

EDUARD ŠIMO

MOŽNOSTI PREDPOVEDE OBJEMU JARNEJ VODNOSTI V POVODIACH
ZÁPADNÝCH KARPÁT NA ÚZEMÍ SLOVENSKA

In the presented contribution, there is the possibility of forecast of the spring runoff volume discussed. The forecast possibility refers to the rivers of the West Carpathian Mountains on the Slovak territory in this case; it is related to the natural conditions of mentioned territory and to the immediate state of available data.

The article gives precision to the idea of main factors of the spring runoff on the given territory, further it presents the analysis of possibilities of the direct or indirect expression of those factors accenting the characteristics of the snow accumulation. Besides, it determines such a forecast period which could best characterise the spring runoff season and which could be acceptable from the point of view of the practical usage.

The period in which the runoff is conditioned or influenced by the snow melt water from the winter snow accumulation together with coincidental spring precipitation is considered as the spring runoff period in this article.

I. ÚVOD

Využitie vody daného povodia je okrem iného závislé od možnosti predpovede objemu vody, ktorý môžeme očakávať v danom profile za kratšie alebo dlhšie obdobie. Tieto predpovede, ak vezmeme za klasifikačné kritérium procesy, podmieňujúce uvažovaný jav, môžu byť založené na zákonitostiach procesu odtoku v riečnej sieti, na zákonitostiach procesov v povodí a na zákonitostiach procesov atmosferickej cirkulácie nad rozsiahlymi oblasťami. V prvom prípade môže ísť v našich podmienkach s ohľadom na krátku dobu postupu jedine o predpoveď krátkodobú. Môže byť síce presná, ale z praktického hľadiska, uvažujúc prítok do nádrže a jeho čo najhospodárnejšie využitie, je jej efektívnosť malá. V druhom prípade je možná predpoveď stredodobá, v našich prírodných podmienkach realizovateľná najmä ako predpoveď objemu odtoku v letnom období, ak ho neovplyvňujú zrážky alebo odmäk a predpoveď objemu odtoku v jarnom období, podmieneného predchádzajúcou akumuláciou vody v snehovej pokrývke. Tieto druhy stredodobej predpovede sú z hľadiska praktického využitia najvyhovujúcejšie. Spájajú v sebe prijateľné hľadiská presnosti a použiteľnosti. V treťom prípade ide o predpoveď dlhodobú, pri ktorej by dĺžka predpovedného obdobia poskytovala ideálne podmienky pre hospodárne využitie prítoku, jej presnosť však málokedy dosahuje hranicu praktickej použiteľnosti a v pomerne malých povodiach uvažovaného územia môže byť silno rušená lokálnymi vplyvmi.

V komplexe hydrologických predpovedí, diferencovaných ako tematicky, podľa predpovedávaného javu, tak aj časove, podľa dĺžky predpovedného obdobia, zaberá teda prognóza jarnej vodnosti významné miesto, umožňujúc čo najhospodárnejšie využitie

v povodí a v uzavierajúcej ho vodnej nádrži sa nachádzajúcich vodných zásob pre energetiku, závlahy a priemysel.

Obdobím jarnej vodnosti tu rozumieme to každoročné sa opakujúce obdobie, v ktorom odtok podmieňujú, alebo naň ešte citeľne vplývajú odmäkové vody zo zimnej zásoby snehu v povodí spolu so súčasnými jarnými dažďovými zrážkami.

Toto obdobie, raz výrazné, raz menej výrazné, je významnou fázou odtokového režimu z hľadiska hydrologického, a práve pre tú reálnu možnosť prognózy objemu jeho vodnosti, predstavujúceho značnú časť celoročného objemu odtoku, aj z hľadiska hospodárskeho.

Problematike prognózy jarnej vodnosti je venovaných mnoho prác v SSSR, ako aj v USA, v krajinách súčasného, môžeme povedať od seba nezávislého vzniku hydrologie snehu na prelome storočia. keď vyšli práce vynikajúceho ruského geografa a klimatológa A. J. Vojekjova a práce významného amerického hydrologa J. E. Churcha. Podobne aj v ďalších krajinách, najmä v oblasti Álp, ako vo Francúzsku, Švajčiarsku, Taliansku, Rakúsku, Nemecku, ale aj vo Švédsku, Poľsku, Kanade a i., kde všade štúdium týchto otázok s rozvojom hydrologie a tlakom naliehavých potrieb vodohospodárskej praxe nadobúda stále na význame.

V Sovietskom Sväze prv ako prognózy objemov sa začali riešiť prognózy maximálnych vodných stavov, pretože prax v záujme ochrany proti možným záplavám požadovala oveľa skôr údaje o výškach jarných vôd ako o ich objemoch. O posledné vzrástol záujem s rozmachom budovania vodných nádrží. Najskoršie práce, venované závislosti objemu jarnej vodnosti od zásob vody v snehu a iných faktorov vzťahujú sa v SSSR na roky medzi svetovými vojnami, keď dochádza k rozvoju pozorovaniu v rozsiahlej sieti staníc. Po Veľkej vlasteneckej vojne v GGI (Gosudarstvennyj gidrologičeskij institut) a v CIP (Centralnyj institut prognozov) sa rozvinuli široko práce v oblasti metodiky prognóz jarného odtoku na nížinných riekach, najmä v oblasti Východoeurópskej nížiny a na horských riekach, najmä v oblasti Kaukazu a Strednej Ázie. V poslednom desaťročí sa objavil väčší počet prác, založených na hlbších teoretických základoch predpovede a väčšom množstve spoľahlivejších východiskových materiálov a niektorí autori vypracovali metódy teritoriálnej prognózy jarnej vodnosti pre nížinné oblasti.

V Spojených štátoch sa už na začiatku storočia začalo s prípravou podkladových materiálov. Metódy a prístroje na meranie snehu, jeho vodnej hodnoty, ako aj získané výsledky majú vynikajúcu úroveň. Tieto výskumy sa vzťahujú prevažne na horské povodia, pri ktorých utváranie sa zimnej snehovej akumulácie, ako aj utváranie sa jarnej vodnosti z odmäku majú v porovnaní s nížinnými povodiami podstatné zvláštnosti. Štujú sa korelačné závislosti medzi jarným odtokom, zásobou vody v snehovej pokrývke a vlhkosťou pôdy v predchádzajúcej jeseni.

Ak môžeme povedať, že výskum v SSSR v danom smere má predstih, čo sa týka analýzy podstaty uvažovaného javu a metodiky, výskum v USA je vpredu v oblasti organizácie, výkonu, kvantity a kvality meraní, týkajúcich sa predovšetkým merania vodných zásob snehovej pokrývky, úhrnných zrážok, ale aj ostatných hydrometeorologických prvkov v jednotlivých povodiach.

Metódy riešení vychádzajú z iných prírodných podmienok a aj z niektorých iných druhov meraných prvkov vzhľadom na dané prírodné podmienky, ako aj rozsahu a kvality týchto meraní. Bolo by preto chybou chcieť bez všetkého aplikovať riešenia z uvedených oblastí na územie odlišné samými fyzickogeografickými pomermi, ako aj stavom ich poznania, najmä hydrometeorologického režimu povodia.

V Československu v povodiach Českého masívu venovali pozornosť otázke pred-

povede jarných vodností A. Bratránek a najmä J. Martinec, ktorý prináša vo svojich prácach rozbor vzťahov zimnej snehovej akumulácie a jarného odtoku v niektorých čiastkových povodiach Vltavy, Moravy a Odry. Popri týchto prácach venoval značnú pozornosť spresneniu meraní snehovej pokrývky, jej vodnej hodnoty pomocou rádioizotopov, venoval sa bližšie štúdiu procesu odmäku a v súvisi s ním riešil otázku krátkodobej predpovede denných prietokov a priebehu prietoku počas dňa.

V povodiach slovenských Karpát sa doteraz problematike prognózy jarnej vodnosti nevenovala taká pozornosť, akú by si s ohľadom na dané prírodné podmienky a praktický dosah riešenia zasluhovala. Roku 1956 V. Briedoň urobil výpočet priemernej zásoby vody v snehovej pokrývke v jednotlivých mesiacoch zimného obdobia v povodí Oravskej priehrady. V rokoch 1958—1961 autor tohto príspevku spracoval zimno-jarné vzťahy v povodiach Nitry, Hrona a Hornádu, M. Dzubák vypracoval závislosti pre povodie horného Váhu a M. Balco pre povodie Oravy. Keďže v týchto vzťahoch nebola vôbec, alebo len ako veľmi neistý ukazovateľ uvažovaná akumulácia snehu zimného obdobia, voľba nepriamych ukazovateľov uvažovaných faktorov nebola dostačujúco podložená a vzťahy boli uvažované len v schematicky volených kalendárnych mesačných obdobiach, nedosiahli výsledky taký stupeň praktickej použiteľnosti, aký za daných prírodných podmienok a daného podkladového materiálu možno dosiahnuť. Je preto potrebné pokračovať v riešení tohto závažného problému a hľadať možné zlepšenia. Týmto pokračovaním chcú byť aj teraz predpokladané úvahy a po nich nasledujúce riešenie tejto otázky z hľadiska vodohospodárskeho v najexponovanejších povodiach na území Slovenska.

V tomto príspevku som sa zamerlal na posúdenie možnosti predpovede hlavnej charakteristiky jarnej vodnosti — jej objemu, nechajúc stranou otázky predpovede jej časového priebehu a maximálneho prietoku ako samostatnú skupinu problémov, podstatne náročnejších na množstvo a kvalitu podkladových materiálov, ktoré nie sú až na niektoré výnimky celkom malých povodí nateraz k dispozícii. Podávam stručný teoretický rozbor problému predpovede jarnej vodnosti a analyzujem možnosti jej realizácie v povodiach slovenských Karpát vzhľadom na ich prírodné podmienky a daný stav k dispozícii stojacich podkladových materiálov.

II. STRUČNÝ TEORETICKÝ ROZBOR PROBLÉMU PREDPOVEDE JARNEJ VODNOSTI

Jarné vodnosti sú zložitým javom a ich analýza a prognóza v našich klimatických podmienkach zložitým problémom. Tento prvok hydrologického režimu je výsledkom navzájom pospájaného vplyvu celého radu časove a priestorove meniacich sa významných i menej významných faktorov, podmieňujúcich povrchovú akumuláciu vody v snehovej pokrývke i podzemnú akumuláciu v povodí v zimnom období, jej dopĺňanie zrážkami jarného obdobia, intenzitu odmäku, infiltráciu odmäkovej a dažďovej vody do podkladu, jej výpar a odtok do riečnej siete. Aj v tomto prípade ako vôbec v celej problematike hydrologických predpovedí prejavuje sa snaha objasniť zákonitosti týchto procesov. nájsť potrebné kvantitatívne charakteristiky vplývajúcich faktorov, umožňujúce študovať vzájomný vzťah jarnej vodnosti s týmito faktormi, a takto rozvinúť metodiku jej predpovede. Aby bolo možné založiť túto predpoveď na prísnejšej vedeckej báze, vyžaduje sa genetická analýza jarnej vodnosti.

Všeobecnou teoretickou základňou genetického rozboru jarnej vodnosti je metóda vodnej bilancie. Ak sú k dispozícii príslušné podkladové údaje, umožňuje prístup k štúdiu a analýze vzájomných vzťahov zimnej snehovej akumulácie a jarných dažďových zrážok, infiltrácie, výparu a odtoku uvažovaným profilom a kvantitatívne

vyjadriť tento vzájomný vzťah. Ak ide o odtok z malej, svojimi vlastnosťami presne definovanej plochy, možno vyjadriť takéto závislosti v celom komplexe vplývajúcych faktorov a s veľkou presnosťou. Tu hydroológia disponuje správnymi predstavami ako prísne fyzikálne riešiť úlohu a matematicky vyjadriť procesy, formujúce študovaný jav. Akonáhle však vystupujeme za hranice úzko vymedzeného experimentu do väčšieho povodia, stretávame sa s takým rôznorodým komplexom prírodných podmienok a ich časovou a plošnou menlivosťou, ako aj s takým nedostatkom často základných podkladových údajov a vyhovujúcich predpovedí niektorých faktorov predpovedávaného obdobia, že je vylúčená aplikácia správnych, teoreticky odôvodnených schém riešenia. Hlbšie a komplexnejšie závislosti nevyhnutne ustupujú menej zložitým, avšak stále správne fyzikálne podloženým empirickým vzťahom. Všimnime si bližšie komponenty rôznych variantov bilančných rovníc pre obdobie jarnej vodnosti [2, 12, 14] a možnosti ich uváženia.

Sumárny odtok jarného obdobia (O_j), teda povrchový ($O_{j\text{pov}}$) i podzemný ($O_{j\text{podz.}}$) vytvárajú:

Príjmové zložky:

zásoba vody v snehovej pokrývke a ľadovej kôre na povrchu podkladu pred začiatkom odmäku (A_k),

zrážky spadnuté na povrch snehovej pokrývky za obdobie jarného odmäku (X_1),

zrážky spadnuté na povrch pôdy, uvoľnenej od snehu (X_2), do konca uvažovaného jarného obdobia,

kondenzácia atmosferickej vlhky v snehovej pokrývke, v pôde a na vodnej hladine počas uvažovaného jarného obdobia (X_3),

objem vody v riečnej sieti ako výsledok hydrometeorologickej situácie predchádzajúceho obdobia (W_{1r}),

podzemný prítok zo zásob podzemných vôd predchádzajúceho obdobia (Pr_1),

podzemný prítok z infiltrovaných vôd počas jarného obdobia (Pr_2).

Stratové zložky:

výpar zo snehovej pokrývky a vodnej hladiny (V_1) v jarnom období,

výpar z pôdy, uvoľnenej od snehu (V_2) do konca uvažovaného jarného obdobia,

straty odmäkových a dažďových vôd na infiltráciu (I),

straty na povrchovú akumuláciu (U),

objem vody v riečnej sieti ako výsledok hydrometeorologickej situácie daného jarného obdobia (W_{2r}),

podzemný odtok zo zásob podzemných vôd daného jarného obdobia (Po_1).

Bilančná rovnica, zostavená z týchto položiek, má nasledujúci tvar:

$$O_{j\text{pov}} + O_{j\text{podz}} = A_k + X_1 + X_2 + X_3 + W_{1r} + Pr_1 + Pr_2 - V_1 - V_2 - I - U - W_{2r} - Po_1. \quad (1)$$

V tvare, v akom je rovnica postavená, nie je v súčasnom období dokonca i v najmenších povodiach uvažovaného územia vyhovujúco presne meraná alebo počítaná temer ani jedna jej zložka a výpočet podľa nej nie je možný. Je preto nevyhnutné podstatne ju zjednodušiť. V daných podmienkach môžeme spojiť $O_{j\text{pov}} + O_{j\text{podz}} = O_j$, s ohľadom na pomerne malé do úvahy prichádzajúce povodia a značne dlhé predpovedné obdobia vylúčiť W_{1r} a W_{2r} , spojiť $V_1 + V_2 = V$, $X_1 + X_2 = X_j$, vylúčiť položku X_3 , ktorú možno uvážiť vo výraze $V = (V_1 - X_3) + X_2$, tak isto aj U , ktorú možno uvážiť v stratách na infiltráciu a výpar a Pr_2 , ktorú možno uvážiť ako zložku O_j .

Takto zjednodušená bilančná rovnica jarného obdobia dostáva tvar:

$$O_j = Ak + X_j + Pr_1 - V - I - Po_1. \quad (2)$$

Túto rovnicu možno ešte podstatnejšie zjednodušiť tým, že zanedbáme výpar ako zložku. ktorej vplyv na utváranie jarnej vodnosti v dôsledku pomerne nízkych teplôt a veľkej relatívnej vlhkosti je pomerne malý, ako aj Pr_1 a Po_1 ako približne rovnocenné položky, ktoré sa svojim vplyvom rušia, čím dostávame:

$$O_j = Ak + X_j - I. \quad (3)$$

Takto krajne zjednodušená bilančná rovnica vyjadruje odtok jarného obdobia ako súčet akumulácie vody v snehovej pokrývke k začiatku jarného obdobia a zrážok za jarne predpovedné obdobie s vylúčením strát snehových a dažďových vôd na infiltráciu. Toto sú základné komponenty, ktoré je nevyhnutné uvažovať v daných prírodných podmienkach v uvedených empirických vzťahoch.

Takýto zjednodušený vzťah, použiteľný v študovanom území, môžeme vyjadriť výrazom

$$O_j = f(Ak, X_j, I), \quad (4)$$

v ktorom straty na infiltráciu za predpovedné obdobie (I) sú funkciou predchádzajúceho podkladu (P_n) zámrazu pôdy (Z_m) a intenzity odmäku (Io), teda $I = f(P_n, Z_m, Io)$ [12].

Všeobecná schéma tejto závislosti je jasná. Jej použitie sa stretáva s veľkými ťažkosťami, vyplývajúcimi z nedostatku kvantitatívnych údajov zimnej akumulácie, nemožnosti vyhovujúcej kvantitatívnej prognózy jarných zrážok a z nedostačujúceho poznania procesu infiltrácie snehových a dažďových vôd a z ťažkého výpočtu ukazovateľa tejto vsakovacej schopnosti pôdy k začiatku jarného obdobia. Určenie nepriamych ukazovateľov závislosti (4) stáva sa tak pri riešení predpovede jarnej vodnosti v povodiach slovenských Karpát základnou požiadavkou.

V ešte zjednodušenejšom tvare, vychádzajúc z predpokladu malého vplyvu infiltrácie v podmienkach niektorých horských povodí a veľmi obťažného získania vyhovujúceho nepriameho jej ukazovateľa, môžeme vyjadriť závislosť jarnej vodnosti v tvare

$$O_j = f(Ak, X_j). \quad (5)$$

Toto je pre dané územie krajné zjednodušenie v povodiach s menej priepustným podkladom. Za jeho hranicu možno ísť len tam, kde sú pri možnej zanedbateľnosti vplyvu infiltrácie jarne zrážky v pomere k veľkosti zimnej akumulácie bezvýznamné, alebo majú zanedbateľnú variabilitu z roka na rok. Tam možno ešte s úspechom použiť závislosť

$$O_j = f(Ak). \quad (6)$$

Ak zvážime možnosti a perspektívy predpovede jarnej vodnosti, konštatujeme, že metóda vodnej bilancie ako hrubý odhad stojí na začiatku týchto výpočtov, keď nie sú k dispozícii vyhovujúco dlhé rady meraní. Po získaní vyhovujúco dlhých radov, aj keď nie ešte spoľahlivých hodnôt prechádza sa k štúdiu vzájomných bilančných vzťahov odtoku a podmieňujúcich ho činiteľov štatistickými metódami. V ďalšom vývoji sa pôjde cestou zvyšovania presnosti týchto vzťahov na základe presnejších podkladových materiálov a nových dosiahnutých výsledkov štúdia procesu odtoku. Len v ďalšej perspektíve si možno predstaviť použitie metódy vodnej bilancie ako presný výpočet, keď budú k dispozícii nielen presné kvantitatívne údaje o všetkých do úvahy

prichádzajúcich zložkách bilančnej rovnice, získané priamymi meraniami, výpočtom, alebo na základe prognózy, ale aj hlboké poznanie fyzikálnej podstaty procesu odtoku a kvantitatívne údaje o veľkosti a intenzite prechodu jednej bilančnej zložky v druhú za najrôznejších podmienok určujúcich tento prechod v rámci daného povodia a danej časovej jednotky. Za daného stavu ich použitie v praxi hydrologických predpovedí je z uvedených dôvodov obmedzené. Prax naliehavo požaduje výsledky a nemožno ju odkladať až do konečného vyriešenia toho-ktorého problému. Treba ísť cestou takých predpovedných metodík, ktoré by nedostatky podkladových materiálov vedeli sčasti obísť a sčasti nahradiť nepriamymi ukazovateľmi. Správnosť urobených zjednodušení a zavedenia nepriamych ukazovateľov uvažovaných faktorov sa potvrdí stupňom tesnosti získaných závislostí a najmä efektívnosťou zostavenej metodiky. Takéto empirické závislosti, založené na existujúcom podkladovom materiáli a správnej predstave o geneze javu, môžu byť prínosom praxi a znamenať aj ako nástroj poznávania krok v prehĺbení výskumu.

III. MOŽNOSTI RIEŠENIA PROBLÉMU V POVODIACH SLOVENSKÝCH KARPÁT

V tejto stati podávam stručnú charakteristiku prírodných podmienok územia z uvažovaného hľadiska, hodnotím množstvo a kvalitu daných hydrometeorologických materiálov, stanovujem, ktoré faktory treba v daných podmienkach uvážiť pri štúdiu vzťahov, rozoberám spôsoby, ako možno za danej situácie nedostatok priamych meraní uvažovaných činiteľov nahradiť ich nepriamymi charakteristikami, rozoberám otázku voľby predpovedného obdobia jarnej vodnosti a zmieňujem sa o vhodnosti dĺžky k dispozícii stojacích radov pozorovaní.

1. Prírodné podmienky

Z hľadiska akumulácie snehovej pokrývky, jej odmäku a odtoku sú rozhodujúcimi klimatické pomery zimno-jarného obdobia, ktoré majú v študovanom území všetky znaky podnebia mierneho klimatického pásma. Určujú ich zložité vplyvy Atlantiku. Eurázie, Stredomoria a samotných výškových pomerov územia, podmieňujúcich značné rozdiely v relácii nížina—pohorie, či už ide o veľkosť nahromadenia zásob snehu, alebo časový priebeh ich odtoku. Výsledkom uvedených vplyvov je zložitý priebeh počasia v danom zimno-jarnom období, vykazujúci okrem toho veľkú menlivosť z roka na rok. Takýto priebeh jednotlivých zím a vzájomné prelínanie sa vplyvu jarných snehových a dažďových vôd na odtok vytvárajú situáciu podstatne komplikovanejšiu a nepriaznivejšiu, ako tam, kde dochádza k neprerušovanej akumulácii, a to ešte významného podielu celoročných zrážok a bez rušivého vplyvu jarných zrážok.

Priemerný nástup záporných denných teplôt vzduchu nastáva v nížinných oblastiach začiatkom decembra vo vysoko položených častiach územia začiatkom novembra. Priemerný nástup kladných denných teplôt vzduchu nastáva príslušne v polovici februára až začiatkom apríla. Tieto údaje informujú o priemerných možnostiach akumulácie snehu, ktoré určuje teplota.

Rozbor ročného chodu zrážok nás zasa informuje o priemerných možnostiach akumulácie snehu, ktoré určujú zrážky. S ohľadom na skutočnosť, že práve v zimnom období sú v priemere najnižšie, sú podmienky v tomto smere nepriaznivé. Zhoršujú sa ešte tým, že nie všetky zrážky, spadnuté v zimnom období, ostávajú akumulované v snehovej pokrývke, ale časť z nich odtieká či už priamo ako dažďová voda, alebo odmäková voda z občasných odmäkov už v priebehu zimy. Tie, čo ostanú, odtekajú

však v skorej jari za priaznivých podmienok pri pomere nízkyh teplotách, veľkej relatívnej vlhkosti, a teda malom výpare a v podmienkach v priebehu roku najväčšieho nasýtenia podkladu. Ak vezmeme do úvahy zrážky zimného a jarného obdobia, ukazujú sa ďalšia nepriaznivá okolnosť z hľadiska predpovede jarnej vodnosti. Pomer zimnej akumulácie k jarným zrážkam je nevyhovujúci, aj keď sú v ročnom chode relatívne temer najnižšie, značne ovplyvňujú odtok z odmäku svojou absolútnou hodnotou, jej menlivosťou, ako aj priaznivými podmienkami ich odtoku, vykazujúc, tak isto ako snehové vody, menšie straty na výpar a infiltráciu. Bližší pohľad na snehové pomery územia ako výsledok zložitého vplyvu zrážok a teploty umožňuje spracovanie a analýza existujúcich snehomerných záznamov na území Slovenska, ktorú urobili M. Konček a V. Briedoň [13] a ktorá podáva vo forme monografie podrobný a ucelený obraz o výskyte snehu a snehovej pokrývky pomocou viacerých klimatických charakteristík. Nemožno tu uviesť ani v prehľade detailnú klimatologickú charakteristiku snehovej pokrývky. Odvolávam sa na túto prácu a obmedzujem sa len na týchto niekoľko základných konštatovaní. V nížinných oblastiach uvažovaného územia vzniká snehová pokrývka takmer každoročne, ale nevyznačuje sa stálosťou dĺžky trvania, ako aj času výskytu. Stredné a vyššie horské polohy sa vyznačujú trvanlivou, pravidelne sa vyskytujúcou snehovou pokrývkou s rôznou dĺžkou výskytu. Obdobie s trvalou snehovou pokrývkou, v ktorom snehová pokrývka nie je prerušená na dlhší čas ako na 3 dni za jedno zimné obdobie, trvá v nížinných oblastiach okolo 25—30 dní a v najvyšších polohách vzrastá na 175—200 dní. Priemerná výška snehovej pokrývky, vypočítaná ako súčet denných výšok snehovej pokrývky, delený počtom dní so snehovou pokrývkou, pohybuje sa v uvažovanom území od 10 cm do 100 cm a priemerná maximálna výška snehovej pokrývky od 20 cm do 200 cm. Pri všetkých údajoch treba si uvedomiť, že najvyššie hodnoty sa vzťahujú na plochy, reprezentujúce len malý zlomok celkovej rozlohy územia a priemerné hodnoty pre územie gravitujú viac k dolnej hranici príslušných údajov.

Rozbor ročného chodu prietoku nás informuje o priemernom vplyve zimnej akumulácie na vodnosť jarných mesiacov. Používajúc ako kritérium rozdelenie vodnosti v roku a druh jej zdroja zaradil O. Dub v rámci klasifikácie M. I. Lvoviča rieky uvažovaného územia okrem malej vysokohorskej oblasti k typu oderskému, v ktorom zdrojom vodnosti sú prevažne dažďové zrážky, ale v dôsledku akumulácie snehu prevláda vodnosť jarných mesiacov. V súhlase s klasifikáciou, ktorú zaviedol M. Pardé, môžeme hovoriť podľa priemernej nadmorskej výšky poviť:

O prechodnom snehovom režime v najvyššie položených horských povodiach s maximom odtoku v máji, ktorému sa však značne približujú aj odtoky v marci, apríli a júni. s maximom zrážok v júli.

O snehodažďovom režime v stredohorskej oblasti s maximom odtoku v apríli, ktorému sú dosť blízke odtoky v marci a máji, s maximom zrážok v júni.

O dažďosnehovom režime v oblasti vrchovín a nížin s maximom odtoku v marci, ktorému sa približujú iba odtoky v apríli, s maximom zrážok v máji.

Napriek pomerne nepriaznivým možnostiam akumulácie najmä vzhľadom na nepriaznivé rozdelenie zrážok počas roku, vidieť, že najvyššie priemerné mesačné prietoky sa vyskytujú práve v jarných mesiacoch, kým priemerné mesačné zrážky majú v týchto mesiacoch temer najnižšie hodnoty. Jarná vodnosť podmienená odmäkom zásob snehu a dažďovými zrážkami jarného obdobia je v danom území v ročnom chode priemerného roku vyhranený, aj kvantitatívne výrazný jav, predstavujúci pomerne značný podiel na celoročnom objeme odtoku. Ale aj v jednotlivých rokoch jarné mesiace si udržiavajú v dôsledku pravidelne sa opakujúcej raz väčšej raz menšej zimnej akumulácie snehu

zvýšené prietoky, vykazujúce medzi ostatnými mesiacmi roku pomerne najmenší rozptyl vodnosti.

2. Podkladové materiály

Základnými podkladovými materiálmi sú údaje o úhrnných zrážkach, snehovej pokrývke, teplotách vzduchu a odtokoch.

Existujúca sieť zrážkomerných staníc má v rôznych povodiach rôznu kvalitu. V niektorých povodiach možno pomocou jej údajov dosiahnuť primerane vyhovujúce kvantitatívne údaje o výške spadnutých zrážok v povodí v danom období, a to buď priamo, alebo výpočtom pomocou zrážkových gradientov, v iných povodiach zase sú vypočítané údaje o výške zrážok iba ukazovateľmi skutočnej hodnoty. Môžeme ich použiť, vychádzajúc z predpokladu, že zrážky v jednotlivých častiach povodia v jednotlivých obdobiach sa približne menia v rovnakom pomere vzhľadom na dlhodobý priemer.

Existujúca sieť snehomerných staníc je pomerne hustá, nepriaznivejšie však je jej vertikálne rozdelenie. Z celkového počtu 208 staníc, ktoré prichádzajú do úvahy, nachádza sa podľa M. Končeka a V. Briedoňa [13] vo výškovom pásme do 500 m 68 %, v pásme 500—1000 m 28 %, v pásme 1000—1500 m 3 % a nad 1500 m iba 1 % staníc. Zanedbanie vyšších polôh povodia, vzhľadom na ich v pomere k úhrnnej ploche povodia len menší podiel, nie je tak jednoznačne možné, akoby sa na prvý pohľad zdalo. S nadmorskou výškou rastie výška spadnutých zrážok a čo je podstatné, v dôsledku s výškou klesajúcej teploty zväčšuje sa ich podiel, akumulovaný v snehovej pokrývke a zväčšuje sa aj obdobie, počas ktorého sa táto akumulácia deje. Najzávažnejším nedostatkom z hľadiska uvažovaného problému je, že stanice nemajú k dispozícii základné údaje o snehovej pokrývke, vyhovujúce údaje o jej vodnej hodnote. Pokiaľ sa tieto merania robili, obsahujú často z rôznych príčin toľko chýb, že sa ich kvalita nevyrovná ani hrubému odhadu. Z toho dôvodu boli tiež tieto údaje vynechané pri monografickom spracovaní snehových pomerov Slovenska [21].

Základným údajom, z ktorého možno vyjsť pri nepriamom charakterizovaní veľkosti zimnej akumulácie, ostávajú existujúce merania výšky snehovej pokrývky, prípadne výšky novonapadnutého snehu. Tieto hodnoty sa merali, niekedy nie vždy pravidelne a presne, v jednom bode odčítaním výšky snehovej pokrývky na upevnenej snehomernej late. Pri týchto bodových meraniach či už výšky snehovej pokrývky, alebo jej vodnej hodnoty, aj keby akokoľvek vyhovujúco presných, ostáva však otvorenou otázka reprezentatívnosti vybraného bodu vzhľadom na jeho širšie, ale i najbližšie okolie, pri technicky náročných meraniach aj otázka praktického masového používania, a to z hľadiska technického, ako aj ekonomického.

Vplyvy, znižujúce reprezentatívnosť meraní výšky snehovej pokrývky a jej vodnej hodnoty možno zoskupiť približne takto:

vplyv nerovnomerného rozdelenia zrážok (ako menej závažný činiteľ),

vplyv premiesťovania spadnutého snehu (ako najzávažnejší činiteľ),

vplyv výšky, expozície, sklonu, a teda teploty, potom zalesnenia (ako významní činitelia),

vplyv polohy meranej vzorky vzhľadom na mikrorelief a vplyv jej štruktúry v priebehu procesu odmäku, keď vzniká skreslenie obsahu vody vzorky rôznym nasycovaním odmäkovou vodou vzhľadom na uvedené faktory.

Tieto vplyvy komplikujú obraz rozloženia snehovej pokrývky a jej vodnej hodnoty do tej miery, že sa stáva vo väčšom horskom povodí prakticky nepostihnuteľným.

Z toho dôvodu ostáva tu poznanie skutočnej vodnej zásoby v snehovej pokrývke neuskutočiteľným želaním. Želaním za daných podmienok ostáva aj menej presný výpočet zimnej snehovej akumulácie pomocou kvantitatívne a kvalitatívne vyhovujúcich údajov o zásobách snehu a jeho vodnej hodnote v obmedzenom počte staníc, reprezentujúcich jednotlivé typické polohy a výškové pásma povodia. Takéto spoľahlivé merania za viacročné obdobia, rovnocenné čo do použitých prístrojov a metodiky meraní, umožňujúcich bezprostredne kvantitatívne vyhovujúco približné určenie hodnoty zásob vody v snehovej pokrývke, nemáme k dispozícii. Z uvedených dôvodov sme nútení používať relatívne nepriame ukazovatele tejto hodnoty, vypočítané predovšetkým pomocou existujúcich záznamov o snehovej pokrývke, ako aj o úhrnných zrážkach a teplote vzduchu.

Krátkosť pozorovacích období pri značnej časti staníc, merajúcich teplotu vzduchu, podstatne redukuje možnosť výberu. Aj napriek tomuto nedostatku možno pomocou existujúcich staníc odvodiť pre jednotlivé povodia ich priemerné teploty v danom zimnom alebo jarnom období daného roku a v priaznivejších prípadoch polohy staníc aj rozloženie teploty s výškou v nich.

Podkladom pre výpočet odtokovej výšky v mm pre volené predpovedné obdobia sú vyhodnotenia denných prietokov do úvahy prichádzajúcich profilov. Možno z nich odvodené odtokové výšky za dané obdobia považovať za vyhovujúce podklady pre štúdium vzťahov medzi objemom jarnej vodnosti a podmieňujúcimi ju hlavnými činiteľmi.

Pri určovaní objemov jarnej vodnosti bolo by najvýhodnejšie uvažovať len tú ich časť, ktorú utvára odtok zo snehových zásob. Vyseparovať však vplyv súčasných dažďových zrážok jarnej odtokovej obdobia je pri danom stave materiálu a poznania procesu odtoku týchto zrážok za zložitých podmienok jarnej obdobia veľmi ťažké. Uvážime teda jarnej vodnosť ako výsledok zimnej snehovej akumulácie a jarnej dažďových zrážok. Pri hodnotách takto definovaného objemu odtoku vynára sa ešte ďalšia otázka, či uvažovať celkový objem, alebo vyčleniť z neho podzemný odtok. Aj vydelenie podzemného odtoku z celkového objemu jarnej vodnosti je komplikované a možno ho urobiť len veľmi približne. V súčasnom období používané vydelenia podzemnej zložky odtoku, spočívajúce v rôznych „zrezaniach“ čiar prietokov, vychádzajú z predpokladov, vyplývajúcich len z veľmi zjednodušených predstáv o charaktere podzemného zásobovania, nemôžu byť preverené a poskytujú len hrubé odhady. Treba si tiež uvedomiť, že pri riešení tejto separácie ide nám len o vylúčenie tej časti podzemného odtoku z predchádzajúcich zásob podzemných vôd, ktorá prechádza do predpovedného obdobia a zahrnutie tej časti podzemného odtoku z daných zásob podzemných vôd, vytvorených odmäkom a dažďom v predpovednom období, ktorá prechádza do obdobia nasledujúceho. Ostáva nevyčlenená tá časť objemu, ktorá sa v predpovednom období dostáva do podzemných zásob, ale v tom istom období vracia sa z nich znovu do odtoku v uvažovanom profile. Toto vyčlenenie nebolo by v danom prípade ani z genetického hľadiska správne, pretože nie je rozhodujúce pri riešení daného problému, akými cestami sa odmäková a dažďová voda dostávajú počas uvažovaného predpovedného obdobia do riečnej siete, či už ako povrchový, podpovrchový, alebo podzemný odtok. Vychádzajúc pri danej, t. j. značnej dĺžke uvažovaných jarnej období z predpokladu, že vplyv podzemnej vody predchádzajúceho obdobia na odtok jarnej obdobia je blízky vplyvu zásob podzemnej vody daného jarnej obdobia na odtok obdobia nasledujúceho, zanedbaním vyčlenenia podzemných vôd tak, ako sa bežne robieva, nedopustíme sa uvažovaním celkového objemu jarnej odtoku citelnej chyby, skôr naopak, upresňujeme vlastne objem jarnej vodnosti o hodnotu, ktorá prechádza do nasledujúceho obdobia, čím uvažujeme tento objem vyhovujúco vyčlenený

z hľadiska genetického ako výsledok zimnej snehovej akumulácie a jarných dažďových zrážok.

3. Voľba faktorov určujúcich objem jarnej vodnosti

V metóde predpovede objemu jarnej vodnosti sa musia predovšetkým odraziť prírodné podmienky jednotlivých povodí a stav podkladových materiálov, získaných meraniami v nich. Komplex argumentov fyzikálnych (najmä zanedbateľný vplyv toho-ktorého činiteľa), argumentov praktických (najmä nedostatok vyhovujúcich podkladových údajov) a štatistických (najmä zanedbateľná variabilita toho-ktorého činiteľa) je podkladom výberu tých faktorov, ktoré treba buď priamo, alebo pomocou nepriamych ukazovateľov zahrnúť do vzťahu, aby výsledok dosiahol najmenej hranicu praktickej použiteľnosti. Rozhodujúcimi faktormi sú tie, ktoré sú známe. či už priamo, alebo nepriamo, do dátumu vydania predpovede a ktoré umožnia predpoveď garantovaného objemu jarnej vodnosti. Sú to v každom prípade zásoby vody v snehovej pokrývke alebo ich ukazovateľ (Ak) a podľa priepustnosti povodia, jeho reliéfu a existujúcich hydrometeorologických materiálov aj ukazovateľ infiltračnej schopnosti podkladu k uvedenému dátumu (I). Ak chceme rozšíriť predpoveď objemu jarnej vodnosti v celej šírke pravdepodobne možného výskytu, je nevyhnutné uvážiť aj ďalší významný faktor, ktorým sú zrážky daného predpovedného obdobia (X_j). Tu máme tieto možnosti:

Neuvažovať ich a počítať iba garantované hodnoty objemu, ktoré možno s veľkou pravdepodobnosťou očakávať aj vtedy, ak sa v jarnom období zrážky nevyskytnú, alebo vyskytnú sa len zrážky bezvýznamné z hľadiska vplyvu na odtok.

Uvažovať ich ako dlhodobý priemer za vybrané obdobie jarnej vodnosti a počítať priemerné najpravdepodobnejšie hodnoty objemu.

Uvažovať ich na základe predpovede počasia diferencovanejšie, ale kvalitatívne a počítať objemy danej pravdepodobnosti.

Uvažovať ich na základe predpovede počasia kvantitatívne je nateraz nemožné.

Toto sú hlavné a rozhodujúce faktory. Ovplyvňujú predpovedávaný odtok značne, no nie do tej miery, aby najmä za určitých situácií ich vplyv nemohol byť do určitej miery zastretý ďalším, vo vzťahu neuvažovaným činiteľom. Vplyv tohto bolo by možné presnejšie určiť iba v prípade, keby údaje o uvažovaných hlavných faktoroch alebo ich nepriamych charakteristikách neobsahovali podstatnejšie chyby a keby pre jeho zavedenie do vzťahu boli k dispozícii vyhovujúce údaje.

4. Možnosti stanovenia nepriamych ukazovateľov jednotlivých hlavných faktorov

Pri rozpracúvaní metodiky predpovede objemu jarnej vodnosti v daných podmienkach temer vždy prichodí uchýliť sa k použitiu nepriamych ukazovateľov ako množstva úhrnných zrážok, spadnutých za uvažované obdobia, ako aj veľkosti akumulácie vody v snehovej pokrývke, strát odtoku v jarnom období a iných faktorov, kým je potrebné ich uvažovať a kým ich existujúce materiály dovoľujú uvažovať. Hľadáme prvok alebo skupinu prvkov s vyhovujúcimi údajmi za uvažovaný rad rokov, ktoré by dovolili nepriamo čo najvyhovujúcejšie charakterizovať hlavné faktory, podmieňujúce jarnú vodnosť, ktorých priame merania nie sú k dispozícii. Najvýznamnejšími a najdostupnejšími sú údaje o úhrnných zrážkach, snehovej pokrývke, teplotách vzduchu a odtokoch. Rozoberme možnosti, ktoré napriek uvedeným nedostatkom poskytujú a posúďme použiteľnosť pomocou nich získaných ukazovateľov.

Problém strát odtoku v jarnom období je veľmi zložitý a nedostatočne rozpracovaný. Až na základe ďalších experimentálnych výskumoch v laboratóriách a vo výskumných povodiach bude možno nájsť hlavné parametre procesu infiltrácie snehových a dažďových vôd v uvedenom období.

Vydíme zo zjednodušeného predpokladu, že tieto straty možno charakterizovať:

- a) nasýtením podkladu k začiatku jarného obdobia,
- b) hĺbkou zámruzu pôdy k začiatku jarného obdobia,
- c) intenzitou odmäku v jarnom období.

a. Nepriame charakteristiky predchádzajúceho nasýtenia povodia k začiatku jarného obdobia

Nemáme k dispozícii priame merania, ktoré by dovolili urobiť si čo aj len približnú predstavu o zásobách vody v pôde k začiatku jarného obdobia. Pri hľadaní náhradných riešení môžeme postupovať dvoma spôsobmi: hľadať nepriamy ukazovateľ pomocou približných spôsobov výpočtu vodnej bilancie pôdy a pomocou nepriamych charakteristík zásob vody v pôde. Je zrejmé, že za daného stavu príslušných podkladových materiálov a pre dané povodia nemožno riešiť bilančnú rovnicu, uvažujúc ju trebárs vo veľmi zjednodušenom tvare. Ostáva cesta nepriamych charakteristík.

Zrážky predchádzajúceho predzimného obdobia. Možno ich uvažovať ako sumu zrážok za určité zvolené obdobie, alebo vypočítať indexy stupňa vlhkosti pôdy, určené zvážením vplyvu zrážok vybraného predzimného obdobia. Ak uvažujeme sumy zrážok, výber predchádzajúceho jesenného obdobia musí byť skoncentrovanejší k začiatku zimy, pretože zrážky vzdialenejšie od začiatku zimného obdobia, ktoré sa dostali do podkladu, stačia sa ešte z veľkej časti v danom období pri daných veľkostiach povodí odtokom a výparom vyčerpať. Výber predchádzajúceho obdobia pri uvažovaní indexov je určený hranicou, pri ktorej ešte daný denný úhrn zrážok, násobený príslušným koeficientom, predstavuje reálne uvažovateľnú hodnotu. Navrhujeme uvažovať vplyv zrážok jednotlivých predchádzajúcich dní pomocou koeficientov, ktoré zodpovedajú poklesu výtokovej čiary, stanovené pre príslušné povodie. Taktó stanovené hodnoty koeficientov, a tým aj zároveň dĺžku uvažovaného predzimného obdobia pokladám za najpodloženejšie. Toto kritérium voľby dĺžky obdobia platí i pre prípadne uvažované odtoky predchádzajúceho predzimného obdobia. Tieto charakteristiky predchádzajúceho nasýtenia podkladu nemajú však vzhľadom na klimatické pomery daného územia plné opodstatnenie. Činiteľom, ktorý vplyv týchto ukazovateľov prekrýva, je vplyv samého zimného obdobia, počas ktorého dochádza k doplneniu zásoby vody v podklade. Je teda nevyhnutné uvážiť pri odtokoch predzimného obdobia aj odtoky zimného obdobia, a to za dost dlhé obdobie pred začiatkom jarného obdobia. Výber kratších úsekov skresľuje situáciu, pretože sa môže týmto výberom vynechať práve pre charakteristiku zimného nasýtenia podkladu významná fáza odtoku, ktorej časová vzdialenosť, aby si pritom zachovala svoj vplyv na nasledujúce obdobie, môže byť podstatne väčšia, ako je to napr. v letnom období intenzívneho vyčerpávania vôd, akumulovaných v podklade a výpare. V zimnom období je výpar pre výpočet tohto druhu zanedbateľný a v podklade akumulovaná voda môže sa v dôsledku nasledujúcich nízkych teplôt zo značnej časti uchovať cez dlhšie obdobie až do začiatku jarného odmäku.

b. Nepriama charakteristika hĺbky zámrazu pôdy k začiatku jarného obdobia

Vyhovujúce priame údaje o hĺbke zámrazu pôdy chýbajú. Jediným jej možným ukazovateľom môže byť vhodne volená teplotná charakteristika zimného obdobia. Často používaná býva suma záporných priemerných denných teplôt vzduchu za zimné obdobie. Vplyv teploty vzduchu na hĺbku zámrazu pôdy je však modifikovaný snehovou pokrývkou. Preto je účelnejšie v prípade vyhovujúcich záznamov o teplotách vzduchu a snehovej pokrývke uvažovať sumy záporných teplôt za obdobie, kým snehová pokrývka nedosiahla určitú hrúbku.

c. Nepriama charakteristika intenzity odmäku v predpovednom období

Existencia vzťahu medzi množstvom roztopeného snehu a sumou kladných teplôt vzduchu za obdobie odmäku dovoľuje využiť ako nepriamy ukazovateľ intenzity odmäku sumu kladných priemerných denných teplôt vzduchu za jarné obdobie. Tento ukazovateľ má význam, súc uvažovaný iba v období trvania snehovej pokrývky na prevažnej časti povodia, teda v prvej fáze predpovedného obdobia. Koniec obdobia máva s veľkou pravdepodobnosťou vysoké teploty už bez snehovej pokrývky, čo skresľuje preukaznosť tejto charakteristiky. Zavedenie tohto faktora do výpočtu vyžaduje tak isto ako pri jarných zrážkach jeho predpoveď. Súčasný stav meteorológie, aj keď je na vysokej teoretickej úrovni, nedovoľuje predpoveď počasia na takú dlhú dobu dopredu. Do vzťahov pre predpoveď možno ho zaviesť nanajvyš len v málo diferencovanom kvalitatívnom hodnotení.

Zhodnotenie vplyvu infiltračnej schopnosti povodia na straty odtoku v predpovednom jarnom období pomocou uvedených ukazovateľov bude možné vykonať len v značne priepustných povodiach a s podkladovým materiálom, dovoľujúcim vyhovujúco presne vyjadriť i takto definované ukazovatele. Predpokladaný dosť tesný vzťah medzi jarnou vodnosťou, ukazovateľom zimnej snehovej akumulácie a jarnými zrážkami a chyby v ocenení zimnej akumulácie, zrážok a odtokov jarného obdobia nedovolia pri pomerne nepriepustných povodiach jednoznačne zhodnotenie uvedeného vplyvu tak, aby vzniknuté odchýlky bolo možné jednoznačne pripísať pôsobeniu infiltračnej schopnosti podkladu na začiatku jarného obdobia.

B. Zásoby vody v snehovej pokrývke k začiatku jarného obdobia

Nedisponujúc základným údajom — vodnou hodnotou snehovej pokrývky — uvážil som za určitých podstatne zjednodušujúcich predpokladov možnosť použitia nepriamych ukazovateľov zásob vody v snehovej pokrývke, ktoré by vyhovujúco odrážali relatívnu zmenu veľkosti akumulácie vody v snehovej pokrývke k začiatku obdobia jarného odtoku v jednotlivých rokoch uvažovaného obdobia.

Za daných možností možno vychádzať:

a) z využitia existujúcich materiálov o výškach snehovej pokrývky a o výškach novonapadnutého snehu,

b) z uváženia niektorých ďalších ukazovateľov snehovej akumulácie, vychádzajúcich z meraní úhrnných zrážok, odtokov a teplôt vzduchu.

a. Nepriame charakteristiky akumulácie vody v snehovej pokrývke, založené na meraniach snehovej pokrývky

Želateľným by bol priamy ukazovateľ tejto akumulácie, získaný vyhovujúco presným-

mi, rovnakým spôsobom konanými meraniami v ustálenej sieti staníc. Nemožno ho spätne získať za minulé obdobie. iba pre dané súčasné zimné obdobie (ak samozrejme takéto merania boli už zavedené). Bude však potrebný rad rokov od zavedenia týchto meraní, aby ich bolo možné pre predpoveď objemu jarnej vodnosti použiť. Za daného stavu sa preto snažíme nájsť také nepriame ukazovatele, ktoré by nám spätne dovolili odhadnúť relatívne veľkosť akumulácie v jednotlivých rokoch uvažovaného minulého obdobia pomocou snehomerných materiálov, a takto získať potrebné rady údajov pre štúdium vzťahov.

Suma výšok snehovej pokrývky za obdobie trvalej snehovej pokrývky nemôže byť vyhovujúcim ukazovateľom bez ďalšieho prihliadnutia na časový režim spadnutia snehových zrážok. Suma výšok novonapadnutého snehu za obdobie trvalej snehovej pokrývky ukazuje sice veľkosť zrážok, spadnutých ako sneh, nehovorí však nič o vplyve zimných odmäkov na ne, ktorý býva značný. Maximálna výška snehovej pokrývky ku koncu zimného obdobia nie je tak isto vyhovujúcou charakteristikou. Raz môže mať snehová pokrývka pri väčšej výške menšiu vodnú hodnotu a naopak. Závisí to od časového režimu spadnutia snehových zrážok a poveternostných podmienok tej-ktorej zimy.

Pri výpočte ukazovateľa pomocou údajov o denných výškach snehovej pokrývky možno vyjsť zo známej skutočnosti poklesu snehovej pokrývky s časom, ktorý možno približne vyjadriť vzťahom $h_x = h_0 x^{-0,3}$, overeným u nás J. Martincom [16], kde h_0 = pôvodná výška vrstvy snehu, h_x = výška vrstvy snehu po x dňoch a počítal z vykresleného chodu denných výšok snehovej pokrývky pre jednotlivé úseky jej vzrastu pokles k stanovenému dátumu pred začiatkom jarného odtoku, berúc do úvahy podstatnejšie poklesy snehovej pokrývky v obdobiach občasných zimných odmäkov. Tam, kde sú k dispozícii vyhovujúce záznamy o denných výškach novonapadnutého snehu, navrhujem vychádzať z týchto hodnôt tak, že sa v rozpätí maximálne 2—3 dní sčítajú, súčtu sa prisúdi poloha dňa s najväčšími snehovými zrážkami a pre takto získané výšky novonapadnutého snehu počíta sa pokles podobne ako pri predchádzajúcom variante s rešpektovaním zimných odmäkov. V oboch prípadoch možno predpokladať zjednodušene počiatočnú hodnotu hustoty snehovej pokrývky 0,1. Zrejme, že sú od tejto hodnoty odchýlky, podľa experimentálnych údajov [2, 15] najčastejšie v medziach 0,05—0,15, spôsobované druhom snehu, spôsobom jeho spadnutia a polohou stanice. Uvedený priemerný odhad dáva najlepší predpoklad pre vzájomné porovnávanie. K stanoveným dátam sa pre výšku snehovej pokrývky, skladajúcu sa z jednotlivých poklesnutých jej vrstiev o počiatočnej hustote 0,1, vypočíta úhrnná vodná hodnota, uvažovaná ako nepriamy ukazovateľ skutočnej vodnej hodnoty.

b. Nepriame charakteristiky akumulácie vody v snehovej pokrývke, založené na meraniach úhrnných zrážok, odtokov a teplôt vzduchu

Aby bolo možné dať aj za situácie, keď sú snehomerné záznamy nepoužiteľné, alebo vôbec chýbajú, aspoň informatívnu prognózu očakávanej jarnej vodnosti, pokúsil som sa stanoviť nepriamu charakteristiku zimnej akumulácie, nezávisiacej od týchto záznamov.

Úhrnné zrážky zimného obdobia. Ak by šlo o vyhranené zimné obdobie a vyhovujúci počet a rozmiestenie zrážkových staníc a staníc merajúcich teplotu vzduchu, úhrnné zimné zrážky boli by spoľahlivým ukazovateľom zimnej akumulácie v jednotlivých výškových pásmach povodia i na celej jeho ploche. Väčšina povodi slovenských Karpát sa tejto podmienke okrem výnimiek malých vysokohorských

povodí ani zďaleka nepribližuje. Zimné zrážky sú v zložitom priebehu počasia jednotlivých zím transformované šťastie priamo už na zimný odtok, šťastie na odtok z odmäku počas zimného obdobia a šťastie ostávajú ležať ako snehová pokrývka a odtekajú až počas jej odmäku v jarnom období. Hodnota úhrnných zimných zrážok — čo ako presná — nemôže byť v povodiach uvažovaného územia vyhovujúcim ukazovateľom zimnej akumulácie.

Niekedy sa úhrnné zrážky zimného obdobia zavádzajú do vzťahov spolu s ďalšou premennou, teplotami zimného obdobia. Aj použitie oboch týchto premenných nedáva vyhovujúce výsledky bez bližšieho uváženia zrážkového a teplotného režimu danej zimy. Akumulácia nezávisí len od toho, či zima nastúpi skoro, alebo neskoršie, alebo či bude tuhá, alebo len priemerná. Tieto charakteristiky zimného obdobia sú jednoznačne rozhodujúce tam, kde maximum zrážok pripadá práve na zimné obdobia a ich variabilita je pomerne malá. V našich podmienkach zimné zrážky sú, naopak, podpriemerné vzhľadom na ročný priemer a ich variabilita je značná. Extrémna menlivosť zimných období čo do dĺžky, stabilnosti a tuhosti zím, značná menlivosť zimných zrážok čo do ich výšky a obdobia výskytu v rámci zimného obdobia vytvárajú predpoklady pre značný počet variantov veľkosti akumulácie, ktoré takto definovaný ukazovateľ nestačí postihnúť.

Rozdiel úhrnných zimných zrážok a odtoku. Základným predpokladom použitia tohto ukazovateľa akumulácie je poznanie skutočnej hodnoty spadnutých zrážok v povodí za príslušné obdobie. Získanie takejto hodnoty naráža na ťažkosti, pretože vo väčšine povodí nedisponujeme meraniami vo vyhovujúco rozloženej sieti zrážkomerných staníc ani možnosťami výpočtu pomocou zrážkových a teplotných gradientov. Treba sa sústrediť na vyhovujúce určenie opravného koeficientu (k'), ktorý by nám dovolil úpravu za daných podmienok vypočítaných výšok zrážok na skutočné hodnoty, teda $k' \cdot X_z \text{vyp.} [9]$. Ale ani rozdiel ($k' \cdot X_z \text{vyp.} - O_z$) nemôže byť celkom vyhovujúcim ukazovateľom, pretože časť dažďovej a snehovej vody zimného obdobia spotrebovala sa ešte na infiltráciu a výpar. Až výraz $k \cdot (k' \cdot X_z \text{vyp.} - O_z)$, kde k = koeficient, vyjadrujúci uvedené straty v súhlase s odtokovým koeficientom, charakterizoval by vyhovujúco akumuláciu daného roku s tou výhradou, že časť uvedených strát môže ostať zadržaná v snehovej pokrývke a zväčšovať jej vodnú hodnotu. Pripúšťajúc túto retenciu časti strát v snehovej pokrývke za predpokladu, že sa časť do podkladu infiltrovanej vody dostáva do odtoku ešte počas zimného obdobia a zanedbajúc hodnotu zimného výparu, ktorý je v tomto období malý, možno v prípadoch, keď niet inej možnosti, použiť tento ukazovateľ v tvare ($k' \cdot X_z \text{vyp.} - O_z$).

Výpočet pomocou nepriameho ukazovateľa snehových zrážok a v zimnom období roztopenej ich časti. V prípadoch, keď merania snehu vôbec chýbajú, navrhol L. Serra [20] výpočet koeficientu (η), pomocou ktorého možno vyjadriť veľkosť novej snehovej akumulácie z daných úhrnných zimných zrážok (X_z). Vyšiel zo zrážkových údajov jednotlivých mesiacov zimného obdobia a pokúsil sa určiť z tohto celkového úhrnu pomocou údajov o teplote povodia percento zrážok, spadnutých vo forme snehu. Teplotu povodia definoval prítomnou teplotou, zodpovedajúcou priemernej výške povodia. Majúc pre daný mesiac priemer minimálnych denných teplôt (m) a priemer maximálnych denných teplôt (M), počítal index (η), vyjadrujúci v percentách podiel snehových zrážok na úhrnných zrážkach daného mesiaca:

$$\eta = \frac{(m)}{\Delta} 100 \%,$$

pričom Δ = rozdiel medzi hodnotami M a m . Tento výpočet sa robí len v prípadoch,

ak $m < 0^{\circ}\text{C}$ a $M > 0^{\circ}\text{C}$. V prípadoch, ak $m > 0^{\circ}\text{C}$, všetky zrážky spadli ako dážď a $\eta = 0\%$. V prípadoch, ak $M < 0^{\circ}\text{C}$, všetky zrážky spadli ako sneh a $\eta = 100\%$. Násobiac zrážkový úhrn (X) daného mesiaca príslušným vypočítaným indexom, teda $X \cdot \eta$, získame ukazovateľ zrážok, spadnutých vo forme snehu v danom mesiaci.

Tento výpočet predpokladá pravidelné rozdelenie zrážok v mesiaci. Takýto predpoklad v našich podmienkach vôbec nemožno prijať. Upravil som výpočet tohto ukazovateľa, vychádzajúc z kratších období (dekáda, pentáda, deň). Aj pri dni dochádza ešte k nepresnostiam, zapríčineným denným chodom zrážok. Počnúc od mesačných hodnôt skracovaním až na deň rastie preukaznosť tohto ukazovateľa zreteľne.

Ukazovateľ $X \cdot \eta$ však nie je dostačujúci. Snehová pokrývka už v priebehu zimného obdobia podlieha občasným odmäkom. Túto skutočnosť som sa pokúsil vyjadriť tým, že som od ukazovateľa zrážok, akumulovaných v snehovej pokrývke, odčítal hodnotu ukazovateľa odmäku snehovej pokrývky, vyjadrujúceho úbytok zásoby snehu počas zimného obdobia. Tento ukazovateľ som vyjadril pomocou sumy kladných priemerných denných teplôt vzduchu (T) za určitú časovú jednotku v priebehu zimného obdobia, teda úhrnu teploty v stupňodňoch a koeficienta odmäku (φ), ktorý sa vyjadruje v milimetroch vody, vzniknutej topením snehu, pripadajúcich na kladný stupňodeň a pre ktorý u nás zaviedol J. Martinec [16] termín teplotný faktor. Ich vynásobením ($T \cdot \varphi$) možno určiť ukazovateľ výšky roztopeného snehu za uvažované zimné obdobie. Ukazovateľ veľkosti akumulácie vody v snehovej pokrývke (A_k) pre uvažovanú časovú jednotku (n) je potom vyjadrený takto:

$$A_{k_n} = (A_{k_{n-1}} + X_n \cdot \eta) - (T_n \cdot \varphi). \quad (7)$$

A_{k_n} predstavuje pre nasledujúcu výpočtovú jednotku $A_{k_{n-1}}$. Takto postupujeme vo všetkých časových úsekoch až ku začiatku jarného obdobia a posledná hodnota A_{k_n} predstavuje ukazovateľ akumulácie vody v snehovej pokrývke k tomuto dátumu.

Rovnicu (7) môžeme tiež vyjadriť takto:

$$A_{k_n} - A_{k_{n-1}} = X_n - [(X_n - X_n \cdot \eta) + (T_n \cdot \varphi)]. \quad (8)$$

Výraz $[(X_n - X_n \cdot \eta) + (T_n \cdot \varphi)]$ predstavuje straty úhrnných zrážok za uvažovaný čas na zrážky dažďové a na odmäk z vytvorených sa snehových zásob, ktoré v priebehu uvažovanej doby odtiekli, infiltrovali do podkladu, zadržali sa v snehovej pokrývke a vyparili. Pre upresnenie uvedeného ukazovateľa akumulácie bolo by potrebné poznať množstvo vody, zadržané v snehovej pokrývke v dôsledku jej retenčnej schopnosti, pretože táto voda ostáva v objeme snehovej akumulácie. Výpar a kondenzáciu ako malé hodnoty a s protichodným vplyvom možno zanedbať.

Ak by sme vedeli z úhrnných zrážok za zimné obdobie vylúčiť dažďové zrážky a zo snehových vylúčiť tú časť, ktorá sa roztopila ešte v priebehu zimy, vypočítať koeficient odtoku dažďových a odmäkových vôd za dané obdobie, rozdeliť straty týchto vôd na infiltráciu do podkladu a retenciu v snehovej pokrývke, mohli by sme z vyhovujúce presne meraných použitých prvkov dostať vyhovujúco presný kvantitatívny údaj snehovej akumulácie za dané obdobie. Uvedený proces ani dostačujúco nepoznáme a aj pri krajnom jeho zjednodušení nemáme vyhovujúce merania pre jeho vyjadrenie a sme nútení hovoriť len o ukazovateľoch použitých prvkov. Aj napriek len takýmto k dispozícii stojacim podkladom možno sa pokúsiť pomocou hrubej schematizácie uvedeného procesu určiť ukazovateľ zásoby vody v snehovej pokrývke.

Keď bolo možné v povodí s nepriaznivými prírodnými podmienkami a málo vyho-

vujúcim podkladovým materiálom (Laborec po Michalovce) stanovit' nepriamy ukazovateľ akumulácie ku koncu zimného obdobia pomocou snehomerných záznamov, vykazujúceho dosť tesný vzťah s jarnou vodnosťou ($r = 0,70-0,75$ podľa výberu predpovedného obdobia) a nepriamy ukazovateľ pomocou údajov o úhrnných zrážkach a teplote vzduchu, vykazujúci už prijateľne tesný vzťah s jarnou vodnosťou ($r = 0,60-0,65$), je isté, že v povodiach s priaznivejšími podmienkami budú vzťahy uvedeného ukazovateľa, definovaného oboma uvedenými spôsobmi, ešte tesnejšie.

C. Zrážky jarného obdobia

Pod jarnými zrážkami rozumieme všetky zrážky predpovedného obdobia, či už spadli v tomto období ako sneh, či ako dážď na snehovú pokrývku, alebo dážď na plochu. uvoľnenú od snehu. Ich vypočítané hodnoty, aké môžeme mať za daných podmienok k dispozícii, sú tak isto len ukazovateľmi skutočnej hodnoty. Ich používanie len pre časť predpovedného obdobia, ako sa to niekedy zavádza, nie je vzhľadom na ich rast smerom k neskorej jari odôvodnené. Treba ich uvažovať za celé predpovedné obdobie. Zaviesť tento faktor do výpočtu vyžaduje jeho predpoveď. Dať ju na takú dlhú dobu dopredu, je, ako sme už uviedli, nemožné, o ich časovom chode a intenzite ani nehovoriac. Pre výpočet a rozbor kontrolných predpovedí (za minulé roky) uvážime známe merané hodnoty, pre predpoveď použijeme vhodne volené stupne kvalitatívneho hodnotenia týchto zrážok a hodnoty predpovedávaného objemu danej pravdepodobnosti prekročenia určujeme podľa pravdepodobnosti prekročenia predpokladanej sumy zrážok za predpovedné obdobie.

Záverom k celej stati treba povedať, že bude nevyhnutné venovať sústavnú pozornosť hľadaniu s ohľadom na dané prírodné podmienky a materiál najvhodnejších ukazovateľov premenných, fyzikálne správne podložených, pretože od nájdania takýchto indexov značne závisí možnosť zlepšovania metodík predpovede jarnej vodnosti.

5. Výber predpovedných období jarného odtoku

Stupeň znižovania tesnosti hľadaných závislostí záleží jednak od stupňa zjednodušovania týchto závislostí, ale aj od výberu predpovedného obdobia, pre ktoré závislosti riešime. Výber predpovedných období v rámci základných kalendárnych, časovou polohou nemenlivých mesačných období možno zdôvodniť iba tým, že sú pre ne k dispozícii spracované podkladové materiály v mesačných hodnotách. Takýto výber je však veľmi schematický a podstatne skresľuje skutočný časový výskyt predpovedaného javu v tých hraniciach, ako som ich prv definoval. Rozdiel mesiaca je už v daných podmienkach príliš veľký, aby mohol vystihnúť obdobie odtoku z predchádzajúcej akumulácie snehu. Je teda nevyhnutné siahnuť po výbere diferencovanejších období. Preto treba prihliadnuť na priebeh čiar prietokov s uvážením existujúcich údajov o zrážkach a teplote.

Rozhodujúcimi pre skutočnú dĺžku obdobia jarnej vodnosti sú predovšetkým veľkosť zimnej snehovej akumulácie, ráz počasia a vplyv konštantných činiteľov — reliéfu povodia, do určitej miery aj zalesnenia. Rôzne kombinácie týchto faktorov podmieňujú rozdielne trvanie obdobia jarnej vodnosti a rozdielny jej priebeh, ktorý je v uvažovanom území komplikovaný a iba zriedka vytvára pomerne jednoduchú vlnu s vyhraneným začiatkom a ukončením. Pri všetkej zložitosti možno však, použijúc určité kritériá, vydeliť na čiare prietokov obdobie, o ktorom možno predpokladať, že je spoluutvárané predovšetkým odmäkom v zime nahromadeného snehu a potom zrážkami tohto obdobia.

Určenie začiatku obdobia jarnej vodnosti je pomerne ľahké. Môže byť definovaný väčším a trvalejším stúpnutím prietokov podľa výškovej polohy povodia po začiatku februára až po začiatku marca so zanedbaním, vzhľadom na celkový objem, malých zvýšení, spôsobených odmäkom na najexponovanejších miestach. Určenie ukončenia jarného obdobia sťažuje značný vplyv súčasných jarných zrážok. Bez vplyvu týchto zrážok je to jeden z dní značného poklesu čiar prietokov za udržiavajúcej sa značnej teploty, nasledujúci v určitom časovom odstupe po dni, keď prietok prestáva reagovať na teplotu vzduchu. Pri vyskytujúcich sa súčasných zrážkach je potrebné prešetriť, či za vlnou, spôsobenou týmito zrážkami, došlo ešte k zvýšeniu prietoku v dôsledku stúpnutia teploty. Ak áno, treba ju zahrnúť do uvažovaného obdobia, ak nie, vylúčiť ju z neho. Takéto vyčlenenie obdobia jarnej vodnosti, utváranéj prevažne odtokom z odmäku snehových zásob, meniaceho sa z roka na rok svojou dĺžkou vplyvom veľkosti zimnej akumulácie a intenzity odmäku, je z genetického hľadiska správne. Avšak prax, najmä s ohľadom na spotrebiteľa, ukazuje, že pre predpoveď je účelné uvažovať dĺžkou stále obdobia, meniace sa prípadne časovou polohou.

Odporúčam voliť medzi krajnými možnosťami — dĺžkou a časovou polohou stálymi kalendárnymi mesačnými obdobiami a dĺžkou a časovou polohou menlivými nekalendárnymi obdobiami — niekoľko variantov prijateľného vymedzenia jarného obdobia, ktoré by svojimi menlivými začiatkami rešpektovalo jeho skutočné začiatky, ukončenie by sa určilo pripočítaním k začiatku 30, 45, 60 i viac dní (resp. 1, 1,5, 2 i viac mesiacov) podľa výškových rozdielov toho-ktorého povodia tak, aby uvažované obdobie tvorilo dĺžkou rovnaké jednotky.

Začiatok obdobia jarného odtoku možno stanoviť v určitom menšom predstihu. Medzi začiatkom intenzívnejšieho stúpania teploty nad 0°C , teda začiatkom na značných plochách nastávajúceho odmäku, cez proces nasýtenia snehovej pokrývky vodou, odovzdávania tejto vody podkladu a z neho riečnej sieti a z nej do uvažovaného profilu uplynie určitá doba, dovoľujúca pri poznaní tendencie vývoja počasia včasné určenie začiatku obdobia jarnej vodnosti. Ak by šlo len o prechodné zvýšenie teploty, ktoré nevyvolalo výraznejšie stúpnutie prietoku, začiatok obdobia sa posunie na neskoršie s prihliadnutím na režim teploty.

Čo sa týka dĺžky k dispozícii stojacich radov základných pozorovaní a meraní, dosahuje do úvahy prichádzajúcich povodiach 25, 30 a v niektorých povodiach i viac rokov. Sú to rady tak dlhé, aby umožnili dostačujúco podložené štatistické spracovanie a rozbor a vylučovali u použitých kritérií podstatné chyby, spôsobené výberom radu a jeho časovým rozsahom. Tak dlhé obdobia poskytujú už značne extrémne hodnoty v oboch smeroch od priemeru, z čoho vyplynie všeobecnejšia platnosť nájdených vzťahov pre dané povodia, t. j. pre dlhší časový úsek, než pre ktorý sú počítané, čo má značný význam pre použitie nájdeného vzťahu.

IV. ZÁVER

Uvedené úvahy sledovali posúdenie možnosti predpovede objemu jarnej vodnosti v povodiach slovenských Karpát vzhľadom na ich prírodné podmienky a k dispozícii stojaci podkladový materiál. Obsahujú upresnenú predstavu o faktoroch jarnej vodnosti v danom území a kritický rozbor možností ich priameho alebo nepriameho vyjadrenia. Zvlášť je venovaná pozornosť určaniu nepriamych charakteristík snehovej akumulácie, zhodnoteniu existujúcich postupov a pokusu o také vyjadrenie ukazovateľa, ktoré možno použiť tam, kde niet k dispozícii vyhovujúcich snehomerných záznamov. Upresňujú tiež kritériá voľby predpovedných období a obsahujú návod na výber takého predpo-

vedného obdobia, ktoré by najvýstižnejšie charakterizovalo odtokovú fázu jarnej vodnosti a bolo prijateľné z hľadiska praktického použitia.

Z doteraz získaných poznatkov pri štúdiu daného problému sa ukazuje, že napriek tomu, že v študovanom území nejde o dlhotrvajúcu, neprerušovanú a z hľadiska podielu zimných zrážok na celoročnom úhrne významnú akumuláciu, ani o vyhranený a nerušený jej odmäk, i napriek značným odôvodneným zjednodušeniam, bude možné nájsť vzťahy objemu jarnej vodnosti s podmieňujúcimi ju hlavnými faktormi, ktoré umožnia jej predpoveď, a tým racionálnejšie využitie zásob vody, akumulovanej vo vodných nádržiaciach.

I pri nedostatku, ktorý z hľadiska potrieb hydrologie majú možnosť doteraz zhromaždené a spracované podkladové materiály použiť do doby, než sa získajú spoľahlivejšie pozorovania alebo presnejšie nepriame charakteristiky toho-ktorého prvku, požiadavka, poskytnúť čo najskôr použiteľné výsledky, nás núti — a dlhšie to nebude ináč — vychádzať z existujúcich materiálov, podmieňujúcich spôsob a presnosť riešenia. Pri riešení daného problému je potrebné uberať sa v povodiach uvažovaného územia dvoma hlavnými smermi:

1. Cestou využitia doteraz existujúcich materiálov. Existujúce podkladové materiály nedovoľujú celkom vyhovujúce riešenie daného problému. Nie sú dostačujúce svojím rozsahom a kvalitou pre kvantitatívne vyjadrenie toho-ktorého faktora v tom-ktorom povodí. Možno ich však použiť ako približné nepriame ukazovatele týchto faktorov alebo ako materiály pre výpočet nepriamych ukazovateľov. Nevyužiť ich a čakať na nové, presnejšie podklady, týkajúce sa najmä údajov o vodnej hodnote existujúcej zásoby snehu, bolo by v rozpore so súčasnými požiadavkami praxe.

2. Cestou zhromažďovania nových, početnejších a presnejších meraní, ktoré nebude síce možné využiť pre predpoveď v najbližšej dobe, ktoré však budú neskoršie, keď sa získa nový rad podstatne presnejších meraných hodnôt, podkladom pre upresnenie doterajších metodík, alebo prípadne aj pre riešenia nové. Základným údajom pre predpoveď jarnej vodnosti je veľkosť zimnej akumulácie k začiatku jarného obdobia. Preto predovšetkým treba venovať pozornosť ďalšiemu štúdiu snehových pomerov jednotlivých povodí. Z hľadiska potrieb vodného hospodárstva je potrebné navrhnuť prakticky (z hľadiska finančného a personálneho) prijateľnú sieť reprezentatívnych staníc s ohľadom na rozlohu a výškové pomery povodia, ako aj s ohľadom na najbližšie okolie stanice, skvalitniť meracie prístroje, dovoľujúce pomerne ľahko, rýchle a presne určiť vodnú hodnotu snehovej pokrývky a skvalitniť postupy merania predovšetkým prechodom od bodových meraní na snehomerné snímky, ktoré by dovolili získať čo najspoľahlivejšie údaje pre dané miesto. Všetky snahy získať uváženým, vedecky podloženým a hospodársky únosným spôsobom čo najvyhovujúcejšie údaje o akumulácii vody v snehovej pokrývke v jednotlivých povodiach prichádzajúcich do úvahy z hľadiska vodohospodárskeho využitia sú oprávnené. I keď vynaložené náklady budú značné, zaplatia sa pomerne rýchle z úspor, vzniknutých hospodárnejším využitím tejto vodnej zásoby.

Teritoriálne zovšeobecňovanie získaných závislostí je v dôsledku zložitých fyzicko-geografických pomerov a malej rozlohy uvažovaného územia temer nemožné. Celá oblasť Karpát na území Slovenska tvorí pestrú mozaiku, v ktorej sa vplyvy reliéfu, geologického zloženia, pôdnej a lesnej pokrývky a komplex klimatických činiteľov striedajú v nespočetných obmenách, odrážajúcich sa v odtokovom procese v jednotlivých povodiach. Ostáva teda úlohou určiť pre každý z hľadiska vodohospodárskeho významný profil závislosti objemu jarnej vodnosti od podmieňujúcich ju činiteľov na základe existujúcich podkladových materiálov. V najlepšom prípade možno použiť získanú zá-

vislosť v jednom povodí pre vybrané povodie — analogon s podobnými podmienkami pre utváranie odtoku.

LITERATÚRA

1. Abaljan T. S., *Prognozy mesačného stoka rek strednej Ázii*. Trudy CIP, 113, 1961, Moskva. — 2. Apollov B. A., Kalinin G. P., Komarov V. D., *Gidrologičeskije prognozy*. Gidrometeoizdat, Leningrad 1960. — 3. Balco M., *Předpověď odtoku jarných mesiacov*. Vodohospodársky časopis SAV, 1961, č. 1, Bratislava. — 4. Bra tr á n e k A., *Hydrologické porovnaní vltavské a vážské kaskády z hľadiska využitií vodní energie*. Sborník prednášok z celoštátnej konferencie hydroológov a hydroenergetikov, Tatranská Lomnica 1958. — 5. Briedoň V., *Snehové pomery povodia Oravskej priehrady z hľadiska vodohospodárskeho*. Vodohospodársky časopis SAV, 1956, č. 4, Bratislava. — 6. Coutagne A., *Étude générale des variations de débit en fonction des facteurs qui les conditionnent*. 3^e partie: Corrélations et prévisions nivo — fluviales. La Houille Blanche N^o 4/1959, Grenoble. — 7. Dimitrieva N. G., *Prognoz stoka gornych rek (k itogam i perspektive razvitiija voprosa)*. Trudy CIP, 59, 1957, Moskva. — 8. D z u b á k M., *Vztahy členov bilančnej rovnice v jarnom období v povodí horného Váhu*. Zpráva z čiastkovej úlohy ÚHH SAV, Bratislava 1958. — 9. Ferry S., — L u g i e z F., *Previsions d'apports pendant la période de fusion des reserves nivales*. Sborník AIHS, Assemblée générale de Bruxelles, 1951, Tome III. — 10. H y d r o m e t e o r o l o g i c k ý ú s t a v, Bratislava — archívne materiály, týkajúce sa záznamov o zrážkach, odtokoch, teplotách a snehovej pokrývke.

11. Ch a r š a n S. A., *Prognozy stoka gornych rek Sibirii*. Trudy CIP, 67, 1958, Moskva. — 12. K o m a r o v V. D., *Vesennij stok ravninnych rek jevropejskoj časti SSSR, usloviya jeho formirovaniya i metody prognozov*. Gidrometeoizdat, Moskva 1959. — 13. K o n č e k M. — Briedoň V., *Sneh a snehová pokrývka na Slovensku*. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava 1964. — 14. L a m b o r J., *Metody prognoz hydrologiczných*. Warszawa 1962. — 15. Linsley R. K., Kohler M. A., Paulhus J. L., *Applied hydrology*. New York 1949. — 16. Martinec J., *Předpověď odtoku ze sněhu na Vltavě*. Práce a studie seš. 103, VÚV, Praha 1961. — 17. Martinec J., *Sezónní předpovědi průtoků pro přehrady*. Práce a studie seš. 110, VÚV, Praha 1963. — 18. Petrovič Š., *Zmena hustoty snehovej pokrývky za zimné obdobie*. Meteorologické zprávy, roč. VII, č. 5, Praha. — 19. Popov E. G., *Voprosy teorii i praktiki prognozov rečnogo stoka*. Gidrometeoizdat, Moskva 1963. — 20. Serra L., *Écoulement provenant de la couverture neigeuse*. Sborník AIHS, Assemblée générale de Helsinki 1960. Commission des eaux de surface.

21. Š i m o E., *Vztahy členov bilančnej rovnice v jednotlivých mesiacoch a rokoch obdobia 1931—1950 v povodí Nitry a Hrona*. Zpráva z čiast. úlohy ÚHH SAV, Bratislava 1958. — 22. Š i m o E., *Vztahy členov bilančnej rovnice v jednotlivých mesiacoch a rokoch obdobia 1931—1950 v povodí Hornádu*. Zpráva z čiastkovej úlohy ÚHH SAV, Bratislava, 1959 — 23. V a ž n o v A. N., *Prognoz stoka polovodiya na gornych rekach s talo-doždevym pitaniem*. Trudy CIP, 59, 1957, Moskva. — 24. V a ž n o v A. N., *Prognozy vesenne-letnego stoka rek Zakavkazja*. Trudy CIP, 67, 1958, Moskva. — 25. Work R. A., *Snow layer density changes*. Transactions American Geophysical Union č. 4/1948.

Recenzoval O. Dub

Eduard Šimo

LES POSSIBILITÉS DE LA PRÉVISION DU DÉBIT DE PRINTEMPS DANS LES BASSINS DES CARPATHES OCCIDENTALES SUR LE TERRITOIRE DE LA SLOVAQUIE

Le présent article contient le jugement de la possibilité de la prévision du débit de printemps en ce qui concerne les rivières de cette région au point de vue de ses conditions naturelles et l'état donné des matériaux d'observations existants. Ensuite, il précise les facteurs principaux du débit de printemps de la région en question, donne l'analyse des possibilités de leur directe ou indirecte expression par rapport spécial à la détermination des indices indirects de l'accumu-

lation de neige et en outre il définit de même la période de prévision qui pourrait caractériser au plus exactement la phase du débit de printemps et serait acceptable au point de vue de l'utilisation pratique. Par la saison du débit printanier on comprend la saison se répétant tous les ans dans laquelle le débit est ou conditionné ou encore considérablement influencé par des eaux de fusion des réserves nivales hivernales du bassin ensemble avec les précipitations pluviales de printemps. Malgré les possibilités relativement défavorables de l'écoulement surtout à l'égard de la répartition des précipitations au cours d'une année avec le minimum dans la saison froide le débit de printemps est un phénomène quantitativement accentué dans la région en question grâce aux conditions favorables de l'écoulement dans cette saison et représente une part considérable du volume global annuel.

Le total des arguments physiques, à savoir, surtout l'influence négligeable de certains facteurs, ensuite des arguments pratiques, à savoir, surtout le manque des données fondamentales satisfaisantes ainsi que des arguments statistiques, à savoir, surtout la variabilité négligeable de certains facteurs, fait une base du choix des facteurs, qui doivent être compris dans la relation, ou directement ou à l'aide des indices indirects, afin que le résultat atteigne au moins la limite de l'application pratique. En tout cas, il s'agit des réserves nivales ou de leur indice à la date de l'émission de la prévision, éventuellement même de l'indice de la capacité d'infiltration du terrain à la date susdite à l'égard de la perméabilité du bassin, de son relief et des données hydrométéorologiques existantes, qui permettront la prévision du volume garanti. À ces facteurs s'ajoutent les précipitations de la saison de printemps qui permettront la prévision du volume probable à la condition de leur évaluation satisfaisante.

La pratique exige des résultats et force la recherche à procéder par la voie de telles méthodes de prévisions, qui pourraient en partie éviter les données de base insuffisantes et les remplacer en partie par les indices indirects. La partie essentielle de l'article présent se rapporte aux possibilités de la compensation des données quantitatives des facteurs principaux par leur indices indirects. Les données de base existantes malgré ses insuffisances considérables offrent les possibilités d'une telle compensation. Ensuite, l'auteur traite la proposition du choix de la saison de prévision, éliminant dans une certaine mesure la déformation de l'occurrence réelle du phénomène prévu.

Il est bien évident des connaissances obtenues jusqu'ici à l'étude du problème en question, qu'il sera possible de trouver les relations satisfaisantes du débit de printemps avec les facteurs principaux conditionnants. Ces relations permettront la prévision dudit débit et par ce fait l'exploitation rationnelle des apports de printemps. Ceci est possible bien qu'il ne s'agisse dans la région en question ni de l'accumulation de longue durée, ininterrompue et importante au point de vue de la part des précipitations d'hiver du total annuel, ni de la fusion concentrée et ininterrompue de cette accumulation et malgré les simplifications justifiées considérables au choix et à la manière de l'expression des facteurs principaux.

L'exigence d'offrir des résultats applicables force de sortir des données existantes, conditionnant la méthode et l'exactitude de la solution et il en sera de même dans les ans prochains. En même temps il faut cependant d'accumuler les données nouvelles, plus nombreuses et plus exactes, qui ne pourront pas être utilisées pour la prévision dans le temps le plus prochain, mais qui pourront servir plus tard de base pour préciser les méthodes existantes ou bien pour trouver les solutions nouvelles.

Traduit du slovaque par O. Just