

Modelové riešenie odhadov vplyvu zmeny klímy na hydrologický cyklus a vodné hospodárstvo Slovenska

J. Szolgay, K. Hlavčová: Modeling of Climate Change Impact on the Hydrological Cycle and Water Resources Management in Slovakia. Život. Prostr., Vol. 34, No. 2, 75–80, 2000.

The paper summarises the results of several climate change impact studies. Several basins, representing various types of runoff regime and water use in different regions of Slovakia, were selected as representative areas. Different hydrological models were calibrated using data from three baseline periods, which were considered representative as regards the runoff distribution for stationary climate. Three types of climate change scenarios were used to simulate possible future climate conditions. Incremental scenarios were used to test the sensitivity of the basins to climate change. Additionally GCM scenarios and scenarios, that were analogous with the behaviour of hydrometeorological processes during relatively warm periods in the past, were used to simulate probable future runoff conditions. Possible changes in the mean annual runoff and mean monthly flows for the time horizons 2010, 2030 and 2075 were evaluated and discussed. An assessment of possible adaptation strategies for water management in Slovakia was attempted and adaptation measures formulated.

Modelové riešenie odhadov vplyvu zmeny klímy na hydrologický cyklus

Scenáre možnej zmeny klímy na Slovensku, ktoré boli spracované v rámci Národného klimatického programu SR (Lapin a kol., 1995), umožnili vypracovať celý rad prác, hodnotiacich možné dôsledky klimatickej zmeny na hydrologický cyklus a vodné hospodárstvo. Vzhľadom na rozsiahlosť problematiky tu nemôžeme podrobne rozoberať ani medzinárodné, ani domáce publikované práce, podrobnejší prehľad uvádzajú napr. Szolgay a kol., 1997 a Majerčáková, 1999.

Na určovanie vplyvu klimatickej zmeny na hydrologický režim sa použili rozmanité metodické postupy. Môžeme ich zaradiť do troch základných skupín:

- Identifikácia trendov a periodických zložiek v hydrologických časových radoch štatistickými metódami, hľadanie odôvodnenia pre zistené skutočnosti a ich zmeny, extrapolácia zistených zmien do budúcnosti.
- Analýza zmien klímy v minulosti a odhad možného budúceho hydrologického režimu pomocou analógie.
- Matematické modelovanie možných zmien hydro-

logického režimu. Často sa vychádza zo systémovej paradigmy, v rámci ktorej sa klimatické charakteristiky považujú za vstupné veličiny do hydrologického systému. Potom sa pomocou niektorého z hydrologických bilančných modelov určuje zmena hydrologického režimu v dôsledku očakávaných zmien týchto vstupov.

V prvej skupine vznikol aj v našom regióne rad prác skúmajúcich hydrologické a hydrometeorologické procesy (napr. Mosný, 1994; Šuba, 1994; Fendeková, 1995; Kullman a kol., 1995; Majerčáková a kol., 1995; Škoda, Turbek, 1995; Poórová a kol., 1996; Zaľko a kol., 1996; Takáčová, 1996). Aplikácie v druhej skupine metód sú v našej hydrologickej literatúre vzácné, napr. Benický, 1996. Do tretej skupiny metód patrí dnes väčšina impaktných štúdií. Zmeny klimatických vstupov do hydrologických modelov (najmä teploty vzduchu a zrážok, ale aj iných veličín), ktoré odlišujú budúce klimatické podmienky od podmienok porovnávacieho obdobia (zvyčajne sa volí jedno z období 1931–1960, 1951–1980, 1931–1980), sa berú do úvahy takto:

- použitím scenárov zmeny klímy získaných analógiou z minulých, relatívne teplých období,

Tab. 1. Zmeny dlhodobého priemerného ročného odtoku v % pri náraste priemernej ročnej teploty vzduchu o 1 °C a rôznej zmene dlhodobého priemerného ročného úhrnu zrážok voči porovnávaciemu obdobiu 1951–1980

Tok	Profil toku	T + 1 °C				
		P – 10 %	P – 5 %	P ± 0 %	P + 5 %	P + 10 %
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Kysuca	Kysucké Nové Mesto	-26	-17	-8	1	10
Váh	Liptovská Mara	-26	-17	-8	1	10
Torysa	Tichý Potok	-31	-21	-11	0	10
Ondava	Veľká Domaša	-36	-25	-13	-1	11
Nitra	Nitra	-39	-28	-15	-2	12
Hron	Veľké Kozmálovce	-30	-21	-11	0	11
Bodva	Nížny Medzev	-28	-19	-9	1	11
Bukovec	nádrž Bukovec	-31	-21	-11	0	11
Žitava	záverečný profil	-44	-32	-19	4	13
Ipeľ	Holiša	-40	-28	-16	3	12

T – priemerná ročná teplota vzduchu, P – priemerný ročný úhrn zrážok

- pomocou inkrementálnych (prírastkových) zmien teploty a zrážok voči porovnávaciemu obdobiu (na rozdiel od ostatných scenárov nejde o vzájomne konzistentné zmeny vstupných veličín, ale o maticu nezávislých možností zmeny),
- použitím priamych výstupov z globálnych modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry (GCM),
- použitím regionalizovaných scenárov vychádzajúcich z priamych výstupov GCM upravených na základe zákonitostí priestorového rozloženia regionálnych klimatických charakteristík,
- použitím scenárov odvodených z údajov GCM a štatistických závislostí medzi charakteristikami lokálnej klímy a cirkulačných pomerov v atmosfére.

V našej hydrologickej literatúre sa uplatnili inkrementálne scenáre, priame výstupy z GCM, analógové scenáre a regionalizované scenáre GCM. Na odhad novej zmeny hydrologického režimu v dôsledku scenára klimatickej zmeny sa zaužíval nasledujúci postup:

- určenie parametrov zvoleného hydrologického modelu pomocou údajov z porovnávacieho obdobia,
- simulovanie etalónových hydrologických časových radov zo vstupných údajov porovnávacieho obdobia,
- zavedenie novej zmeny klímy do vstupných časových radov podľa scenárov zmien klímy,
- výpočet modelových hydrologických radov pomocou modelu a zmenených vstupných veličín,
- porovnanie štatistických charakteristík z modelových radov s ich hodnotami z etalónového radu.

V impaktných štúdiách sa uplatnili rozmanité druhy hydrologických modelov. V prácach týkajúcich sa nášho regiónu uvedený postup použili napr. Majerčáková, Šedík, Cagardová, 1995; Novák, 1995; Svoboda, 1996; Pe-

kárová a kol., 1996; Petrovič, 1998; Szolgay a kol., 1997; Čunderík a kol., 1998 a iní. Výsledky týchto štúdií sú, pokiaľ ide o veľkosť a sezónnosť zmien hydrologických veličín a ich nelineárnosť vo vzťahu k zmenám zrážok a teploty vzduchu, v pomerne dobrej zhode. Vzhľadom na rozdielne scenáre klimatickej zmeny použité v štúdiách však nie je vždy možné priamo porovnávať ich výsledky. Ďalšie rozdiely môžu vyplývať aj z rôznosti použitých zrážkovo-odtokových modelov, rozdielneho referenčného obdobia použitého na kalibráciu modelu a údajov z rôznych klimatických staníc. Chceli by sme upozorniť na niektoré všeobecné tendencie, ktoré by sme v budúcnosti mohli očakávať.

V prácach, ktoré sú súčasťou Národného klimatického programu (Szolgay a kol., 1997), sme sa zaoberali skúmaním možných zmien dlhodobého priemerného ročného odtoku vo vybraných povodiach, krajinných celkoch a výškových pásmach. Používali sme rôzne modely dlhohodovej hydrologickej bilancie v prostredí GIS s priestorovým rozlíšením 1 km². V tab. 1 uvádzame príklad možných zmien dlhodobého priemerného ročného odtoku pre tzv. inkrementálne (prírastkové) scenáre voči obdobiu 1951–1980.

Z hodnotenia všetkých výsledkov vyplynulo, že pokles vodnosti je na celom území pravdepodobnejší ako zachovanie dnešného stavu (a pravdepodobnejší ako nárast vodnosti). Aj z tabuľky vidno, že ak berieme do úvahy nárast teploty vzduchu o 1 °C a pripustíme nárast zrážok oproti etalónu o 5 %, zostane prakticky zachovaný stav z obdobia 1951–1980. Každý väčší nárast teploty vzduchu prehlbuje pokles vodnosti. Pritom podľa dnešných predstáv je nárast teploty vzduchu pravdepodobnejší ako nárast zrážok.

Tab. 2. Zmeny dlhodobých priemerov mesačných prietokov v % voči porovnávaciemu obdobiu 1951–1980 v rôznych povodiach

Tok	Scenár	Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Váh	CCCM	2010	9	17	37	13	-18	-6	-6	-6	-5	7	9	8
	CCCM	2030	18	40	65	17	-28	-9	-9	-9	-9	11	14	15
	CCCM	2075	49	117	124	3	-46	-15	-17	-17	-16	19	32	37
Lipt. Mikuláš	WP B	2010	5	11	26	4	-16	-3	-5	-8	-10	-2	1	3
	WP B	2030	3	10	24	5	-14	-1	-5	-12	-15	-8	-2	0
	WP B	2075	0	8	22	7	-10	-2	-7	-18	-23	-15	-7	-3
Ipeľ	CCCM	2010	22	4	0	-11	-12	-13	-14	-9	-9	-6	2	16
	CCCM	2030	39	5	-10	-13	-17	-20	-21	-14	-14	-9	1	30
	CCCM	2075	69	0	-26	-17	-27	-32	-33	-24	-24	-16	-1	64
Holiša	WP B	2010	11	-25	-52	-41	-36	-30	-25	-24	-23	-30	-23	8
	WP B	2030	2	-31	-58	-48	-43	-36	-29	-29	-28	-38	-30	-3
	WP B	2075	-10	-39	-65	-56	-51	-44	-36	-36	-34	-47	-39	-17

Na posúdenie možného vplyvu klimatickej zmeny na rozdelenie dlhodobých priemerov mesačných prietokov v rámci roka sa použil hydrologický bilančný model WATBAL (Čunderík a kol., 1998). Na simuláciu zmeny odtoku sa použili dve generácie scenára klimatickej zmeny GCM CCCM (regionálne modifikovaného na pomery SR) a scenára NKP – WP B, ktorý bol vytvorený na základe zhadnotenia relatívne teplých období v minulosti u nás. Oba predpokladajú nárast teploty vzduchu pre r. 2010, 2030 a 2075, scenár CCCM však celkovo predpokladá nárast úhrnov zrážok a scenár WP B ich pokles. Na skúmanie zmeny vnútroročného rozdelenia odtoku sme vybrali viacero povodí, reprezentujúcich rôzne typy sezónneho rozdelenia odtoku v rôznych regiónoch Slovenska. Príklady novej zmeny dlhodobých priemerov mesačných prietokov oproti obdobiu 1951–1980 uvádzame v tab. 2. Výsledky môžeme zovšeobecniť takto: Klimatická zmena môže mať výrazný vplyv na vnútroročné rozdelenie odtoku u nás. Priebeh zmien v západnej a východnej časti Slovenska sa ukazuje celkovo podobný, výraznejšie rozdiely sú medzi severnými a južnými oblasťami. V severných horských oblastiach môžeme v zimných mesiacoch podľa oboch scenárov počítať s nárastom prietokov. Zimné zvýšenie prietokov bude mať vyrovnávajúci vplyv na kolísanie odtoku v rámci roka. Neskorá jar naproti tomu bude obdobím značného poklesu vodnosti. V letných mesiacoch treba rátať s pomerne vyrovnaným miernym znížením prietokov, pričom v letno-jesennom období bude malá vodnosť pravdepodobne pretrvávajúť čoraz dlhšie. Najmenej zasiahnuté bude pravdepodobne jesenné obdobie, ktoré bude prechodom z letného obdobia poklesu do zimného obdobia nárastu odtoku. Pri predpoklade malého prí-

rastku zrážok v severných povodiach sa bude extrémnosť odtokových zmien zvyšovať s nárastom teploty vzduchu, a teda podľa súčasných predstáv o raste skleníkového efektu so vzďaľovaním časového horizontu skúmaných scenárov.

Pri vzájomnom porovnávaní zmien vodnosti pre scenár CCCM v jednotlivých oblastiach Slovenska môžeme konštatovať, že smerom na juh sa skracuje zimné obdobie nárastu vodnosti v porovnaní so severom. Odtokové scenáre majú podobný priebeh vnútroročných zmien s maximom nárastu prietokov obyčajne vo februári alebo v januári. Najväčší pokles v severných povodiach pripadá na jar, v južnejších sa najväčší pokles presúva do letných mesiacov.

Podobný priebeh zmien odtoku po území v rámci roka pozorujeme aj pri scenári WP B. Aj tu sa výrazne skraca zimné obdobie nárastu vodnosti. Pre väčšiu časť roka môžeme predpokladať pokles vodnosti, zväčšujúci sa smerom do nížinných oblastí na juhu Slovenska. Najväčší pokles pripadá na jarné mesiace, časté je opätovné mierne zvýšenie poklesu na jeseň. Celkovo scenár WPB ukazuje výrazne extrémnejšie znížovanie vodností tokov ako scenár CCCM.

Uvedené výsledky však treba interpretovať s náležitou opatrnosťou a zohľadňovať neistoty metodického prístupu. Najmä uvedomí si, že sa nepočíta s možnosťou ani postupnej ani náhle zmeny klímy, ale sa porovnávajú dva kvázistacionárne modelové stavy. Za slabiny prístupu treba považovať napr. klimatické scenáre, ktoré vychádzajú z hrubej aproximácie členitého priestoru strednej Európy a udávajú iba odhad zmien dlhodobých priemerných hodnôt zrážok a teploty vzduchu. Zatiaľ sa v štúdiách nebrala do úvahy ani prípadná zmena varia-



bility vstupných veličín, parametre použitých modelov sú určované kalibráciou z referenčného obdobia a nezo-
hľadujú teda možnú zmenu odtokových pomerov v dô-
sledku zmenených zrážkových a teplotných pomerov
a pod.

Adaptačné opatrenia na zníženie negatívneho vplyvu zmeny klímy na vodné hospodárstvo Slovenska

Adaptačné opatrenia na zníženie nepriaznivých dô-
sledkov zmeny klímy vo vodnom hospodárstve sa dnes
dajú formulovať len pomerne všeobecne. Vo zvýšenej
miere to platí pre konkrétny región, resp. povodie. Popri
neistotách hodnotenia impaktov treba vnímať aj širšie
politické, spoločenské, ekologické, ekonomické, techno-
logické a iné súvislosti. Neistoty v odhade vzájomných
väzieb týchto prepojených systémov a prípadnej projek-
cie ich budúceho rozvoja sú všade značné a u nás, vzhľa-
dom na súčasný vývoj, ešte väčšie. Odporúčame preto
postupy, znižujúce hrozbu negatívnych dôsledkov kli-
matickej zmeny, a zároveň zohľadňujúce priority trvalo
udržateľného rozvoja. Ich aplikácia si vyžaduje, aby bola
decízna sféra oboznámená aj s možnými dôsledkami kli-
matickej zmeny vo vodnom hospodárstve, neistotami
v ich určovaní a koordinovala svoje postupy. Takto boli
formulované aj závery v prácach Marečková a kol., 1997;
Szolgay a kol., 1997 a iných. Navrhované opatrenia sú

vzhľadom na obmedzený priestor len
z užšieho sektorového pohľadu, širšie
aspekty koordinácie stratégie trvalo
udržateľného rozvoja a integrova-
ného hospodárenia s vodou tu pod-
robnejšie nerozoberáme.

Základné opatrenia na zmiernenie
možných negatívnych dôsledkov na
vodné hospodárstvo delíme na:

- priame opatrenia na riadenie spo-
treby vody,
- nepriame nástroje ovplyvňujúce
správanie sa spotrebiteľov,
- inštitucionálna zmena pre lepšie
hospodárenie s vodou,
- zlepšenie prevádzky existujúcich
vodohospodárskych sústav.

V prvej oblasti by mohlo ísť napr.
o redukciu špecifickej potreby pitnej
vody na obyvateľa technickými pros-
triedkami, o znižovanie strát vo vý-
robe a rozvoze pitnej vody, pod-
porovanie zavádzania nových tech-
nológií v priemysle, využívanie zráž-
kovej a inej vody na úžitkové ciele,
budovanie delených vodovodov

v malých sídliskách a pod.

Druhá oblasť by mala tieto opatrenia podporiť aj vo
sfére investícií, subvencií a daní, poplatkov a pokút vo
vodnom hospodárstve. Zároveň bude treba posilniť in-
formovanosť verejnosti o dôsledkoch klimatických
zmien na kvalitu života všeobecne, a zvlášť na proble-
matiku vodných zdrojov a nasledujúce opatrenia. Informa-
čná politika by mala byť spojená s výchovou ku
zvýšenému ekologickému povedomiu.

V tretej oblasti by sa malo premietnuť nové zákono-
darstvo v oblasti životného prostredia v plnej miere do
vodohospodárskej legislatívy. S možnou potrebou a-
daptácie sa priamo nezaoberali ani doterajšie kon-
ceptné dokumenty v oblasti vodného hospodárstva,
a podľa našich vedomostí ani v územnoplánovacom pro-
cese a pri tvorbe a ochrane krajiny. V týchto oblastiach by
bolo vhodné zvýšiť koordináciu. Viackrát sa už upozor-
ňovalo na to, že v koncepcii rozvoja vodného hospo-
dárstva by sa mala posilniť existujúca ochrana všetkých
zdrojov vody (tak podzemných, ako aj povrchových). Pri
vodných zdrojoch, ktoré sú už vybudované, bude okrem
toho potrebné prehodnotiť ich udržateľné využívanie
v nových klimatických podmienkach. Navrhujeme zvä-
žiť zvýšenú legislatívnu ochranu vodných zdrojov v ob-
lastiach, o ktorých sa dá predpokladať, že ich vodné
zdroje budú najmenej dotknuté klimatickými zmenami.
Ďalej odporúčame osobitne sa venovať ochrane unikát-

ných zdrojov podzemných vôd Žitného ostrova, ktorých potenciál zostane pravdepodobne aj v budúcnosti blízky dnešnej úrovni.

V predstihu by bolo vhodné vstúpiť do kontaktu so susednými krajinami, ktoré budú dotknuté zmenou hydrologického cyklu a potrebou zvýšenej miery regulovania odtoku z nášho územia a vytvorí organizačné opatrenia na spoločné riešenie možných dôsledkov klimatickej zmeny.

Štvrtú skupinu sme rozdelili do niekoľkých častí. Prvá sa týka optimalizácie využívania a riadenia existujúcich vodohospodárskych a vodárenských sústav. Zabezpečenosť dodávky vody podľa dnešných predstáv sa málokedy určovala pre vodohospodárske sústavy ako celok. Preto by bolo treba existujúce vodohospodárske sústavy ako celok preskúmať z aspektu ich zraniteľnosti v kritických situáciách.

Ďalšia časť sa týka diskusie o potrebe výstavby vodných nádrží u nás.

Doteraz odhadnuté tendencie zmien hydrologického režimu poukazujú na zvýšenú potrebu prerozdelenia odtoku v priestore medzi severom a juhom, medzi jednotlivými rokmi a v priebehu roka. Musíme preto počítať aj s možnosťou kompenzovania poklesu výdatnosti zdrojov vody, najmä v nížinných územiach na strednom a východnom Slovensku. Odporúčame preto nevylučovať výstavbu vodných nádrží z koncepcie rozvoja vodného hospodárstva. Najmä nádrže s dlhodobým regulovaním odtoku môžu byť potrebné. Bude treba prehodnotiť využívanie malých nádrží nielen ako krajinnotvorného prvku, ale aj ako zdrojov vody na závlahy v južných častiach územia.

Tretia časť sa týka monitorovania prebiehajúcich procesov v hydrosfére. Treba posilniť existujúce systematické sledovania vodohospodárskej bilancie kvantity a kvality vody aj v menších povodiach, aby bola možnosť identifikovať tendencie v možnom úbytku vody v čase a formulovať strategické rozhodnutia o nových prioritách vodného hospodárstva, najmä počas sucha.

Štvrtá časť sa týka hospodárenia s vodou v krajine. V spolupráci s rezortmi by bolo vhodné systematicky realizovať opatrenia v povodiach s plošným účinkom, zamerané na všeobecné a trvalé zlepšenie podmienok odtoku a na zadržanie vody v krajine, zníženie možných negatívnych prejavov extrémnych prietokov a na zlepšenie kvality vôd.



Používané metodické postupy sa už dnes môžu vysloviť s rôznou detailnosťou k viacerým aspektom impaktov klimatickej zmeny na povrchové vodné zdroje. Dnešnú úroveň vedomostí však nemôžeme považovať za dostatočujúcu. Relatívne malá pozornosť sa doteraz venovala aj návrhovým veličinám a limitným hodnotám. Tu sa môžu dôsledky zmeny klímy prejaviť neočakávane. Vzhľadom na to, že ide o extrémne prejavy klimatického systému, ťažko sa pre ne tvoria scenáre. Preto by bolo vhodnejšie vychádzať z regionálnych a lokálnych pozorovaní procesov, ktoré však treba pre potreby analýzy komplexne spracovať a dať k dispozícii odbornej verejnosti. V oblasti maximálnych prietokov, v prípade neudržateľnosti axiómu stacionarity hydrologického režimu, bude možno treba radikálne zmeniť filozofiu určovania návrhových veličín a prehodnotiť doterajšiu mieru bezpečnosti vodohospodárskych stavieb.

Značný rozptyl možností budúceho vývoja klímy a neistoty zmien jej regionálnych prejavov sťažujú odhad impaktov a nasledujúci návrh adaptačných opatrení vo vodnom hospodárstve. Vzhľadom na komplexnosť problematiky prakticky nie je možné v adaptačných štúdiách navrhovať všeobecne použiteľné postupy, ale treba mať k dispozícii množstvo metodík, ktorých kombinácia v každom konkrétnom prípade môže vystihnúť riešený problém. Doterajšie opatrenia navrhované v rôznych štúdiách sa často navzájom prekrývajú. Na prácach

v rámci našich impaktných a adaptačných štúdií sa prakticky nezúčastňovali odborníci mimo oblasti vodného hospodárstva. Komplexnosť úloh si však vyžaduje riešenia, ktoré majú interdisciplinárny charakter. Rovnocenným východiskovým materiálom, ako sú scenáre klimatické, resp. hydrologické, by mali byť prognózy samotného vývoja jednotlivých sektorov. Z toho vyplýva, že pri riešení dôsledkov klimatických zmien sa stupeň neurčitosti vo vodnom hospodárstve niekoľkonásobne zvyšuje, tak isto rastie aj množina alternatívnych výsledkov.

Preto bude treba naďalej podporovať výskum v klimatológii, ale aj v oblasti kvantifikovania zmien hydrologického režimu vyvolaných klimatickými zmenami v oblasti vodohospodárskych sústav a výsledky tohto výskumu zaviesť do metodík vodohospodárskeho plánovania. Národný klimatický program urobil v tomto smere veľký kus práce a jeho pokračovanie považujeme za potrebné.

Štúdiá vznikla v rámci grantu VEGA 2/6008/99. Autori ďakujú grantovej agentúre VEGA za podporu výskumu.

Literatúra

- Benický, J., 1996: Klimatische Änderung oder nur eine Langfristige Schwankung. Proc. XVIIIth Conference on the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. TU Graz.
- Čunderlík, J., Hlavčová, K., Szolgay, J., 1998: Vplyv klimatickej zmeny na vnútroročné rozdelenie odtoku vo vybraných povodiach Slovenska. Vodohosp. Čas., 46, 2, p. 114–143.
- Fendeková, M., 1995: Analýza zmien a variability režimu prameňov v oblastiach budovaných neovulkanickými horninami. Správa NKP SR. Katedra podzemných vôd PRIF UK, Bratislava.
- Kullman, E., Slamka I., Gavurník, J., 1995: Hodnotenie vplyvu klimatických zmien na režim výdatnosti prameňov a predpokladaný dopad týchto klimatických zmien na disponibilné množstvá podzemných vôd. Správa pre NKP SR. SHMÚ, Bratislava.
- Lapin, M., Nieplová, E., Faško, P., 1995: Regionálne scenáre zmien teploty vzduchu a zrážok na Slovensku. In: NKP 3/95. MŽP a SHMÚ, Bratislava.
- Majerčáková, O., 1999: The Hydrologists Contribution to National Climate Programme of Slovak Republic. Meteorol. Čas., 2, 1, p. 9–13.
- Majerčáková, O., Šedík, P., Cagardová, 1995: Odhad možných zmien odtoku počas roka na základe štatistického modelu. Správa pre NKP SR. SHMÚ, Bratislava.
- Marečková, K. (ed.), 1997: Územná štúdiá Slovenska. Záverečná správa. US Country Studies Program. SHMÚ a MŽP SR. Bratislava. 105 pp.
- Mosný, V., 1994: Dôsledky zmien teploty vzduchu a zrážok na zmeny variability odtoku v modelovom povodí Hrona. Správa pre NKP SR. SvF STU, Bratislava.
- Novák, V., 1995: Vplyv klimatických zmien na ročné bilancie vody na území Slovenska. J. Hydrol. Hydromech., 43, p. 1–2.
- Pekárová, P., Halmová, D., Miklánek, P., 1996: Simulácia režimu odtoku za zmenených klimatických podmienok v povodí Ondavy. J. Hydrol. Hydromech., 44, 5, p. 291–311.
- Petrovič, P., 1998: Climate Change Impact on Hydrological Regime for Two Profiles in the Nitra River Basin. In: Bonacci, O. (ed.): Proceedings, XXth Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Hrvatske Vode, Zagreb, p. 117–122.
- Poórová, J., Demeterová, B., Podolinská, J., Škoda, P., 1996: Porovnanie prietokových radov za obdobie 1931–1980 a 1931–1995. Správa pre NKP SR. SHMÚ, Bratislava.
- Svoboda, A., 1996: Odvodenie syntetických radov priemerých mesačných prietokov pre horný Váh a Laborec v podmienkach klimatických zmien. Správa pre NKP SR. ÚH SAV, Bratislava.
- Szolgay, J., Hlavčová, K., Parajka, J., Čunderlík, J., 1997: Vplyv klimatickej zmeny na odtokový režim na Slovensku. In: Klimatické zmeny – hydrologia a vodné hospodárstvo SR. NKP SR, zv. 6, Bratislava, MŽP SR a SHMÚ, p. 11–110.
- Škoda, P., Turbek, J., 1995: Návrh siete hydrologických staníc na monitoring zmien klímy. Správa pre NKP SR. SHMÚ, Bratislava.
- Šuba, J., 1994: Expertízne posúdenie vplyvu predpokladanej zmeny klímy na podzemné vody so zameraním na využiteľné zásoby schválené v KKZZ. Správa pre NKP SR. SHMÚ, Bratislava.
- Takáčová, D., 1996: Možné dôsledky klimatickej zmeny v režime podzemných vôd – časť dolný Hron. Správa pre NKP SR. SHMÚ, Bratislava.
- Zafko, M., Trizna, M., Kočík, D., Pitoňáková, A., 1996: Analýza časových a priestorových zmien vybraných prvkov režimu odtoku, kolísania hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov v povodí Turca z hľadiska možných vplyvov globálnych zmien klímy (s využitím údajov od r. 1931, resp. 1961). Správa pre NKP SR. Katedra fyzickej geografie PRIF UK, Bratislava.

Prof. Ing. Ján Szolgay, CSc., vysokoškolský pedagóg, Katedra vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty STU v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava. E-mail: szolgay@cvt.stuba.sk

Doc. Ing. Kamila Hlavčová, CSc., vysokoškolská pedagogička, Katedra vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty STU v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava. E-mail: hlavcova@svf.stuba.sk