

Přesnost simulace rozlivu pomocí alternativního nástroje AIZM

MARTIN CALETKA

Klíčová slova: AIZM – ArcGIS – ArcGIS ModelBuilder – inundace – rozliv

SOUHRN

Relativně přesné určení rozsahu povodňových rozlivů umožňuje matematické či fyzikální modelování, které se používá a rozvíjí po dlouhou řadu let. Ruku v ruce s růstem přesnosti, plynoucí z přesnějších měřicích zařízení, vzrůstají rovněž nároky na výpočetní kapacity a čas. Existuje však řada úseků vodních toků bez namodelovaných inundací, popř. by bylo žádoucí modelovat úseky vodních toků, pro něž by bylo možno odvodit rozsah zaplaveného území, a to na základě známé úrovně hladiny. Alternativním přístupem k vizualizaci inundací je model AIZM (Alternativní indikativní záplavový model). Jedná se o nástroj vytvořený zřetěžením několika dílčích submodelů v prostředí ArcGIS ModelBuilderu umístěných v ArcToolboxu. AIZM je schopen při minimu požadovaných vstupních dat a v krátkém čase vygenerovat indikativní rozsah záplavy a pole hloubek ve formě rastru. Je však potřeba brát v potaz jisté nedostatky, kterými je tento model zatížen.

Předložený článek shrnuje první část výsledků analýzy vlivu různých charakteristik úseků třicítky různých vodních toků (např. šířky koryta, podélného sklonu či antropogenního ovlivnění průběhu koryta) na míru shody či neshody výstupů AIZM s referenčními výsledky vypočítanými v rámci tvorby map povodňového nebezpečí a rizik s využitím 1D či 2D numerického modelování. Díky tomu je možno identifikovat typy vodních toků, na nichž poskytuje AIZM dobré výsledky, resp. určit ty charakteristiky, které nejvíce ovlivňují přesnost výstupu.

ÚVOD

Technologie geografických informačních systémů (GIS) jsou v rámci hydrologického modelování používány pro zpracování velikých objemů prostorových dat. Výhodou GIS je, že umožňují získat, resp. odhadnout řadu charakteristik území vymezených povodí. Díky dobré analýze a popisu prostorové variability jednotlivých ukazatelů nabízí GIS možnost zlepšení kalibrace modelů [1]. V podmínkách České republiky se GIS systémy např. dobře osvědčují při stanovování parametrů hydrologických modelů [2]. Základní koncept používání GIS technologií v rámci hydrologického modelování může být charakterizován třemi kroky: 1. přípravou vstupních dat (tj. pre-processingem) a následným exportem do hydrologického modelu, 2. modelováním samým, 3. finálním exportem zpět do prostředí GIS s následným zpracováním, vizualizací a interpretací [3, 4].

Přístupy k vzájemnému propojení GIS nástrojů s hydrologickými modely mohou být různé: 1. přístup – jádro GIS je využito v modelu, 2. přístup – model je zakomponován přímo do GISu formou programovacího jazyka Python či ModelBuilderu, 3. přístup – GIS a model jsou odděleny a GIS slouží pro přípravu dat a zpracování výsledků, 4. přístup – úzké programové provázání GIS,

hydrologického modelu a statistického softwaru [5]. Další modifikace uvedených přístupů jsou založeny na propojení s webovými aplikacemi [6].

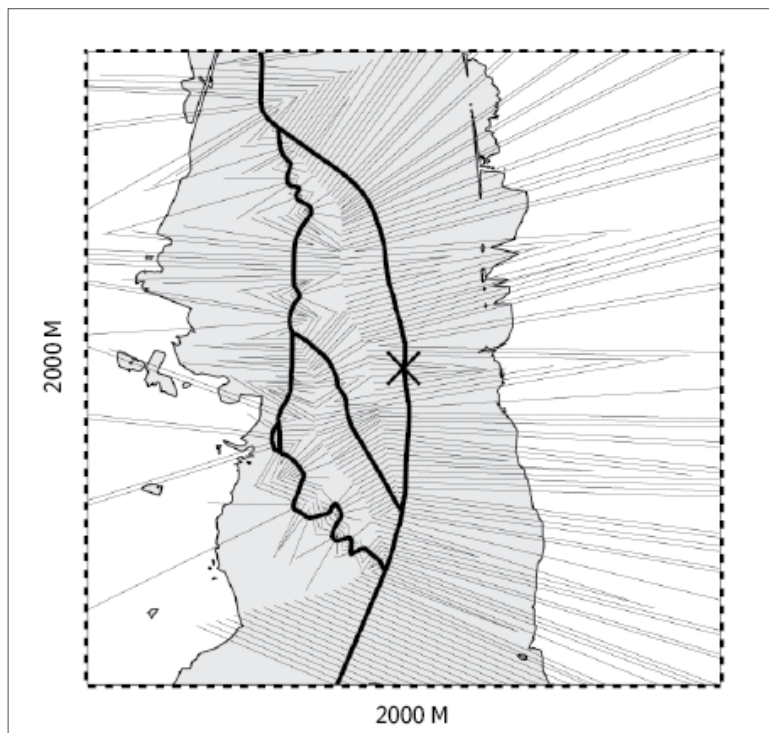
Jedním z alternativních přístupů k určení a analýze rozlivů je model AIZM, který byl vyvinut na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě [7]. Byl vyvinut jako nástroj k analyzování relativních výšek nad terénem v okolí vodních toků. Možnost aproximace úrovně hladiny v oblastech, kde nejsou k dispozici výstupy hydraulických modelů, se jeví jako užitečná a žádoucí. Zde je však potřeba zdůraznit, že představovaný model v žádném případě neaspíruje na to, aby nahrazoval výstupy zavedených sofistikovaných postupů hydrologického modelování. V danou chvíli se jedná o nástroj, který je schopen na základě zadání základních vstupních údajů (jsou zmíněny níže) v krátkém čase simulovat rozsah inundace. Výsledky modelu AIZM je pak nutné náležitě interpretovat odborníkem se znalostí stanovení rozlivů a hloubek vody v inundačním území s vědomím určitých nevyhnutelných nedostatků.

Model AIZM pracuje na platformě ESRI ArcGIS for Desktop Advanced 10.x s extenzemi 3D Analyst a Spatial Analyst. Určité modifikace modelu formou zásahu do jeho struktury jsou v případě nižších verzí možné, ale s nutností instalace dalších nástrojů, např. sady ArcHydro.

ArcGIS nabízí grafické vývojové prostředí ModelBuilder, v němž je možné řetězit za sebe různé GIS nástroje a objekty. V ModelBuilderu tedy lze sestavovat komplexní nástroje a částečně automatizované pracovní postupy. Vytvořené modely mohou být uloženy v toolboxech, nebo ve formě toolsetů. Model AIZM se skládá ze tří základních částí a nástroje na vygenerování příčných profilů. Jednotlivé části jsou samostatnými toolboxy, které jsou sestaveny zřetěžením základních nástrojů ArcGIS. Ve smyslu výše uvedeného rozdělení [5] je model AIZM založený na integraci modelu do systému GIS. Tyto řetězce fungují jako samostatné nástroje toolboxu s vlastními vstupy, výstupy a parametry. První toolset pracuje s povrchem TINu (Triangulated Interpolated Network), druhý zpracovává povrch ve formě rastru a třetí obsahuje analytické nástroje zpracovávající data z TINu i rastru.

Možnosti práce s modelem AIZM jsou různé. Jednak z hlediska příčných profilů, kdy jsou buď do výpočtu zahrnuty příčné profily generované automaticky pomocí vstupního digitálního modelu terénu, nebo je možné zadávat je také ručně. Jednak také z hlediska způsobu generování rozlivu s povolením či zakázáním průsaků podzemních vod mimo samotný rozliv.

K provedení všech výpočtů vyžaduje AIZM vstupní data (viz obr. 1). Konkrétně se jedná o linii vodního toku, centrální body ležící přesně uprostřed výpočetní masky, tabulku hloubek vody (pro každý rozliv jednu) v úrovni koryta, resp. centrálního bodu, dále data daného digitálního modelu terénu (rastr nebo povrch TIN) a také sadu příčných profilů, jež jsou generovány v rámci běhu modelu AIZM, nebo mohou být zadány ručně.



Obr. 1. Schéma výpočtu rozsahu rozlivu modelem AIZM – uprostřed středový bod, na okraji vymezeno území (výpočetní maska) o rozměru 2000×2000 m, na linii vodního toku vyznačeny příčné profily, plocha rozlivu stanoveného modelem AIZM znázorněna šedým polygonem

Fig. 1. Scheme of flood extent computation by the AIZM model – the central point in the centre, the mask of 2000×2000 m is marked out at the edges, stream line drawn together with crosssectional profiles, the flooded area computed by the AIZM model is represented by the grey polygon

Výpočet modelu AIZM probíhá od centrálního bodu, kolem něhož se vygeneruje čtvercová maska o rozměru 2000×2000 m (rozměr je možno i zmenšit, zvětšení by vyžadovalo zásah do algoritmu výpočtu). Veškeré výpočty se pak odehrávají v ploše masky. Je-li vstupní digitální model terénu v TIN (v případech, kdy sada bodů pro interpolaci digitálního modelu terénu je nepravidelně uspořádaná), je v ploše masky převeden do rastru a opětovně interpolován do podoby rastru s velikostí buňky 2 m (nastaveno implicitně).

Linie vodního toku je rovněž ořezána podle rozměru masky a poté je rozdělena na úseky tak, že vzdálenost dvou sousedních okrajových bodů těchto úseků je vždy maximálně 20 m. Následuje vykreslení příčných profilů založené na metodě Thiessenových polygonů. Zde je nutno zmínit skutečnost, že automatické vykreslování příčných profilů představuje jeden z největších problémů modelu AIZM, což je diskutováno dále.

Výpočet rozsahu inundace vychází ze známých hloubek vody pro danou masku. Na základě těchto známých hloubek z tabulky se určí úroveň hladiny vody pro daný příčný profil. Hodnota relativní hloubky platí vždy pro průsečík příčného profilu s linií vodního toku. Protnutí linie příčného profilu s modelovaným reliéfem definuje rozsah rozlivu ve směru příčného profilu. Rozliv mezi sousedními profily je odvozen na základě povrchu TIN, vzniklého převedením linií příčných profilů na body (vertexy), a na základě digitálního modelu terénu, který je v rámci běhu modelu převeden také na povrch TIN. Odečtením úrovní hladin v rozlivu a digitálního modelu terénu vzniká rastr hloubek jako jeden z výstupů. Opakování výpočtu probíhá podle počtu hodnot hloubek ve vstupní tabulce (každému rozlivu odpovídá jedna hodnota). Výstupy modelu jsou ukládány ve formě rastru i vektoru.

METODIKA A DATA

Pro určení přesnosti výstupů modelu AIZM bylo vybráno celkem třicet různých úseků vodních toků České republiky v oblastech s významným povodňovým rizikem na základě směrnice 2007/60/ES o vyhodnocení a zvládnutí povodňových rizik. Pro tyto úseky jsou k dispozici hloubky ve formě rastrů a rozlivy ve formě vektorových polygonů pro povodňové průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . Tato data jsou považována za referenční a následné analýzy vycházejí z jejich porovnání s výstupy nástroje AIZM.

Vstupní údaje AIZM

Jako linie, resp. osa vodních toků posloužila vrstva z databáze DIBAVOD (Digitální báze vodohospodářských dat) spravované VÚV TGM, v.v.i.

Digitální model terénu byl interpolován s využitím příslušných mapových listů (klad listů je totožný s kladem listů Státní mapy 1 : 5 000 – odvozené) sady DMR 4G od ČÚZK, která byla pořízena leteckým laserovým skenováním. Je tvořena sítí bodů rovnoměrně rozmístěných po ploše České republiky ve vzdálenosti 5 m. Jednotlivé body přitom leží ve středu každého gridu, jemuž také přísluší hodnota nadmořské výšky daného bodu.

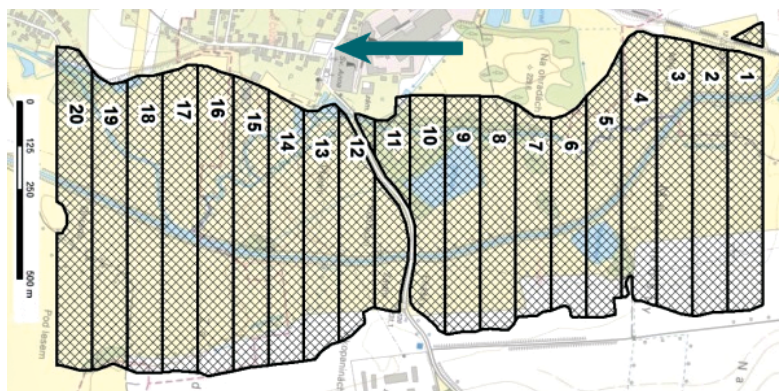
Pro zvolené centrální body všech úseků byly z referenčních modelů zjištěny hloubky pro rozlivy s dobou opakování 5, 20 a 100 let (tyto hloubky vstupují do tabulky hloubek pro daný úsek). Potřebné vrstvy byly poskytnuty Ministerstvem životního prostředí.

Porovnání rozlivů

Rozlivy vypočtené modelem AIZM byly porovnány s rozlivy stanovenými referenčními modely. Simulování a rozlivy na všech úsecích jsou rozděleny vždy na dvacet segmentů podle směru toku, resp. s ohledem na tvar záplavy (obr. 2). Každému segmentu pak jednoznačně odpovídá plocha rozlivu modelovaného A_m a referenčního A_r . Vzájemné porovnání kvantitativních charakteristik toků různých parametrů (např. Rtyňka – Ohře) není smysluplné, a proto je míra shody vyjádřena relativní mírou, čili poměrem.

$$S = \frac{A_m}{A_r} \quad (1)$$

Ze vztahu (1) je zřejmé, že pro $S > 1$ je rozliv modelovaný AIZM větší oproti modelu referenčnímu. Pro $S < 1$ je tomu naopak.



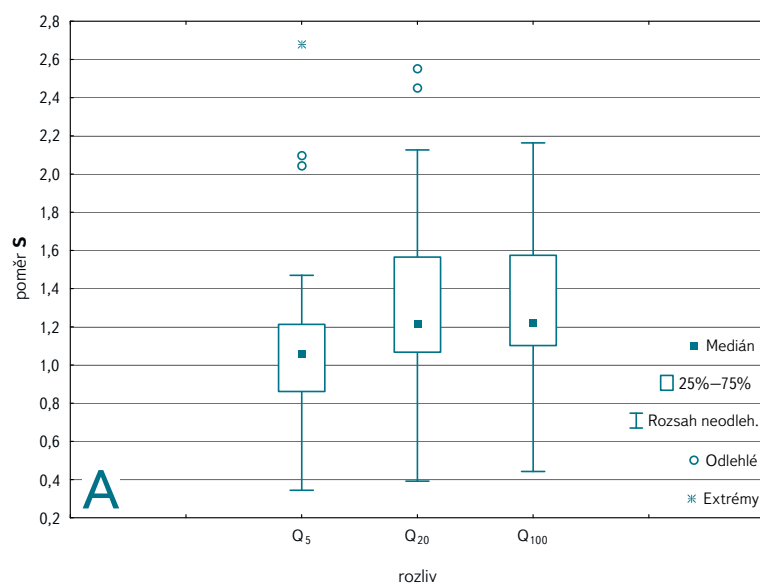
Obr. 2. Plocha rozlivu na úseku Cidliny rozdělená do dvaceti segmentů s vyznačením směru toku

Fig. 2. The flood extent on the Cidlina River cut into twenty segments with the flow direction

Porovnání rozlivů je provedeno v kontextu kvantitativních i kvalitativních charakteristik vodních toků, resp. všech vymezených segmentů. Z kvantitativních charakteristik se konkrétně jedná o šířku koryta vypočítanou s využitím břehových hran z databáze DIBAVOD a podélný sklon dna odvozený z digitálního modelu terénu. Sledovanými kvalitativními charakteristikami jsou antropogenní ovlivnění směru toku odvozená z leteckých snímků a dostupných historických map, průtočnost příbřežní zóny ve smyslu přítomnosti překážek (zástavba, souvislejší vegetace), charakter břehů a svahů blížící se přirozenému a přítomnost vodohospodářských objektů (např. jezů či stupňů). Metodika hodnocení je nastíněna v *tabulce 1*.

Tabulka 1. Klasifikace kvalitativních charakteristik úseků vodních toků
Table 1. Classification of qualitative characteristics for river sections

| Charakteristika | Hodnocení |
|--|--|
| Ovlivnění břehů | 0 – bez výrazného antropogenního ovlivnění |
| | 1 – středně ovlivněné (obvykle koryto lichoběžníkového tvaru s travnatými břehy) |
| | 2 – silně ovlivněné (betonové či kamenné břehy) |
| Směr (poloha) koryta | 0 – blíží se přirozenému |
| | 1 – významně ovlivněné |
| Vodohospodářské objekty (jezy, stupně) | 0 – ne |
| | 1 – ano |
| Průtočnost příbřežní zóny | 0 – dobrá (volné povrchy s možností rozptýlené vegetace) |
| | 1 – střední (rozptýlená zástavba, ploty, hustější vegetace) |
| | 2 – nízká (hustá zástavba, ploty, hustá vegetace) |



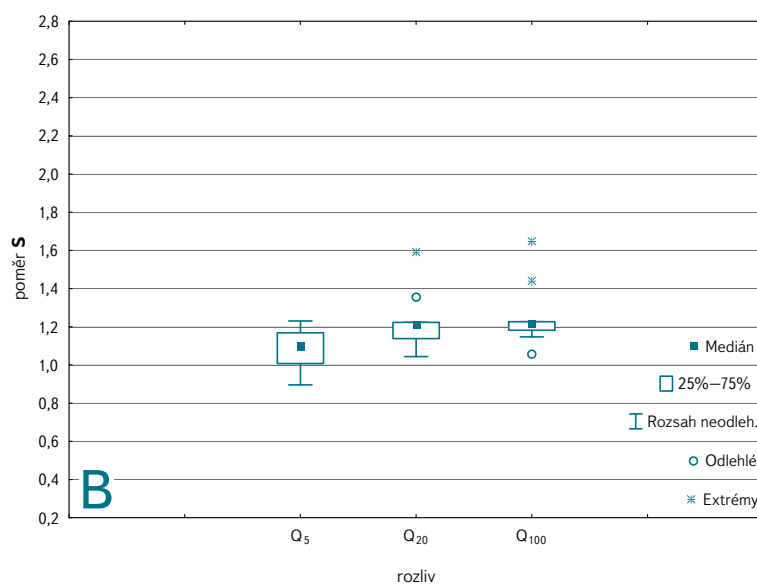
Tabulka 2. Procentuální zastoupení hodnot poměru $S > 1$ a $S < 1$ pro celou sadu dat a data zkrácená při rozlivu Q_5 , Q_{20} a Q_{100}
Table 2. Percentage of ratio $S > 1$ and $S < 1$ in both whole and shortened dataset for flood extents Q_5 , Q_{20} and Q_{100}

| | Celá data | | Zkrácená data | |
|-----------|-----------|---------|---------------|---------|
| | $S > 1$ | $S < 1$ | $S > 1$ | $S < 1$ |
| Q_5 | 77,2 | 22,8 | 81,7 | 18,3 |
| Q_{20} | 79,2 | 20,8 | 83,3 | 16,7 |
| Q_{100} | 71,0 | 29,0 | 74,7 | 25,3 |

Statistické zpracování za účelem zjištění popisných statistik a provedení následných analýz bylo uskutečněno s využitím softwaru PAST, Statistica a s pomocí programovacího jazyka R.

Prvotní průzkum dat prostřednictvím popisných statistik ukázal, že mezi třiceti vymezenými úseky vodních toků panuje značná variabilita hodnot poměrů S . Patrné je to z krabicových grafů sestavených pro každý úsek vodního toku tvořený vždy dvaceti dílčími segmenty (viz *obr. 3*). Bylo také zjišťováno, zda se výsledky liší s ohledem na vzdálenost od středového bodu. Jinými slovy, bylo ověřováno, zda se nejvzdálenější segmenty po směru toku podílejí na rozptýlení hodnot poměru S . Proto byly analýzy provedeny pro úseky se všemi dvaceti segmenty a pro úseky s odebranými prvními a posledními pěti segmenty (po směru toku). V *tabulce 2* je uvedeno procentuálně zastoupení hodnot S . Je evidentní, že pro všechny rozlivy je výrazně vyšší podíl $S > 1$ vyjadřující, že rozliv modelovaný pomocí AIZM je větší oproti referenčnímu a také že odstraněním zmíněných segmentů se tento podíl ještě zvyšuje.

Značná variabilita jednotlivých úseků může souviset s některými problematickými aspekty interpolace digitálního modelu terénu. V úrovni koryta se mohou objevit „falešné“ elevace, které se výpočtem přenesou a projeví v nadhodnoceném rozsahu rozlivu. Stejně tak se mohou objevit i případy depresí, které analogicky vedou k podhodnocenému rozlivu. Tento problém však



Obr. 3. Ukázka boxplotů hodnot poměrů S na úseku Ohře při rozlivech Q_5 , Q_{20} a Q_{100} ; data celá (A), zkrácená (B)

Fig. 3. Example of boxplots of ratios S on the Ohře River section for flood extents Q_5 , Q_{20} and Q_{100} ; whole dataset (A), shortened (B)

Tabulka 3. Hodnoty Spearmanova a Pearsonova korelačního koeficientu pro šířku koryta, podélný profil a poměr S rozlivu Q_5, Q_{20}, Q_{100}
 Table 3. Values of Spearman's and Pearson's correlation coefficient for width of channel, longitudinal profile and the ratio S of flood extent Q_5, Q_{20}, Q_{100}

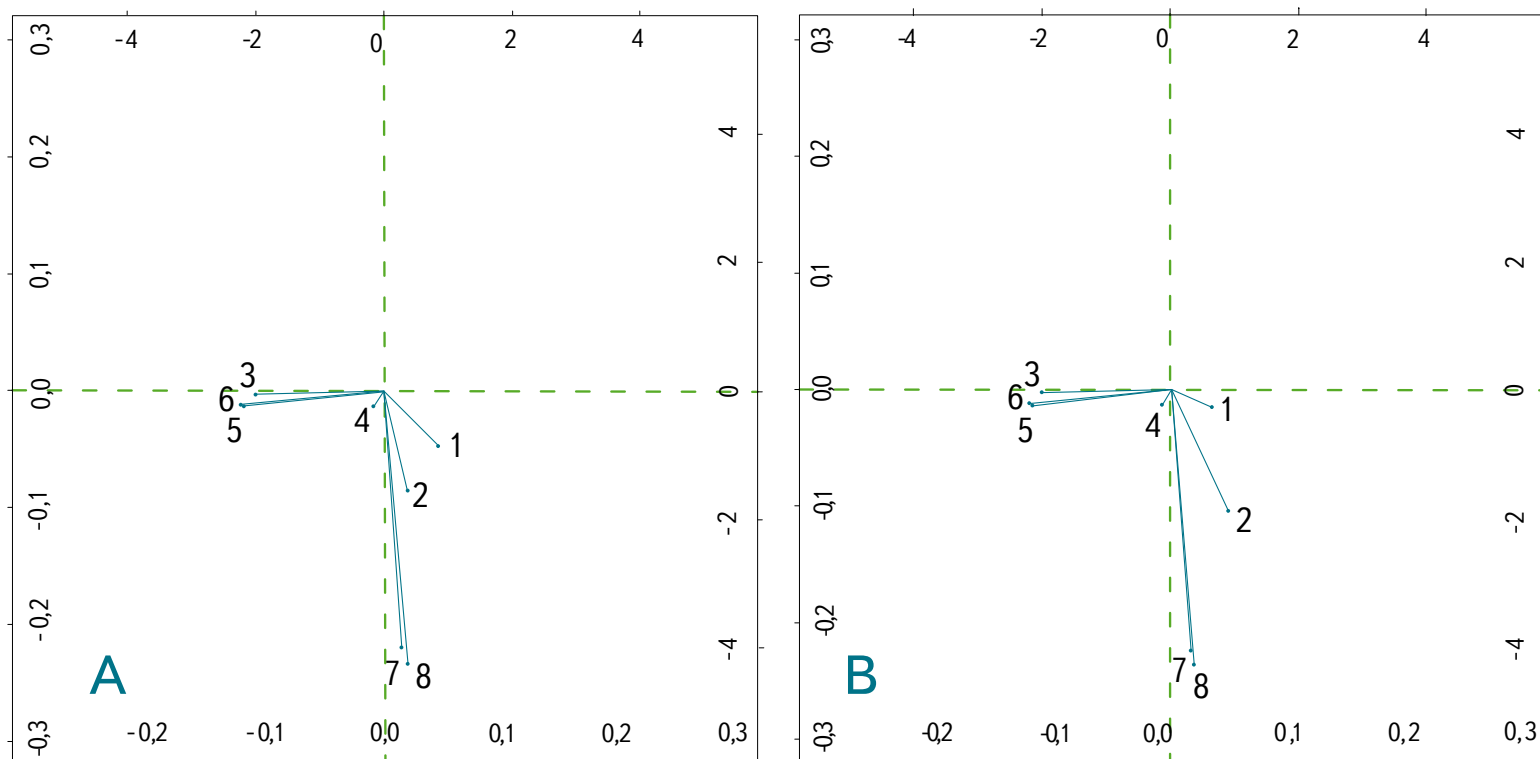
| | | Pearsonův koeficient | | | | | Spearmanův koeficient | | | | |
|-------------|------------|----------------------|----------|-----------|-------|------------|-----------------------|----------|-----------|-------|------------|
| | | Q_5 | Q_{20} | Q_{100} | šířka | pod. sklon | Q_5 | Q_{20} | Q_{100} | šířka | pod. sklon |
| CELÉ | šířka | 0,157 | 0,162 | 0,162 | 1,000 | 0,366 | -0,057 | -0,065 | -0,080 | 1,000 | 0,409 |
| | pod. sklon | 0,328 | 0,323 | 0,368 | 0,366 | 1,000 | 0,090 | 0,076 | 0,103 | 0,409 | 1,000 |
| ZKR. | šířka | -0,092 | -0,091 | -0,087 | 1,000 | 0,366 | -0,089 | -0,138 | -0,130 | 1,000 | 0,409 |
| | pod. sklon | -0,088 | -0,078 | -0,083 | 0,366 | 1,000 | -0,010 | -0,033 | -0,004 | 0,409 | 1,000 |

nastává méně často. Další chyby bývají spojeny s meandrujícími úseky toků. Na konvexních březích se linie příčných profilů radiálně rozbíhají, tedy roste jejich vzdálenost. Plocha inundace pak může být buď nadhodnocena, nebo se v některých případech mohou objevit i falešné přetržky. Tomuto problému bude věnován následující výzkum směřující k upravení algoritmů tak, aby k těmto chybám nedocházelo.

Vztah mezi vzorky poměrů S a ostatními již zmíněnými kvantitativními charakteristikami je vyjádřen hodnotami Pearsonova a Spearmanova korelačního koeficientu. Spearmanův koeficient se vyznačuje tím, že není tolik ovlivňován odlehlými hodnotami, jako tomu je u Pearsonova koeficientu. Z ukázky vypočítaných hodnot v tabulce 3 je zřejmé, že Pearsonův korelační koeficient ukazuje

na vztah mezi průměrným podélným sklonem segmentu a odpovídajícím poměrem S . Obdobné výsledky vycházejí pro všechny zbylé rozlivy pro vzorek dat celý i zkrácený.

Soubor všech proměnných byl podroben analýze hlavních koordinát PCoA (z angl. *Principal Coordinates Analysis*), která byla publikována v r. 1966 [8]. Umožňuje odhalit vliv jednotlivých proměnných na výsledky modelu. Analýza je vhodná i v těch případech, kdy zkoumané charakteristiky zahrnují vícestavové kvalitativní znaky či smíšená data. Grafy na obr. 4 ukazují výsledky analýzy hlavních koordinát provedené pomocí programovacího jazyka R. Z výsledků získaných pro celou sadu dat se zdá, že spolu souvisejí jednak charakteristiky ovlivnění břehů a směru koryta, jednak charakteristiky průtočnosti břehů. Protože



Obr. 4. Výstupy analýzy hlavních koordinát pro celý (A) i zkrácený (B) vzorek segmentů; 1 = šířka koryta, 2 = podélný sklon, 3 = ovlivnění směru toku, 4 = přítomnost vodohospodářských objektů, 5 = ovlivnění levého břehu, 6 = ovlivnění levého břehu, 7 = průtočnost příbřežní zóny na pravém břehu, 8 = průtočnost příbřežní zóny na pravém břehu
 Fig. 4. Outputs of the principal coordinates analysis for the entire (A) and shortened (B) sample of the river segments; 1 = channel width, 2 = longitudinal profile, 3 = influencing of the channel's direction, 4 = presence of waterworks, 5 = influencing of the left bank, 6 = influencing of the left bank, 7 = flowage of the litoral zone on the right bank, 8 = flowage of the litoral zone on the right bank

však směřují podél nulových os, není jejich vliv na výsledky modelu významný. Naproti tomu charakteristika podélného sklonu od ostatních poměrně vybočuje, což vypovídá o jejím větším vlivu a velikosti poměru S , což koresponduje i s vypočítanými korelačními koeficienty. Podobně je tomu rovněž u dat zkrácených.

Další představu o struktuře dat a chování modelu v různých úsecích zřejmě poskytne precizní vyhodnocení provedené shlukové analýzy. Byla využita Wardova shlukovací metoda založená na analýze rozptylu. Vyznačuje se tím, že není zatížena efektem řetězení [9]. Hodnota kofenetického koeficientu CC je pro celou sadu dat 0,716 a pro zkrácená data 0,826. Tyto hodnoty značí, že použitou shlukovací metodu je možno považovat za vhodnou.

ZÁVĚR

Pro třicetku vybraných úseků vodních toků na území České republiky bylo sledováno, zda se modelované rozlivy podle AIZM shodují s výstupy z referenčních modelů. Automatizovaným výpočtem v prostředí ArcGIS byly určeny hodnoty kvantitativních charakteristik jednotlivých segmentů úseků vodních toků. Posouzením leteckých snímků a historických map byly určeny také kategorie charakteristik kvalitativních. Tyto charakteristiky společně s poměrnými hodnotami modelových a referenčních rozlivů prošly analýzou hlavních koordinát za účelem zjištění vlivu jednotlivých charakteristik na výsledky modelu. Z analýzy vyplynulo, že jak pro data úplná, tak i pro data zkrácená je nejdominantnější charakteristikou zejména podélný profil linie vodního toku, méně také šířka koryta. Toto zjištění koresponduje i s výsledky výpočtů korelačních koeficientů. Zkrácením úseků toků vzdálenějších od středového bodu s odečtenou hloubkou se rozptýly hodnot poměru S , resp. chyba stanoveného rozlivu zmenšily jen u některých z vybraných úseků. K přesnější interpretaci této skutečnosti však bude nutné dokončit další analýzy.

Uvedené výsledky představují pouze dílčí část rozsáhlejší analýzy. V následujících analýzách bude dokončeno důkladné vyhodnocení výsledků shlukové analýzy provedené Wardovou metodou a výsledky modelu AIZM vypočítané na podkladu DMR 4G budou porovnány s výpočty na podkladu DMR 5G.

Cílem analýz do budoucna je na základě objektivních výsledků statistických analýz identifikovat typy toků (s určitými charakteristikami), pro něž je užití modelu AIZM vhodné, či nikoli. Pokud to bude možné, budou také testovány modifikované verze modelu AIZM, zejména ve vztahu k interpolaci digitálního modelu terénu.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval především Mgr. Martinu Kolimu za spolupráci. Dále bych velmi rád poděkoval Výzkumnému ústavu vodohospodářskému TGM., v.v.i., za poskytnutí potřebných podkladových dat digitálního modelu reliéfu a N -letých rozlivů, bez nichž by tato práce nemohla vzniknout.

LITERATURA

- [1] Schuman, A.H., R. Funke, and G.A. Schultz. Application of a geographic information system for conceptual rainfall-runoff modelling. *Journal of Hydrology*, 2000, 240, p. 45–61, ISSN 0022-1694.
- [2] Šercl, P. Vliv fyzicko-geografických faktorů na charakteristiky teoretických návrhových povodňových vln. *Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu*. Praha: ČHMÚ, 2009, 88 s., ISBN 978-80-86690-62-9.
- [3] Jeníček, M. *Modelování průběhu extrémních povodní v kontextu krajinných změn a integrované protipovodňové ochrany*. Disertační práce. Praha: PíF UK, 2009, 128 s.
- [4] Adamec, M., M. Hanzlová, J. Horák, J. Unucka a D. Židek. Modelování hydrologických extrémů s podporou DPZ a GIS. In: Langhammer, J. (ed.) *Změny v krajině a povodňové riziko*. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, 2007, s. 51–62, ISBN 978-80-86561-87-5.
- [5] Sui, D.Z. and R.C. Maggio. Integrating GIS with hydrological modeling: practices, problems, and prospects. *Computers, Environment and Urban Systems*, 1999, 23, p. 33–51, ISSN 0198-9715.
- [6] Al-Sabhan, W., M. Mulligan, and G.A. Blackburn. A real-time hydrological model for flood prediction using GIS and the WWW. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2003, 27, p. 9–32, ISSN 0198-9715.

[7] Koli, M. Alternativny indikativny záplavový model. In: Inspektor, T., Horák, J., Růžička, J. (Eds.) *GIS Ostrava 2013, Geoinformatika pro společnost*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2013, ISSN 1213-239X.

[8] Gower, J.C. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 1966, 53, p. 325–338.

[9] Ward, J.H. Jr. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 301, 1963, p. 236–244.

Autoři

Mgr. Martin Caletka^{1,2}

✉ martin_caletka@vuv.cz

¹ Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., pobočka Brno

² Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav

Příspěvek prošel lektorským řízením.

THE ACCURACY OF FLOOD EXTENT SIMULATION BY AN ALTERNATIVE TOOL – AIZM

CALETKA, M.^{1,2}

¹ TGM Water Research Institute, p.r.i., Brno branch

² Masaryk University, Faculty of Science, Department of Geography

Key words: AIZM – ArcGIS – ArcGIS ModelBuilder – inundation – flood extent

The estimation of the extent of inundations is enabled by methods of physical and mathematical modelling which have been developing for many years. Increasing accuracy, related to precise measurements, demands higher computing capacity and more time. There are plenty of river sections with no outputs of hydrological models. At the same time, many cases exist where the water level is known, however the inundation area is unknown.

One of the alternative approaches to visualization of inundations is represented by the AIZM model. This model is based on chaining of several sub-models in the ArcGIS ModelBuilder. All the used tools are located in the ArcToolbox. The AIZM model is able to generate indicative inundation extents and raster of depths with minimal demands for input data and computing time. On the other hand, using this model, one has to take into account that some imperfections are indivisibly present, with regard to some necessary simplifications.

The presented article sums up the initial results of the initial analysis in which the influence of different characteristics of river sections (such as the channel width, the longitudinal profile, anthropogenic influence of channel direction etc.) on the correspondence of the inundation extent modelled by the AIZM model with the reference model outputs. For this purpose, the outputs of 1D or 2D numerical models are used, originating from the mapping of flood hazards and risks in the Czech Republic. This allows identifying different types of river sections where the outputs of the AIZM model are accurate. At the same time, the most determinative river characteristics can be recognized.