

Vyhodnocení potenciální retence a specifických průtoků v povodí Fryšávky při návrhové přívalové srážce

Tomáš Mašíček¹, František Toman¹, Miroslav Dumbrovský²

¹Mendelova univerzita v Brně

²Vysoké učení technické v Brně

Abstrakt

Předmětem výzkumu bylo posoudit hydrologické poměry dílčích částí povodí řeky Fryšávky, nacházející se v jižní části CHKO Žďárské vrchy, při návrhové přívalové srážce v závislosti na aktuálním stavu krajinného pokryvu a identifikovat tak dílčí povodí se sníženým retenčním potenciálem a vyššími specifickými průtoky. S daným cílem bylo spojeno podrobné zmapování současného stavu krajinného pokryvu a reliéfu terénu, analýza hydrologických půdních poměrů a vymezení dílčích částí povodí. Přípravy a analýzy shromážděných zdrojových dat byly provedeny v programu ArcGIS 9.2 v softwarovém produktu ArcView pomocí sady integrovaných softwarových aplikací ArcMap, ArcCatalog a ArcToolbox. K vyhodnocení potenciální retence a kulminačních průtoků byl využit model DesQ-MAX Q. Modelování hydrologických poměrů bylo prováděno na návrhovou přívalovou srážku s dobou opakování 100 let. Výsledky výzkumu by mohly být využity při návrhu a realizaci preventivních protipovodňových opatření v zájmovém území.

Klíčová slova: GIS, krajinný pokryv, kulminační průtok, model DesQ-MAX Q, retence

Úvod

Každá krajina se v závislosti na přírodních podmínkách, způsobu využívání a hospodaření vyznačuje určitou schopností zadržet vodu. Zvláště v souvislosti s častými povodněmi posledních let je problematika retenční schopnosti krajiny aktuálním tématem. Význam retenční schopnosti krajiny spočívá ve vyrovnávání odtokových poměrů a snižování nebezpečných kulminačních průtoků způsobujících jinak katastrofální dopady na obyvatelstvo a krajinu. Cílem výzkumu bylo vyhodnotit retenční potenciál a kulminační průtoky v povodí řeky Fryšávky, nacházející se v jižní části CHKO Žďárské vrchy, v závislosti na

aktuálním stavu krajinného pokryvu a identifikovat tak dílčí povodí se sníženou retenční schopností.

Materiál a metodika

Přípravy a analýzy zdrojových dat nutných k postihnutí charakteristik povodí z hlediska retence a odtokových poměrů byly provedeny v programu ArcGIS 9.2 v softwarovém produktu ArcView pomocí sady integrovaných softwarových aplikací ArcMap, ArcCatalog a ArcToolbox. Všechny operace v prostředí GIS vedly k tvorbě výstupů vstupujících do modelu DesQ-MAX Q (Hrádek, Kuřík 2001) sloužícího k výpočtům hydrologických charakteristik malých povodí (Mašíček 2010a).

Vzhledem k velikosti zájmového území (66,45 km²), charakteru modelu DesQ-MAX Q založeného na metodice čísel odtokových křivek CN a charakteru přívalových srážek zasahujících významně menší území než srážky regionální muselo být povodí Fryšávky rozděleno na dílčí části o velikosti do 10 km². Hranice celého povodí byla vykreslena v prostředí GIS editačními nástroji na podkladu digitální vrstvy ZABAGED výškopis – 3D vrstevnice s korekcí průběhu hranice dle vrstvy hydrologického členění – povodí IV. řádu z DIBAVOD (digitální báze vodohospodářských dat). Na podkladu vrstvy vrstevnic, vykreslené hydrografické sítě, vymezených drah soustředěného povrchového odtoku a délek odtoku generovaných ze směrů odtoků a digitálního modelu terénu (DMT) vytvořeného z konvertované vektorové digitální vrstvy ZABAGED výškopis – 3D vrstevnice byly vykresleny rozvodnice, které vymezily dílčí povodí ve tvaru „otevřené knihy“ s pravou a levou stranou svahu (subpovodí LP) a dílčí povodí s jedním svahem (subpovodí S) (Mašíček 2010a). Na podkladu výše uvedených pokladových vrstev byly editačními nástroji vykresleny také údolnice. Údaj o plochách svahů dílčích povodí a délkách jejich údolnic byl automaticky vygenerován v datovém modelu geodatabáze *.mdb, ve kterém byly subpovodí a údolnice původně vytvořeny.

Ke stanovení hydrologických charakteristik dílčích částí povodí Fryšávky bylo nutné, jak je uvedeno v (Mašíček 2010a), zachytit současný stav krajinného pokryvu, reliéf terénu, zjistit zastoupení hydrologických skupin půd (HSP) a ohodnotit každé subpovodí číslem odtokové křivky CN a součinitelem drsnosti povrchu. Mapa krajinného pokryvu (druhů pozemků) byla vyhotovena na podkladu rastrové základní mapy (RZM) 1 : 10 000 a barevné digitální ortofotomapy SMO 5 v konfrontaci se záznamem skutečného stavu provedeným podrobným terénním průzkumem. HSP na zemědělské půdě a čísla odtokové křivky CN jednotlivých kategorií krajinného pokryvu byla odvozena dle metodik „Hydrologické skupiny zemědělských půd podle hlavních půdních jednotek (HPJ)“ a „Průměrná čísla odtokových křivek – CN pro index předchozích srážek IPSII“ (Janeček 2007). HSP v lesních porostech byly odvozeny z typu vodního režimu půd dle metodiky „Systém komplexního hodnocení lesních půd“ (Macků 2000) a čísla odtokových křivek CN byla stanovena dle metodiky „Analýza lesních porostů pro hydrologické výpočty“ (Macků 2004). Klasifikace druhů pozemků z hlediska drsnosti povrchu byla provedena na základě

doporučených hodnot součinitelů drsnosti γ v závislosti na způsobu využívání půdy a hydrologických podmínkách lesa dle Bazina v rámci modelu DesQ-MAX Q (Hrádek, Kuřík 2001). Průměrná hodnota čísla CN a drsnosti povrchu svahů pro každé subpovodí byla v prostředí programu ArcGIS odvozena váženým průměrem dle plošného zastoupení jednotlivých druhů pozemků v dílčích povodích. Analogicky bylo postupováno také při výpočtu průměrné hodnoty sklonu každého svahu a údolnice. Vstupem pro výpočet těchto průměrných hodnot byla mapa sklonitosti vygenerovaná z vyhlazeného DMT. Na závěr byl proveden výpočet plošného zastoupení jednotlivých kategorií krajinného pokryvu a hydrologických skupin půd v rámci každé strany dílčího povodí.

K výpočtu hydrologických charakteristik (potenciální retence, kulminační průtok) byl použit model DesQ-MAX Q dle Hrádka a Kuříka (2001). Model DesQ-MAX Q je deterministickým modelem epizodním, s částečně dělenými vstupními parametry, průměrnými pro levý a pravý svah povodí. Model, založený na modifikaci metody čísel odtokových křivek CN, je využitelný pro výpočet maximálních průtoků vyvolaných přívalovými dešti v nepozorovaných profilech malých povodí do 10 km², kde nejsou k dispozici přímá hydrometrická pozorování. K výpočtu hydrologických charakteristik vstupují do modelu kromě fyzicko-geografických charakteristik hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování za N roků pro místa na území České republiky (Šamaj, Valovič, Brázdil 1985). V našem případě se jednalo o jednodenní maximální srážkový úhrn v mm s dobou opakování $N = 100$ let ve stanici Nové Město na Moravě (78,1 mm) (Mašíček 2010a). Kompletní popis metodiky hydrologického modelu DesQ-MAX Q je uveden v publikaci Maximální odtok z povodí. Teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q (Hrádek, Kuřík 2001).

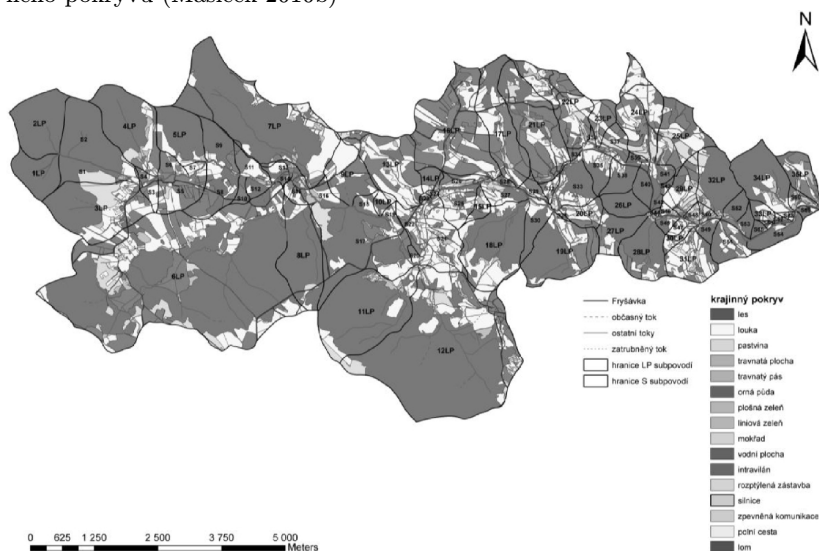
Výsledky

Rozložení druhů pozemků v povodí Fryšávky je patrné z mapy krajinného pokryvu uvedené na obrázku č. 1. Nejvýznamnější plochu (52,79 %) zaujímají lesní porosty. Největší podíl z nelesních pozemků tvoří trvalé travní porosty (TTP), zabírající 23,93 % plochy povodí, a orná půda, vyskytující se na 12,44 % plochy povodí. Na podkladu mapy krajinného pokryvu je uvedeno současně rozdělení zájmového území na dílčí části včetně jejich číselného označení. Povodí Fryšávky je tvořeno 35 dílčími povodími ve tvaru „otevřené knihy“ s pravou a levou stranou svahu (subpovodí LP) a 60 dílčími povodími s jedním svahem (subpovodí S).

Z hydrologických skupin půd jsou v zájmovém území zastoupeny skupiny půd B, C a D. Mapa znázorňující rozložení HSP v povodí Fryšávky, poukazující na potenciál půdy k retenci vody, je znázorněna na obrázku č. 2.

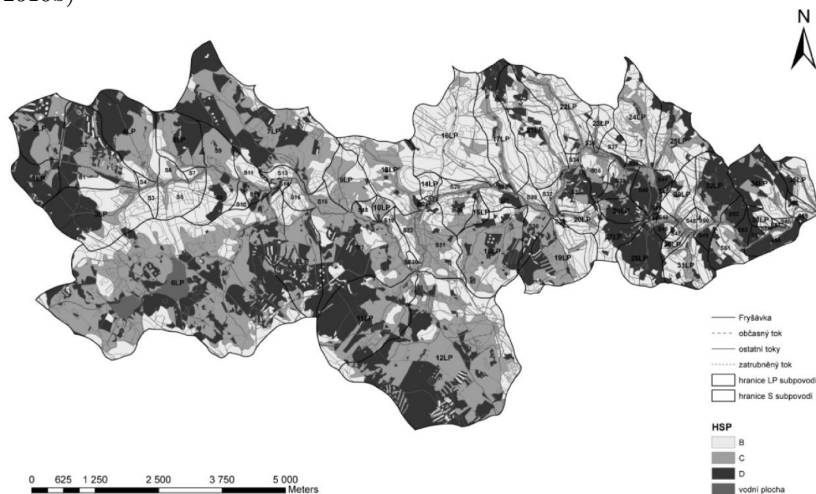
Při klasifikaci a hodnocení vybraných veličin vstupujících do modelu DesQ-MAX Q a výstupních veličin z tohoto modelu bylo provedeno v rámci programu ArcGIS kvantilové rozdělení zjištěných rozsahů jejich hodnot do několika přibližně stejně velkých tříd. Kategorizace dílčích povodí do tříd u každé z hodnocených veličin (charakteristik subpovodí) je vždy graficky znázorněna formou

Obrázek 1: Mapa rozdělení povodí Fryšávky na subpovodí na podkladu mapy krajinného pokryvu (Mašíček 2010b)



Zdroj: Ortofotomapa, © Geodis, s.r.o. Poskytnuto Katastrálním úřadem pro Jiho-moravský kraj. ZM 1 : 10 000, © ČÚZK. Registr půdy (LPIS), © Ekotoxa Opava. Lesnická typologická mapa, © ÚHUL Brandýs nad Labem. ZABAGED – výškopis, © ČÚZK. DIBAVOD, © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

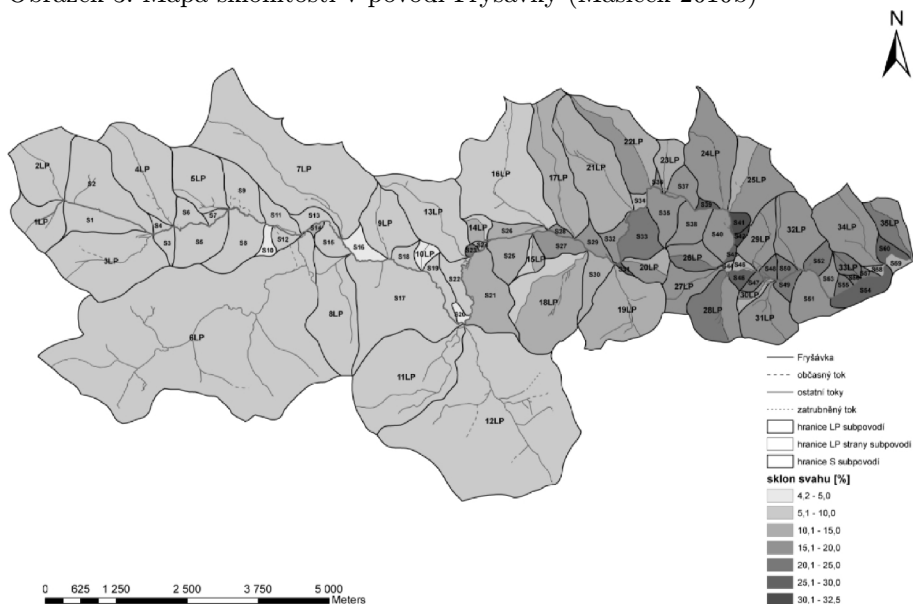
Obrázek 2: Mapa hydrologických skupin půd v povodí Fryšávky (Mašíček 2010a, 2010b)



Zdroj: Mapa BPEJ, © VÚMOP Praha. Lesnická typologická mapa, © ÚHUL Brandýs nad Labem. ZABAGED – výškopis, © ČÚZK. DIBAVOD, © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

mapových výstupů znázorněných na obrázcích 3 až 5. Z hlediska přehlednější a snazší interpretovatelnosti zjištěných hydrologických charakteristik a svažitosti dílčích částí povodí byly třídy (intervaly vypočítaných hodnot hydrologických charakteristik a svažitosti) ve slovním komentáři rozděleny vždy do tří kategorií.

Obrázek 3: Mapa sklonitosti v povodí Fryšávky (Mašíček 2010b)

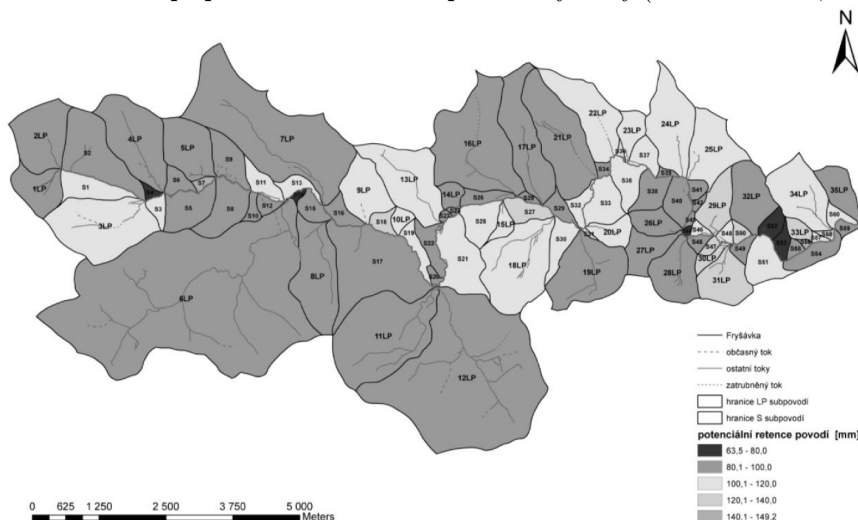


Zdroj: ZABAGED – výškopis, © ČÚZK. DIBAVOD, © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

Informaci o průměrném sklonu svahů dílčích částí povodí přináší mapa na obrázku č. 3. Svahy se vyznačují průměrnou sklonitostí v rozmezí 4,2 % až 32,5 %. Svahy s nejmenší průměrnou sklonitostí 4,2 % až 10,0 % zaujímají 66,3 % plochy celého povodí, a to výhradně v jeho západní polovině. Území zabírající 28,9 % plochy povodí se vyznačuje průměrným sklonem svahů 10,1 % až 20,0 % a 4,8 % plochy zájmového území tvoří svahy s průměrnými sklony 20,1 % až 32,5 %.

Mapa znázorňující potenciální retenci [mm] dílčích povodí řešeného území je uvedena na obrázku č. 4. Stanovení potenciální retence, vyjadřující maximální možné množství vody, které je schopné povodí potenciálně zachytit, vychází, jak je popsáno v článku Stanovení potenciální retence povodí řeky Fryšávky (Mašíček 2010a), z krajinného pokryvu a zastoupení HSP v každém dílčím povodí souhrnně vyjádřených číslem odtokové křivky CN. Hodnoty potenciální retence byly zjištěny v rozsahu 63,5 až 149,2 mm. Subpovodí s nejmenší potenciální retencí v intervalu 63,5 až 80,0 mm zaujímají 0,7 % plochy zájmového území. Jedná se o subpovodí výhradně svahová. Největší plochu zájmového území – 95,8 % – tvoří subpovodí s potenciální retencí v rozmezí 80,1 až

Obrázek 4: Mapa potenciální retence v povodí Fryšávky (Mašíček 2010a, 2010b)

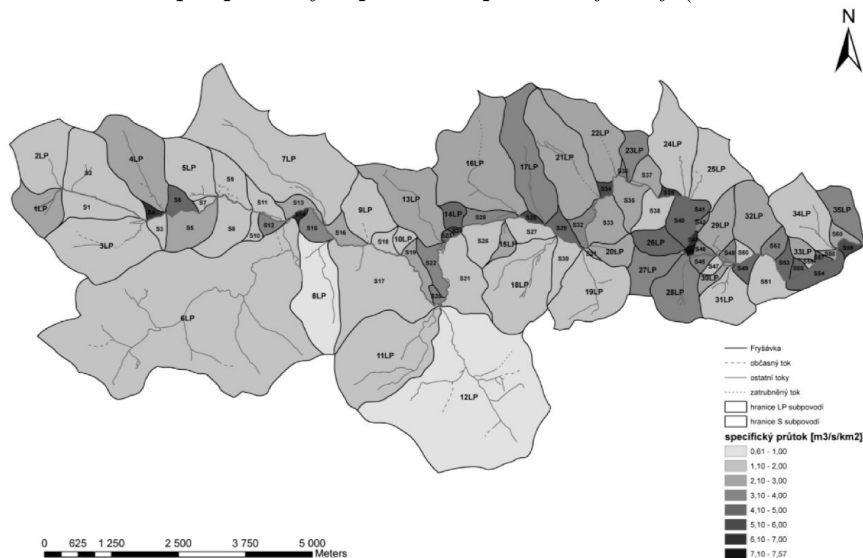


Zdroj: ZABAGED – výškopis, © ČÚZK. DIBAVOD, © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

120,0 mm. Největší potenciální retenci 120,1 až 149,2 mm se vyznačují dílčí povodí zaujímající 3,5 % plochy povodí Fryšávky. Z velikosti návrhové přívalové srážky $H_{1d100} = 78,1$ mm (jednodenní maximální srážkový úhrn stanice Nové Město na Moravě s dobou opakování 100 let), na kterou byly výpočty hydrologických charakteristik prováděny, a vypočítané potenciální retence dílčích povodí je patrné, že kromě subpovodí s potenciální retencí v intervalu 63,5 až 80,0 mm vykazovala všechna ostatní subpovodí potenciální retenci vyšší, než činil úhrn návrhové přívalové srážky. Z uvedeného by vyplývalo, že kromě subpovodí s nejnižší potenciální retencí by z ostatních subpovodí byl odtok nulový. Na výslednou retenci, tedy množství vody, které je schopné každé dílčí povodí zachytit, mají ovšem kromě krajinného pokryvu a hydrologické skupiny půd vliv další faktory (sklon, IPS, srážkové úhrny, intenzita srážek a další), které neumožňují stoprocentní využití potenciální retence.

Kulminační průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] byl vztažen na jednotkovou plochu 1 km^2 . Vyjádřen tak byl jako průtok specifický [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$]. Hodnoty specifických průtoků při návrhové srážce H_{1d100} se u jednotlivých subpovodí pohybovaly, jak je patrné z mapy na obrázku č. 5, v rozmezí 0,61 až $7,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Nejnižší specifické průtoky 0,61 až $2,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ byly zaznamenány z převažující plochy povodí (68,1 %). Největší počet subpovodí vykazuje specifický průtok od 2,10 do $5,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Plocha těchto subpovodí tvoří 31,2 % plochy zájmového území. Nejvyšší hodnoty specifických průtoků 5,10 až $7,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ byly zaznamenány výhradně na malých svahových subpovodích. Jejich podíl na celkové ploše povodí činí pouze 0,7 %. Příčinou vysokých specifických průtoků z těchto subpovodí je mimo jiné vyšší průměrný sklon jejich svahů, který se pohybuje v průměru nad 10 %. V případě lepších sklonových poměrů zvyšuje

Obrázek 5: Mapa specifických průtoků v povodí Fryšávky (Mašíček 2010b)



Zdroj: ZABAGED – výškopis, © ČÚZK. DIBAVOD, © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

specifické průtoky zastoupení intravilánu (20,69 až 65,76 %), vysoký podíl orné půdy (33,68 a 56,83 %) nebo převážující zastoupení půd s velmi nízkou (HSP D) a nízkou (HSP C) rychlostí infiltrace. Vzhledem k jejich velikostem a podílu na celkové ploše povodí (0,7 %) nevyžadují uvedená subpovodí zvláštní pozornost. Většina plochy povodí (68,1 %) je tvořena, jak již bylo zmíněno, subpovodími s nejnižšími specifickými průtoky 0,61 až 2,00 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Tato subpovodí patří současně k subpovodím plošně nejrozsáhlejšími. V západní polovině území se jedná většinou o subpovodí s převážující HSP D nebo C, která jsou ovšem z velké části zalesněná a s nejmenšími průměrnými sklony svahů do 10 %. Ve východní polovině území se dílčí povodí s nejnižšími specifickými průtoky vyznačují sice sklony většími, mezi 10 až 25 %, ovšem s významnějším zastoupením luk, pastvin nebo orné půdy na půdách propustnějších, tzn. HSP B popřípadě C, nebo s převahou lesů na HSP D popřípadě C. Ze subpovodí s levou a pravou stranou svahu dosahují vyšších specifických průtoků 3,10 až 4,00 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ pouze subpovodí 17, 23, 27, 28 a 35LP a specifického průtoku největšího, tj. 4,06 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, pouze jediné subpovodí – 26LP. Pro uvedená subpovodí jsou typické horší sklonitostní poměry 15 až 25 % v průměru a převaha HSP D s lesními porosty (26, 27, 28, 35LP) nebo sklon svahů pod 15 % (17, 23LP) s převahou HSP B a významnějším zastoupením orné půdy (41,89 a 50,73 %) na úkor lesních porostů (19,86 a 2,07 %).

Obecně lze konstatovat, že na velikost specifických průtoků mají ve vzájemné kombinaci největší vliv sklonitostní poměry, krajinný pokryv a propustnost půd. Uvedené faktory vzájemným působením svůj účinek na velikost specifického odtoku tlumí nebo naopak zesilují.

Diskuse

Hodnoty potenciální retence uvedené v literatuře (Eliáš 2000; Kantor, Šach 2003; Krečmer 2003; Krešl 1997; Kvítek, Mazín, Fišerová 1997; Syrovátka, Šír, Tesař 2000; Švihla 1997) se pohybují v různých rozpětích od nejnižší hodnoty 40 mm po nejvyšší 270 mm, a to dle druhu krajinného pokryvu, v případě lesních porostů dle zastoupení stanovištně vhodných dřevin a jejich věkové skladby, dále dle vlastností půd, hloubky půdního profilu, intenzity dešťových srážek atd. Z tohoto důvodu nelze uváděná rozpětí potenciální retence a hodnoty potenciální retence zjištěné modelem DesQ-MAX Q v povodí Fryšávky vzhledem ke specifičnosti každého povodí (odlišné fyzicko-geografické charakteristiky) dávat do přímých souvislostí a mezi sebou porovnávat. V každém případě se zjištěné rozmezí potenciální retence 63,5 až 149,2 mm v povodí řeky Fryšávky nachází ve výše uvedeném rozpětí. Pomineme-li krajní intervaly hodnot potenciální retence dílčích částí povodí Fryšávky, tvořící zanedbatelnou část zájmového území (obrázek č. 4), lze konstatovat, že zjištěné hodnoty se v průměru přibližují intervalům uvedeným v příspěvku Syrovátky, Šíra a Tesaře (2000) a příspěvku Švihly (1997), tj. 90 až 100 mm pro půdy 1 m hluboké, středně těžké, resp. 100 až 120 mm pro půdy bez bližší specifikace jejich vlastností a krajinného pokryvu.

Výše popsané a komentované výsledky hydrologických analýz dokládají složitost a provázanost vzájemného působení mnoha faktorů na potenciální retenci a specifické průtoky dílčích částí povodí Fryšávky. Stejně, jak je uvedeno v hodnocení retenční schopnosti dílčích povodí řeky Opavy při povodni způsobené extrémním dlouhotrvajícím regionálním deštěm v roce 1997 (Prudký 2001), i v případě povodí Fryšávky zasažené návrhovou přívalovou srážkou s dobou opakování 100 let platí, že povodí s vysokým podílem zalesnění nemusí mít vždy vyšší retenci a menší specifické průtoky než některá povodí s vysokým podílem zemědělské půdy v povodí. Uvedená skutečnost ovšem nesnižuje obecně kladný vliv lesa na zadržení vody, pouze dokládá již zmíněnou složitost působení mnoha faktorů (sklonitost, hloubka půdního profilu, skeletovitost, vsakovací schopnost půdy a další). Jako příklad z prezentovaného výzkumu je možné uvést subpovodí S52 s vysokým zastoupením lesních porostů (94,68 %), které má potenciální retenci 76 mm a specifický průtok $3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, zatímco například subpovodí 29LP s podílem lesních porostů 12,38 % má potenciální retenci 129 mm a specifický průtok $2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Velký význam v případě potenciální retence hraje hydrologická skupina půd, kdy v subpovodí S52 převažuje HSP D a naopak v subpovodí 29LP HSP B. V případě specifického průtoku, do kterého se potenciální retence promítá, přistupuje jako významný faktor sklonitost, kdy subpovodí S52 je svažitéjší než subpovodí 29LP. Pokud jde o vliv hydrologických skupin půd na hydrologické poměry, výsledky jsou zcela v souladu s tvrzeními Čabouna (2005) a Krešla (1997), kde je uveden jako klíčový faktor utváření odtoku při přívalovém dešti vsak, který podstatně rozhoduje o retenci a o tom, zda bude srážková voda odtékat pomalu půdou, či rychle povrchově. Ve stejném smyslu se o rychlosti vsaku vody do půdy, vyplývající z příslušnosti půdy do některé

z hydrologických skupin, jako velmi důležitým faktoru ovlivňujícím retenční schopnost půdy a tím odtokové poměry zmiňuje také například Kuráž (1999) nebo Novák (1998).

V uvedené souvislosti a skutečnosti, že lesy bývají nesprávně považovány za univerzální řešení, co se zadržení vody týká, je vhodné upozornit na to, že i když se některá dílčí povodí s převážně lesními porosty vyznačují díky spolupůsobení dalších fyzicko-geografických faktorů nižší potenciální retencí a vyššími specifickými průtoky, jak je patrné z výše uvedeného příkladu, nesmí se zapomínat, jak uvádí Bělský (1997), na nesporně příznivý účinek lesních porostů, který spočívá v ochraně půdy svahů, kde les podporuje vznik a udržení půdy na svazích a zamezuje jejich proměnu v holé skalní podloží.

Závěr

Cílem předkládaného příspěvku bylo seznámit s hydrologickými poměry povodí řeky Fryšávky, nacházející se v jižní části CHKO Žďárské vrchy, v závislosti na aktuálním stavu krajinného pokryvu a identifikovat tak dílčí povodí s nižší potenciální retencí a vyššími specifickými průtoky. Ze zjištěných hydrologických charakteristik dílčích povodí zájmového území vyplývá, že krajina povodí Fryšávky se svým zastoupením druhů pozemků není náchylná na výskyt extrémních hydrologických jevů způsobených přívalovými srážkami a má velkou potenciální schopnost zachytit významné srážkové úhrny. Přesto se v zájmovém území vyskytují dílčí povodí se sníženou retenční schopností a významnějšími specifickými průtoky z jednotkové plochy. Výsledky hydrologických analýz by tudíž mohly být podkladem a impulzem pro návrh změny managementu krajiny v těchto částech povodí z důvodu posílení jejich retenční schopnosti a snížení množství odtékající vody nejen z přívalových srážek. Identifikace částí povodí, které se mohou potenciálně nejvíce podílet na vzniku povodní, tzn. částí povodí s nejnižší potenciální retencí a nejvyššími specifickými průtoky, je prvním krokem vedoucím k návrhu preventivních protipovodňových opatření směřovaných právě do těchto lokalit. K vyslovení návrhu a následné realizaci protipovodňových opatření je nutná znalost návrhových parametrů, jako je mimo jiné právě kulminační průtok. Kulminační průtok je podstatný pro posuzování kapacity koryta a objektů na toku.

Při hodnocení potenciální retence a specifických průtoků v zájmovém území se vychází z předpokladu platnosti CN křivek a správnosti představy vzniku odtoku v modelu DesQ-MAX Q, který byl při hydrologických analýzách zájmového území využit. Zjištěné hydrologické poměry jsou tudíž analýzou citlivosti modelu DesQ-MAX Q v podmínkách povodí Fryšávky při použití návrhové přívalové srážky s dobou opakování 100 let.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich

adaptace na změnu klimatu uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Reference

- MAŠÍČEK, T., 2010a. Stanovení potenciální retence povodí řeky Fryšávky. In *Acta universitatis agricultura et silvicultrae Mendeliana Brunensis*. **58**(5), 263–270. ISSN 1211-8516.
- MAŠÍČEK, T., 2010b. *Retenční potenciál povodí řeky Fryšávky*. Disertační práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně). Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- BĚLSKÝ, J., 1997. Příspějí povodně z července 1997 k zániku hrazení bystrin v ČR? In *Povodně a krajina '97*. Brno: ICID–CIID, s 4/23–4/27.
- ČABOUN V., 2005. Vplyv lesných ekosystémov na hydrológiu malého povodia. In *Hydrologie malého povodí 2005*. Praha: Ústav pro hydrodynamiku AVČR. ISBN 80-02-01754-4.
- ELIÁŠ, V. a kol., 2000. Retenčně evapotranspirační jednotka. In *Hydrologické dny 2000 – Nové podněty a vize pro příští století*. Praha: ČHMÚ Praha. ISBN 80-85813-76-9.
- HRÁDEK, F. a P. KUŘÍK, 2001. *Maximální odtok z povodí. Teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q*. Praha: ČZU v Praze. ISBN 80-213-0782-X.
- JANEČEK, M. a kol., 2007. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Metodika. Praha: VÚMOP. ISBN 978-80-254-0973-2.
- KANTOR, P. a F. ŠACH, 2003. Účinnost lesních ekosystémů při tlumení povodní. In *Sborník Lesy a povodně*. Praha: Česká lesnická společnost. ISBN 80-02-01564-9.
- KREČMER, V. a kol., 2003. Lesy a povodně. Souhrnná zpráva. In *Sborník Lesy a povodně*. Praha: Česká lesnická společnost. ISBN 80-02-01564-9.
- KREŠL, J., 1997. Vliv lesa na utváření odtoku při přívalových a dlouhotrvajících deštích. In *Povodně a krajina '97*. Brno: ICID–CIID, s. 4/8–4/12.
- KURÁŽ, V., 1999. Optimalizace retenční vodní kapacity půd. In *Workshop '99, Extrémní hydrologické jevy v povodích*. Praha: ČVÚT v Praze. ISBN 80-01-02072-X.
- KVÍTEK, T., V. MAZÍN a E. FIŠEROVÁ, 1997. Využití půdního fondu ČR ve vztahu k retenci vody v krajině. In *Povodně a krajina '97*. Brno: ICID–CIID, s. 3/12–3/16.

- MACKŮ, J., 2000. *Systém komplexního hodnocení lesních půd*. Metodika. Projekt VaV/640/3/00. Brno: ÚHUL Brno.
- MACKŮ, J., 2004. *Analýza lesních porostů pro hydrologické výpočty*. Metodika. Brno: ÚHUL Brno.
- NOVÁK, P. a kol., 1998. *Retenční schopnost půd povodněmi postižených oblastí na Moravě a důsledky povodní na půdu a krajinu*. Dílčí úkol 5.2 „Vliv stavu a využívání krajiny na povodňovou situaci“. Praha: VÚMOP Praha.
- PRUDKÝ, J., 2001. *Přirozená retence vody v krajině při povodni*. Disertační práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), Brno: MZLU v Brně.
- SYROVÁTKA, O., M. ŠÍR a M. TESAŘ, 2000. Obnova retenčně evapotranspirační funkce podhorské krajiny. In *Hydrologické dny 2000 – Nové podněty a vize pro příští století*. Praha: ČHMÚ Praha. ISBN 80-85813-76-9.
- ŠAMAJ, F., Š. VALOVIČ a R. BRÁZDIL, 1985. Denné úhrny zrážek s mimořádnou výdatností v ČSSR v období 1901–1980. In *Zborník prác SHMÚ*. Bratislava: SHMÚ, sv. 24.
- ŠVIHLA, V., 1997. Možnosti zvýšení retenční schopnosti povodí v rámci řešení komplexních pozemkových úprav. In *Povodně a krajina '97*. Brno: ICID–CIID, s. 8/15-8/18.

Evaluation of potential retention and specific flows in the Fryšávka river basin during the projected torrential rain

The aim of the research was to assess the hydrological proportions of basin parts of the Frysavka River basin located in the southern part of the CHKO Žďárské vrchy (Žďárské Vrchy Protected Landscape Area) during the projected torrential rain in dependence of the actual state of the land cover and by this to identify the basin part with the reduced retention potential and higher specific flow. Detailed mapping of the current state of land cover and terrain relief, analysis of hydrological soil proportions and determination of basin parts was connected to introduced aim. The preparation and analyses of collected data were made in the program ArcGIS 9.2 of ArcView software products using a set of integrated software applications ArcMap, ArcCatalog and ArcToolbox. To assess the potential retention and peak flows was used the model DesQ-MAX Q. Modeling of hydrological proportions has been done to projected torrential rain of a 100-year recurrence interval. The research results should be used in the design and realization of flood prevention steps in the area of interest

Keywords: GIS, landscape cover, peak discharge, model DesQ-MAX Q, retention

Kontaktní adresa:

Ing. Tomáš Mašíček, Ph.D., Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, e-mail: tomas.masicek@mendelu.cz

MAŠÍČEK, T., F. TOMAN a M. DUMBROVSKÝ. Vyhodnocení potenciální retence a specifických průtoků v povodí Fryšávky při návrhové přívalové srážce. *Littera Scripta*. 2011, 4(2), 203–214. ISSN 1802-503X.
