

EDUARD ŠIMO

THE PRESENT STATE AND RESEARCH PROGRAM ON THE SNOW
HYDROLOGY IN CZECHOSLOVAKIA

Eduard Šimo: L'état actuel et programme de recherches dans le domaine de l'hydrologie de la neige en Tchécoslovaquie. *Geografický časopis*, Bratislava 1972, XXIV, 2.

La durée de la couverture de neige et le volume des stocks d'eau accumulés surtout dans les régions montagneuses de la Tchécoslovaquie sont des facteurs climatiques et hydrologiques importants. L'accumulation de la neige, les processus de la fonte et de l'écoulement y correspondant n'avaient pas fait, pendant une longue période, l'objet d'une attention nécessaire. C'est seulement depuis deux décades que l'on constate un changement de l'orientation de la recherche du point de vue de l'hydrologie, caractérisé par la tendance d'approfondir la connaissance de ce phénomène dans les conditions naturelles du territoire mentionné. Le but de ce rapport est de fournir un aperçu sur le travail réalisé et sur le programme futur.

Water from melting snow accumulated during the winter season is an important source with regard to the runoff of Czechoslovak rivers. The importance of these supplies however is not dependent on the significant proportion of the winter precipitation from the annual total precipitation. On the contrary, the precipitation values in the winter season are subaveraged. More important becomes the effect of the air temperature, the longer persisting possibility for the snow accumulation and the possibility of the runoff from snowmelt with significantly lower losses as during the other seasons of the year. These are two important factors as regards the standpoint of water economics. Besides other known aspects the snowpack must be considered first of all as a natural source which has to be used economically. On the other side an effective protection against the unfavourable concentrations of the runoff causing floods during the snowmelt season must also be made. The fulfilment of these tasks however requires to know the processes of the water accumulation in the snowpack, the distribution of these supplies over the area and their volume at the required date. Further it is necessary to know the losses and disappearance of the accumulated snow caused by melting and evaporation as well as the snowmelt water distribution for the infiltration and the runoff. This knowledge then allows the computations for example of the maximum discharges and maximum volumes for the projection and allows the forecasts with regard to the economical use of water or the protection against it. Mainly short-term forecasts of the main parameters of the snowmelt hydrograph (its volume, maximum discharge and time distribution) and the seasonal forecasts of the spring runoff volume. The snow hydrology research has to solve still many problems in the complicated natural environment of Czechoslovakia as regards surface configuration.

geology, soils, vegetation, climate and hydrology. This contribution gives a survey on the work done in the field of the snow hydrology in Czechoslovakia and also with certain optimism the research program for the future.

In the first phase the hydrology studied the influence of the winter snow accumulation on the spring runoff only in the form of a general analysis of the runoff regime during the year. It has been shown that the spring runoff from the snowmelt is over the considered area a quantitatively expressive phenomenon of the mean annual runoff regime with a relatively great proportion on the annual runoff volume. Also in the particular years the runoff during the spring months is higher showing among the other months of the year a relatively low variability (16). The significance of the spring-runoff phase is reflected also in the classification of the runoff regime. Using the runoff distribution during the year and the source type as criterion O. Dub (16) classified the rivers of the considered territory as the Oder-type where the source of the runoff are mostly the rain precipitations, but owing to the snow accumulation the runoff during the spring months prevails. In conformity with the classification of M. Pardé we can distinguish a transient snow regime in the highest situated small mountaineous watersheds, a snow-rain regime in the middle mountaineous zone and a rain-snow regime of hill- and lowlands.

Meteorology and climatology, considering the snow cover, gave to the hydrology and watereconomy valuable informations on its time and area distribution, indicating in the average depth values and the average maximum depths values also a certain first quantitative evaluation of this significant source of the runoff. The basic information for the whole territory of Czechoslovakia gives a set of maps elaborated in the Atlas of climate of Czechoslovakia (1) by V. Karský for the territory of Bohemia and Moravia and by V. Briedoň for the territory of Slovakia. The maps, elaborated for the period 1920–1950, show several very important climatological characteristics of the snow cover. A detailed and complete survey on the occurrence of snow and snow cover in Slovakia offers the monography from the authors M. Konček and V. Briedoň (26), with the preceding evaluation of some smaller areas by V. Briedoň (13) and M. Konček — V. Briedoň (25). This basic work offers by means of detailed tables and maps an analysis first of all of the average occurrence of snowfall, of the snow cover and its duration and also gives information about the average and maximum depths of the snow cover. The results of these works allow to evaluate by means of the climatological data the significance of the snow accumulation in the particular areas and watersheds of the considered territory. However it was not possible within extensive systematic evaluation, in which continues on the basis of newer data Š. Valovič, to evaluate the data most valuable in view of the hydrological aspect namely the density of the snowpack, its water equivalent and the water supply from it at disposition for the runoff. In the existing data occur many errors and therefore they could not be used for the evaluation. The valuable attempts performed within the climatological research in order to evaluate indirectly the average water supplies from the snow in smaller areas [V. Briedoň (14, 15)] or to study the snow density (Š. Petrovič (61, 62)) could not fill up the broad gap with regard to the hydrological requirements.

A more intensive research of the snow accumulation, snowmelt and snowmelt runoff were not made intensively from the hydrological point of view for a long time and the approach to the solutions of these problems can be characterized as being very unsystematic. Some papers were published in connection with these problems however without closer coordination and the tendency to study in detail at least a definite section of this broad and complicated problematics. The runoff from snow in connection with

its effect on the soil saturation studied S. Vališ (86), the effect of the spring runoff on the soil erosion K. Kasprzak (23), V. Šlechta (77), the problems connected with the effect of avalanches and snow drifts studied L. Smolík (66), L. Kňazovický (24), M. Blahout and J. Pacl (9) as well as the regulation of the snow regime by means of forest-belts Š. Fekete and Š. Gavenčíak (19, 20). The physical properties of the snowpack studied from various aspects L. Smolík (67), M. Vrba and B. Urbánek (88), Z. Vulterin (89). Subject to a greater interest is the evaporation from snow cover (A. Šermer (69), P. Petrovič (63, 64)). The results obtained by P. Petrovič show that the evaporation from the snow cover over certain regions and within some evaluations must not be considered a negligible factor, first of all in connection with the water balance computations and the accuracy of the seasonal forecasts of the runoff volume. Most interest is shown in the three directions. Those are the study of possibilities of the seasonal forecast of the spring runoff volume from melting snow in some watersheds significant from the aspect of water economy, the study of the relationship between the forest cover and the snow cover as well as the study of the representativeness of snow measurement methods and the variability of the snow supplies over the territory for hydrological computations and forecasts.

The problem of the spring runoff seasonal forecast from melting snow has first been dealt with by A. Bratránek (10, 11, 12) and primarily by J. Martinec. It is his merit that the snow hydrology had a better organized program. The work of J. Martinec based on the analysis of the simple relationship between the index of the winter water accumulation in the snowpack and the spring runoff in some partial watersheds of the rivers Vltava, Morava and Odra (54, 55, 56, 58, 59) offers the first practically usable results. These forecasts for two reservoirs in the Odra catchment area, using the experiences of J. Martinec, were made more accurate by H. Kříž (48). Besides these works J. Martinec was intensively interested in the accurate determination of the snow water equivalent by means of modern measuring methods with the use of radioisotopes (49, 50, 51, 52) and in the short-term forecast of the runoff from snowmelt (53, 57).

In the basins of Carpathian mountains with regard to the natural conditions and practical importance, no equivalent attention was paid in time to the seasonal forecast of the spring runoff volume. E. Šimo (70, 71) suggested this problem in studying the relations between the water balance components in the particular months, seasons and years in the catchment areas of the rivers Nitra, Hron and Hornád. For the spring runoff period these relations were studied and analyzed for the watershed of the upper Váh-river by M. Dzubák (17, 18). For the catchment area of the Orava river derived the forecast relationships M. Balco (7, 8). All these authors analyzed the more parametric relationships only for calendar months or periods of several months and considered the index of the snow accumulation toward the end of the winter season only by means of the total precipitation or they used the difference between the precipitations and the runoff during the winter season. In studying the possibilities of the seasonal forecast in the watershed of the river Laborec E. Šimo (72, 75, 76) tried to analyze and differentiate the main parameters and the forecast periods. In another paper (73, 74) he gave a more general review of the possibilities to solve these relations taking as a basis a brief physical analysis of the particular variables and the possibility to express them by direct and indirect indices.

From all the works dealing with the seasonal forecasts of the runoff volume from the snowmelt it is evident that the more profound and more complex relations recess to the less complex but physically correctly based empirical relations. The requirement for a strong physical solution by means of most accurate mathematically expressed processes

forming the studied phenomena can be applied perhaps in the case of a very small homogenous area. However in the case of the research made within larger watersheds we meet with a large complex of natural conditions varying in time and space and also with insufficient basic data. All this eliminates the application of the theoretical schemes of solution. It is also obvious that the determination of suitable indirect indices becomes in our conditions the basic requirement for the solution of the problem.

Analysing the present state of the research work dealing with the effect of the forest cover on the snow cover V. Krečmer (45) gives a review of the results obtained in this field in Czechoslovakia. V. Zelený (90) stressed the necessity to solve the problem of the effect of the forest cover on the water supply in the snowpack. The forest research is aware of the necessity to study not the snowpack depth but its water equivalent or the coefficient of the hydrological effectiveness of the snowpack, this expression being proposed by V. Zelený. V. Krečmer (38) called attention to the large differentiation of the forest effect on the water equivalent of the snowpack according to the climatical zones and the meteorological characteristics of the particular winter seasons. He also called attention to be careful in applying the obtained results and to the necessity to carry out the research in concrete conditions, where the answer is requested. Several partial results were obtained as regards the effect of various types of forest vegetation on the snow conditions by V. Krečmer (38, 42, 44), V. Zelený (92), V. Zelený and J. Tichý (94), V. Krečmer and V. Fojt (37). Together with the comparison of values obtained in the forest and in open areas (G. Babiaková (2, 3, 4, 5, 6)) attention is given also to the effect of the clearings, clear cuttings and strip-clear cuttings and to their function as reservoirs of snow water with a long duration in comparison with forest cover and with the open parts of the watershed (V. Krečmer (38, 39), V. Krešl (47), V. Krečmer and V. Fojt (40, 46), V. Zelený (92), V. Fojt (21)). The problem of the snow interception by forest vegetation was dealt with by V. Krečmer (41, 43). The runoff from snowmelt in the forest was studied by V. Zelený (91, 93, 95), V. Pasák (60), the significance of the snow cover with regard to the temperature and moisture regime studied R. Intribus [22]. The ability of the forest cover to affect the snow deposition as well as the energy transfer between the atmosphere and the snow cover is for the particular partial ecosystems typical, naturally considering also their elevation (including the climate) and the exposition. The knowledge of this effect could be useful in determining the role of the forest cover in the processes of the snow supply accumulation resp. disappearance in comparison with the unforested parts of the catchment area. The obtained valuable partial results however do not include all ecosystems and therefore the hydrology has not yet the possibility to evaluate indirectly the water supplies in the snow and their regime in the forested parts of larger basins.

The systematic interest on the snow cover with regard to its characteristics important for the hydrology is the third trend developed during the last decade. There exist some older and newer articles (L. Votruba (87), Š. Petrovič (61), V. Briedoň (14, 15), J. Martinec (49, 51, 52), V. Zelený (90), N. Richter (65), E. Šimo (75), B. Sýkora (68)) dealing with the need of the snow cover research from the aspect of water economics, the suitable instruments, the snowpack density, the average water supply in the snowpack respectively dealing with other characteristics of the snow cover and its indices. The snow cover however becomes the main point of a concentrated interest especially by the merits of V. Kozlík who was engaged in the research of snow measuring methods for hydrological evaluations and forecasts. V. Kozlík elaborated a theoretically based proposal for the selection of rational snow — measuring methods, for acquisition the representative statistical material and the analysis of its accuracy

(27, 28, 29, 31, 32, 33). In these and other articles he also analyzed and proposed the variants of snow measuring networks on the territory of Slovakia (30, 35) and devoted his attention also to the variability and regional distribution of the snow cover hydrological characteristics (34, 36). After the decease of V. Kozlík continue in his unfinished work his collaborators J. Turčan nad G. Babiaková. J. Turčan studied the measurement errors of the basic hydrological characteristics of the snow regime (78, 80, 81), the rationalization of the snow measurement network (84), the use of the ground stereophotogrammetry in snow cover measurement (79, 82) and first of all he was interested in finding the relations of the snow supply distribution on the relief and the meteorological factors of the area, allowing a more accurate determination of the snow supply in the considered watersheds (83, 85). The work of G. Babiaková is devoted to the determination of differences arising during the formation of snow supplies in forests and open areas (2, 3, 4, 5) with the aim to find the causes of these differences with orientation to the effects of the relief and meteorologic conditions during the winter season (6). The final aim is the indirect evaluation of the water supply in snow in forested parts of the watersheds by means of the data obtained in the unforested parts of the catchment areas.

Evaluating briefly the present state the statement can be made that very useful work has been done till now, but in view of the importance of the studied phenomena this work is not yet satisfying. Still much must be done. The research program for the following years and the perspective very clear in view of the practical need and not so clear as regards the possibilities, can be characterized briefly as follows:

Continuation of the research on the snow cover formation and its time and area distribution in dependence of all decisive factors with the aim to obtain satisfactory accurate informations on water supplies in the snowpack considering also their time and area dynamics thus making available a suitable basis for the research of the snowpack melting process and the runoff from snowmelt.

Continuation in finding out further possibilities for a seasonal forecast of the spring snowmelt runoff volume within a complex hydrometeorological regime during the winter — spring season by accurating the direct and indirect indices of the particular factors as well as by examining the broader territorial regularities of their distribution in order to be able to derive eventually broader territorial relations for the above mentioned forecast.

Establishment of closer links with the wide theoretical and experimental research work in the world dealing with the snowmelt process and with the expression of it by means of empirical equations under various conditions with the aim to find the most accurate computation method on the basis of a theoretical analysis and concrete regional parameters and empirical constants derived for the given physico-geographical conditions of the considered basins.

In connection with this problem to verify the methods for the calculation of the quantity and the time distribution of the water yielded by the snowpack as a potential source of the runoff.

Give attention to the research of the losses from this source with regard to the infiltration, surface accumulation and evaporation.

The development of a most suitable methods for a short-term forecasts of the snowmelt runoff.

In connection with the calculation of the water volume from snowmelt eventually from snowmelt combined with rain being at disposition for the runoff, i. e. in connection with the calculation of the effective input to call attention to the research of the hydrograph

synthesis with the aim to elaborate in details a method of this synthesis taking into consideration the given concrete conditions prevailing in the considered catchment areas.

The outlined concrete and perspective research program necessarily will require work in small catchment areas representing the main territorial types with regard to the physico-geographical factors. These watersheds may grant a satisfactory accurate areal information on all considered factors. In some small watersheds detailed measurements of the main hydrological characteristics of the snow cover carried out since several years. A better development and equipment however is necessary in order to be able to carry out more extensive and more accurate measurements and observations to get informations on all phases of the snow hydrological cycle. The experiments will be expensive and a detailed program will be therefore necessary to fulfill the aim: to establish conditions for the most accurate calculations and for a broad regional generalization of them thus giving the possibility for more accurate evaluations and forecasts for larger catchment areas with commonly available data. This generalization will depend first of all on the correct analysis of the time-area mechanism of the above mentioned cycle within these small watersheds. With regard to the expenses will be of importance also a suitable balance between the required reliability, the used instruments, measurement methods, the variability of the given factor in space and time as well as the significance of this factors. The costs for these experiments certainly will provide for more accurate calculations and forecasts of the particular elements of this significant phase of the runoff regime.

The solution of this complex of problems in the field of the snow hydrology will require an interdisciplinary approach in connection with all physico-geographical disciplines, the soil physics, thermodynamics and mathematics including computer technology. A condition for the successful fulfilment of this research programme will be also the correct cooperation between the theory, the basic and applied research and the requirements of the practice.

From the Slovak translated by K. D o v r t e l

LITERATURE

1. Atlas podnebia Československej republiky. Spracoval Hydrometeorologický ústav, 1958.
- 2. BABIAKOVÁ, G.: Vplyv lesa na formovanie snehových zásob. (Písomná práca k ašpirant. minimu), Bratislava, Ústav hydrológie a hydrauliky SAV 1969.
- 3. BABIAKOVÁ, G., KOZLÍK, V.: Príspevok k stanoveniu zásoby snehu v zalesených a nezalesených častiach povodia. Vodoхозяйodársky časopis, 17, 1969, č. 3.
- 4. BABIAKOVÁ, G., KOZLÍK, V.: Lawfulness of the snow formation in the forest and its making use for the precision of the spring runoff forecast. In: Vth. Conference of the Danube countries on hydrological forecasting. Beograd 1969.
- 5. BABIAKOVÁ, G.: Lesné prostredie a jeho vplyv na formovanie zásob snehu. (Výskumná správa.) Bratislava, Ústav hydrológie a hydrauliky SAV 1971.
- 6. BABIAKOVÁ, G.: Poveternostné podmienky zimného obdobia a ich vplyv na rozdelenie zásoby snehu v zalesených a nezalesených častiach povodia. In: Sympóziu AIHS v rámci XV. generál. zhromaždenia IGGU. Moskva 1971.
- 7. BALCO, M.: Predpoveď jarného odtoku pre Oravskú priehradu. (Výskumná správa.) Bratislava, Ústav hydrológie a hydrauliky SAV, 1960.
- 8. BALCO, M.: Predpoveď odtoku jarných mesiacov. Vodoхозяйodársky časopis, 9, 1961, č. 1.
- 9. BLAHOUT, M., PACL, J.: Problémy a perspektívy protilavinovej ochrany v Tatranskom národnom parku. In: Sborník prác o TANAP-u. 8, 1965.
- 10. BRATRÁNEK, A.: Manipulace s vodou na vltavské kaskádě. In: Sborník z I. celostátní hydrologicko-hydrrotechnické konference. Praha 1957.

11. BRATRÁNEK, A.: Hydrologické porovnávání vltavské a vážské kaskády z hlediska využití vodní energie. In: Sborník z Celostátní konference hydrologův a hydroenergetikův. Tatranská Lomnica 1958. — 12. BRATRÁNEK, A.: Metodika výzkumu dlouhodobých a středně-dlouhodobých předpovědí průtoku. Praha 1959. — 13. BRIEDOŇ, V.: O výšce snehovej pokrývky na hornej Orave. In: Sborník III. hydrometeorologickej konferencie. Praha 1954. — 14. BRIEDOŇ, V.: Snehové pomery povodia Oravskej priehrady z hľadiska vodohospodárskeho. Vodohospodársky časopis, 4, 1956, č. 4. — 15. BRIEDOŇ, V.: Zásoba vody v snehovej pokrývke Tatier. (rukopis práce). Bratislava 1966. — 16. DUB, O.: Všeobecná hydrologia Slovenska. Bratislava 1954. — 17. DZUBÁK, M.: Vzťahy bilančnej rovnice v jarnom období v povodí horného Váhu. (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV, 1959. — 18. DZUBÁK, M., BALCO, M.: Metodika predpovede jarného odtoku pre horný Váh. In: Hydrologická konferencia. Smolenice 1962. — 19. FEKETE, Š., GAVENČIAK, Š.: Vplyv jednoradových ochranných lesných pásov na snehový režim chráneného priestoru. Poľnohospodárstvo, 1956, č. 1. — 20. FEKETE, Š., GAVENČIAK, Š.: Využitie snehu v poľnohospodárstve pomocou lesných pásov a kulis. In: Vedecké práce Výskum. ústavu zvälah. hospodárstva. Bratislava 1962.

21. FOJT, V.: Snehové pomery na seči pruhové (Mikroklima pruhové seče. 4. sdělení). Meteorologické zprávy, 18, 1965, č. 4. — 22. INTRIBUS, R.: Tepelný a vlahový význam snehovej pokrývky. Les, 1955, č. 11. — 23. KASPRZAK, K.: Výzkum přírodních činitelů určujících hodnotu povrchového odtoku z povodí bez stálé hydrografické sítě. (Výskumná zpráva). Brno, Vědecko-výzkum. ústav vod. stav. a hospodářství 1970. — 24. KŇAZOVICKÝ, L.: Lavíny. Slovenská akadémia vied, Bratislava 1967. — 25. KONČEK, M., BRIEDOŇ, V.: Snehové pomery Vysokých Tatier. Geografický časopis, 11, 1959, č. 1. — 26. KONČEK, M., BRIEDOŇ, V.: Sneh a snehová pokrývka na Slovensku, Bratislava 1964. — 27. KOZLÍK, V.: Zur Frage der Messmethode bei der Beobachtung der Schneeverhältnisse. In: Meteorologie — Ergebnisse der Konferenz in Liblice 1964. — 28. KOZLÍK, V.: Notions relatives aux recherches scientifiques représentatives. In: Publ. No 67—68 de l'AIHS — Symposium on hydrometeorological networks. Quebec 1965. — 29. KOZLÍK, V.: La couche de neige et sa mesure au — dessus de la zone forestière (dans la région des avalanches). In: Publ. No 69 de l'AIHS — Symposium international sur les aspects scientifiques des avalanches de neige, Davos 1965. — 30. KOZLÍK, V.: O niektorých variantoch siete snehomerných staníc. In: Sborník z aktívu HMÚ — Hydrologická služba na Slovensku a smer jej vývoja, Bratislava 1965

31. KOZLÍK, V.: Bassins expérimentaux pour l'étude de la méthode nivométrique représentative et du réseau des stations nivométriques. In: Publ. No 66 de l'AIHS, Budapest 1965. — 32. KOZLÍK, V.: Priehrady a hydrologická snehomerná služba. In: Sborník Pře-hradní dni — Jevany, část III., Praha 1966. — 33. KOZLÍK, V.: Výskum reprezentívnosti snehomerných metod pre hydrologické výpočty a prognózy. (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV 1967. — 34. KOZLÍK, V.: Variabilita zásoby snehu na území. Vodohospodársky časopis, 16, 1968, č. 1. — 35. KOZLÍK, V.: Racionálna sieť snehomerných staníc. Vodohospodársky časopis, 17, 1969, č. 1. — 36. KOZLÍK, V.: Elemente der Regionalität in der Verteilung der Schneedecke auf dem Gebiet der Slowakei. In: Acta F. R. N. Univ. Comen. — Meteorologia III., Bratislava 1971. — 37. KREČMER, V., FOJT, V.: Príspevek k poznání některých zložek vodního režimu borového porostu. In: Práce Výzkumných ústavů lesnických ČSR. Sv. 18, 1960. — 38. KREČMER, V.: Mikroklimatický a vodní režim borových kotlíků. 1. sdělení. In: Práce Výzkumných ústavů lesnických ČSR. Sv. 19, 1960. — 39. KREČMER, V.: Mikroklimatický a vodní režim borových kotlíků. 4. sdělení. In: Práce Výzkumných ústavů lesnických ČSR. Sv. 25, 1962. — 40. KREČMER, V., FOJT, V.: Príspevek k poznání mikroklimatu pruhové seče holé. 2. sdělení. In: Práce Výzkumného ústavu lesního hospodárstva a myslivosti. Sv. 34, 1967.

41. KREČMER, V.: Intercepce borových porostů v nížinné poloze. Meteorologické zprávy, 20, 1967, č. 5. — 42. KREČMER, V.: Das Mikroklima der Kieferlochkahlschläge, VI. Teil: Schneedecke, Bodenfeuchtigkeit. Wetter und Leben (Wien), 20, 1968, H. 7—8. — 43. KREČMER, V.: K intercepci srážek ve středohorské smrčtině. Opera Corcontica, 1968, č. 5. —

44. KREČMER, V.: Vlijanije lesov na vodnyj režim mestnosti. In: Referativnyj obzor. Mežunarodnyj centr informacij v seľskom i lesnom chozjajstve Praga. 1969, č. 1. — 45. KREČMER, V.: Vodohospodárske vlivy lesů. In: Studijní informace ÚVTI, řada Lesnictví, Praha 1969, č. 4—5. — 46. KREČMER, V., FOJT, V.: Strip clear — cutting microclimate. In: Scientia Agriculturae Bohemoslovaca, 2 (19), 1970, No 1. — 47. KREŠL, J.: Vodohospodárský dosah holoseče. In: Sborník VŠZ v Brně. R. C, 1961, č. 1—2. — 48. KRŽÍŽ, H.: Příspevek k předpovědi objemu jarního odtoku ze sněhu. Vodohospodársky časopis, 14, 1966, č. 3. — 49. MARTINEC, J.: Automatické měření hustoty sněhu radioaktivními isotopy. In: Sborník III. celostátní hydrometeorologické konference, Praha 1954. — 50. MARTINEC, J.: Měření vodní hodnoty sněhu rádioisotopy na pokusné stanici v Krkonoších. Vodní hospodárství, 1956, č. 6.

51. MARTINEC, J., PROCHÁZKA, J.: Posouzení přesnosti měření gamma záření. Vodní hospodárství, 1956, č. 11. — 52. MARTINEC, J.: Měření vodní hustoty sněhu radioaktivním kobaltem. Vodní hospodárství, 1956, č. 3. — 53. MARTINEC, J.: The degree — day factor for snowmelt — runoff forecasting. In: AIHS — Assemblée générale de Helsinki, 1960. — 54. MARTINEC, J.: Předpověď odtoku ze sněhu na Vltave. In: Práce a studie VÚV. Seš. 103. Praha 1961. — 55. MARTINEC, J.: Předpovědi průtoku ve vodním a suchém období. In: Hydrologická konference, Smolenice 1962. — 56. MARTINEC, J.: Středně dlouhé předpovědi průtoků v povodí Odry. Vodohospodársky časopis, 10, 1962, č. 3. — 57. MARTINEC, J.: Krátkodobé prognózy jarních průtoků na základě teploty. Vodohospodársky časopis, 11, 1963, č. 4. — 58. MARTINEC, J.: Sezónní předpovědi průtoků pro přehrady. In: Práce a studie VÚV. seš. 110. Praha 1963. — 59. MARTINEC, J.: Předpovědi jarních průtoků při neúplných hydrologických podkladech. Vodní hospodárství, 1964, č. 10. — 60. PASÁK, V.: Mikrometeorologická a hydrologická měření v kmenových porostu lesa. In: Vědecké práce VÚZLM, 1957.

61. PETROVIČ, Š.: Zmena hustoty snehovej pokrývky za zimné obdobie. Meteorologické zprávy, 1954, č. 5. — 62. PETROVIČ, Š.: Výskum zrážok totalizátormi na hrebeňoch slovenských hôr. Meteorologické zprávy, 1950, č. 1—2. — 63. PETROVIČ, P.: Výpočet koeficientov v rovníciach na stanovenie výparu zo snehovej pokrývky. In: Materiály konferencie „Nové výsledky vodohospodárskeho výskumu“. Nový Smokovec 1971. — 64. PETROVIČ, P.: Výpočet výparu zo snehovej pokrývky v povodí Nitry. Vodohospodársky časopis, 20, 1972, č. 1. — 65. RICHTER, N.: Snehová pokrývka a její úloha v národním hospodárství. Meteorologické zprávy, 1955, č. 2. — 66. SMOLÍK, L.: Mocnost sněhových závějí v zimě 1939/40 na Moravě. In: Sborník České akademie zemědělské. 19. Praha 1946. — 67. SMOLÍK, L.: Teplota sněhové pokrývky na lesní louce. In: Sborník České akademie zemědělské. 13, Praha 1938. — 68. SYKORA, B.: Studium sněhové pokrývky v Modrém dolu v Krkonoších. Ochrana přírody, 23, 1968, č. 1. — 69. ŠERMER, A.: Technika merania a metodika určovania výparu zo snehu a ľadu. (Výskumná správa). Bratislava, Výskumný ústav vodného hospodárstva 1967. — 70. ŠIMO, E.: Vzťahy členov bilančnej rovnice v jednotlivých mesiacoch a rokoch obdobia 1931—1950 v povodí Nitry a Hrona (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV 1958.

71. ŠIMO, E.: Vzťahy členov bilančnej rovnice v jednotlivých mesiacoch a rokoch obdobia 1931—1950 v povodí Hornádu. (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV 1959. — 72. ŠIMO, E.: Jarné vodnosti Laborca — podmienky ich utvárania a možnosti prognózy. In: Sborník X. zjazdu čsl. geografov. Prešov, 1965. — 73. ŠIMO, E.: Možnosti predpovede objemu jarnej vodnosti v povodiach západných Karpát na území Slovenska. Geografický časopis, 17, 1965, č. 2. — 74. ŠIMO, E.: K možnosti prognóza vesenného stoka v bassejnach čechoslovakckich Karpát. In: III.ème conférence internationale des pays danubiens sur les prévisions hydrologiques. Bucaresti, 1965. — 75. ŠIMO, E.: Predpoved jarnej vodnosti Laborca na základe podmieňujúcich ju činiteľov. (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV, 1965. — 76. ŠIMO, E.: Možnosti prognózy objemu jarného prítoku do nádrží. In: Sborník Přehradní dni — Jevany, část I., Praha 1966. — 77. ŠLECHTA, V.: Příspevek k poznání hydrologie jarní erose. (Písomná práce k aspirantskému minimu). České Budějovice, Vysoká škola zemědělská 1965. — 78. TURČAN, J.: Chyby merania základných charakteristik snehového režimu. (Písomná práca k aspirant. minimu).

Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV 1969. — 79. TURČAN, J.: Kvantitatívne určenie snehovej pokrývky metódou pozemnej fotogrametrie. (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV 1969. — 80. TURČAN, J., KOZLÍK, V.: Metóda na odstránenie systematických chýb snehového váhového hustomera. Vodohospodársky časopis, 17, 1969, č. 3

81. TURČAN, J., KOZLÍK, V.: Method of elimination of errors from snowpack density measurement. In: Vth. Conference of the Danube countries on hydrological forecasting. Beograd 1969. — 82. TURČAN, J.: Použitie pozemnej stereofotogrametrie pre snehomerné práce. Vodohospodársky časopis, 18, 1970, č. 2. — 83. TURČAN, J.: Určenie zásoby snehu v povodí. (Výskumná správa). Bratislava, Ústav hydrologie a hydrauliky SAV 1970. — 84. TURČAN, J.: Rationalisierung des Schneevermessungsnetzes. Időjárás, 1971, č. 3—4. — 85. TURČAN, J.: Snow storage distribution in mountain watersheds. In: Sympózijskum AIHS v rámci XV. generál. zhromaždenia IGGU. Moskva 1971. — 86. VALIŠ, S.: Využitelná zásoba vody v půdě za zimního období. In: Sborník VUT v Brně. 1, 1968. — 87. VOTRUBA, L.: Měření sněhové pokrývky — podklad pro plánovité hospodáření vodou. In: Věstník Ministerstva techniky, 29, 1949. — 88. VRBA, M., URBÁNEK, B.: Průběh metamorfozy, diagenese a teploty ve sněhové pokrývce. Meteorologické zprávy, 1954, č. 2 a č. 5. — 89. VULTERIN, Z.: Studie o sněhových rýhách, závějích a převisech u „vlajkových stromů“ v Krkonoších. In: Hanzlíkův sborník, Státní ústav meteorologický. Publikace Řada C, sv. 6, Praha 1952. — 90. ZELENÝ, V.: Výzkum sněhové pokrývky v lese. In: Sborník ČAZV, řada B, 27, 1954, č. 4.

91. ZELENÝ, V.: Odtokové poměry při tání sněhu v Moravskoslezských Beskydech. Lesnický časopis, 11, 1965, č. 4. — 92. ZELENÝ, V.: Vliv porostní skladby na sněhovou pokrývku v lese. In: Vědecké práce Výzkumného ústavu meliorací. Sv. 8, 1966. — 93. ZELENÝ, V.: Runoff conditions in snow thawing in the Moravian — Silesian Beskids. In: International symposium on floods and their computation. Leningrad 1967. — 94. ZELENÝ, V., TICHÝ, J.: Sněhové poměry v bunkovém porostu a na pasece. 1. sdělení. Lesnický časopis, 13, 1967, č. 12. 2. sdělení. Lesnický časopis 14, 1968, č. 9—10. — 95. ZELENÝ, V.: Vliv pěstebných a těžebných zásahů v lese na odtok vody. (Výzkumná správa). Zbraslav, Výzkumný ústav meliorací, 1971.

Eduard Šimo

SÚČASNÝ STAV A PROGRAM VÝSKUMU V OBLASTI HYDROLÓGIE SNEHU V ČESKOSLOVENSKU

Voda z topiacich sa zásob snehu akumulovaného v priebehu zimného obdobia je významným zdrojom odtoku československých riek. Tento zdroj treba hospodárne využiť a ubrániť sa škodlivým vplyvom koncentrácie odtoku z neho, spôsobujúcej povodne a záplavy. K tomu je potrebné poznať procesy tvorby zásob vody v snehovej pokrývke, rozloženie týchto zásob po území a ich veľkosti k požadovanému dátumu, procesy ubúdania a miznutia akumulovaného snehu odmäkom a výparom a rozdelenie vody z odmäku na infiltráciu a odtok. Predložený príspevok si kládie za úlohu informovať stručne o tom, čo sa v oblasti hydrologie snehu v Československu doteraz riešilo a dosiahlo, o súčasnej práci a o výskumnom programe pre budúce roky.

V prvej fáze záujmu sa venovala hydrologia štúdiu vplyvu zimnej akumulácie na odtok v jar-ných mesiacoch iba v rámci všeobecných rozborov faktorov režimu odtoku v priebehu roka. Meteorológia a klimatológia, všimajúc si snehovú pokrývku, poskytla hydrologii a vodnému hospodárstvu cenné informácie o jej časovom a priestorovom rozdelení, udávajúc v jej priemerných výškach a jej priemerných maximálnych výškach aj určité kvantitatívne hodnotenie tohto významného zdroja odtoku v prvom priblížení.

Hlbší výskum procesov akumulácie snehu, jeho odmäku a odtoku z neho zostal dlhú dobu mimo hlavnej pozornosti hydrologie, bez koncentrovaného záujmu a je charakterizovaný nesystematickou prístupom k riešeniu. Najvyhranenejší záujem badať iba v troch smeroch. Je to štú-

dium možnosti strednodobej (sezónnej) predpovede celkového objemu jarného odtoku zo snehu v niektorých vodohospodársky významných povodiach, štúdium procesov vzájomného pôsobenia lesnej pokrývky a snehovej pokrývky a výskum reprezentatívnosti snehomerných metód pre hydrologické výpočty a prognózy a variability zásob snehu na území.

Jednotlivé state príspevku obsahujú stručný rozbor toho, čo sa vo všetkých uvedených smeroch, teda v hydrológii, meteorológii a klimatológii a potom špeciálne v oblasti hydrológie snehu v Československu urobilo. Dosiahlo sa viacero výsledkov, ale zostáva mnoho urobiť a dobehnúť zameškané.

Výskumný program v najbližších rokoch a naň nadväzujúca perspektíva, celkom jasná z hľadiska praktickej potreby, menej z hľadiska možnosti, zahrnuje v sebe najdôležitejšie problémy hydrológie snehu. Predovšetkým je to pokračovanie v prehľbovaní poznania tvorby časového a priestorového rozdelenia vodných zásob v snehu a v hľadaní možnosti ďalšieho upresnenia strednodobej prognózy celkového objemu jarného odtoku v podmienkach zložitého hydrometeorologického režimu zimno—jarného obdobia. Na tieto úlohy nadväzuje výskum procesu odmäku snehu a odtoku vody zo snehovej pokrývky ako potenciálneho zdroja pre odtok do uvažovaného recipientu a výskum strát tohto zdroja na infiltráciu, povrchovú akumuláciu a výpar. Ďalšími do úvahy prichádzajúcimi problémami sú krátkodobá prognóza odtoku z odmäku a syntéza čiary prietokov celej prietokovej vlny. Základným predpokladom riešenia väčšiny uvedených problémov je výskum časovo-priestorového mechanizmu snehového hydrologického cyklu v malých uvážene vybraných povodiach, ktorý by umožnil čo najpresnejšie výpočty a vytvoril predpoklady pre ich čo najpresnejšie regionálne zovšeobecnenie, ktoré by umožnilo podstatne presnejšie výpočty a predpovede vo väčších povodiach.