J. (2009): Environmental Modelling: An Uncertain Future ? London, Routledge, 310 s. ISBN: 978-0-415-46302-7

UNUCKA, J, ŘÍHOVÁ, V., HOŘÍNKOVÁ, M., ADAMEC, M., VAVROŠ, P.: Porovnání metod SCS-CN a Green-Ampt pomocí metod citlivostní analýzy na základě změny indexu předchozí srážky. In XII. sjezd ČGS, Ostrava 30. 8. – 3. 9. 2010

US Army Corps of Engineers (2000): HEC – HMS. Technical Reference Manual. Davis, US Army Corps of Engineers. 157 s.