

# Vplyv zmeny využívania krajiny na odtokové procesy pre vybrané povodia na Slovensku

Marcela Bulantová<sup>1</sup>

## Anotácia

Predmetom tohto príspevku je zhrnutie poznatkov o vplyve zmeny využívania krajiny na odtokové procesy v povodiach. Na odhad vplyvu zmien využitia krajiny na odtok a prvky hydrologickej bilancie pre vybrané povodia Slovenska bol použitý zrážkovo-odtokový model FRIER s rozčlenenými parametrami, vyvinutý pre modelovanie odtoku a hydrologickej bilancie v našich hydrologických pomeroch. Článok popisuje aj výsledky zmien simulovaného odtoku spôsobené zmenou využitia územia, ako aj možnosti a limity použitia zrážkovo-odtokových modelov s priestorovo-rozčlenenými parametrami.

**Kľúčové slová:** zrážkovo-odtokové modelovanie, model FRIER, parametre využívania krajiny.

## Annotation:

The purpose of this paper is a summary of knowledge on the impact of the impact of changes in land use on runoff processes in catchments. To estimate the impact of changes in land use on runoff and water balance components for selected river basins in Slovakia was used rainfall-runoff model FRIER with the breakdown parameters developed for hydrological modeling of runoff and hydrological balance in our relationships. This article describes the results of simulated changes in runoff caused by land use, as well as the opportunities and limits the use of rainfall-runoff models with spatial-temporal parameters, both broken down.

**Keywords:** rainfall-runoff modeling, model FRIER, catchment model parameters.

## 1. Úvod

Predmetom tejto štúdie bola analýza možných zmien odtoku zo zrážok a topenia sa snehu na čiastkovom povodí Váhu a Rajčianky vplyvom využívania územia a jeho retenčných vlastností. Posúdenie vplyvu využitia krajiny bolo v tejto práci spracované pre rôzne scenáre zmeny najmä lesných a trávnatých porastov, ako aj usporiadania pôdneho fondu. Simulované boli zmeny priemerných ročných, mesačných prietokov a extrémnych prietokov, ako aj rôznych prvkov hydrologickej bilancie. Výsledky modelovania sú vo veľkej miere závislé od disponibility vstupných údajov, parametrizácie spôsobu využitia územia a jednotlivých druhov porastov v modeli a schematizácie simulovaných procesov.

## 2. Zrážkovo-odtokové modely s priestorovo-rozčlenenými parametrami

Prednosťou fyzikálne orientovaných modelov s priestorovo-rozčlenenými parametrami je v porovnaní s inými druhmi hydrologických modelov schopnosť opísať priestorovú premenlivosť antropogénnych vplyvov a zmeny priestorových parametrov pre rôzne spôsoby využívania územia (Beven, 2001).

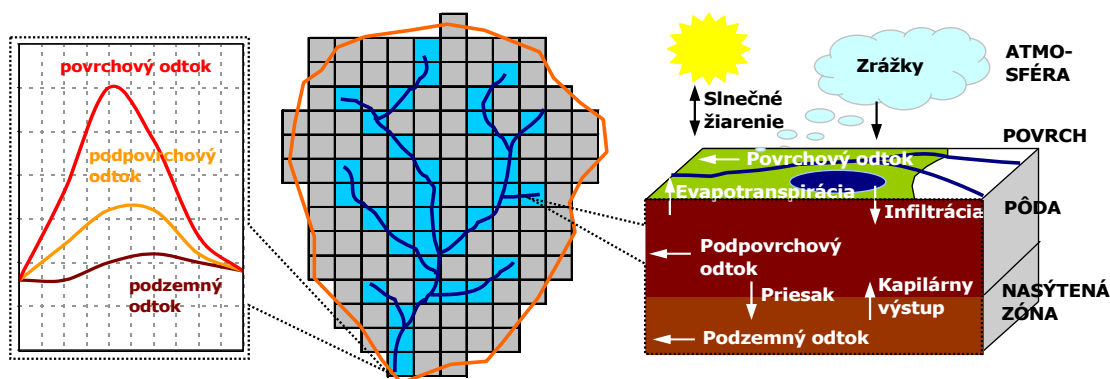
---

<sup>1</sup> Mgr. Marcela Bulantová, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, [marcela.bulantova@stuba.sk](mailto:marcela.bulantova@stuba.sk),

## 2.1 Opis fyzikálne orientovaného zrážkovo-odtokového modelu FRIER

Na modelovanie odtoku a zložiek hydrologickej bilancie bol použitý fyzikálne orientovaný zrážkovo-odtokový model FRIER (Horvát, 2007), ktorý bol vyvinutý na Katedre vodného hospodárstva krajiny SvF STU v Bratislave. Základná koncepcia modelu vychádza zo štruktúry fyzikálne orientovaného modelu WetSpa (Wang a kol., 1996; Liu a kol., 2003), model je však modifikovaný a preprogramovaný tak, aby bol vhodný na modelovanie odtoku zo zrážok a topenia snehu na povodiach Slovenska. Povodie je v modeli rozdelené štvorcovou sieťou na rovnomerné priestorové jednotky, v ktorých sa počíta hydrologická bilancia a z ktorých sa simuluje pohyb vody do záverečného profilu povodia. Jednotlivé zložky hydrologickej bilancie tvoria tekuté a tuhé zrážky, intercepcia, pôdna vlhkosť, infiltrácia, aktuálna evapotranspirácia, povrchový odtok, podpovrchový odtok v koreňovej zóne, priesak do podzemných vôd, podzemný odtok a zásoby podzemnej vody v zóne nasýtenia. Transformácia povrchového odtoku na povodí sa simuluje pomocou rovníc odvodených z difúznej vlny a na základe hydraulických charakteristík prúdenia vody na svahoch a v riečnej sieti. Výpočet podpovrchového odtoku vychádza z Darcyho zákona a metódy kinematickej vlny.

Model s priestorovo-rozčlenenými parametrami spolupracuje s programom ArcView GIS a príprava priestorovo distribuovaných údajov je viazaná na toto prostredie GIS. Vstupy do modelu sa pripravujú ako mapové podklady v digitálnej forme, hydrometeorologické údaje a údaje o fyzicko-geografických vlastnostiach prostredia v textovej forme.



Obr. 1 Schéma zrážkovo-odtokového modelu FRIER s rozčlenenými parametrami

## 3. Výber pilotných povodí

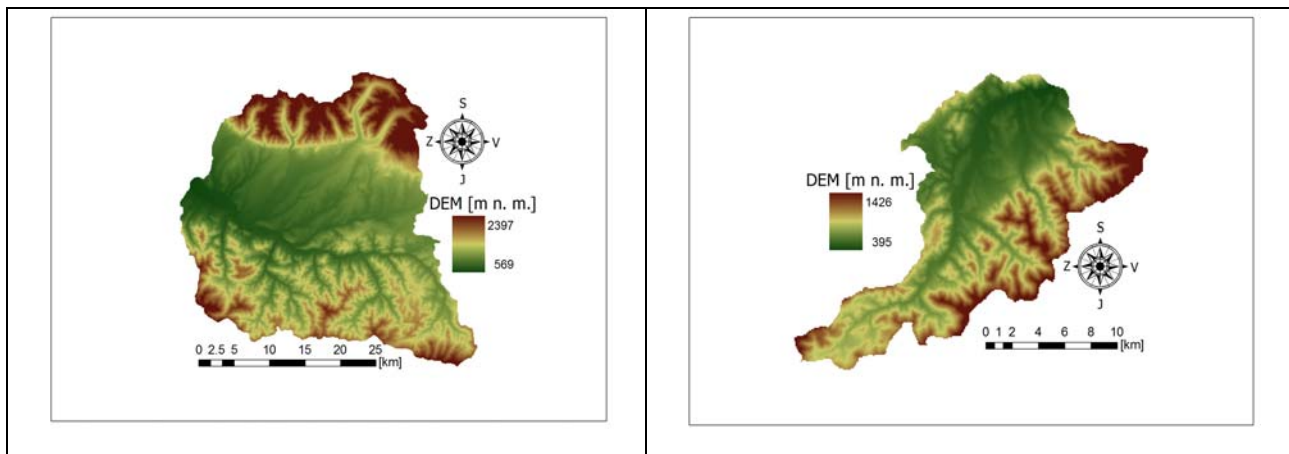
Pre modelovanie odtoku a prvkov hydrologickej bilancie pri zmenených podmienkach spôsobu využitia územia bolo vybraných 8 povodí na území Slovenska (Hlavčová a kol., 2009). Tu prezentujeme výsledky spracované pre povodie Váh- Liptovský Mikuláš s plochou 1107,21 km<sup>2</sup> a povodie Rajčianka - Poluvsie s plochou 243,60 km<sup>2</sup>.

### 3.1 Vstupné údaje

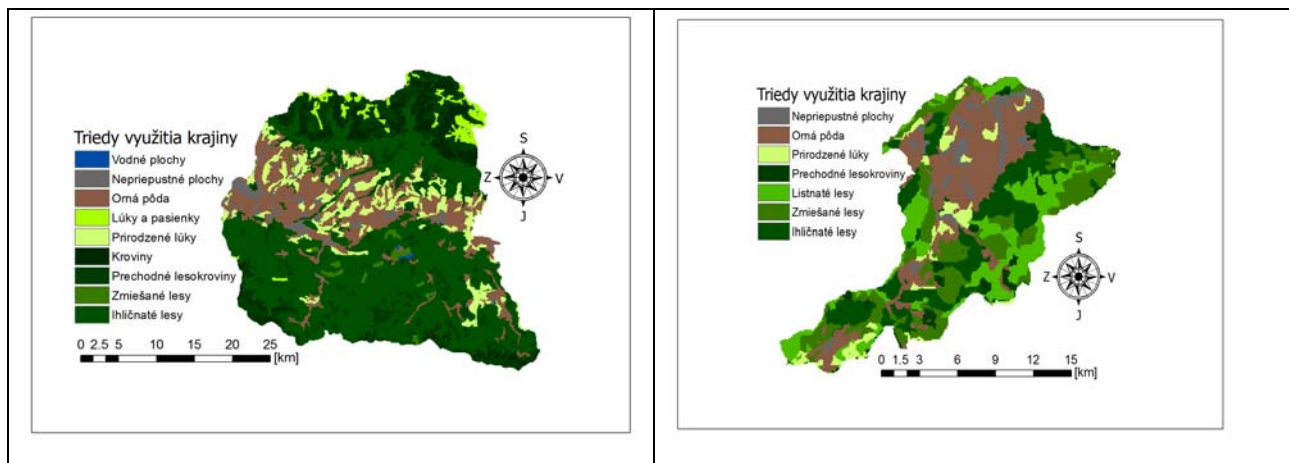
Základnými digitálnymi vrstvami pre zrážkovo-odtokový model s priestorovo-rozčlenenými parametrami sú digitálny model reliéfu (DMR), mapa využitia krajiny a mapa pôdných druhov. Tieto tri rastrové digitálne vrstvy sú základom pre odvodenie vrstiev parametrov modelu, ktoré sa

vytvoria zo základných vrstiev reklasifikáciou podľa parametrov pôdnych druhov alebo parametrov spôsobu využitia územia alebo zabudovanými funkciami v ArcView GIS. Digitálne vrstvy pre modelovanie odtoku boli vytvorené v rastrovom formáte s rovnakou veľkosťou bunky 100 x 100 m. Ďalšie digitálne údaje vo vektorovom tvare predstavuje mapa rozvodnice a riečnej siete.

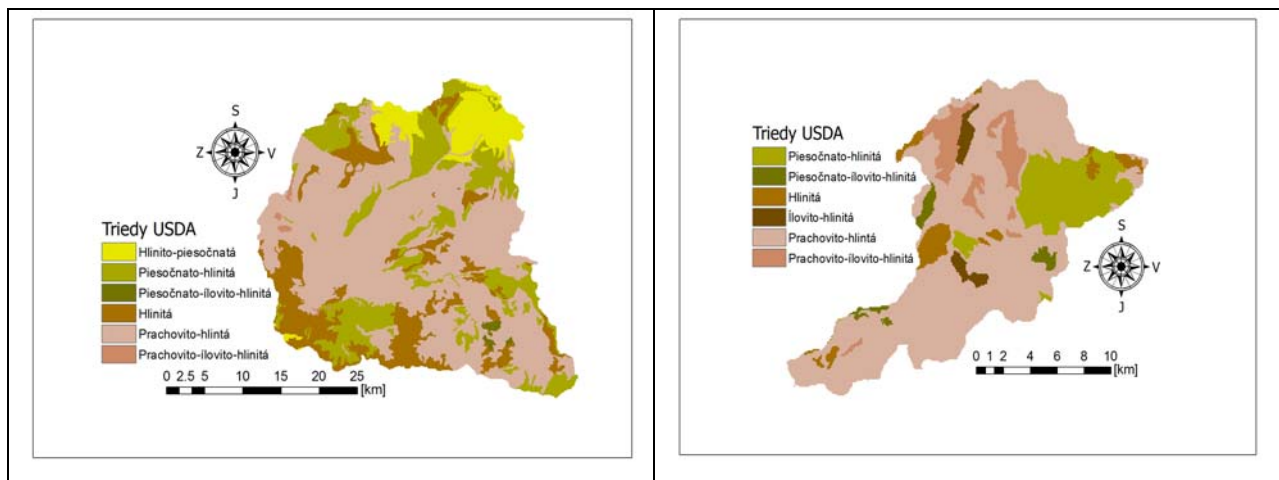
Na obr. 2 sú zobrazené digitálne modely reliéfu vybraných pilotných povodí. Na obr. 3 sú zobrazené mapy spôsobu využitia územia a na obr. 4 mapy pôdnych druhov vybraných povodí.



**Obr.2 Digitálne modely reliéfu vybraných pilotných povodí Váh – Liptovský Mikuláš a Rajčianka.**



**Obr. 3 Mapy spôsobu využitia územia povodí Váh – Liptovský Mikuláš a Rajčianka – Poluvsie.**



**Obr. 4** Mapy pôdných druhov vybraných povodií Váh – Liptovský Mikuláš a Rajčianka – Poluvsie.

Z mapy digitálneho modelu reliéfu (DMR) sa zabudovanými funkciami v ArcView GIS vytvorili nasledovné mapy: mapa smerov odtokov, mapa sklonov, mapa akumulácie odtoku a generovaná riečna sieť. Z mapy spôsobu využitia krajiny sa reklasifikáciou vytvorili nasledovné mapy typu: mapy minimálnej a maximálnej kapacity intercepcie, mapa hĺbky koreňovej zóny a mapa Manningovho koeficienta drsnosti. Z mapy pôdných druhov sa reklasifikáciou vytvorili nasledovné mapy typu: mapa nasýtenej hydraulickkej vodivosti, mapa poľnej vodnej kapacity, mapa počiatkovej pôdnej vlhkosti, mapa zvyškovej pôdnej vlhkosti, mapa vlhkosti na bode vädnutia a mapa pórovitosti.

### 3.2 Klimaticko-hydrologické údaje

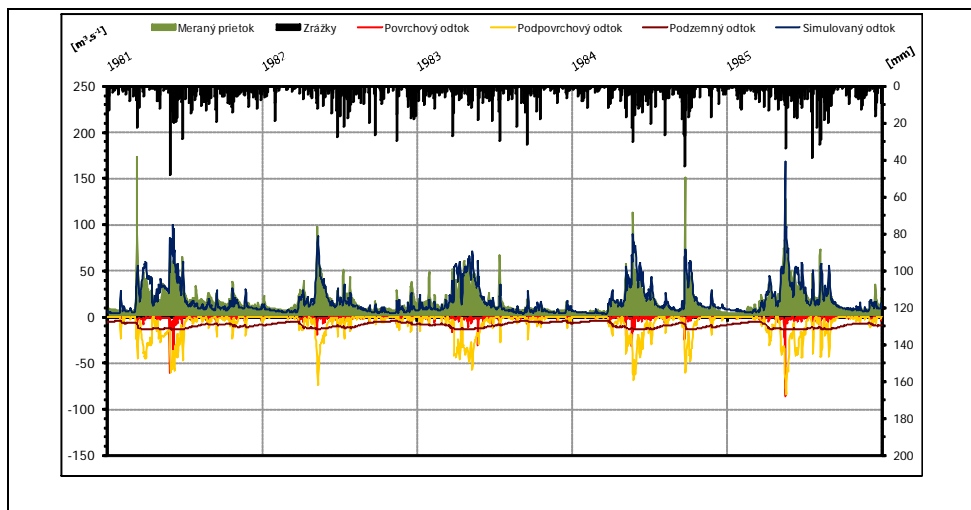
Pre modelovanie boli využité časové rady denných zrážkových úhrnov a priemernej dennej teploty vzduchu poskytnuté SHMÚ pre vybrané povodia od roku 1981 do roku 2006. Pre kalibráciu a validáciu modelu boli použité priemerné denné prietoky v záverečných profiloch vybraných povodií.

## 4. Kalibrácia parametrov modelu FRIER pre vybrané povodia a simulácia prvkov hydrologickej bilancie pre súčasný stav

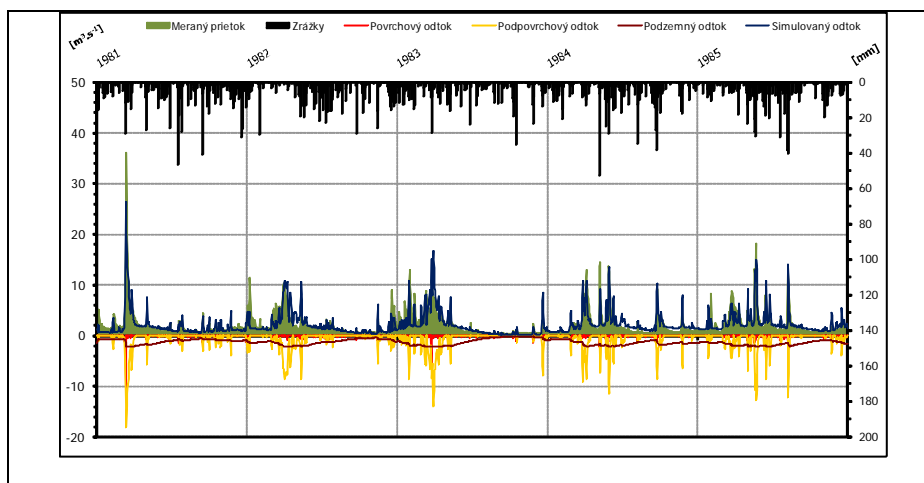
Cieľom kalibrácie zrážkovo-odtokového modelu FRIER bolo pre každé vybrané povodie určiť také globálne parametre modelu, pri použití ktorých bude dosiahnutá najlepšia zhoda medzi meranými a simulovanými priemernými dennými prietokmi v záverečnom profile povodia. Globálne parametre modelu sú plošne rovnaké pre celé povodie a súvisia s pôdnymi vlastnosťami, využitím územia a tvorbou odtoku na povodí. Tieto parametre majú podobne ako vstupné údaje významný vplyv na výsledok simulácie procesov na povodí.

Pre správne kalibrovanie modelu je dôležité sa oboznámiť s jeho citlivosťou na zmenu parametrov a preto je nutné veľké množstvo spustení. Kalibrácia modelu bola robená automatickou kalibráciou založenou na náhodnom generovaní parametrov modelu, v kombinácii s manuálnou kalibráciou chyba – pokus. Globálne parametre modelu boli pri kalibrácii menené dovtedy, kým nenastala čo najlepšia dosiahnuteľná zhoda medzi simulovanými a pozorovanými hodnotami. Ako základné optimalizačné kritérium bol zvolený koeficient Nash – Sutcliffe.

Pre všetky vybrané povodia boli urobené simulácie odtoku a zložiek hydrologickej bilancie v dennom kroku pre obdobie 1981-2006 a pre súčasný spôsob využitia územia. Výsledky boli podrobne analyzované pre všetky povodia.



**Obr. 5 Znáznornenie výsledkov simulácií priemerných denných prietokov pre súčasný stav pre povodie Váh- Liptovský Mikuláš za obdobie 1981 – 1985.**



**Obr. 6 Znáznornenie výsledkov simulácií priemerných denných prietokov pre súčasný stav pre povodie Rajčianka – Poluvsie za obdobie 1981 – 1985.**

#### 4.1 Scenáre zmeny spôsobu využitia územia

V tejto kapitole sme zhodnotili súčasné využitie územia na vybraných povodiach a vytvorili sme rôzne scenáre zmeny využitia územia pre modelovanie odtoku pri zmenených podmienkach. Na vyjadrenie zmeny využitia územia sme vytvorili nasledovné scenáre:

- „Aktuálny stav“ - referenčný scenár, ktorý predpokladá súčasné využitie krajiny.
- 1. „Lúky za les“ - scenár, pri ktorom sa všetky zalesnené plochy nahradia trávnatým porastom.
- 2. „Lúky za ornú pôdu“ - scenár, pri ktorom sa predpokladá zatravnenie ornej pôdy.

3. „Orná pôda za lúky“ - scenár, pri ktorom sa do nadmorskej výšky 1000 m n. m. predpokladá využitie lúk ako orná pôda.
4. „Prirodzená krajina“ - scenár, pri ktorom je celé územie zalesnené, vrátane ornej pôdy a súčasných urbanizovaných území.
5. „Optimálne hydrotopy“ - scenár, pri ktorom sa predpokladá výraznejšie zmenšenie plôch ornej pôdy, zväčšenie plôch lúk a zväčšenie plochy lesov. Predpokladá sa zachovanie urbanizovaných plôch.
6. „Minimálne hydrotopy“ - scenár, pri ktorom sa predpokladá v malej miere zmenšenie plôch ornej pôdy, zväčšenie plôch lúk a v malom rozsahu zväčšenie plochy lesov. Predpokladá sa zachovanie urbanizovaných plôch.

V tab. 1 je vyjadrené percentuálne zastúpenie kategórií využitia územia pre súčasný stav a jednotlivé scenáre zmeny využitia územia pre vybrané povodia Váh po Liptovský Mikuláš a v tab. 2 pre povodie Rajčianka- Poluvsie.

**Tab. 1 Využitie územia pre súčasný stav a scenáre zmeny využitia územia pre povodie Váh – Liptovský Mikuláš**

Váh - LM Využitie krajiny [%]		Aktuálny stav	Lúky za les	Lúky za pôdu	Pôda za lúky do 1000 m	Prirodzený stav	Optimálne hydrotopy	Minimálne hydrotopy
Kategória ↓	scenár →	00	01	02	03	04	05	06
Vodné plochy		0	0	0	0	0	0	0
Urbanizované plochy		2	2	2	2	0	2	2
Holá pôda		5	5	5	5	5	5	5
Orná pôda		8	8	0	23	0	5	7
Lúky		18	75	27	3	2	22	19
Kroviny		10	10	10	10	7	7	9
Lesy		56	0	56	56	87	59	57

**Tab. 2 Využitie územia pre súčasný stav a scenáre zmeny využitia územia pre povodie Rajčianka - Poluvsie**

Rajčianka - Poluvsie Využitie krajiny [%]		Aktuálny stav	Lúky za les	Lúky za pôdu	Pôda za lúky do 1000 m	Prirodzený stav	Optimálne hydrotopy	Minimálne hydrotopy
Kategória ↓	scenár →	00	01	02	03	04	05	06
Vodné plochy		0	0	0	0	0	0	0
Urbanizované plochy		4	4	4	4	0	4	4
Holá pôda		0	0	0	0	0	0	0
Orná pôda		16	16	0	32	0	7	12
Lúky		15	79	32	0	0	17	18
Kroviny		1	1	1	1	0	0	0
Lesy		64	0	64	64	99	72	65



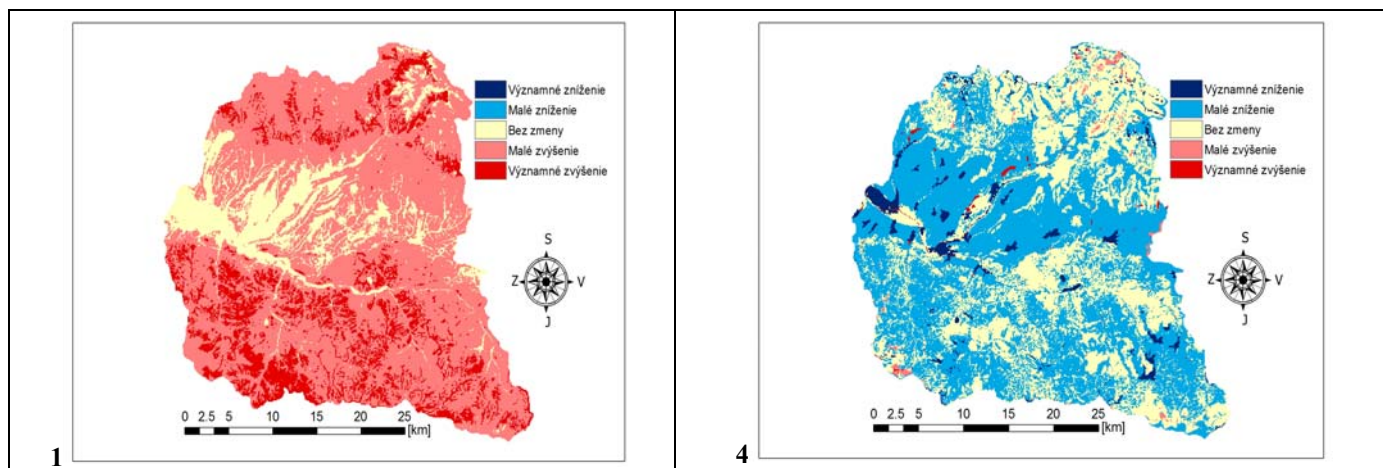
## 4.2 Modelovanie zmien odtoku pri jednotlivých scenároch využitia územia

V tejto kapitole sme sa zamerali na modelovanie odtoku a zložiek hydrologickej bilancie na vybraných povodiach pri rôznych scenároch spôsobu využitia územia. Pre jednotlivé scenáre sme porovnali a zhodnotili zmenu odtoku oproti súčasnému stavu, pričom sme kládli dôraz na porovnanie zmien výšky odtoku a jeho zložiek, zmien priestorového rozloženia odtoku na povodí a zmien vybraných prvkov hydrologickej bilancie.

V tab. 3 a 4 je urobený prehľad priemerných ročných hodnôt odtoku a jeho zložiek, ako aj prvkov hydrologickej bilancie pre jednotlivé scenáre, ako aj prehľad rozdielov pre jednotlivé scenáre oproti súčasnému stavu. Na obr. 8 a 9 sú znázornené priestorové zmeny dlhodobého priemerného celkového odtoku pre jednotlivé scenáre oproti súčasnému stavu. Zmeny sú vyjadrené nasledovne: významné zníženie (-50 a viac) mm rok-1, mierne zníženie (-50 do -10) mm rok-1, bez zmeny (-10 do +10) mm rok-1, mierne zvýšenie (+10 do +50) mm rok-1 a výrazné zvýšenie (+50 a viac) mm rok-1.

**Tab. 3 Zložky odtoku v mm rok-1 pre aktuálny stav a jednotlivé scenáre pre povodie Váh–Liptovský Mikuláš**

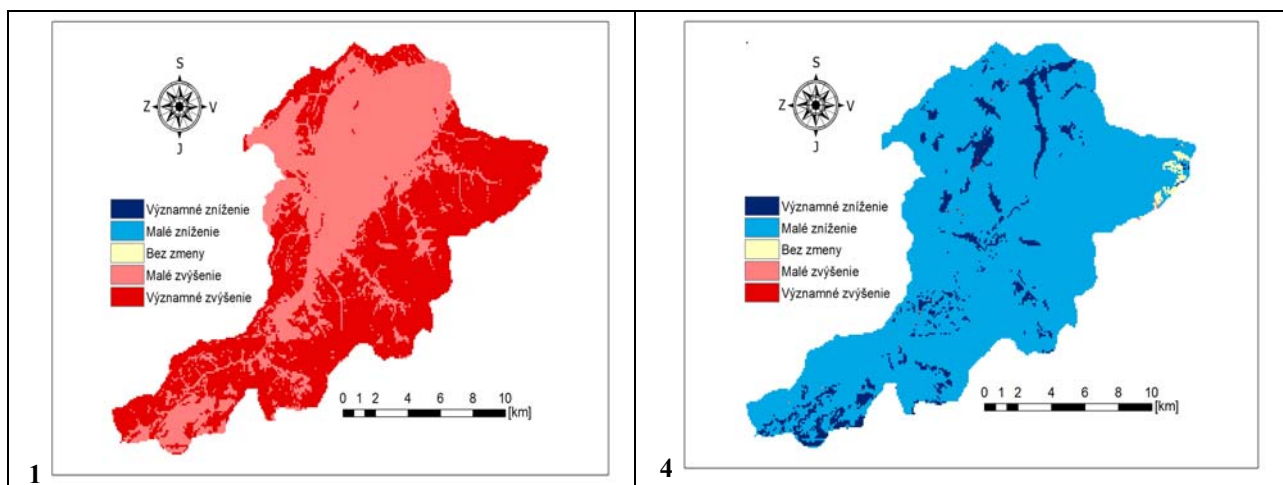
Scenáre	Povrchový odtok	Podpovrchový odtok	Podzemný odtok	Celkový odtok	Potenciálna evapotranspirácia	Aktuálna evapotranspirácia
Aktuálny stav	31	247	266	544	443	425
1 Lúky za les	36	266	274	576	410	392
2 Lúky za ornú pôdu	31	249	267	547	439	421
3 Orná pôda za lúky	31	244	263	538	451	431
4 Prírodný stav	23	241	260	524	464	445
5 Optimálne hydrotopy	30	246	266	541	446	427
6 Minimálne hydrotopy	30	245	265	541	446	428



**Obr. 7 Priestorové zmeny dlhodobého priemerného celkového odtoku pre jednotlivé scenáre oproti súčasnému stavu pre povodie Váh – Liptovský Mikuláš (scenár 1,4).**

**Tab. 4 Zložky odtoku v mm rok-1 pre aktuálny stav a jednotlivé scenáre pre povodie Rajčianka- Poluvsie**

Scenár	Povrchový odtok	Podpovrchový odtok	Podzemný odtok	Celkový odtok	Potenciálna evapotranspirácia	Aktuálna evapotranspirácia
Aktuálny stav	30	181	243	454	548	495
1 Lúky za les	37	206	259	502	496	448
2 Lúky za ornú pôdu	30	184	246	460	538	489
3 Orná pôda za lúky	31	178	240	449	556	500
4 Prírodný stav	12	171	232	415	585	533
5 Optimálne hydrotopy	28	178	241	447	553	501
6 Minimálne hydrotopy	30	180	243	453	549	497



**Obr. 8 Priestorové zmeny dlhodobého priemerného celkového odtoku pre jednotlivé scenáre oproti súčasnému stavu pre povodie Rajčianka – Poluvsie (scenár 1,4).**

## 5. Zhodnotenie výsledkov a závery

Výsledky modelovania sú vo veľkej miere závislé od dostupnosti vstupných údajov, parametrizácie spôsobu využitia územia a jednotlivých druhov porastov v modeli, a schematizácie simulovaných procesov, preto ich treba interpretovať s dostatočnou opatnosťou a konfrontovať s ďalšími výsledkami z literatúry a experimentálnych meraní.

Scenár „Lúky za les“ sa v povodí **Váh – Liptovský Mikuláš** prejavil zvýšením celkového priemerného ročného odtoku o +32 mm rok-1, čo predstavuje +6 % oproti súčasnému stavu. Z toho nárast simulovaného povrchového odtoku tvoril +5 mm rok-1 (+16 %), nárast podpovrchového odtoku +19 mm rok-1 (+8 %) a podzemného odtoku +8 mm rok-1 (+3 %).



Priemerná ročná aktuálna evapotranspirácia sa znížila o -32 mm rok-1, t.j. o -8 % oproti súčasnému stavu.

Scenár „Lúky za ornú pôdu“ a Orná pôda za lúky“ sa prejavil iba nepatrnou zmenou celkového odtoku a jeho zložiek, ako aj aktuálnej evapotranspirácie.

Scenár „Prirodzená krajina“ sa prejavil znížením celkového priemerného ročného odtoku o -20 mm rok-1, čo predstavuje -4 % oproti súčasnému stavu. Z toho najvýraznejšiu zložku tvoril pokles povrchového odtoku o -8 mm rok-1 (-26 %), pokles podpovrchového odtoku bol o -7 mm rok-1 (-3 %) a podzemného odtoku o -6 mm rok-1 (-2 %). Priemerná ročná aktuálna evapotranspirácia sa zvýšila o +20 mm rok-1, t.j. o +5 % oproti súčasnému stavu.

Scenáre „Optimálne a Minimálne hydrotopy“ sa prejavili len nepatrným znížením priemerného ročného odtoku, v oboch prípadoch o -3 mm rok-1, čo predstavuje -1 % oproti súčasnému stavu. Priemerná ročná aktuálna evapotranspirácia pritom v oboch prípadoch vzrástla o +3 mm rok-1 (+1 %).

Scenár „Lúky za les“ sa v povodí **Rajčianka - Poluvsie** prejavil zvýšením celkového priemerného ročného odtoku o +47 mm rok-1, čo predstavuje +10 % oproti súčasnému stavu. Z toho nárast povrchového odtoku tvoril +6 mm rok-1 (+21 %), nárast podpovrchového odtoku +25 mm rok-1 (+14 %) a podzemného odtoku +16 mm rok-1 (+7 %). Priemerná ročná aktuálna evapotranspirácia sa znížila o -47 mm rok-1, t.j. o -10 % oproti súčasnému stavu.

Scenár „Lúky za ornú pôdu“ a Orná pôda za lúky“ sa prejavil iba nepatrnou zmenou celkového odtoku a jeho zložiek, ako aj aktuálnej evapotranspirácie. Pri scenári „Lúky za ornú pôdu“ sa celkový priemerný ročný odtok zvýšil o +6 mm rok-1 (+1 %) a pri scenári „Orná pôda za lúky“ sa celkový priemerný ročný odtok znížil o -5 mm rok-1 (-1 %).

Scenár „Prirodzená krajina“ sa prejavil znížením celkového priemerného ročného odtoku o -39 mm rok-1, čo predstavuje zníženie o -9 % oproti súčasnému stavu. Z toho najvýraznejšiu zložku tvoril pokles povrchového odtoku o -18 mm rok-1 (-61 %), pokles podpovrchového odtoku bol o -10 mm rok-1 (-5 %) a podzemného odtoku o -11 mm rok-1 (-5 %). Priemerná ročná aktuálna evapotranspirácia sa zvýšila o +38 mm rok-1, t.j. o +8 % oproti súčasnému stavu.

Scenáre „Optimálne a Minimálne hydrotopy“ sa prejavili len nepatrným znížením priemerného ročného odtoku. Pri scenári „Optimálne hydrotopy“ sacelkový priemerný ročný odtok znížil o -7 mm rok-1 (-2 %) a v prípade scenára „Minimálne hydrotopy“ bol tento pokles iba -1 mm rok-1 (0 %).

Uvedené výsledky ukazujú, že zrážkovo-odtokové modely s rozčlenenými parametrami sú perspektívnym nástrojom, ktorý môže byť veľmi dobre využiteľný v integrovanom manažmente vodných zdrojov v povodiach a pri rozhodovaní o spôsobe využívania krajiny a jej plánovania. Pri ich využívaní pre posudzovanie vplyvu spôsobu využívania krajiny je však nevyhnutné uvedomovať si ich limity a problémy, ktoré by sa mohli vyskytnúť pri interpretácii výsledkov. Stále pracujeme s modelmi, v ktorých sa parametre modelu nastavujú na základe porovnávania zhody medzi simulovanými a meranými prietokmi pri súčasnom stave a rozloženie odtoku na jednotlivé zložky, ktoré sú iba výsledkom simulácie modelu, nevieme porovnať so skutočným stavom. Jednotlivé porasty a kryt krajiny je vyjadrený v simulovaných procesoch pomocou parametrov, ktoré takisto môžu byť zaťažené značnou mierou neurčitosti. Ďalšia neistota môže vyplývať z rôzneho spôsobu a miery zjednodušenia procesov v jednotlivých modeloch, ktoré nemusia vždy viesť dostatočne reprodukovat' reálne fyzikálne procesy tvorby odtoku v jednotlivých povodiach.

Zrážkovo-odtokové modely s rozčlenenými parametrami nepredstavujú v žiadnom prípade rutinný nástroj, ich využívanie si vyžaduje dobré vedomosti užívateľa o hydrologických

procesoch, o možnostiach parametrizácie prostredia v modeloch, ako aj o vlastnostiach konkrétneho skúmaného povodia. Pre integrovaný manažment povodia odporúčame preto skúmať každé povodie, prípadne región zvlášť a prípadne overovať aj viacero modelových prístupov.

## 6. Literatúra

- BEVEN, K.J., 2001: Rainfall-Runoff Modelling. The Primer. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 360 pp.
- HLAVČOVÁ, K., HORVÁT, O., SZOLGAY, J., KOHNOVÁ, S., BULANTOVÁ, M., MACUROVÁ, Z., 2009: Analýza možných zmien odtoku zo zrážok a topenia sa snehu na čiastkovom povodí Váhu a Moravy vplyvom využívania územia a jeho retenčných vlastností. Záverečná správa pre MŽP SR. Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta STU, Bratislava.
- HORVÁT, O., 2007: Parametrization of hydrologic processes in the runoff modelling. Dizertačná práca, Stavebná fakulta STU, Bratislava
- LIU, Y.B., GEBREMESKEL, S., DE SMEDT, F., HOFFMANN, L., PFISTER, L., 2003: *A diffusive transport approach for flow routing in GIS-based flood modeling*. Journal of Hydrology, 283, 91-106.
- WANG, Z.M. - BATELAAN, O. - DE SMEDT, F., 1996: *A Distributed Model for Water and Energy Transfer between Soil, Plants and Atmosphere (WetSpa)*. Phys. Chem. Earth, 21(3).

## PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVT-0378-07 a LPP-0254-07 a agentúrou VEGA v rámci riešenia projektu 2/0096/08.

## Abstract

Consequences of changes in land use on runoff processes in recent years been evaluated and discussed, although the degree of impact on the hydrological regime in particular, the complexity of these processes very difficult to quantify. To estimate the impact of changes in land use to drain and water balance components for selected Slovak basins was used rainfall-runoff model FRIER with distributed parameters, which is developed primarily for modeling runoff and water balance in our hydrological situation. The article discussed the results of simulated changes in runoff due to changes in land use, as well as the possibilities and limits the use of rainfall-runoff models with spatial-temporal parameters, both broken down. Rainfall-runoff models with distributed parameters are therefore promising tool that can be very useful in integrated management of water resources in river basins, and to decide on how land use and its planning. Method for assessing the impact of land use is essential to be aware of the limitations and problems that might arise in interpreting the results. Still working with models in which the parameters of the model set on the basis of a comparison match between simulated and measured flow rates in the current state, and distribution outlet for individual components, which are merely the result of the simulation model, we can not compare with the actual condition. Vegetation cover and individual countries are expressed in a simulated process using parameters that also can be loaded a considerable degree of uncertainty. Other uncertainties may arise from different ways and the extent of simplification processes in various models, which do not always know enough to reproduce the real physical processes of runoff in river basins.

Rainfall-runoff models with distributed parameters are not in any way routine tool, their use requires a good knowledge of the user of the hydrological processes, the possibilities of parameterization in climate models, as well as the characteristics of a particular examination of the origin. For integrated river basin management are therefore encouraged to examine each river basin, or region in particular and possibly verify the number of model approaches.