

HUBERT KRÍŽ, INGBORG KRÍŽOVÁ

## POZOROVÁNÍ PODZEMNÍCH VOD NA ÚZEMÍ ČSSR

Pozorování podzemních vod nemají v ČSSR tak dlouhou tradici jako sledování meteorologických prvků nebo hydrologických jevů na řekách, jejich význam je však přesto značný, zejména z vodohospodářského a vodárenského hlediska.

Účelem těchto pozorování je především poznání režimu podzemních vod, tj. časových a prostorových změn kvantitativních i kvalitativních vlastností podzemních vod, které se projevují kolísáním jejich hladin i vydatností pramenů a změnami fyzikálního i chemického složení těchto vod. Kromě toho pozorování přispívají k objasnění závislosti zásob podzemních vod na klimatických i hydrogeologických poměrech a zjištění rozsahu různých nepříznivých zásahů do režimu podzemních vod. Jde především o ovlivňování tohoto režimu při jímání podzemních vod pro vodárenské účely, dále baňskou činností a s ní souvisejícím čerpáním důlních vod a zvláště pak rozsáhlým znečišťováním podzemních vod, které má za následek nepříznivé změny chemického složení těchto vod.

### Metodika pozorování podzemních vod

Pozorováním podzemních vod se rozumí především měření hloubek jejich hladin v různých objektech (vrtech, studnách, zaražených sondách apod.) a vydatnosti pramenů. Kromě toho se ještě sledují změny kvalitativních vlastností podzemních vod, zejména chemického složení a teploty.

Hloubka hladiny podzemní vody se nejčastěji zjišťuje měřením její vzdálenosti od tzv. odměrného bodu, což je zpravidla horní okraj výstroje vrtu (zárubnice) nebo studny (skruže). Dosud se k tomu účelu používá převážně jednoduché měřicí zařízení, tzv. Rangova píšťala upevněná na měrném pásmu, která po spuštění do vrtu nebo jiného pozorovacího objektu vydá zvukový signál. Pro přesnější měření, zejména v hlubokých vrtech, jsou vhodnější elektrická měřidla, která spočívají na principu spojení elektrického okruhu při dotyku s hladinou podzemní vody, což zaznamená světelné nebo zvukové signalizační zařízení. Toto zařízení je umístěno vně vrtu, takže zvukový signál je mnohem lépe slyšitelný než při použití Rangovy píšťaly.

Měření vydatnosti pramenů se provádí na různých typech měrných přepadů, které bývají umístěny pod prameništěm. Vydatnosti menších pramenů se měří přenosnou měrnou nádobkou na jednoduchých přepadech s jedním půlkruhovým nebo několika obdélníkovými výřezy (obr. 1 v příloze). Pro sledování pramenů o větší vydatnosti (asi od 3 l/s výše) se používají trojúhelníkové Thompsonovy (obr. 2) nebo kombinované ostrohranné přepady s boční kontrakcí, případně obdélníkové Ponceletovy přepady (obr. 3), při minimální vydatnosti nejméně 5 l/s. Vydatnost větších pramenů (asi do 30 l/s) se měří do měrných nádob, které jsou trvale umístěny u přepadů. Při tomto měření se zjišťuje čas potřebný k naplnění měrné nádoby o známém obsahu.

Při použití dokonalých ostrohranných přepadů s postranní kontrakcí je možno vydatnost stanovit i výpočtem z empirických vzorců na základě znalosti přepadového součinitele a přepadové výšky, která se čte na vodočtu. Vzhledem k tomu, že postupně dochází ke změnám v prameništi nad přepadem, musí se provádět pravidelná kontrolní měření vydatnosti buďto měrnou nádobou, anebo hydro-metrickou vrtulí (podobně jako při měření průtoků na tocích).

Vydatnosti pramenů dosahující až stovky litrů za vteřinu se sledují na upravených měrných profilech s vodočty, podobně jako je tomu na povrchových tocích. V některých případech se vydatnosti některých velkých pramenů zjišťují na základě přírůstků průtoků v povrchovém toku mezi dvěma měrnými profily. Příkladem jsou nejvydatnější prameny v ČSR — prameny Petrovy u Březové nad Svitavou, jejichž průměrná vydatnost dosahuje 460 l/s, anebo známější Velký pramen v Mělnické Vrutici s průměrnou vydatností asi 180 l/s. Vydatnost prvních pramenů se určuje podle rozdílu průtoků v řece Svitavě nad a pod těmito vývěry a druhých na základě přírůstků průtoků Pšovky.

Pozorování hladin podzemních vod i vydatností pramenů se provádějí popsávanými jednoduchými způsoby převážně jedenkrát týdně, a to jednotně ve středu. Nepřetržitou registraci hladin podzemních vod v pozorovacích objektech umožňují přístroje, které zaznamenávají jejich průběh na registrační nebo děrnou pásku. V ČSSR se dosud pro tento účel používají limnigrafické přístroje běžného typu jako ke sledování vodních stavů na tocích. Kromě toho však byly již vyvinuty modernější registrační přístroje. Jde především o tzv. programový hladinoměr Metra 511, který se u nás již sériově vyrábí. Tímto přístrojem je možno zaznamenávat stav hladiny podzemní vody buďto tak, že se časové a výškové údaje registrují ve zvolených časových intervalech, anebo při každé změně hladiny nejméně o 1 cm.

Teplota podzemní vody se měří jak u pramenů, tak i v pozorovacích vrtech, případně i jiných objektech (studnách apod.) podobně jako hloubka hladiny nebo vydatnosti pouze v týdenních intervalech. Při těchto měřeních se používají zatím převážně poměrně přesné laboratorní nebo staniční rtuťové teploměry. Pro velmi přesná měření teploty podzemní vody jsou vhodnější termistorové teploměry, které se však uplatňují spíše při měřeních pro různé výzkumné účely než při běžném pozorování podzemních vod.

Chemické analýzy vzorků podzemních vod se provádějí zatím vesměs jednorázově a pouze u vybraných pozorovacích vrtů, a to během čerpacích zkoušek. Chemické a bakteriologické vlastnosti vod některých významnějších pramenů se sledují na základě častěji odebíraných vzorků. Jde však zatím o ojedinělé prameny ve význačných vodohospodářských oblastech, zejména České tabule, z nichž jsou odebírány vzorky vody přibližně asi jedenkrát za čtvrtletí.

### Vývoj pozorování podzemních vod na území ČSSR

Pozorování podzemních vod bylo zahájeno na území ČSSR mnohem později než sledování vodních stavů na řekách nebo měření meteorologických prvků. První ojedinělá měření vydatnosti některých pramenů, zejména na území České tabule se uskutečnila již během desetiletí 1881—1890, avšak významnější pozorování podzemních vod se začala provádět pro účely vodárenské a vodohospodářské až v posledních letech minulého a začátkem tohoto století. Šlo však převážně o nepravidelná účelová pozorování, která neměla dlouhého trvání. Jedinou výjimkou jsou dlouhodobá pozorování hladin podzemních vod i vydatností pramenů, která se provádí nepřetržitě již od přelomu 19. a 20. století v jižní části Česko-

tržbovské vrchoviny a nemají, z hlediska délky jejich trvání jinde v ČSSR obdoby.

V této části Českotřebovské vrchoviny, především v okolí Březové nad Svítavou, byly pro vodárenské účely (zásobování města Brna pitnou vodou) vyhloubeny četné vrty, v nichž se provádělo a v některých dosud provádí pozorování hladiny podzemní vody. Kromě toho se v této oblasti sleduje též vydatnost 4 významných pramenů. První soustavné pozorování v 10 vrtech bylo zahájeno již koncem roku 1899 a v pozdějších letech se postupně rozšiřovalo na další pozorovací objekty. S měřením vydatnosti prvních dvou pramenů se začalo v roce 1900. Vzhledem k tomu, že u některých vrtů i pramenů probíhá toto pozorování bez přerušování až dosud, lze je považovat za nejdelší sledování podzemních vod na území ČSSR.

V jiných částech našeho státu se začalo s pozorováním podzemních vod až ve čtyřicátých letech tohoto století. Dříve byly budovány pozorovací objekty podzemních vod na Slovensku než v českých zemích. V souvislosti s výstavbou vodních děl na Váhu a vodohospodářských úprav v Podunajské nížině se v těchto částech Slovenska začaly postupně od roku 1931 zřizovat pozorovací objekty. Šlo převážně o zarážené mělké pozorovací sondy o průměru 55 mm (obr. 4), které tvořily profily v údolích toků. V padesátých letech se začalo s budováním těchto pozorovacích hydrologických profilů podzemních vod i ve Východoslovenské nížině.

Na Moravě byly tyto pozorovací profily zřizovány po roce 1933 v uvažované trase připravovaného průplavu Odry—Dunaj, tj. v údolích Moravy, Odry a Bečvy. Původním účelem těchto pozorování bylo zajištění podkladů pro toto vodní dílo a sledování jeho vlivu na okolní území. K výstavbě průplavu však dosud nedošlo a tak vybudované pozorovací objekty sloužily především k získání poznatků o režimu podzemních vod v kvartérních fluviaálních sedimentech údolí řek, v nichž byly vybudovány.

V Čechách byla nejprve budována síť pozorovacích objektů pro vodárenské účely v křídovém útvaru, zejména v okolí Mělníka a v Pojizeří. V těchto oblastech bylo během období 1937—1940 zahájeno pozorování asi v 250 studnách, vrtech i úzkoprofilových sondách. Na Mělnicku bylo však toto pozorování ukončeno již během II. světové války a v Pojizeří v roce 1955. V menším počtu vhodných objektů bylo pozorování obnoveno v roce 1960.

Zřizování pozorovacích objektů, které bylo vyvoláno výstavbou vodních děl a jiných zařízení se soustředilo pouze do několika zájmových oblastí, kdežto na ostatním území se pozorování vůbec neprovádělo. Navíc celkové provedení a vybavení těchto pozorovacích objektů bylo zcela podřízeno uvažovanému zámeru a pozorování mělo být ukončeno po vybudování příslušného díla. Ke změně došlo po zřízení Hydrometeorologického ústavu v roce 1954, který začal se soustavnou výstavbou sítě pozorovacích objektů podzemních vod. Tento ústav se nejprve zaměřil na vybudování sítě pozorovaných pramenů. Kromě toho převzal do své správy některé ze stávajících hydrologických pozorovacích profilů na Moravě a na Slovensku, které byly vhodné pro další pozorování. V Čechách začal HMÚ od roku 1956 postupně provádět pozorování v různých hydrogeologických vrtech, které byly vyhloubeny např. pro účely Státního vodohospodářského plánu a po přechodnou dobu sledoval hladinu podzemních vod v četných vhodných domovních studnách, zejména na Kolínsku.

Podstatnou změnu z hlediska dalšího vývoje pozorování podzemních vod v ČSSR znamenalo rozhodnutí budovat základní pozorovací síť podzemních vod a kromě toho provádět pozorování podle potřeb vodního hospodářství, těžby ne-

rovných surovin apod. v účelových pozorovacích objektech. Pro tento účel byly nejprve Hydrometeorologickým ústavem v roce 1957 vypracovány potřebné směrnice a potom v letech 1961—1963 i vlastní návrh základní pozorovací sítě. Podle tohoto návrhu, který byl schválen, mělo být postupně v letech 1964—1968 vybudováno v ČSSR celkem 2441 pozorovacích objektů základní sítě (obr. 5); z toho v ČSR 1252 a v SSR 1189.

Celkový přehled o tom, jak se postupně měnil počet pozorovacích objektů podzemních vod na území ČSSR v letech 1931—1970, poskytuje tabulka 1. Uváděny jsou pouze objekty (vrty, studny, sondy a prameny) pozorované hydrologickou službou (Hydrometeorologickým ústavem) a nikoliv dalšími organizacemi, např. vodohospodářskými.

V tabulce je uvedeno o kolik se zvýšil nebo snížil počet pozorovaných objektů v jednotlivém roce, a to zvláště v Českých zemích a na Slovensku. Rozlišují se přitom pozorovací objekty podzemních vod (vrty, studny apod.) základní a účelové sítě a prameny. V posledním sloupci se uvádí celkový počet pozorovaných objektů podzemních vod a pramenů na území ČSSR. Pozorovací objekty základní sítě jsou vykazovány prakticky již od roku 1957, ačkoliv návrh na realizaci této sítě byl vypracován až v období 1961—1963. Je to způsobeno tím, že již v předstihu byly do základní sítě přeraženy některé ze stávajících objektů.

Z tabulky je patrné, že počet pozorovaných objektů podzemních vod se postupně neustále zvyšoval, s výjimkou let 1935—1939, až do roku 1962, kdy dosáhl vůbec nejvyššího počtu 6107 objektů. V roce 1963 došlo k podstatnému omezení pozorovací sítě, zejména proto, že z ní byly vyřazeny mnohé úzkoprofilové sondy hydrologických profilů, neboť nezaručovaly dobré výsledky pozorování. Během období 1964—1966 byla opět pozorovací síť rozšířena a to především o nově vybudované pozorovací objekty základní sítě. V posledních letech se celkový počet pozorovacích objektů podzemních vod na území ČSSR pohybuje přibližně kolem 5300 až 5400.

### Současný stav pozorovací sítě podzemních vod v ČSSR

V současné době je pozorovací síť podzemních vod, která náleží do správy Hydrometeorologického ústavu, rozdělena na základní, účelovou a vyhledávací. Základní pozorovací síť tvoří reprezentativní objekty, v nichž se provádí dlouhodobé pozorování a které poskytují základní a celkem ucelený přehled o režimu podzemních vod na území ČSSR. Tato síť se dělí na dvě části. První, která již byla prakticky vybudována, slouží ke sledování hladin mělkých podzemních vod a druhá hlubokých horizontů, jejíž postupná výstavba teprve probíhá.

Účelová pozorovací síť je zřizována v souvislosti s výstavbou různých vodohospodářských děl, dále hydrogeologických průzkumů, kdy slouží k přesnějšímu vyhodnocení zásob podzemních vod v určitém území, nebo při těžbě nerostných surovin, melioracích apod. Pozorování jsou přizpůsobena sledovanému účelu a bývají ukončena zpravidla spolu s dokončením stavby, průzkumu nebo vyřešením úkolu. Tato pozorování často provádí Hydrometeorologický ústav, avšak financují je organizace, které jsou investorem řešeného úkolu nebo prováděné stavby. Výjimečně některé reprezentativní pozorovací objekty po skončení úkolu přejímá HMÚ a pokračuje v pozorování hladin podzemních vod nebo vydatnosti pramenů i nadále.

Vyhledávací pozorovací síť je přechodným typem neboť pomáhá v řešení základní sítě, předchází jí nebo doplňuje. Jsou v ní zařazeny všechny pozorovací objekty, které nesplňují předpoklady pro základní síť, avšak mají dlouhodobá

Tab. 1. Rozvoj pozorovací sítě objektů podzemních vod a pramenů na území ČSSR v letech 1931—1970

Hydrologický rok	Zvýšení nebo snížení počtu pozorovaných objektů a pramenů							Celkem objektů na území ČSSR	
	České země				Slovensko				
	Pozorovací sítě		Pramenů	Celkem	Pozorovací sítě		Pramenů		Celkem
	základní	účelové			základní	účelové			
1931						1	1	1	
1932						59	59	60	
1933		59		59		24	24	143	
1934		62		62		5	5	210	
1935								210	
1936								210	
1937								210	
1938								210	
1939								210	
1940		416		416		11	11	637	
1941						13	13	650	
1942		65		65		12	12	727	
1943		39		39		33	33	799	
1944						52	52	851	
1945		7		7		89	89	947	
1946						181	181	1128	
1947		31		31		14	14	1173	
1948		43		43		12	12	1228	
1949		23		23		82	82	1333	
1950		108		108		685	685	2126	
1951		171	1	172		192	18	2508	
1952		7		7		189		2704	
1953		34	3	37		575	1	3317	
1954		86	2	88		96	23	3524	
1955		25	22	47		307	153	4031	
1956		37	35	72		60	56	4219	
1957	4	195	72	271	9	(2)	82	4579	
1958	1	103	77	181	92	20	(9)	4863	
1959	4	38	71	113	50	120	17	5163	
1960	26	117	67	210	81	(39)	(15)	27	5400
1961	176	(29)	39	186	138	112	(28)	222	5808
1962	130	(37)	8	101	88	44	66	198	6107
1963	257	(431)	41	(133)	99	(1292)	(48)	(1241)	4733
1964	132	(13)	25	144	43	(1)	26	68	4945
1965	66	10	19	95	86	(83)	(38)	(35)	5005
1966	160	(1)	20	179	49	53	59	161	5345
1967	118	45	(10)	153	61	(200)	(75)	(214)	5284
1968	64	(29)	70	105	157	(68)	(78)	11	5400
1969	22	84	(31)	75	54	(134)	(25)	(105)	5370
1970	(8)	(9)	35	18	119	(30)	(8)	(81)	5469

Poznámka: V závorce uvedené hodnoty značí snížení počtu objektů a pramenů v příslušném roce.

pozorování, nebo jsou jinak významné. Jde např. o hydrologické pozorovací profily zřízené v trase průplavu Odra—Dunaj. Vyhledávací síť má značný význam při zajišťování vydatnosti pramenů a jejich vhodnosti pro využití. Z několika pozorovaných pramenů, které tvoří vyhledávací síť na určitém území, jsou potom vybrány pouze ty, které jsou svojí vydatností a chemickými vlastnostmi nejvhodnější jako trvalý zdroj vody pro zásobování, nebo případně pro dlouhodobé pozorování.

## Závěr

Účelem pozorování podzemních vod je poznání jejich režimu a studium závislosti mezi tvorbou zásob podzemních vod a klimatickými a hydrogeologickými poměry. Výsledky těchto pozorování jsou důležité z hlediska přesného vyhodnocení zásob i využitelného množství podzemních vod. Kromě toho mají význam i pro řešení problematiky související s různými nepříznivými zásahy do režimu podzemních vod a zvláště pak jejich znečišťováním, ke kterému dochází se stále větší mírou.

Ojedinelá pozorování podzemních vod se prováděla na území ČSSR již koncem minulého století, avšak větší rozvoj nastal až ve čtyřicátých a padesátých letech tohoto století, kdy byly zřizovány četné pozorovací objekty jednak v trase připravovaného průplavu Odra—Dunaj na Moravě a jednak v Podunajské a Východoslovenské nížině na Slovensku. Na ostatním území ČSSR se však v této době pozorování podzemních vod téměř neprovádělo. Se soustavnou výstavbou pozorovací sítě podzemních vod se začalo až po zřízení Hydrometeorologického ústavu v roce 1954, zejména pak v letech 1958—1968, kdy byla budována základní síť objektů pro pozorování hladin mělkých podzemních vod.

Přehled o vývoji pozorovací sítě podzemních vod a pramenů na území ČSSR v letech 1931—1970 poskytuje tabulka 1. V této tabulce jsou uváděny pouze objekty pozorované hydrologickou službou a nejsou v ní zahrnuta krátkodobá a nesoustavná pozorování prováděna různými vodohospodářskými organizacemi.

V současné době jsou pozorovací objekty podzemních vod v ČSSR rozděleny do 3 typů pozorovacích sítí. První je základní pozorovací síť, kterou tvoří reprezentativní objekty, v nichž se provádí dlouhodobá pozorování, jejichž výsledky poskytují ucelený přehled o režimu podzemních vod na území ČSSR. Další je účelová pozorovací síť, která se zřizuje v rámci hydrologických průzkumů, výstavby vodohospodářských děl, těžby nerostných surovin apod. Tato pozorování jsou přizpůsobena příslušnému účelu a zpravidla končí spolu s řešeným úkolem, stavbou nebo průzkumem. Posledním typem je vyhledávací síť, do níž jsou zařazeny všechny významné objekty, které nespĺňují některé předpoklady pro základní síť a kromě toho i mnohé ze sledovaných pramenů, z nichž jsou potom vybrány pouze některé nejhodnější pro praktické využití.

## Literatura

- DAŇKOVÁ H. — URBÁNEK P. (1964): Účel, vývoj a současný stav pozorovací sítě podzemních vod v povodí Labe. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. 6:1:9—11. VÚV, Praha.
- DAŇKOVÁ H. (1970): Hodnocení výsledků pozorování podzemních vod a pramenů. In: Hydrologické poměry ČSSR, III. díl, 249—253. HMÚ Praha.
- KŘÍŽ H. (1969): Výběr a reprezentativnost pozorovacího období pro rajonizaci podzemních vod. Zprávy GÚ ČSAV, VI: 7:1—11, Brno.
- MALÝ O. — SOMMER M. (1966): Měření vydatnosti pramenů. Vodní hospodářství 14: 10:409—412, Praha.
- OTEVŘEL O. — SOMMER M. (1966): Vývoj a současný stav pozorování podzemních vod a pramenů. Vodní hospodářství 14:6:242. Praha.

## OBSERVATIONS OF GROUNDWATERS ON THE TERRITORY OF CZECHOSLOVAKIA

The purpose of observations of groundwaters is the knowledge of their regime and the study of dependences between the formation of groundwater storage and climatic and hydrogeological factors. The results of these observations are important from the point of view of an exact evaluation of the storage and of the amount of groundwater

which can be employed. Besides that they have their significance also in the solution of problems in connection with various unfavourable interventions done into the groundwater regime and especially of those connected with their, contamination which occurs ever more frequently.

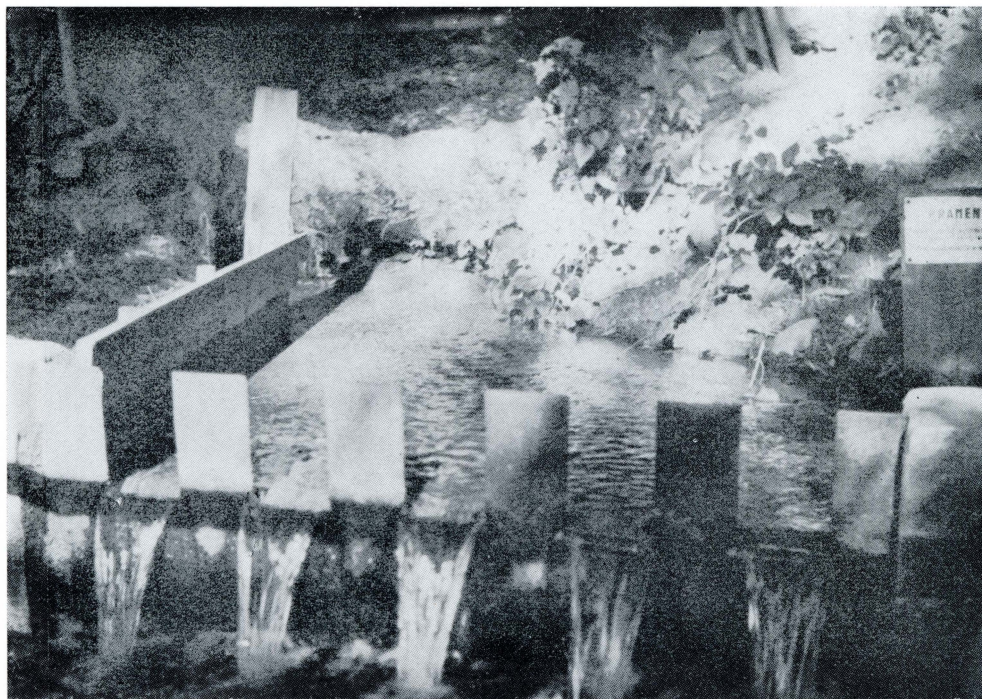
Sporadic observations of groundwaters on the territory of Czechoslovakia were conducted already at the end of last century, a development of them, however, was brought about only in the years forty a fifty of this century when numerous observation objects were established on the trace of the projected Oder—Danube canal in Moravia and in the Lowlands of Podunajská and Východoslovenská nížina in Slovakia. On the rest of the territory of Czechoslovakia in this period, however, observations of groundwaters were nearly not conducted at all. A systematical building of the groundwater observation network was started only after the establishment of the Hydrometeorological Insitute in 1954, especially in the years 1958—1968, when the basic network was being built of objects for the observation of shallow groundwater levels.

A review of the development of the observation network of groundwaters and of springs on the territory of Czechoslovakia in the period 1931—1970 is contained in Table 1. This table lists only objects observed by the hydrological service and it does not comprise short-term and unsystematic observations undertaken by various organisations concerned with water economy.

At the present time the observation objects for groundwater observation in Czechoslovakia are divided into three types of observation networks. The first is the basic observation network formed by representative objects in which long-term observations are conducted, the results of which give a complete review of the groundwater regime on the territory of the Czechoslovakia. The second is the network for special aims which is built in the framework of hydrogeological investigations, construction of works of water economy, extraction of mineral raw materials, etc. These observations are adapted to the respective purpose and, as a rule, they are finished together with the task under solution, with the end of the construction or of the investigations. The last type is constituted by a searching network which comprises all important objects which do not correspond to some presuppositions of the basic network and, in addition to it, also many of the observed springs, out of which only some most convenient, from the viewpoint of their practical use, are then selected.

#### Captions to the figures:

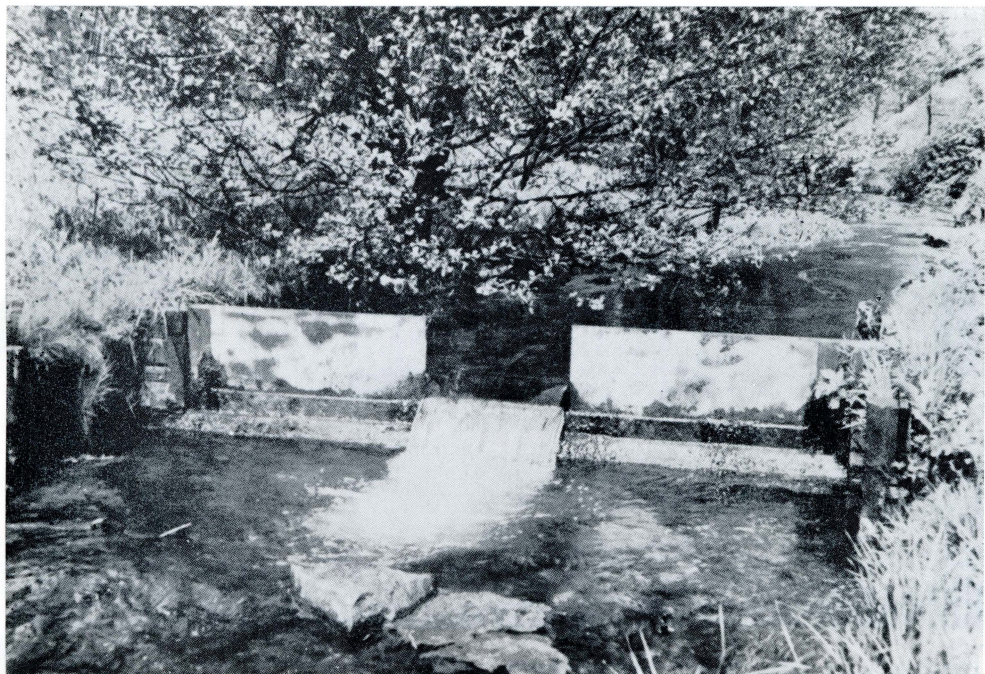
1. Measuring weir with several oblong cut-outs. Spring U Vavřenů at Hronov.
2. Thomson triangle measuring weir. Spring Na louce at Dolní Morava.
3. Ponzelet oblong measuring weir of the Nádražní prameny (Springs) at Brněnec.
4. Observation well of hydrological profile HP 142 Mankovice on the route of the planned canal Oder—Danube.
5. Observation well of the basic network of the Hydrometeorological Institute.  
*(Photo 1—5 by H. Kříž.)*
6. Spring flowing out from the non-carst cave Bartošova pec near Ondříkovice (north of Turnov) is permanently observed.  
*(Photo by J. Rubín.)*



1. Měrný přepad s několika obdélníkovými výřezy. Pramen „U Vavřenů“ v Hronově.
2. Trojúhelníkový Thomsonův měrný přepad. Pramen „Na louce“ v Dolní Moravě.







3. Ponceletův obdélníkový měrný přepad na „Nádražních pramenech“ v Brněnci.



4. Pozorovací sonda hydrologického profilu HP 152 Mankovice v trase plánovaného průplavu Odra—Dunaj.



5. Pozorovací vrt základní sítě Hydrometeorologického ústavu.  
*(Foto 1—5 H. Kříž)*

6. Hydrologicky sledovaný výtok podzemních vod z nekrasové vývěrové jeskyně Bartošova pec u Ondříkovic severně od Turnova.  
*(Foto J. Rubín)*

