

POROVNANIE ÚZEMNÉHO VÝPARU VO VYBRANÝCH POVODIACH SLOVENSKA

Anita Keszeliová

1 Anotácia

Článok sa zaoberá aplikáciou všeobecných princípov odhadu hydrologickej bilancie povodí, ktorá ukazuje vzťah medzi príjmami a výdajmi hydrologickej bilancie a porovnáva odhad aktuálnej evapotranspirácie medzi dvoma 25 ročnými obdobiami na vybraných povodiach. Slovenska pozdĺž severo - južného transektu.

Kľúčové slová: *Hydrologická bilancia, úhrnný výpar, CarpatClim,*

Annotation:

The article deals with the general principles of the water balance of catchments in general, which reflects the relationship between income and expenditure of water and compares the estimate of the real evapotranspiration between two periods in selected catchments.

Key words: *hydrological balance, actual evapotranspiration, CarpatClim,*

Abstrakt

Cieľom príspevku je preveriť možnosť využitia rovnice hydrologickej bilancie povodia za dlhé obdobie na detekciu zmien hydrometeorologickej bilancie v časových radoch v podmienkach klimatickej zmeny. Článok sa zameriava na aplikáciu bežných postupov hydrologickej bilancie povodí pre detekciu zmien vo chovaní meraných a odvodených hydrometeorologických radov na vybraných povodiach.

V článku sme sa zamerali na štyri povodia, ktoré sme vybrali na transekte Sever – Juh Slovenska. V rámci príspevku boli použité údaje o teplote vzduchu a zrážkach z databázy CarpatClim. Na výpočet priemerných mesačných atmosférických zrážok a teploty na povodie sa zvolila metóda Thiessenových polygónov, kde priemerný zrážkový úhrn v povodí sa počíta ako vážený priemer údajov z jednotlivých gridových bodov databázy CarpatClim.

Za váhu je považovaná veľkosť územia priradená k príslušnému gridovému bodu v rámci povodia. Prípadne jeho bezprostredného okolia.

Ďalším prvkom hydrologickej bilancie bol odtok z pilotných povodí. Prietokové údaje boli poskytnuté z databázy SHMÚ, a to v mesačnom kroku za celé pozorované obdobie pre vybrané záverečné profily vo zvolených povodiach. Údaje priemerného mesačného prietoku boli prepočítané na priemerný ročný prietok za kalendárny rok, ako vážený priemer počtu dní v danom mesiaci. A priemerné ročné prietoky Q [m³/s] boli prepočítané na odtokovú výšku v [mm] z povodia.

Prvky hydrologickej bilancie sa porovnali v dvoch obdobiach, kde celkové dostupné údaje z rokov 1961 - 2010 boli rozdelené na dve 25 ročné obdobia.

Podľa výsledkov môžeme konštatovať, že priemerná dlhodobá ročná hodnota odtoku na troch povodiach bola klesajúca. Na povodí Chmeľnica odtok bol mierne stúpajúci súčasne so zrážkami a teplotami. U zrážok bolo pozorované mierne zvýšenie, ale s relatívne silne stúpajúcou teplotou sa zvýšil úhrnný výpar. Tento trend v územnom výpore potvrdzujú aj údaje podľa komplexnej metódy vo vybraných staniaciach.

2 Úvod

Problém racionálneho využívania vodných zdrojov nadobúda čoraz vážnejší význam na celom svete. Ďalší rozvoj ľudskej spoločnosti do značnej miery závisí na vodných zdrojoch a ich bilanciách.

Zmeny hydrologického režimu prejavujú rozmanitým spôsobom, v rastlinných spoločenstvách a to predovšetkým nedostatkom vody. Príčinou nedostatku vody dostupnej pre rastliny sú klimatické pomery a priebeh počasia.

Podľa hydrologickej bilancie sme v hydrológií schopní hodnotiť možné zmeny v odtoku a komponent hydrologického cyklu, ktoré môžu mať závažný vplyv v hospodárení s vodou v období zmien klímy.

Hydrologická bilancia podľa technickej normy (STN 75 0110) je definovaná ako vyhodnotenie prírastkov a úbytkov množstva vody a zmeny jej akumulácie vo vodnom útvare za zvolený časový interval.

Ako pracovnú metódu sme si preto zvolili hydrologickú bilanciu za dlhé obdobie, ktorá pre priestorovú jednotku, najčastejšie povodie, hodnotí obeh vody v prírode za daný časový interval a umožňuje detegovať zmeny v odtokovom procese (Zhang, 2004).

Vzťah medzi prvkami kolobehu vody za dlhé obdobie môžeme vyjadriť zjednodušene s rovnicou podľa Parajka (2001) kde berieme do úvahy len Z , O , V , ktoré sú dlhodobé priemery atmosférických zrážok, odtoku a územného výparu:

$$Z = O + V \quad (1)$$

Členy bilančnej rovnice sa navzájom podmieňujú. Predpokladom územného (úhrnného) výparu je vlaha, ktorá závisí od zrážok. Úhrnný výpar stúpa s úhrnom zrážok, avšak ju ovplyvňujú aj ďalšie faktory ktoré určujú hornú medzu nad ktorú ročný úhrn výparu nevystúpi. Medzi týmito klimatickými faktormi zaraďujeme napr. teploty vzduchu a sýtosťný doplnok, vietor alebo vegetáciu. Z toho vychádza, že zväčšenie ročného výparu mení so zväčšením zrážok tak, že pri nízkych zrážkach sa celý ich úhrn vyparí, a naopak, ak zrážky dosiahnu určitú hranicu, po jej prekročení úhrn výparu už nestúpa (Parajka, 2001).

Bilanciu v ekosystéme podľa Bulantovej (2012) vyjadruje vzájomný vzťah medzi príjmovými (atmosférické zrážky) a výdajovými zložkami vody (evapotranspirácia, odtok do povrchových a podzemných vôd). V prípade, že atmosférické zrážky (Z) sú jediným zdrojom vody pre porast, môžeme všeobecnú rovnicu vodnej bilancie vyjadriť nasledovne:

$$Z = \Delta W + ET + O \quad (2)$$

Z toho vyplýva, že v podstate hnacou silou vodnej bilancie stanovišťa sú atmosférické zrážky a energia slnka. Pre rast a vývoj vegetácie je rozhodujúce nie len celkový ročný zrážkový úhrn, ale podobne dôležité je aj rozloženie zrážok behom roku.

Bilančnú rovnicu môžeme zaradiť medzi elementárnych nástrojov hydrológie, pretože umožňuje odvodenie jedného z jej členov, ak sú dané zvyšné dva. Najčastejšie sa používa pri nepriamom určovaní odtoku, pričom je predpokladom znalosť zrážok a výparu. Jediná priamo merateľná hodnota v povodí je odtok, ale len vtedy ak všetka voda z povodia preteká záverovým profilom toku (Parajka, 2001).

Vzťah vodnej bilancie k charakteru povodia a ku klíme poskytuje pre nás náhľad do komplexného systému procesov, ktoré pôsobia v priestorových a časových útvarov. Pohyb vody v prírode cez pôdu, vegetáciu a atmosféru (Keszeliová, 2019).

3 Charakteristika lokalít

V príspevku sú uvedené výsledky vybraných čiastkových povodí, ktoré sú na transekte sever - juh cez územie Slovenska.

Na severe vo Vonkajších Západných Karpatoch boli vybraté čiastkové povodia so záverečným profilom Čadca (6180) a Chmeľnica (8320).

Prvé povodie je situovaná na severozápade Slovenska. V povodí toku Kysuca, podľa vegetácie sú charakteristické sekundárne smrečiny. V blízkosti povodia sa nachádza CHKO Kysuce (w1).

Ďalšia skúmaná lokalita na severe bolo povodie so záverečným profilom Chmeľnica (8320). Na územie má charakteristický vplyv tok Poprad. Podľa vyhlášky MZ SR (2006) územie patrí do ochranného pásma II. stupňa prírodných minerálnych zdrojov v Novej Lubovni, v okrese Stará Ľubovňa (MZ SR, 2006).

Na juhu Slovenska boli vybraté povodie Slanej so záverečným profilom Lenartovce (7820) a v povodí Žitavy profil Vieska nad Žitavou (6820). Povodie sa nachádza v bezprostrednej blízkosti hranice s Maďarskom, kde tok Slaná opúšťa územie Slovenska. Druhé povodie na juhu sa nachádza na Podunajskej nížine. Zaujímavosťou lokality je Arborétum Mlyňany.

4 Materiál a metódy

Projekt CarpatClim je európska spolupráca ôsmich krajín (Maďarsko, Slovensko, Srbsko, Česko, Poľsko, Ukrajina, Rumunsko, Chorvátsko), ktorých cieľom je podrobný výskum priestorového a časového pozorovania klímy Karpatského oblúka, vrátane Panónskej nížiny, Sedmohradska a ako aj niektorých susediacich území pomocou jednotných, resp. porovnateľných metód (w2).

Hlavným cieľom projektu bolo zlepšenie dostupnosti a prístupnosti homogénnych a priestorovo reprezentatívnych časových radov klimatologických údajov, ktoré sú spracované v gridovej mriežke 0.1 x 0.1 stupňov, t.j. cca 10x10 km (Slovenskú prislúchajú body od 524 do 2240, Obr.1). Okrem toho, cieľom projektu je aj vytvorenie databázy pre hodnotenie klímy a ďalšie klimatologické štúdiá, ako napr.: monitorovanie sucha (w2).

V online databáze CarpatClim Projekt sú dostupné údaje za obdobie od roku 1961 do 2010, tieto dáta slúžia ako podklad pre analýzu klímy. Databáza bola tvorená 12 partnerskými organizáciami z 8 krajín, a dostupných je 74 klimatologických prvkov, ktoré boli spracované z 10 000 meteorologických staníc. Dáta sú dostupné na webovej stránke projektu (w2).

V rámci príspevku boli použité údaje z databázy CarpatClim, a to konkrétne mesačné úhrny atmosférických zrážok a priemerné mesačné teploty vzduchu. Pre potrebu výpočtu zrážky a teploty na povodie sa zvolila metóda Thiessenových polygónov, kde priemerný zrážkový úhrn v povodí sa počíta ako vážený priemer údajov z jednotlivých gridových bodov databázy CarpatClim. Za váhu je považovaná veľkosť územia priradená k príslušnému bodu v rámci povodia. Veľkosť váh sa stanovuje vytvorením mnohouholníkovej siete, kde sa uvažujú aj susediace body CarpatClimu k danému povodiu.

Ďalším prvkom hydrologickej bilancie bol odtok z povodia (územia). Prietokové údaje boli poskytnuté z databázy SHMÚ, a to v mesačnom kroku za celé pozorované obdobie pre vybrané záverečné profily vo zvolených povodiach. Údaje priemerného mesačného prietoku boli prepočítané

na priemerný ročný prietok za kalendárny rok, ako vážený priemer počtu dní v danom mesiaci. A následne boli priemerné ročné prietoky Q [m³/s] prepočítané na odtokovú výšku v [mm] z povodia a určený dlhodobý priemer.

V článku sme pre porovnanie a verifikáciu výsledkov výpočtov hydrologickej bilancie použili aj ročné úhrny aktuálnej evapotranspirácie v [mm] zo staníc Nitra, Rimavská Sobota, Poprad letisko a Čadca. Tieto sú výsledkom výpočtu evapotranspirácie, ktorá bola spracovaná komplexnou metódou Budyko-Tomlain (Lapin, 2012) v OMK FMFI UK na základe údajov SHMÚ.

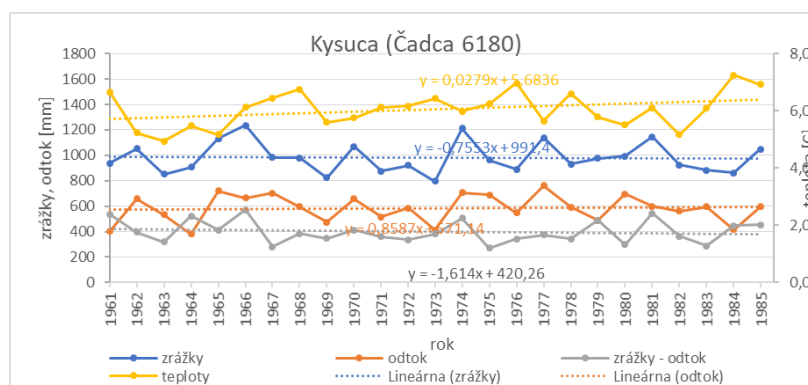
5 Výsledky

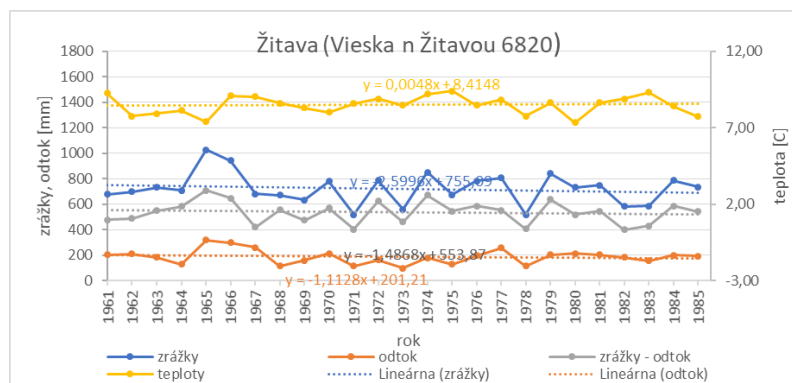
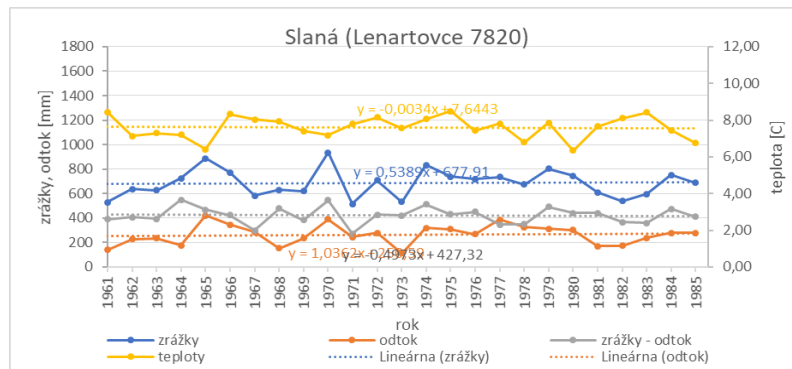
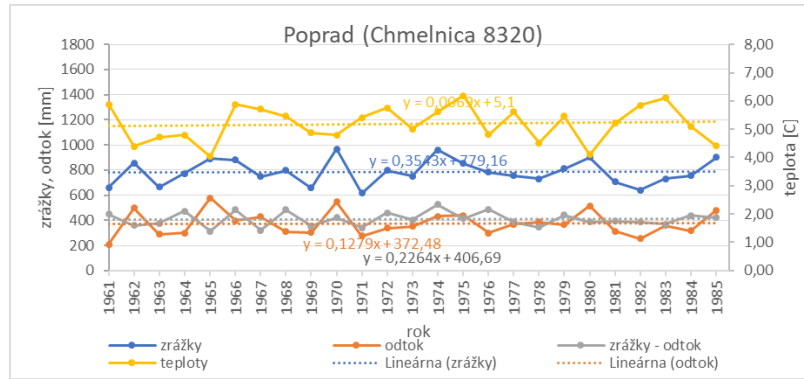
V prvom kroku boli vynesené priemerné ročné teploty, ročné úhrny zrážok na povodie a odtoková výška za celé sledované obdobie ako časový rad a sledované trendy.

Ďalej sa hodnotili trendy týchto prvkov hydrologickej bilancie v dvoch obdobiach, kde celkové dostupné údaje z rokov 1961 - 2010 bolo rozdelené na dve 25 ročné obdobia. Cieľom tohto príspevku bolo identifikovať možnú zmenu v úhrnom územnom výpare, tak z tohto dôvodu sú v ďalšom podrobnejšie uvedené grafické a tabuľkové výsledky pre vypočítaný ročný úhrnný výpar.

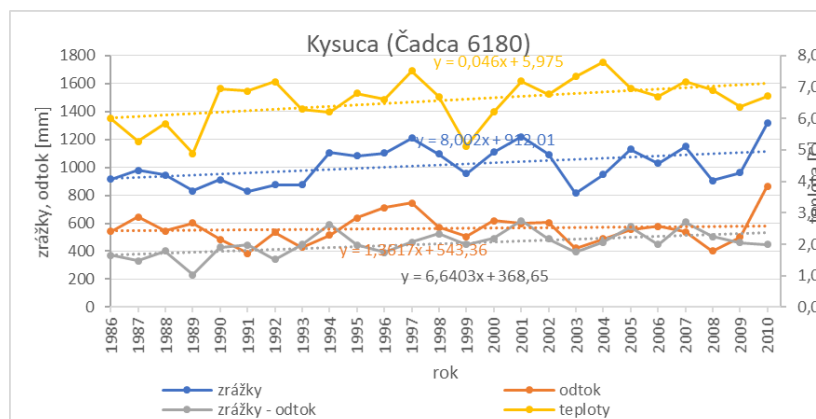
Trendy prvkov hydrologickej bilancie sú v súlade s očakávatelnými zmenami hydrologickej bilancie pri raste teplôt vzduchu a výraznejšom raste úhrnu zrážok na povodie.

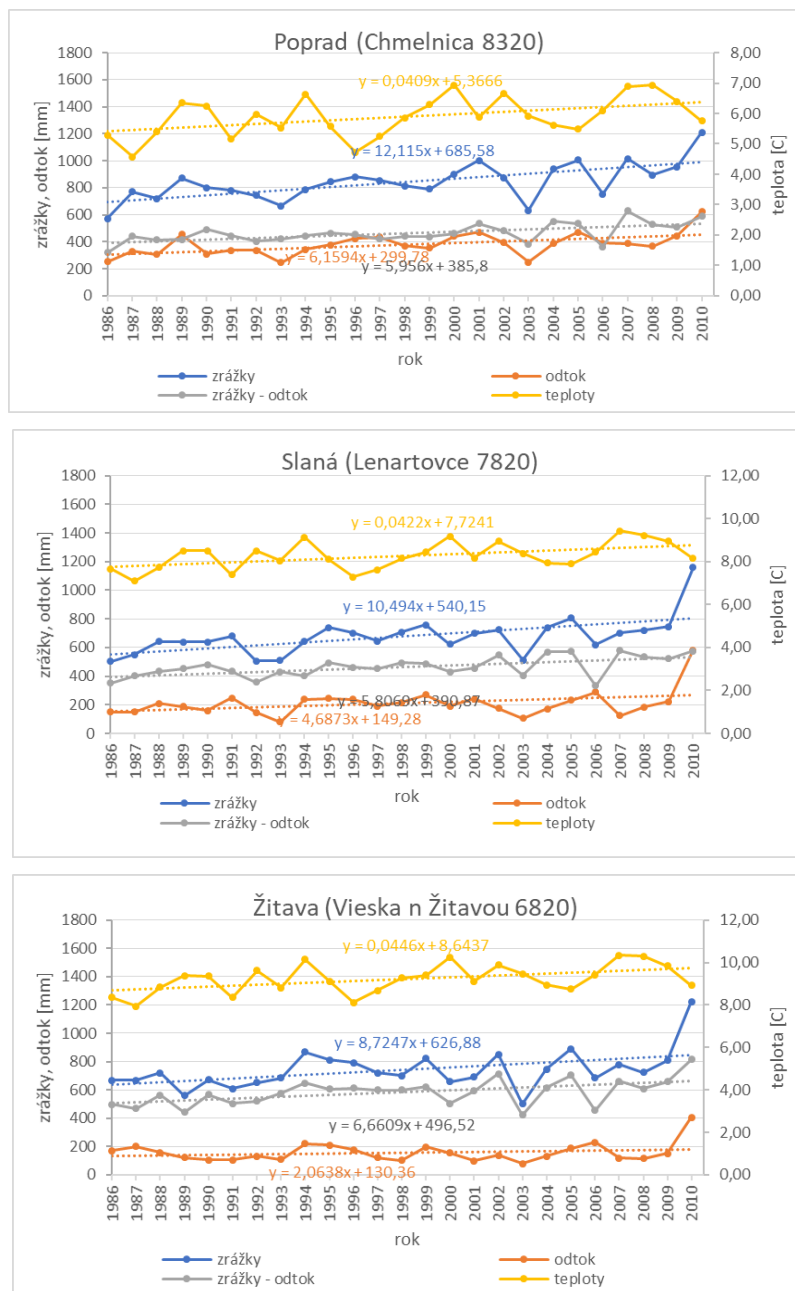
Obdobie 1961 – 1985





Obdobie 1986 – 2010





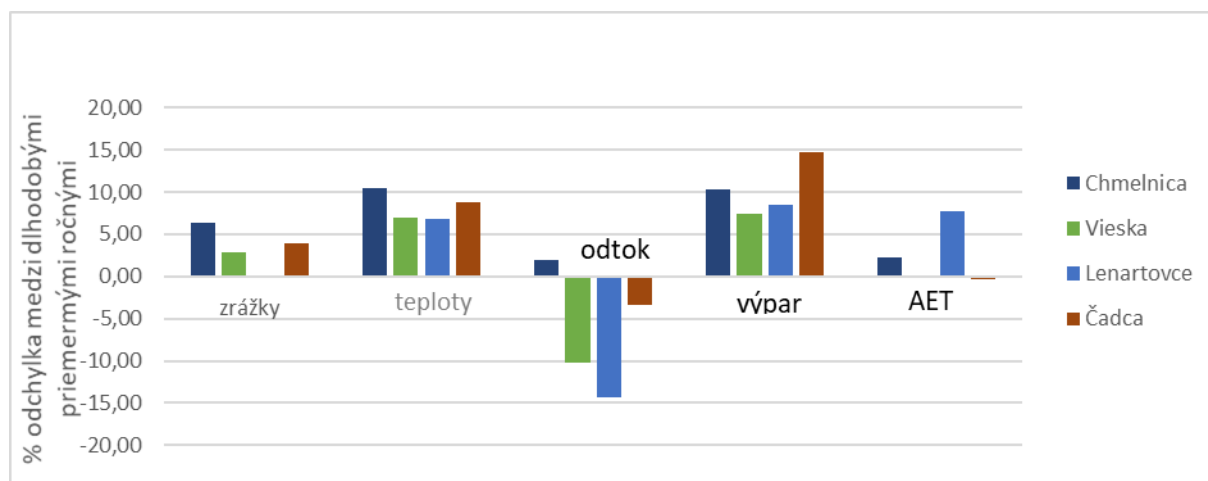
V nasledujúcej tabuľke je súhrn rozdielov sledovaných prvkov hydrologickej bilancie sledovaných období, ktoré udávajú príslušného prvku v čase nastali pre analyzované obdobia.

Tab.1. Rozdiel v hodnotách prvkov hydrologickej bilancie medzi obdobia (1981-2010) - (1961-1990)

	zrážky	teplota vzd.	odtok	AET	úhrnný výpar			
	[mm]	[C]	[mm]	[mm]	[mm]			
7820	0,02	0,52	-35,53	34,40	35,56			
6820	20,70	0,59	-18,50	0,16	39,20			zvýšenie
8320	49,57	0,55	7,13	9,52	42,44			zníženie

6180	38,09	0,53	-19,39	-1,40	57,48			
------	-------	------	--------	-------	-------	--	--	--

Obr. 1. Percentuálna odchýlka medzi dlhodobými priemernými ročnými hodnotami prvkov hydrologickej bilancie a hodnôt AET v staniách Čadca, Poprad letisko, Rimavská Sobota, Nitra



Podľa grafu percentuálneho rozdielu môžeme konštatovať, že priemerná dlhodobá ročná hodnota odtoku na troch povodiach bol klesajúci, na povodí Chmelnica odtok bol mierne stúpajúci. U zrážkach bolo pozorované mierne zvýšenie, ale s relatívne silne stúpajúcou teplotou sa zvýšil úhrnný výpar. Tento trend v územnom výpारे potvrdzujú aj údaje podľa komplexnej metódy Budyko-Tomlain (Lapin, 2012) vo vybraných staniách Čadca, Poprad letisko, Rimavská Sobota, Nitra.

6 Záver

Cieľom príspevku bolo identifikovanie vývoja úhrnného výparu za dlhé obdobie 1961-2010 v ročnom kroku (kalendárny rok), ako aj porovnanie dvoch 25-ročných období (1961-1985, 1986-2010). Výber obdobia je ovplyvnený dostupnosťou údajov z databáz.

Potenciálne zmeny hydrologického režimu spôsobené zmenou klímy predstavujú v súčasnosti jeden z hlavných zdrojov neistoty v oblasti hospodárenia s vodnými zdrojmi v krajine. Na Slovensku sa môžu prejaviť poklesom výdatnosti vodných zdrojov, zmenou sezonality odtoku, zvýšením extrémnosti povodní a sucha, ako aj zmenou zásob snehu na Slovensku.

Slovensko má bohaté fyzicko – geografické pomery a z nich vyplývajúce regionálne odlišné hydrologické režimy.

Podľa rozdielu dvoch období z údajov CarpatClim môžeme povedať, že územný výpar sa zvýšil na všetkých povodiach. Výraznejšie zvýšenie bolo pozorované vo vyšších horských povodiach.

V ďalšej práci je plánované využiť a analyzovať informácie v disponibilných gridových hydrologických a meteorologických údajoch v SR v 49 povodiach podľa prezentovanej metódy. Budú zhodnotené vývoj a zmena monitorovaných klimatických a hydrologických prvkov. Ďalším cieľom je aj porovnanie vývoja monitorovaných klimatických a hydrologických prvkov so staršími scenármi klimatickej zmeny. A porovnanie hodnovernosť údajov databázy CarpatClim so susediacimi zrážkomernými stanicami SHMU.

Pod'akovanie

Článok vznikol vďaka podpore Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA 1/0632/19).

7 Použitá literatúra

BULANTOVÁ M., 2012: Dizertačná práca, Posúdenia vplyvu lesa na odtokové procesy v povodiach, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Svĕ, STU

PARAJKA J., 2001: Mapovanie dlhodobého priemerného ročného odtoku na území Slovenska, Dizertačná práca, Katedra Vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta v Bratislave,

KESZELIOVÁ A., 2019: EVAPOTRANSPIRÁCIA, KLIMATICKÝ VÝPAR A HYDROLOGICKÁ BILANCIA POVODÍ, Projekt dizertačnej práce. Bratislava, STU, Stavebná fakulta, Študijný program: Vodohospodárske inžinierstvo

LAPIN M., MELO M., 2012: MODIFIKÁCIA KLIMATICKÝCH KLASIFIKÁCIÍ

PRE PODMIENKY TEPLEJŠEJ KLÍMY NA SLOVENSKU Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, Mlynská dolina, F-1, 842 48 Bratislava, Meteorologický časopis, 15, 2012, 67 – 7

3/2007 Z.z. VYHLÁŠKA Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 18. decembra 2006,

<https://www.noveaspi.sk/products/lawText/1/63772/1/2>

STN 75 0110, Vodné hospodárstvo, Hydrológia, Terminológia. ICS: 01.040.07;07.060

ZHANG L., HICKEL K., DAWES W.R., CHIEW F.H.S., WESTERN A. W., BRIGGS P.R., 2004:

A rational function approach for estimating mean annual evapotranspiration, Water resources research, vol. 40(2), 1-14, doi:10.1029/2003WR002710

w1 (27.10. 2019) <https://www.enviroportal.sk/vyznamne-udalosti/206>

w2 (27. 10. 2019) <http://www.carpatclim-eu.org/pages/home/>