NOVÉ SPRACOVANIE HYDROLOGICKÝCH CHARAKTERISTÍK NA SLOVENSKÝCH TOKOCH

Helena Šipikalová, Kateřina Hrušková, Jana Podolinská, Peter Škoda, Lucia Velčická

Slovenský hydrometeorologický ústav vykonáva monitoring povrchových vôd za účelom získania informácií o stave a vývoji, ako aj časovej a priestorovej premenlivosti povrchovej vody. Hydrologické údaje dlhodobých režimových charakteristík poskytuje za obdobie 1931-1980. V roku 2001 sa opätovne pristúpilo k hodnoteniu radov hydrologických údajov. Vo zvolenom období 1961-2000 sa spracúvajú priemerné ročné prietoky, úhrny zrážok na povodie, priemerné mesačné prietoky a M-denné prietoky. Taktiež sa aktualizuje aj databáza N-ročných maximálnych prietokov, pričom sa využívajú celé dĺžky pozorovacích radov až do roku 2000. Tento príspevok stručne popisuje použité metódy a nástroje celého komplexu úloh spojených s týmto spracovaním.

Kľúčové slová: Hydrologická charakteristika, obdobie spracovania, fyzicko-geografické charakteristiky, spájanie povodí, databázy údajov

New evaluation of hydrological characteristics on Slovakia streams. *The Slovak Hydrometeorological Institute monitors surface water to obtain information about state, evolution, time and spatial variability. The Institute gives hydrological long-term regime characteristics for period 1931-1980. Reevaluation of hydrological series started in the year 2001. In the chosen period 1961-2000 long-term average discharges, precipitation amounts on the catchment area, long-term average monthly discharges and M-day discharges are processed. Also updating of the database T-year maximum discharges is in the processing, the whole data series till 2000 are used. This article briefly describes used methods and tools of the whole complex tasks connected with this reevaluation.*

Key words: Hydrological characteristics, period of processing, geographical characteristics, catchments joint system, databases

---

Návrhové hydrologické charakteristiky výrazne ovplyvňujú ekonomické parametre aktivít a dôležité sú pre ochranu životného prostredia a trvalo udržateľný rozvoj. Poskytujú sa v zmysle STN 75 1400: 2000 pre :

- Návrh, výstavbu a prevádzku vodohospodárskych zariadení a objektov na tokoch, cestných a železničných telesách, na úpravu tokov a pod.;
- Protipovodňovú ochranu a hodnotenie povodní;
- Všeobecné nakladanie s vodami, bilančné hodnotenie a racionálne využívanie;
- Hodnotenie kvality vody a na ochranu a tvorbu životného prostredia.

Už v minulosti sa u nás pristupovalo k spracovaniu hydrologických charakteristík veľmi systematicky. Hydrologické pomery ČSSR, I., II. a III. Diel (1970), v ktorých boli spracované údaje za 1931-1960, boli nadčasovou publikáciou. Predstavujú prístup spracovania údajov nielen vo vodomerných staniciach, ale aj v systéme riečnej siete, čo je ešte aj v dnešnej dobe pomerne ojedinelý postup.
Ďalšie spracovanie hydrologických údajov, tentoraz N-ročných maximálnych prietokov sa uskutočnilo následne po povodniach v rokoch 1974 a 1976. N-ročné maximálne prietoky boli stanovené pre 949 profilov v riečnej sieti čiastkových povodí a na základe závislosti 100-ročného špecifického odtoku od veľkosti plochy povodia bolo vyčlenených 65 regiónov.

V období rokov 1981-1988 sa stanovili priemerné ročné prietoky a úhrny zrážok na povodie, priemerné mesačné prietoky a M-denné prietoky v 1471 profiloch za reprezentatívne obdobie 1931-1980. Vo vybraných profiloch boli stanovené aj 100-ročné minimálne prietoky. Takto vzniknutá databáza doteraz slúži pre poskytovanie hydrologických údajov.

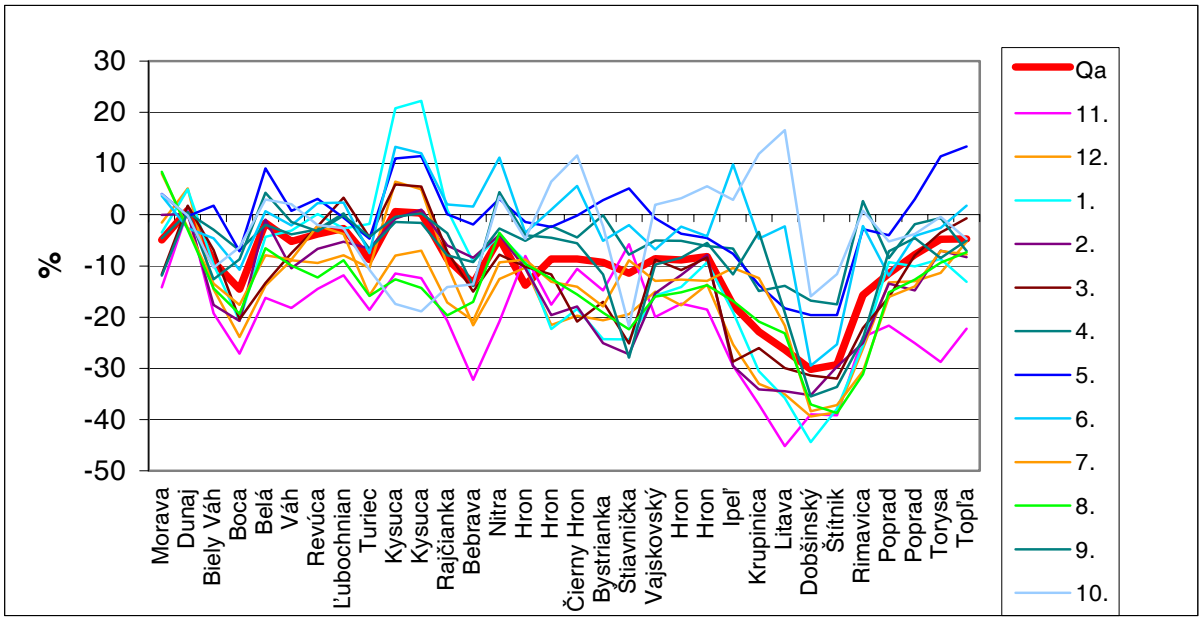
Na konci deväťdesiatych rokov minulého storočia boli zistené zmeny v charaktere hydrologických radov na niektorých slovenských riekach. Najprv v rámci Národného klimatického programu (NKP) ČSFR a neskôr v rámci NKP už samotnej Slovenskej republiky boli spracované odborné štúdie z oblasti hydrológie, klimatológie, vodného hospodárstva a ďalších. Konštatovali, že v niektorých

oblastiach Slovenska dochádza k zmenám v hodnotách priemerných prietokov. Od roku 1980 sa predĺžili o 20 rokov resp. aj vznikli nové rady údajov, vytvorili sa nové metódy a technológie spracovania.
Z týchto dôvodov hydrologická služba SHMÚ po roku 2000 opätovne pristúpila k hodnoteniu radov hydrologických údajov, najprv v staniciach s dlhodobým pozorovaním a minimálne ovplyvnených antropogénnou činnosťou, ktoré sú zaradené do NKP. Zhodnotené boli rady priemerných ročných, mesačných a denných prietokov za obdobia rôznej dĺžky a vyplynula z neho voľba obdobia.

Voľba obdobia

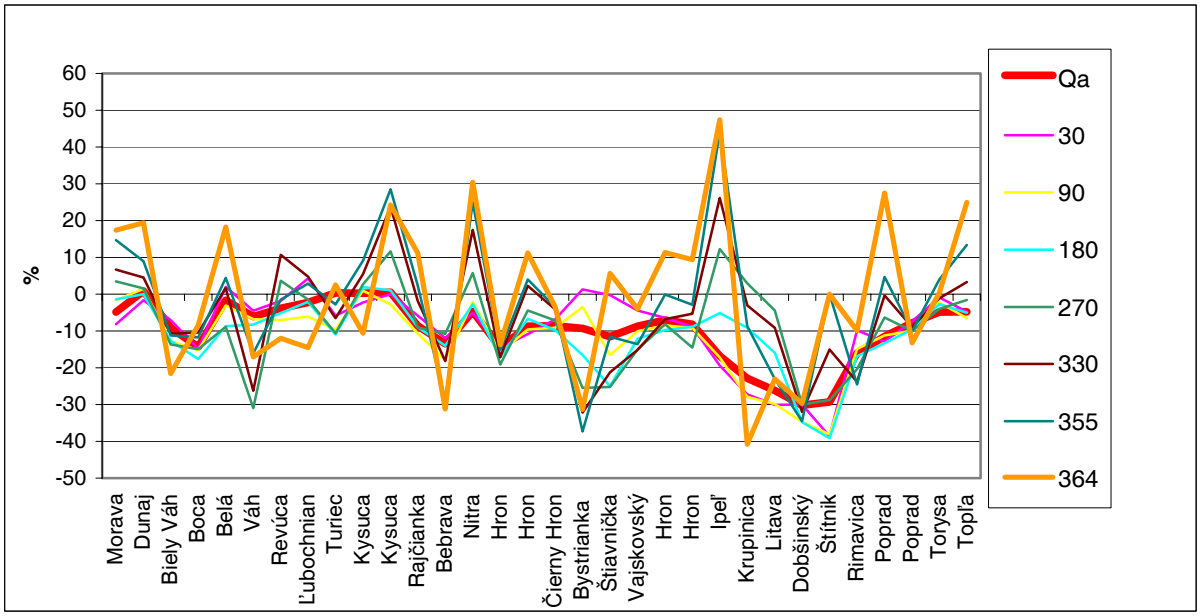
Dĺžkou obdobia pre stanovovanie priemerných hodnôt sa zaoberala Pekárová (2000), ktorá odporúča používať 26-28-ročný cyklus. Vo veľmi podobných klimatických podmienkach v Českej republike Kašpárek (2000) pri odvodzovaní prietokových charakteristík z radov priemerných prietokov, pokiaľ sa na ne pozeráme ako na stacionárne, nedoporučuje východzie obdobie dlhšie ako 50 rokov. Považuje za vhodné obmedziť dĺžku východiskového radu na 40 až 50 rokov a napríklad každých 20 rokov odhady priemerov prietoku aktualizovať. Týmto postupom sa zväčšujú nádeje na zníženie chýb, odpovedajúcich dlhodobému kolísaniu prietokov, ktoré je dôsledkom hlavne dlhodobého kolísania zrážok.
Požiadavku na čo najdlhší rad považujeme za opodstatnenú, pokiaľ je našim cieľom popísať hydrologický režim z obecného hľadiska. Požiadavka na dlhšie rady je opodstatnená aj pri odhade N-ročných maximálnych a minimálnych prietokov, nakoľko v dlhých radoch je väčšia pravdepodobnosť výskytu extrémnych javov. Pokiaľ však je cieľom poskytnúť podklady pre návrh, riešenie, resp. posúdenie určitej activity, nepotrebujeme popísať minulosť, ale predpoveď na určité obdobie.
Zvážením uvedených skutočností, berúc do úvahy výsledky analýz údajov za rôzne obdobia a použitie východiskového materiálu z podstatne väčšieho počtu staníc, bolo na vstupnej oponentúre zvolené ako referenčné obdobie 1961-2000.

Pre porovnanie rozdielov priemerných ročných, mesačných a M-denných prietokov v staniciach NKP (Obr. 1, 2) uvádzame percentuálne odchýlky charakteristík obdobia 1961-2000 od obdobia 1931-1980.



Obr. 1 Odchýlky Q_a, Q_{ma} obdobia 1961-2000 od 1931-1980 v staniciach NKP

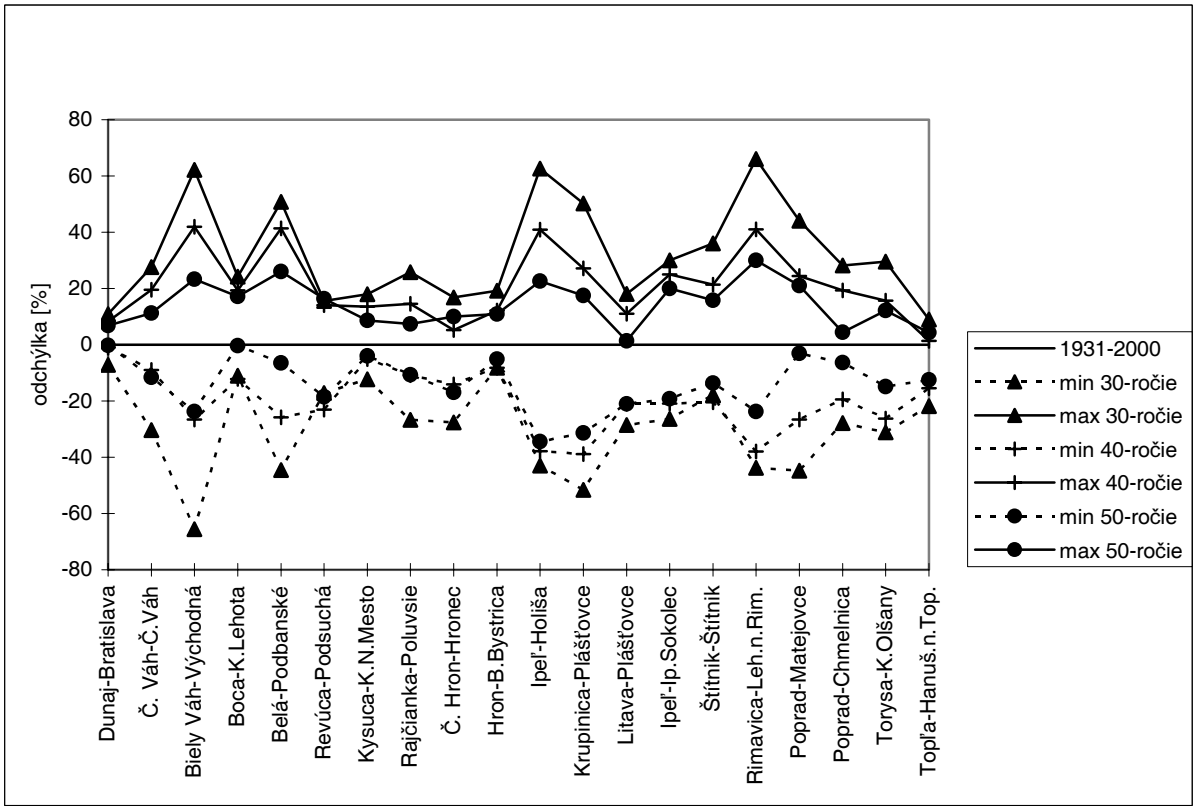
Fig. 1Deviations Q_a, Q_{ma} between period 1961-2000 and 1931-1980 in the National Climatic Programme water-gauging stations



Obr. 2 Odchýlky Q_a, Q_{Md} obdobia 1961-2000 od 1931-1980 v staniciach NKP

Fig. 2 Deviations Q_a, Q_{Md} between period 1961-2000 and 1931-1980 in the National Climatic Programme water-gauging stations

Priebeh odchýlok hodnôt $Q_{max.100}$ za 30, 40 a 50-ročia kĺzaním po 1 roku teoretickým rozdelením log-normal od $Q_{max.100}$ za obdobie 1931-2000 pre vybrané stanice NKP je na obrázku 3.



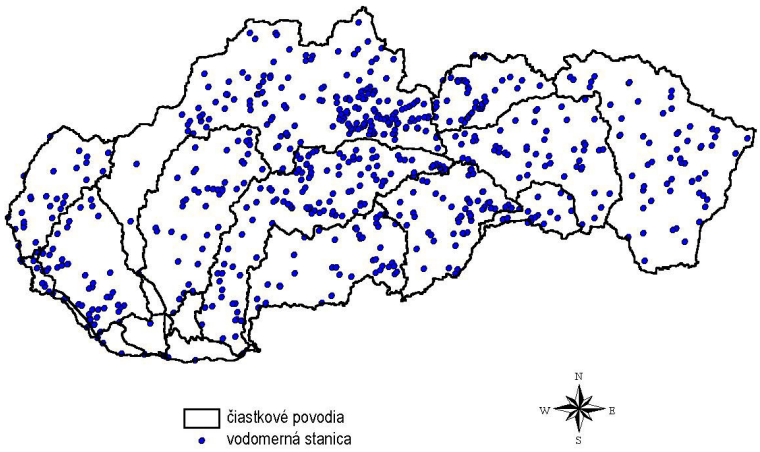
Obr. 3 Odchýlky $Q_{max.100}$ za rôzne obdobia od $Q_{max.100}$ za obdobie 1931-2000 vo vybraných staniciach NKP

Fig. 3 Deviations betveen $Q_{max.100}$ for different periods and $Q_{max.100}$ for period 1931-2000 in the selected National Climatic Programme water-gauging stations

Podkladové údaje

Vstupnými údajmi boli priemerné denné prietoky z takmer 1000 vodomerných staníc (Obr. 4), ktoré pozorovali aspoň jeden rok v období 1961-2000 a sú uložené v Hydrologickom informačnom systéme SHMÚ (HIS). V súčasnosti je databáza kvantitatívnych údajov budovaná v relačnom DB systéme Ingres na WSDEC station 5000/133 pod OS Ultrix 4.4. Aplikačnými softvermi je možné z tejto databázy vo vodomerných staniciach stanoviť priemerné ročné, mesačné a M-denné prietoky. Sčítaním resp. odčítaním viacerých staníc je možné získať fiktívne stanice, čím sa obohacujú vstupné údaje.
Nakoľko údaje sa odvodzujú pre prirodzený režim bolo potrebné "očistiť" ovplyvnené prietoky. K tomu boli použité údaje o nakladaní s vodou z databázy Vodnej bilancie od roku 1976 v mesačnom kroku.

Pred spracovaním boli údaje testované a podrobené analýze. Osobitne sa to týkalo ročných maximálnych kulminačných prietokov. Spätne sa analyzovali a upravovali vstupné údaje z vodomerných staníc na základe vynesených vzťahov kulminačných prietokov a im odpovedajúcich vodných stavov za celé pozorovacie obdobie. Do tohto vzťahu sa zakreslili výsledky meraní prietokov pri vysokých vodných stavoch. Za predpokladu podstatnej nemenlivosti prietočného profilu bol rozptyl vynesených bodov pomerne malý a v podstate sa stotožňval s mernou krivkou prietokov. V prípade, že tomu tak nebolo, skúmali sa príčiny.



Obr. 4 Mapa vodomerných staníc

Fig. 4 Map of water-gauging stations

Veľa riešení bolo vykonaných v prostredí ArcView, kde sa pracovalo s nasledujúcimi vrstvami z územia SR:

- stanice monitorovacej siete povrchových vôd 1:50 000
- stanice zrážkomernej siete
- stanice klimatologickej siete
- rozvodnice podrobných povodí SR 1:50 000
- riečna sieť 1:50 000
- geologická mapa 1:200 000
- SVM 50
- digitálny model reliéfu 1: 50 000

- zrážky za obdobie 1961-2000
- teploty za obdobie 1961-2000
- odtok za obdobie 1961-2000

Metodika a postup riešenia

Našou snahou bolo, aby metodiky využívali nové postupy a technológie, ale zároveň aby bola dodržaná kontinuita s predchádzajúcim spracovaním. Využívali sa aj odborné skúsenosti pracovníkov poskytujúcich hydrologické posudky, ktorí detailne poznajú nimi spravované čiastkové povodia.
V prvom rade sa vytvorili metodiky stanovenia:

- priemerných ročných prietokov
- priemerných úhrnov zrážok na povodie
- priemerných mesačných prietokov
- M-denných prietokov
- N-ročných maximálnych prietokov

Tieto metodiky sa snažili o využitie viacerých metód, aby sa správne odhadli miery neistoty a mohli stanoviť charakteristiky tak, aby boli zosúladené v systéme riečnej siete.

Súbežne sa pripravovali podklady pre prácu v geografickom informačnom systéme (GIS) .

Digitalizované boli stanice, ktoré už nepozorujú a upresnené boli koordináty pozorujúcich staníc pre vrstvu použitej riečnej siete v systéme ArcView.
Obdobne boli stanovené rozvodnice k vodomerným staniciam, ktoré nie sú stanovené vo Vodohospodárskej mape 1 : 50 000.
Výpočet územného priemeru (napr. nadmorskej výšky, úhrnu zrážok…) v prostredí GIS je veľmi jednoduchým úkonom za predpokladu, že sú k dispozícií údaje v príslušnej digitálnej forme. V prípade určovania územného priemeru je potrebné vektorové alebo rastrové vyjadrenie záujmového územia (povodia) a digitálne mapy analyzovaného prvku (napr.model reliéfu, mapa zrážok…).

Hlavným problémom pri priestorovom vyjadrení rozvodníc (plôch povodí aj medzipovodí) bolo, že existujúca digitálna vrstva rozvodníc (Obr. 5) popisuje samostatne len jednotlivé podrobné povodia. Pre riešenie bolo potrebné určovať plochu pre akékoľvek povodie, teda vo väčšine prípadov pozostávajúce z viacerých podrobných povodí.
Tento problém nám vyriešilo pracovisko ÚH SAV, Experimentálna základňa Liptovský Mikuláš. Rozdelilo existujúcu vrstvu na jednotlivé časti a vytvorilo program na vytváranie systému spájania jednotlivých podrobných povodí pre celé územie Slovenska. Príklad štruktúry pracovných listov Excelu popisujúcich systém spájania povodí predstavuje Obr. 6.

V spolupráci s týmto pracoviskom bola vytvorená aj rastrová mapa priemerných úhrnov zrážok na povodie za obdobie 1961-2000 metódou mapovej algebry máp za jednotlivé roky zhotovené interpolačnou metódou trojrozmerného regularizovaného splajnu s tenziou. Takýmto spôsobom boli maximálne využité údaje zo zrážkomerných staníc a totalizátorov na území Slovenska aj prihraničných oblastí susedných krajín.

Pre stanovenie priemernej ročnej teploty na povodie za obdobie 1961-2000 bola vytvorená mapa priemerných ročných teplôt.



Obr. 5 Podrobné rozvodnice povodí

Fig. 5 Detailed watershed divides

Microsoft Excel - system_spajania_ESPRIT.xls [iba na čítanie]

Súbor Úpravy Zobraziť Vložiť Formát Nástroje Údaje Okno Pomocník REGRESIA REGRESIA REGRESIA

G232

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	directory= C:\povodia\4-23-05\						musi byt jeden volny stlpec!!!				
2	row OD= 947	DO=	1100	spoj_SHP							
3	VYPISOVAT AREA DO STLPCA C.	11									
4	Tok	Profil	Základ.	Číslo hdlg.p	radia			Rád	Plocha	PlochaGis	K=PlochaGI
228	Hron	nad Bystriankou	4-23-02	001s	001	4-23-01-111s		2	921.118	922.925	1.002
229	Bystrianka	nad pravostranným prítokom spod Zálomo	4-23-02	002				3	22.475	22.690	1.010
230	Bystrianka	od pravostranného prítoku spod Zálomov p	4-23-02	003				3	13.422	11.821	0.881
231	Bystrianka	Bystrá	4-23-02	003s	003	002		3	35.897	34.512	0.961
232	Bystrianka	od Bystrej po Štiavničku	4-23-02	004				3	0.31	0.594	1.915
233	Bystrianka	nad Štiavničkou	4-23-02	004s	004	003s		3	36.207	35.105	0.970
234	Štiavnička	nad Kumštovským potokom	4-23-02	005				4	7.318	7.419	1.014
235	Kumštovsk	ústie	4-23-02	006				5	4.635	4.745	1.024
236	Štiavnička	pod Kumštovský potokom	4-23-02	006s	006	005		4	11.953	12.164	1.018
237	Štiavnička	od Kumštovského potoka po Mlynnú	4-23-02	007				4	14.524	14.634	1.008
238	Štiavnička	nad Mlynnou	4-23-02	007s	007	006s		4	26.477	26.798	1.012
239	Mlynná	ústie	4-23-02	008				5	13.573	13.482	0.993
240	Štiavnička	pod Mlynnou	4-23-02	008s	008	007s		4	40.05	40.279	1.006
241	Štiavnička	od Mlynnej po Mýto pod Ďumbierom	4-23-02	009				4	7.05	6.075	0.862
242	Štiavnička	Mýto pod Ďumbierom	4-23-02	009s	009	008s		4	47.1	46.354	0.984
243	Štiavnička	od Mýta pod Ďumbierom po ústie	4-23-02	010				4	6.658	6.188	0.929
244	Štiavnička	ústie	4-23-02	010a	010	009s		4	53.758	52.542	0.977
245	Bystrianka	pod Štiavničkou	4-23-02	010s	010a	004s		3	89.965	87.647	0.974
246	Bystrianka	od Štiavničky po ústie	4-23-02	011				3	6.622	6.654	1.005
247	Bystrianka	ústie	4-23-02	011a	011	010s		3	96.587	94.302	0.976
248	Hron	pod Bystriankou	4-23-02	011s	011a	001s		2	1017.705	1017.226	1.000
249	Hron	od Bystrianky po Hnusné	4-23-02	012				2	0.866	0.895	1.034
250	Hron	nad Hnusným	4-23-02	012s	012	011s		2	1018.571	1018.122	1.000
251	Hnusné	nad Richtárovom	4-23-02	013				3	11.048	10.129	0.917
252	Richtárovo	ústie	4-23-02	014				4	3.184	3.387	1.064
253	Hnusné	pod Richtárovom	4-23-02	014s	014	013		3	14.232	13.516	0.950
254	Hnusné	od Richtárova po prítok z Hornej Lehoty	4-23-02	015				3	1.518	1.511	0.995
255	Hnusné	nad prítokom z Hornej Lehoty	4-23-02	015s	015	014s		3	15.75	15.027	0.954
256	Hnusné	vrátane prítoku z Hornej Lehoty po ústie	4-23-02	016				3	5.754	5.760	1.001
257	Hnusné	ústie	4-23-02	016a	016	015s		3	21.504	20.787	0.967
258	Hron	pod Hnusným	4-23-02	016s	016a	012s		2	1040.075	1038.908	0.999
259	Hron	od Hnusného po Čelno	4-23-02	017				2	10.395	10.806	1.039
260	Hron	nad Čelnom	4-23-02	017s	017	016s		2	1050.47	1049.714	0.999
261	Čelovo	ústie	4-23-02	018				3	14.468	14.596	1.009

3-01 4-33 4-32 4-31 4-30 4-24 4-23 4-21 4-20 4-17 4-13 funkcia

Pripravený 123

Štart Doručená pošta - ... Preskúmava sa - ... SpravodajcaHD... graf.xls system_spajan... Preskúmava sa - ... 16:26

Obr. 6 Pracovný list excelu v systéme spájania povodí

Fig. 6 Excel worksheet in the catchments joint system

Systém spájania bol použitý pri stanovovaní nasledovných fyzicko-geografických a klimatologických charakteristík:

- Priemerná nadmorská výška
- priemerný sklon
- orientácia
- priemerný ročný úhrn zrážok na povodie
- priemerná teplota na povodie
- transmisivita (hydrogeologický index)
- percento zalesnenia

Jednotlivé charakteristiky budú spracované pre profily :

- vodomerné stanice
- ústia tokov s plochou povodia spravidla väčšou ako 50 km^2
- vo významných uzloch riečnej siete
- profily vodnej bilancie SR

Databázy charakteristík slúžia v ďalšom pre regionalizáciu a regionálnu typizáciu vybraných charakteristík, resp. pre ich overenie, ktoré sa práve v súčasnosti vykonávajú v spolupráci s STU a ÚH SAV. Tie budú slúžiť pre priestorové rozdelenie charakteristík. Výstupom budú mapy priemerných úhrnov zrážok, odtoku za obdobie 1961-2000 a mapy regiónov resp. regionálnych typov charakteristík.

Pri spracovaní a analýze dát sa okrem už uvedených softverov vytvoril v rámci úlohy aj aplikačný softver nad HIS pre kĺzanie priemerných ročných, mesačných a M-denných prietokov, softver pre výber analogónov. Použitý bol Excel , CTPA, MATLAB, HQ-EX.

Záver a diskusia

Po ukončení prác do roku 2006 by mali byť vytvorené databázy charakteristík ako aj regionalizácia resp. regionálna typizácia charakteristík. Keďže povodia nerešpektujú hranice, v ďalšom by sme chceli pokračovať na spracovaní ucelených charakteristík v GIS aj pre hraničné toky, pretože v týchto prípadoch museli byť údaje doplnené iným spôsobom.

Výsledky riešenia budú kvalitným nástrojom pre expertíznu činnosť, hodnotenie stavu a implementácie Rámcovej smernice EÚ o vodách, ktorý umožní spoľahlivo stanoviť hydrologické charakteristiky pre povodia s plochou väčšou ako 30 km^2 na území celej Slovenskej republiky. Týmto sa podstatne skvalitnia informácie o časovom a priestorovom rozdelení zdrojov povrchovej vody.

Literatúra

Kašpárek, L. (2000): Vliv kolísaní klimatu na postup výpočtu návrhových hydrologických dat, Hydrologické dny 2000, Zborník konferencie, Plzeň.

Kohnová, S. (2001): Regionálna analýza maximálnych sezónnych prietokov na Slovensku. Habilitačná práca. SvF STU Bratislava.

Kolektív (1970): Hydrologické pomery ČSSR, Diel I., II., III. Hydrometeorologický ústav, Praha.

Kolektív (2002): Výskum vplyvu antropogénnych faktorov na vodné systémy. Záverečné správy čiastkových úloh úlohy RVT 27-34, VÚVH, Bratislava.

Parajka, J. (2001): Mapovanie dlhodobého priemerného ročného odtoku na území Slovenska, Dizertačná práca, Bratislava.

Parajka, J. (2002): Vytvorenie databázy postupne spojených podrobných plôch povodí po toku, Záverečná správa, Experimentálna hydrologická základňa, Ústav hydrológie SAV, Liptovský Mikuláš.

Pekárová, P. (2000): Zákonitosti kolísania priemerných ročných prietokov, NKP 9, MŽP SR, Bratislava.

Solín, Ľ. (1993): Hydrogeografické regionálne typy Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky, Geografický časopis, 45, č. 2-3, str.251 -263, Bratislava.

STN 75 1400 (2000): Hydrologické údaje povrchových vôd Základné ustanovenia

Szolgay, J., Hlavčová, K., Mosný, V., Parajka, J.(1994): Analýza prvkov vývoja vodnej bilancie na území východného Slovenska, Záverečná správa, KVHK SvF STU, Bratislava.

Szolgay, J., Hlavčová, K., Mosný, V. (1995): Časové a priestorové hodnotenie charakteru kolísania prvkov hydrologickej bilancie na území východného Slovenska Záverečná správa pre NKP SR, KVHK SvF STU, Bratislava.

Autori

RNDr. Helena Šipikalová, Regionálne stredisko SHMÚ Banská Bystrica, Zelená 5, 975 90 Banská Bystrica, helena.sipikalova@shmu.sk

Mgr. Kateřina Hrušková, Regionálne stredisko SHMÚ Banská Bystrica, Zelená 5, 975 90 Banská Bystrica, katerina.hruskova@shmu.sk

RNDr. Jana Podolinská, Regionálne stredisko SHMÚ Banská Bystrica, Zelená 5, 975 90 Banská Bystrica, jana.podolinska@shmu.sk

RNDr. Peter Škoda, SHMÚ, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, peter.skoda@shmu.sk

Mgr. Lucia Velčická, SHMÚ Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, lucia.velcicka@shmu.sk