

1973

**ZÁKLADNÉ METODICKÉ POSTUPY PROGNÓZY OBJEMU ODTOKU
ZO SNEHOVÝCH ZÁSOb A MOŽNOSTI ICH PRAKTICKÉHO POUŽITIA**

EDUARD ŠIMO

Ústav hydrológie a hydrauliky SAV, Bratislava,
Trnavská 20
ČSSR**SÚHRN**

Pri prognóze úhrnného objemu odtoku zo zásob snehu možno, obecne povedané, použiť tieto metódy: metódu vodnej bilancie, indexovú metódu korelačných závislostí, prípadne kombináciu oboch. Autor príspevku rozoberá možnosti ich praktického použitia a hodnotí tieto možnosti nasledovne:

Zostavenie metodík predpovede uvedeného objemu pomocou vyhovujúco presných bilančných komponent je za daných zložitých prírodných podmienok najmä horských povodí a daného stavu podkladových materiálov vylúčené. Rovnicu vodnej bilancie je možné a potrebné použiť ako teoretický základ genetického rozboru obehov vody v zimno-jarnom období. Tento rozbor dovoľuje zdôvodnený výber hlavných faktorov a určujúcich ich príčin, teda využitie korelačnej analýzy na kauzálnej báze. Použitie tejto analýzy, presnejšie indexovej metódy hľadania korelačných závislostí, je stále najvyhovujúcejším prístupom k riešeniu. Použitie kombinácie oboch metód limituje zase bilančná metóda z uvedeného dôvodu na najjednoduchšie riešenie a odhad.

Výber metódy je teda za daného stavu pomerne jednoznačný. Ostáva otvorenou voľba metodík v rámci najvyhovujúcejšej metódy. Táto voľba je určovaná kvalitou a rozsahom podkladových údajov, uvažovanou dĺžkou predpovedného obdobia a požiadavkami praxe.

СОДЕРЖАНИЕ**ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ОБЪЕМА СТОКА ИЗ СНЕЖНОГО
ЗАПАСА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

При прогнозе объема стока из снежного запаса можно использовать следующие методы: метод водного баланса, индексный метод корреляционных зависимостей или комбинацию обоих методов. Автор статьи разбирает возможность их практического использования и оценивает эти возможности следующим образом:

Составление методики прогноза объема с помощью достаточно точных компонент баланса в данных сложных природных условиях особенно в горных бассейнах и при данном состоянии основных материалов исключается. Уравнение водного баланса возможно и необходимо применить, как теоретическую основу генетического анализа круговорота воды в зимне-весеннем периоде. Этот анализ позволяет обоснованный выбор главных факторов и определяющих их причин и использование корреляционного анализа на основе причинности. Использование этого анализа, точнее индексного метода

поиска корреляционных зависимостей, является самым подходящим методом решения. Использование комбинаций обоих методов опять же ограничивает метод баланса по вышеуказанной причине на самое простое решение и оценку.

Выбор метода является в данном состоянии сравнительно однозначным. Остается открытым вопрос выбора методики в рамках самого подходящего метода. Этот выбор определяется качеством и объемом основных данных, рассматриваемой длиной периода прогноза и требованиями практики.

SUMMARY

BASIC METHODOLOGICAL PROCEDURES FOR FORECASTING THE VOLUME OF SNOW — MELT RUNOFF AND POSSIBILITIES OF THEIR PRACTICAL USE

For forecasting of the total volume of runoff from snow storage, in general, following methods may be used: (1) the water — balance method, (2) index method of correlation relations, or (3) the combination of both. In the presented paper the attention is drawn to the applicability of these methods which, according to the author, is assessed as follows.

To set up a forecasting procedure of the mentioned volume based on balance components with satisfactory accuracy is (with respect to complexity of natural conditions in particular in mountainous watersheds and a given state of basic data) out of the question. The water balance equation may and should be used as a theoretical principle of the genetic analysis of water cycle during the winter—spring season. Such analysis allows then for a reasonable choice of the main factors and their deterministic causes, in other words the use of correlation analysis on causal basis. The use of such analysis, or of the index method for searching for such correlation relations is the most advantageous way in the solution of the problem so far. The combination of both methods is limited in its use by the balance method for the above mentioned reasons to the most simple solution and estimate.

So the choice of the method seems to be relatively unambiguous, so far. However, the choice of respective procedures within the most suitable method remains open. This choice is predestinated by the quality and extent of basic data, the length of the period of forecast and practical demands.

Základnými metódami, z ktorých možno vyjsť pri vypracovávaní metodík predpovede úhrnného objemu odtoku zo zásob snehu sú: metóda vodnej bilancie, indexová metóda hľadania korelačných závislostí, prípadne kombinácia oboch. Metódou predpovede rozumieme tu obecný prístup k riešeniu na rozdiel od metodiky, predstavujúcej systém výpočtových postupov, vypracovaných danou metódou pre dané povodie. Predmetom tohoto príspevku je posúdiť možnosti použitia uvedených metód pre prognózne účely.

Bilančná metóda vychádza z predpokladu, že každú komponentu hydrologickej bilancie uvažovaného obdobia možno, a to treba zdôrazniť, kvantitatívne vyhovujúco presne merať, vypočítať, prípadne predpovedať, ak sa jedná o komponentu, vstupujúcu do bilančnej rovnice v predpovednom období. Vplyv každej zložky na odtok je pri tejto metóde v zhode z jej skutočnou hodnotou. Objem odtoku je výsledkom jednoduchého algebraického bilančného výpočtu.

Všimnime si bližšie komponenty rôznych variantov bilančných rovníc pre obdobie zimnej akumulácie snehu a jarného odtoku z nej, uvádzaných v citovanej odbornej literatúre a možnosti ich uváženia. Vyberme si jednu z nich, v ktorej odtok jarného obdobia (O_j), teda povrchový (O_j pov.) i podzemný (O_j podz.), vytvárajú tieto príjmové (a) a stratové (b) zložky:

a) Zásoba vody v snehovej pokrývke k začiatku jarného obdobia (A_k), zrážky, spadnuté na povrch snehovej pokrývky za obdobie jarného odmäku (X_1),

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

kondenzácia ovzdušnej vlhkosti v snehovej pokrývke a v pôde počas uvažovaného jarného obdobia (X_3),

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

prítok zo zásob podzemných vôd predchádzajúceho obdobia (Pr_1),

prítok z infiltrovaných vôd počas jarného obdobia (Pr_2).

b) Výpar zo snehovej pokrývky v jarnom období (V_1),

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

straty odmäkových a dážďových vôd na infiltráciu (I),

straty na povrchovú akumuláciu (U),

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

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

Bilančná rovnica, zostavená z týchto položiek má nasledujúci tvar:

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

Na prvý pohľad je zrejmé, že v súčasnosti v úvahu prichádzajúcich povodiach, i malých, nie je vyhovujúco presne meraná alebo počítaná temer ani jedna zložka. Výpočet podľa nej nie je možný, nehovoriac už o jej použití pre predpoveď. Táto by si vyžadovala vyhovujúcu prognózu niektorých príjmových a spoľahlivý výpočet všetkých stratových komponent na základe predpovede hlavných faktorov, ktoré ich podmieňujú.

Aj zjednodušený tvar tejto rovnice (1):

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

po spojení $O_j \text{ pov.} + O_j \text{ podz.} = O_j$, po vylúčení, s ohľadom na pomerne malé povodia a značne dlhé predpovedné obdobia, komponent W_{1r} a W_{2r} , po spojení $V_1 + V_2 = V$ a $X_1 + X_2 = X_j$, po vylúčení X_3 , ktorú možno uvážiť vo výraze $V = (V_1 - X_3) + V_2$, po vylúčení U , ktorú možno uvážiť v stratách na infiltráciu a výpar a Pr_2 , ktorú možno uvážiť ako zložku O_j , nedovoľuje jej využitie za daného stavu podkladových materiálov.

Až po extrémnom zjednodušení rovnice (2) do tvaru:

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

keď zanedbáme výpar, ktorého vplyv nie je, ako ukázal PETROVIČ (1972), i zo snehovej pokrývky tak malý, ako by sa na prvý pohľad zdalo, a komponenty Pr_1 a Po_1 , ako približne rovnocenné položky, ktoré sa svojim vplyvom rušia, môžeme použiť bilančnú rovnicu pre prognózne účely ako hrubého odhadu, vychádzajúc z hrubého odhadu jarných zrážok (X_j) a strát na infiltráciu (I).

K najjednoduchším bilančným aplikáciám pre odhad objemu odtoku zo snehu patrí napr. spôsob, vychádzajúci z odhadu garantovaného objemu odtoku. Je používaný v princípe v niektorých povodiach aj Hydroprognóznou

službou HMÚ. Základom však musí byť čo najpresnejšie určenie zásob vody v snehovej pokrývke k začiatku predpovedného obdobia priamymi meraniami v čo najvyhovujúcejšej sieti staníc pomocou čo najvyhovujúcejšej metodiky meraní a použitých prístrojov. Otvoreným zostáva určenie sumárnych strát, hlavne na infiltráciu a výpar, ktoré treba od nameraných zásob odčítať. Presnosť odhadu strát nedosahuje presnosti určenia zásob, i keď aj o týchto môžeme povedať, že sú v podmienkach veľmi komplikovaného priestorového rozdelenia snehu v horskom povodí aj za optimálnych podmienok merania len približným odhadom. Vychádzajúc z predpokladu malej infiltračnej schopnosti niektorých málo priepustných povodí a z roka na rok vyrovnaného nasýtenia podkladu povodia k začiatku jarného obdobia, bolo by možné odhad garantovaného objemu odtoku upresniť. Ak sa pokúsime odhadnúť bilančnou úvahou celkový objem očakávaného odtoku uvážením aj zrážok predpovedného obdobia, u ktorých musíme dopredu odhadnúť ich úhrn ako aj možné straty z nich, dopúšťame sa ďalšej ešte väčšej nepresnosti. Nakoľko dlhodobá kvantitatívna prognóza týchto zrážok nie je k dispozícii, musíme vychádzať z ich priemeru a odhadu priemerných strát z nich. Je jasné, že pri pomerne značnom úhrne jarných zrážok v našich podmienkach, ich značnej variabilite z roka na rok a zložitosti i menlivosti procesov, určujúcich nasýtenie podkladu, použitie ako priemeru zrážok tak aj priemeru strát z nich nemôže byť vyhovujúco presné.

Ukazuje sa, že aj pre tie najjednoduchšie bilančné postupy je zatiaľ málo možností použitia. V povodiach, prichádzajúcich v úvahu z vodohospodárskeho hľadiska, neberúc v úvahu niekoľko malých reprezentatívnych príp. experimentálnych povodí, máme zatiaľ pre kvantitatívne bilančné vyhodnocovanie jednotlivých prvkov nevyhovujúcu sieť staníc a niekedy aj nereprezentatívne merania v nich. Aj keď navrhujeme optimálnu sieť, v ktorej však z hľadiska optimálnosti nesmie chýbať hľadisko ekonomické, máme len malú nádej na vyjadrenie uvažovaných komponent ako kvantitatívnych bilančných úhrnov. Napr. skutočný objem zrážok, spadlých za uvažovanú dobu na povodie, je z veľmi dobre známych príčin hodnota neznáma. Vypočítané hodnoty môžu byť v najlepšom prípade indexami, o ktorých môžeme predpokladať, že sú v dobrom vzťahu s odtokom. Chyby výpočtu môžu byť tak veľké, že často zastierajú úplne vplyv menej významných komponent. Ak by sme aj disponovali vyhovujúco presnými kvantitatívnymi hodnotami, stojí pred nami problém poznania zložitej transformácie hlavných príjmových položiek v povodí — zásob vody v snehovej pokrývke a doplňujúcich zrážok — na objem prítoku do uvažovanej nádrže za uvažované obdobie. Treba tiež dodať, že ak sa jedná o objektívne zhodnotenie rizika odchýliek medzi predpovedaným a skutočným objemom, nestačí zjednodušená predstava aplikácie bilančného vzorca pre predpoveď. V prípade použiteľnosti metódy vodnej bilancie pre predpoveď objemu odtoku zo snehu, ak by to existujúce podkladové materiály a znalosť procesu obehu vody v povodí dovolili, má táto metóda bezспорu dve výhody. Je vyhovujúco pružná pre revíziu predpovede v priebehu predpovedného obdobia. A vyhodnotenie komponent bilančnej rovnice nie je závislé na dĺžke radu.

Aj keď metóda vodnej bilancie naráža ako predpovedná metóda na uvedené ťažkosti, obecná bilančná rovnica je nevyhnutnou základňou genetického rozboru jarnej vodnosti, dovoľujúceho využitie matematicko-štatistických metód na kauzálnej báze, prechod ku korelačným závislostiam. Z bilančnej

rovnice (1) vidieť, aké zo zdrojov zásobovania a aké faktory transformácie týchto zásob na odtok treba uvažovať pri rozpracovávaní metodiky predpovede založenej na závislosti objemu odtoku zo snehu na hlavných určujúcich ho faktoroch. Nemožno totiž veľmi dôverovať vzťahom, odvodeným bez poznania logiky vzťahu príčin a dôsledku.

Indexová metóda vychádza z korelačnej analýzy tejto závislosti, pričom jednotlivé faktory sú vyjadrené pomocou priamych alebo nepriamych indexov bez ich vyhovujúco presného bilančného kvantitatívneho vyhodnocovania. Tieto vzťahy zahrňujú, oproti metóde bilančnej, použitie koeficientov, ktoré ukazujú vplyv jednotlivých faktorov na odtok, pričom tieto koeficienty, súč funkciou ako jednotiek merania tak aj jeho presnosti, nemajú fyzikálny význam.

Ak vyjdeme zo zjednodušenej bilančnej rovnice (3), môžeme vzťah vyjadriť nasledovne

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

Tento vzťah možno na jednej strane za predpokladu menšej retenčnej schopnosti podkladu povodia a v dôsledku toho pravidelnej jeho nasýtenosti zjednodušiť neuvažovaním faktora I . Alebo dokonca aj neuvažovaním faktora X_j tam, kde pri možnej zanedbateľnosti I boli by jarné zrážky v pomere k veľkosti zimnej akumulácie snehu bezvýznamné, alebo mali zanedbateľnú variabilitu z roka na rok. Na druhej strane však možno pri vyhovujúcich podkladových materiáloch prejsť k viacfaktorovým lineárnym a za zvlášť priaznivých podmienok čo do množstva a kvality údajov i k nelineárnym závislostiam, ktoré môžu byť transformované na lineárne. Hľadať však pre tieto nie funkcionálne, ale stochastické vzťahy, akými sú vôbec všetky vzťahy v hydrológii, komplikované výrazy, je za daného stavu materiálov veľmi ťažko. Lineárne modely vzťahov po prípadných jednoduchých transformáciách sú dostačujúce pre vyjadrenie vzťahu v pásme pozorovaných hodnôt.

Bolo by za daného stavu už optimálnym riešením, keby sme vedeli čo najpresnejšie vyjadriť parametre vyššie uvedeného vzťahu (4) pomocou vyhovujúco presných meraní alebo predpovede, vychádzajúc pri určení parametra I z jeho závislosti na nasýtenosti podkladu k začiatku predpovedného obdobia a na priebehu odmäku v predpovednom období. Súčasné možnosti meteorologických prognóz nedovoľujú však predpovedať úhrn zrážok a priebeh teplôt vzduchu na dobu viacerých týždňov dopredu, pričom sú to parametre významné a so značnou variabilitou z roka na rok. Aj napriek tejto výhrade k ich prognóze je možné uvážiť pri zostavovaní metodiky oba faktory predpovedného obdobia, čo dovoľí zhodnotiť mieru ich vplyvu a presnejšie definovanie garantovaných hodnôt objemu, prípadne jeho hodnôt s malou pravdepodobnosťou prekročenia.

Korelačná analýza je logickou, účinnou a praktickou metódou hľadania vzťahov medzi objemom jarného odtoku a podmieňujúcimi ho faktormi. Dovoľuje do značnej miery objektívne zhodnotiť mieru vplyvu každého z nich ako aj posúdiť pri danej presnosti východziech údajov použiteľnosť a efektívnosť predpovednej metodiky, teda mieru zníženia nepresnosti výpočtu danou metodikou oproti inému spôsobu výpočtu alebo odhadu. Zdalo by sa, že používanie korelačnej analýzy je už niečo nemoderné, zastaralé, že je oproti detailným analytickým rozborom len hrubým prístupom, obchádzajúcim rozličné analytické teórie. Ale skúsenosť ukazuje, že najmä v oblasti hydrologických

prognóz dochádza k potvrdzovaniu jej významu. Je významnou cestou zatiaľ, ako dať urýchlene za daných podkladov objektívnu numerickú prognózu v rámci konfidenčného intervalu, určeného kompromisom medzi použitou metódou, k dispozícii stojacimi podkladmi a požiadavkou používateľa. Je však potrebné na jednej strane vyhnúť sa hrubému empirizmu. Použitie korelačnej analýzy nemôže sa obísť bez analýzy uvažovaného javu a faktorov, ktoré ho podmieňujú. Len táto sa stáva zárukou logicky, fyzikálne správne podloženého vzťahu, ktorý nie je takto iba náhodným produktom lovenia korelácií. Ekonomická stránka postupu nie je tiež zanedbateľná. Tu zohráva vedľa fyzikálneho rozboru študovaného javu významnú úlohu práve fyzicko-geografický rozbor uvažovaného povodia, tak dôležitý, ako znalosť fyzikálnej podstaty javu, alebo poznanie prostriedkov, ktoré poskytuje ako mocný nástroj analýzy matematika. Zvlášť významný je tento rozbor v prípadoch, keď nemôžeme ten — ktorý faktor v študovanom vzťahu vyjadriť priamo, ale len nepriamo, pomocou vhodne volených, fyzikálne zdôvodnených indexov. A takýchto prípadov je z nedostatku kvalitou a rozsahom vyhovujúcich základných podkladových materiálov najviac. Na druhej strane treba sa pri rozbere študovaného javu vyhnúť, ako to správne vystihol GUILLOT (1969), konštrukcii modelov, vyplývajúcich z vyumelkovanej konštrukcie predpokladaných fyzikálnych mechanizmov, ktorých detailnosť je disproporcionálna informácii, ktorou disponujeme. Takéto zložité parametrické modely majú zatiaľ viacej hodnotu didaktickú ako praktickú. Je jasné, že každá teória či model hydrologického procesu môžu mať reálny základ len vtedy, ak sú podložené terénnym výskumom hydrometeorologických prvkov, ich režimu a faktorov, ktoré tento režim ovplyvňujú.

Existuje nespočetné množstvo faktorov a príčin, vplývajúcich na objem jarného odtoku. Na jednej strane, uvažujúc preexponovanú krajnosť, mali by sme zahrnúť do vzťahu i tie najmenej významné vychádzajúc z úvahy, že veľké množstvo malých príčin môže viesť k významným dôsledkom. Na druhej strane vieme jednoznačne, že je vonkoncom nemožné všetky ani postihnúť, vyjadriť kvalitatívne smer ich pôsobenia, nehovoriac už o kvantitatívnom vyjadrení. Pri realistickej úvahe nutno treba zúžiť problematiku na najvýznamnejšie z faktorov, pričom však si nemožno pri ich výbere mylíť dialektiku s eklektikou. Sumárny vplyv všetkých ostatných zahrňujeme v obyčajnom jazyku pod pojmom náhoda, presnejšie povedané možná pravdepodobnosť, s ktorou počítajú vo väčšom — menšom stupni všetky hydrologické výpočty a predpovede. Značí to, že musíme predpokladať mnohознаčnosť prejavu závisle premennej za daných postrehnutelných a definovateľných rovnakých podmienok. Treba mať na pamäti, že sa jedná o dosiahnutie maximálnej praktickej využiteľnosti. Ak príliš komplikujeme model vzťahu, jeho zostavenie pomocou k dispozícii stojacich materiálov sa stáva iluzórnym a jeho využitie pre predpoveď nemožným. Požiadavku prísneho fyzikálneho riešenia s čo najpresnejšie matematicky vyjadrenými procesami, formujúcimi študovaný jav, možno uplatniť snáď v prípade malej, pomerne homogénnej experimentálnej plochy. Akonáhle vystupujeme za hranice priestorove úzko vymedzeného experimentu do väčšieho povodia, stretáme sa s takým komplexom prírodných podmienok a ich časovou a priestorovou menlivosťou, ako aj s takým nedostatkom základných údajov a s nemožnosťou predpovede niektorých faktorov predpovedného obdobia, že je vylúčená aplikácia teoretických schém riešenia. KALININ (1968) uvádza, že v súčasnej

dobe stretávame sa často s týmto javom: čím sú študované procesy zložitejšie, tým približnejšími metódami prichodí ich riešiť. A naopak zase, presný opis systémami rovníc používa sa pre pomerne jednoduché hydrologické javy, ako sú napr. pohyb povodňovej vlny v koryte na bezprítokovom úseku, odmäk snehu a i. Ku kategórii zložitých problémov patrí aj prognóza objemu odtoku zo snehu. Zjednodušenie je teda úplne logické súc určované hlavne potrebným súhlasom medzi používaným aparátom, presnosťou a úplnosťou podkladových údajov a hĺbkou poznania procesov v danej fáze obehu vody. U nás takto zjednodušené závislosti zostavili niekoľkí autori.

Kombinácia bilančného a korelačného postupu môže byť ďalšou variantou riešenia. Najmä v prípadoch, keď si krátke rady údajov vyžadajú pre spresnenie výpočtu redukovať počet premenných v študovanom vzťahu a tento vzťah sa doplna bilančným vyhodnotením. Príkladom môže byť vyhodnotenie objemu odtoku (Q) pre priehradu Lucky Peak na rieke Boise (Snow Hydrology, 1956). Počet nezávisle premenných bol redukovaný na dve — úhrnné zimné zrážky (X_z) a vodnú hodnotu snehovej pokrývky k začiatku predpovedného obdobia (Ak). Príspevok jarných zrážok (X_j) k objemu bol uvažovaný pre jednotlivé prípady bilančne. Vzhľadom k tejto kombinácii treba, samozrejme, upraviť vo vzťahu aj závisle premennú (Q_1) vyhodnocovanú bez vplyvu efektívnych jarných zrážok. Výhody tohoto postupu sú znalosť nezávisle premenných vo vzťahu k dátumu predpovede a na vzťahu nezávislá možnosť revízie celkového odhadu odhadom doplnujúceho odtoku (Q_2) podľa priemerných, alebo predpokladaných zrážkových a teplotných pomerov predpovedného obdobia. Stručne možno formulovať tento postup takto:

$$(5) \quad Q_1 = f(X_z, Ak), \quad Q_2 = k \cdot X_j, \quad Q = Q_1 + Q_2,$$

pričom koeficient k je určovaný pokrytosťou povodia snehom. Krátkosť radov hodnôt, uvažovaných vo vzťahoch tohoto druhu a len veľmi obmedzená možnosť odhadu úhrnných a efektívnych zrážok predpovedného obdobia robia odhad očakávaného úhrnného objemu odtoku veľmi neistým.

Bolo by samozrejme najvyhovujúcejšie, keby sme mohli disponovať niekoľkými metódami predpovede objemu, ktoré by dovolili predpovedať s rozličným predstihom a pomocou rôznych podkladových materiálov. Z toho, čo bolo povedané o súčasnom stave podkladových údajov vyplýva, že na túto možnosť bude treba ešte dlhšie čakať.

Tieto poznámky vyplynuli z potreby poukázať na niekoľko závažných momentov, týkajúcich sa možností vypracovania metodík prognózy úhrnného objemu odtoku zo snehu. Ich cieľom bolo ozrejmiť si niektoré hľadiská a prístupy k tejto prognóze, ktoré by sa zdali na prvý pohľad v dôsledku množstva hypotéz o odtokovom procese, modelov tohoto procesu a k dispozícii stojacej výpočtovej techniky prekonané, ale ktoré sú zatiaľ v skutočnosti jediným spoľahlivým východiskom pri zostavovaní prakticky využiteľných predpovedných metodík. Predovšetkým chceli poukázať na to, že zostavenie tejto metodiky pomocou vyhovujúco presných bilančných úvah je za daných zložitých prírodných podmienok najmä horských povodí a daného stavu podkladových materiálov ilúziou. Ak je možné a potrebné použiť rovnicu vodnej bilancie, tak len ako teoretický základ genetického rozboru obehu vody v zimno — jarnom období, dovoľujúceho využitie matematicko-štatistických metód, konkrétne korelačnej analýzy na kauzálnej báze, zdôvodneným výberom hlavných faktorov a určujúcich ich príčin. Ďalej chceli poukázať na to, že použitie

korelačnej analýzy, presnejšie indexovej metódy hľadania korelačných závislostí, je stále najvyhovujúcejším prístupom k riešeniu, ak sa jedná o to nájsť prakticky použiteľné vyhovujúco tesné vzťahy. Výber metódy je za daného stavu pomerne jednoznačný. Ostáva otvorenou voľba metodík v rámci danej metódy, ktorá je určovaná kvalitou a rozsahom podkladových materiálov, uvažovanou dĺžkou predpovedného obdobia a požiadavkou praxe.

Z metodického hľadiska vývoj a upresňovanie metodík predpovede objemu jarného odtoku bolo by možné načrtnúť takto:

Na začiatku stojí hrubý odhad objemu pomocou komponent najjednoduchšej bilančnej rovnice, keď nie sú k dispozícii vyhovujúco dlhé rady meraní.

Pokročilejšiu fázu predstavuje predpoveď objemu pomocou korelačných závislostí tohoto objemu na hlavných určujúcich ho faktoroch, prešetrovaných pomocou vyhovujúco dlhých radov údajov, ktoré síce svojou presnosťou nezodpovedajú nárokom na bilančné výpočty, ale dovoľujú vyjadriť určujúce faktory priamymi alebo nepriamymi indexami. Takéto závislosti, vychádzajúce zo správnej predstavy o genéze javu a dovoľujúce využiť existujúce podkladové materiály, môžu znamenať jednak prínos praxi a aj krok v prehĺbení výskumu.

Len v perspektíve si možno predstaviť použitie metódy vodnej bilancie ako vyhovujúco presnej predpovednej metódy, keď budú k dispozícii nielen presné kvantitatívne údaje o všetkých do úvahy prichádzajúcich komponentách bilančnej rovnice, získané priamymi meraniami, výpočtom, alebo na základe prognózy, ale aj hlboké poznanie fyzikálnej podstaty procesu odtoku v hydro-meteorologicky komplikovanom zimno — jarnom období a kvantitatívne údaje o veľkosti a intenzite prechodu jednej bilančnej komponenty v druhú za najrôznejších podmienok určujúcich tento prechod v rámci daného povodia a danej časovej jednotky. Možnosť použitia bude závisieť predovšetkým od toho, ako dokážeme popísať a analyzovať tento mechanizmus v malých povodiach a ako dokážeme získané výsledky preniesť do väčších povodí.

LITERATURA

- Apollov B. A., Kalinin G. P., Komarov V. D., (1960): *Gidrologičeskije prognozy. Gidrometeoizdat, Leningrad.*
- Guillot P., (1969): *La prévision hydrologique. Electricité de France — Division Technique Générale, Grenoble.*
- Kalinin G. P., (1968): *Problemy globalnoj gidrologii. Gidrometeoizdat, Leningrad.*
- Komarov V. D., (1959): *Vesennij stok ravninnych rek jevropejskoj časti SSSR, uslovija jevo formirovanija i metody prognozov. Gidrometeoizdat, Moskva.*
- Petrovič P., (1972): *Výpočet výparu zo snehovej pokrývky v povodí Nitry. Vodohospodársky časopis, roč. XX., č. 1.*
- Popov G. P., (1968): *Osnovy gidrologičeskich prognozov. Gidrometeoizdat, Leningrad.*
- Rukovodstvo po gidrologičeskim prognozam, Vypusk 3. Centralnyj institut prognozov. Gidrometeoizdat, Moskva, 1963.*
- Snow Hydrology. Summary report of the Snow Investigations. Prepared by North Pacific Division Corps of Engineers, U.S. Army, Portland, Oregon, 1956.*
- Šimo E., (1972): *The present state and research programme on snow hydrology in Czechoslovakia. Geografický časopis, roč. XXIV, č. 2 (Special issue published on the occasion of the XXII-st International geographical congress in Montreal 1972).*