

Příspěvek k upřesnění dokumentace mělkých hydrogeologických vrtů

(2 obr. a 1. tab. v textu)

JARMILA MÜLLEROVÁ* — KAREL MÜLLER** — PAVEL BLÁHA***

Contribution à la précision de la documentation des forages hydrogéologiques peu profonds

L'efficacité de la prospection hydrogéologique est en relation étroite avec la documentation authentique et la corrélation superficielle des ouvrages de prospection. Dans ce but, on peut utiliser les méthodes géophysiques, surtout géoélectriques. En utilisant ces méthodes et la typologie physique, on peut compléter la documentation lithologique directe et faire la corrélation superficielle des forages, en plus on peut gagner les données sur quelques paramètres hydrophysiques des horizons forés.

К уточнению документации мелких гидрогеологических скважин

Эффективность гидрогеологической разведки зависит от надежной документации в плоскостной корреляции разведочных работ. Для этого целесообразно применение геофизических, особенно геоэлектрических методов. Этими методами на основании становления физической типологии возможно пополнить прямую литологическую документацию скважин и провести её плоскостную корреляцию и получить данные на некоторым гидрофизическим параметрам пробуренных горизонтов.

Úvod

Hydrogeologický průzkum pro vyhledávání zdrojů mělkých podzemních vod zahrnuje aplikace hydrogeologických a hydrologických metod a vrtní práce.

Efektivnost tohoto průzkumu je závislá na kombinaci jednotlivých metod, které vytvoří při daných podmínkách a pro daný účel nejvýhodnější komplex.

Jednou ze součástí tohoto komplexu při mělkém hydrogeologickém průzkumu jsou v posledních letech i geofyzikální metody, které umožňují plošnou korelaci výsledků přímých průzkumných prací, jejich racionální rozmístění a vzhledem ke své fyzikální podstatě mohou značně rozšířit poznatky o hydrofyzikálních parametrech (K. MÜLLER — J. MÜL-

* Jarmila Müllerová, CSc., Katedra geologie a mineralogie VŠB Ostrava.

** Doc. Ing. Karel Müller, CSc., Katedra ložiskové a průzkumné geologie VŠB Ostrava, tř. Vítězného února.

*** RNDr. Pavel Bláha, Geotest, n. p. Brno, pracoviště Ostrava.

LEROVÁ — M. VILŠER — P. BLÁHA 1972, K. MÜLLER — J. MÜLLEROVÁ — M. VILŠER 1972).

U mělkých hydrogeologických vrtů (cca do 50 m) v pokryvných útvech se často setkáváme s problémem litologického členění. V hlubokých vrtech ve zpevněných horninách se dokumentace běžně doplňuje karotážním měřením, kterého se u mělkých vrtů vzhledem ke způsobu jejich vystrojení, nedostatku vhodných jednoduchých aparatur a také z ekonomických důvodů většinou nepoužívá.

V předložené práci se zabýváme otázkou aplikace geofyzikálních metod pro litologickou dokumentaci mělkých vrtů v pokryvných útvech a pro sledování některých hydrofyzikálních parametrů.

Opěrná geofyzikální měření u vrtů

Pro možnost detailního fyzikálního členění provrtaných horizontů je výhodné provádět u vrtů vertikální odporové sondování (VES), a to v takové úpravě, aby krok postupu proudových elektrod byl v relaci s vyskytující se mocností jednotlivých horizontů. V některých případech má pak VES charakter mikrosondy. Pro zjištění odporové anizotropie a s ní souvisejících litologických změn v prostoru kolem vrtu je vhodné používat křížového uspořádání elektrod (tzv. křížových sond), v podmínkách značně anizotropního prostředí pak rozmísťovat elektrody v několika azimutech (tzv. paprskové sondy).

Výsledky takto prováděných odporových měření, zobrazení v podobě izoohm ρ_z v jednotlivých horizontálních rovinách umožňují vytvoření prostorové představy o fyzikální proměnlivosti v okolí vrtu.

Vztah mezi fyzikální interpretací a litologickou dokumentací vrtných vzorků lze řešit na základě odporových měření, uskutečněných na kvalitně provedených vrtech s přesnou litologickou dokumentací, popřípadě doplněnou laboratorními analýzami, např. zrnitostní analýzou, chemismem vod apod. Statistické vyhodnocení souboru odporových měření, prováděných na skupině vybraných charakteristických vrtů v zájmovém hydrogeologickém rájónu, umožňuje provést fyzikální typologii, odpovídající litologickému charakteru jednotlivých horizontů.

Tab. 1

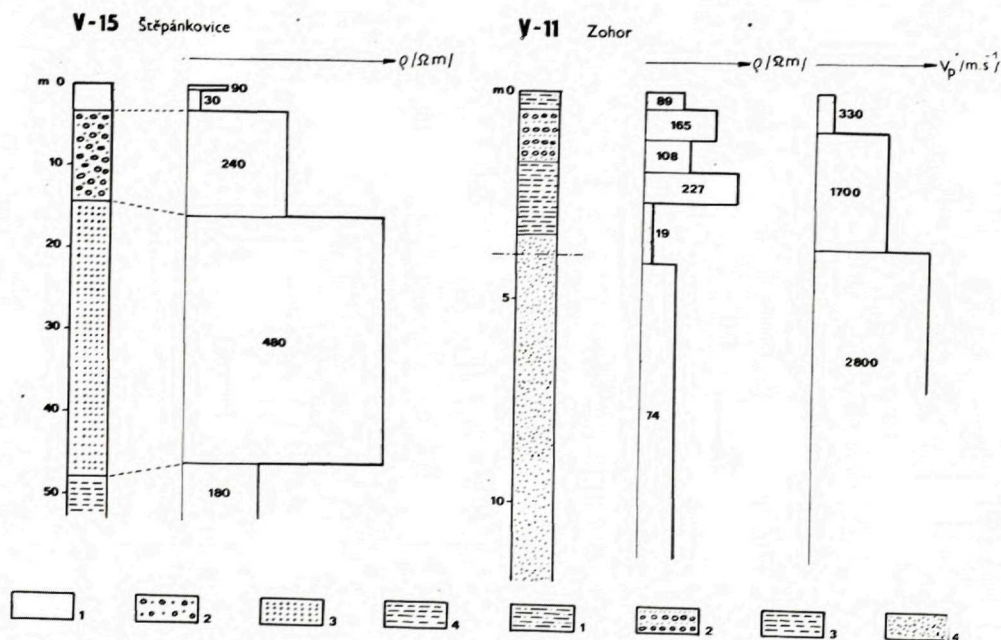
Oblast Štěpankovice	ρ
kvartér 1. spraše, sprašové hlíny	25— 60 Ω m
2. písčitojilovité hlíny	20— 75 Ω m
3. štěrkopísky	180—315 Ω m
4. zajiňované (zvodnělé?) štěrkopísky	70—170 Ω m
5. křemité písky	250—550 Ω m
6. jíly	30— 90 Ω m
neogén 7. písčité jíly	60—180 Ω m
8. vápnité jíly	15— 75 Ω m

Význam fyzikální typologie je tím větší, čím je oblast litologicky variabilnější, a kde tudíž prostá korelace mezi sousedními vrty není dostatečně věrohodná. Pro sestavení geologického řezu v takových oblastech by bylo pak nutné provádět řadu zahušťujících vrtů, které však při použití známé fyzikální typologie můžeme ve většině případů nahradit vertikálním elektrickým sondováním. Tohoto způsobu geologicko-geofyzikální interpretace jsme použili při hydrogeologickém průzkumu glaciálních sedimentů na Ostravsku v oblasti Bělá a Štěpánkovice (K. MÜLLER — J. MÜLLEROVÁ — P. BLÁHA 1972, K. MÜLLER — J. MÜLLEROVÁ — M. VILŠER 1972).

Z rozboru litologické dokumentace a opěrného odporového měření u vrtů jsme stanovili meze velikosti měrného odporu ρ , odpovídající známým a ověřeným litologickým typům v dané oblasti (tab. 1). Na základě doplňujících VES mezi sousedními vrtů bylo možno sestavit věrohodný geologický řez.

Opěrná odporová měření u vrtů je v některých případech účelné doplňovat jednoduchou seizmickou sondáží pomocí refrakčně seizmické aparatury, a to zvláště tam, kde zajilování nebo zvodnění stírá rozdíly v měrných odporech vrstev, přičemž rozdíly v rychlostech elastických vln mohou být výrazné.

Na obr. 1 jsou uvedeny dvě ukázky výsledků opěrných a seizmických měření z oblasti glaciálních sedimentů na Ostravsku a z oblasti kvartérních uloženin Záhorské nížiny. U vrtu V-15 jsou výrazná odporová rozhraní v dobré relaci s ostrými litologickými rozhraními. Výsledky odporových měření, která zde měla charakter vertikálního mikrosondování, ukazují ve svrchní části vrtu na několik odporově odlišných prostředí, která nebylo možno vzhledem k neostrým rozhraním, a pravděpodobně i vzhledem ke způsobu výnosu vzorků, litologicky dokumentovat. Refrakčně seizmickým měřením byla ověřena výrazná litologická rozhraní.



Obr. 1. Vrt V-15

1 — sprásové hlíny, 2 — štěrkopísky, 3 — křemité písky, 4 — neogenní vápnité písky

Vrt V-11

1 — písčitá hlína, — písek hrubozrnný s drobným štěrkem, 3 — hlína tuhá, pevná, 4 — písek středně a slabě prachovitý

Abb. 1. Bohrung V-15

1 — Loesslehm, 2 — Schotterande, 3 — Quarzsande, 4 — Neogene Kalksande

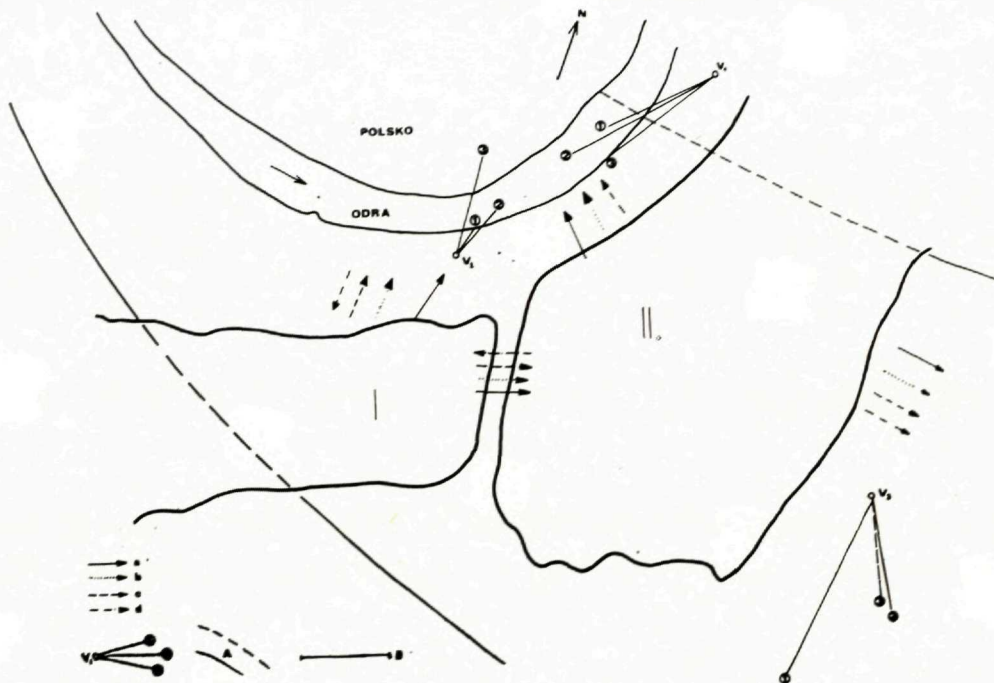
Bohrung V-11

1 — Sandiger Lehm, 2 — Grobkörniger Sand mit feinem Schotter, 3 — Kompakter, fester Lehm, 4 — Mittel und schwachstaubiger Sand

Sledování dynamiky podzemní vody pomocí geofyzikálních metod

K získání údajů o hydrofyzikálních vlastnostech provrtávaných horizontů a hydrogeologickém režimu podzemních vod byla opracována metodika komplexní karotáže vrtů. Tímto způsobem lze sledovat dynamiku podzemní vody, místa přítoků a některé fyzikální vlastnosti vod (S. MAREŠ 1972a, b, P. PETER — J. HULLA — J. RAVINGER 1972).

Komplexní karotáže se používá většinou jen v hlubších vrtech, zatímco u mělkých průzkumných vrtů se s ní setkáváme jen ojediněle — např. při kontrole těsnosti injekční clony ve vrtech a přehradních profilech apod. (Z. TKANÝ — V. VALTR 1972, V. VALTR — M. CIGÁNEK 1972).



Obr. 2. Směry filtrace podzemní vody podle hydrogeologického průzkumu (8)
a — 11. 9. 1968 b — 22.—23. 10. 1968 c — 30. 4. 1969 d — 16.—18. 6. 1969
Rychlosti a směry proudění podzemní vody podle geofyzikálního měření (4)
1—6.—15. 5. 1969 2—13.—17. 6. 1969 3—2.—7. 10. 1969
A — okraje subglaciálního koryta podle výsledků geofyzikálního průzkumu (8)
B — rychlost proudění 0,05 m/hod.
I, II — štěrkopískovny

Abb. 2. Richtunge der Filtrierung des Grundwassers nach der hydrogeologischen Erkundung (8)
a — 11. 9. 1968 b — 22.—23. 10. 1968 c — 30. 4. 1969 d — 16.—18. 6. 1969
Geschwindigkeiten und Richtungen der Grundwasserströmung nach geophysikalischen Messungen
(4)
1—6.—15. 5. 1969 2—13.—17. 6. 1969 3—2.—7. 10. 1969
A — Ränder des subglazialen Strombettes nach den Ergebnissen der geophysikalischen Erkundung
(8)
B — Strömungsgeschwindigkeit 0,05 m/Stunde
I, II — Schotter-sandgruben

Při plošném hydrogeologickém průzkumu s větším počtem vrtů je nutno aplikovat některou jednoduchou metodu pro sledování dynamiky, zejména směru a rychlosti proudění podzemní vody.

Pro tento účel je vhodná metoda vetknuté sondy (nabitého tělesa), která poskytuje poměrně přesné výsledky (K. MÜLLER — P. BLÁHA 1972). Tuto metodu je vhodné doplňovat konduktometrickým měřením pro stanovení koeficientu filtrace (H. KRUŽÍK 1968).

Na obr. 2 jsou zobrazeny výsledky měření směrů a rychlosti proudění podzemní vody v okolí šterkopískoven u Starého Bohumína, kde měly být ověřeny filtrační poměry mezi šterkopískovkami a vodárenskými objekty v blízkosti vrtu V_3 .

Na vrtech V_1 , V_2 , V_3 bylo použito metody vetknuté sondy, která poskytla přesné údaje o proudění při různých režimech čerpání ve šterkopískovnách.

Při větším počtu takto proměřených vrtů a studní je možno upřesnit mapu hydroizohyps zkoumané oblasti a sestavit mapu středních rychlostí proudění podzemní vody.

Závěr

V předložené práci podáváme možnosti využití aplikace některých jednoduchých geofyzikálních metod v mělkém hydrogeologickém průzkumu. Poukázali jsme pouze na přínos při litologickém členění, na možnost nahrazení zahušťovacích vrtů odporovými sondami i na možnost sledování směru a rychlosti filtrace.

Domníváme se na základě získaných poznatků při hydrogeologickém i inženýrsko-geologickém průzkumu, že alespoň tato jednoduchá geofyzikální dokumentace by měla být nedílnou součástí komplexního průzkumu hydrogeologických rajónů.

Doručené 18. 3. 1974

Odporučil I. Mucha

Literatura

- KRUŽÍK, H. 1968: Určování koeficientu filtrace hornin nálevovou metodou. Manuskript — Závěr, zpráva GPUP Hamr, 46 s.
- MAREŠ, S. 1972a: Význam karotáže pro řešení hydrogeologických problémů. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeologii, díl I (Brno), s. 129—148.
- MAREŠ, S. 1972b: Karotáž hydrogeologických vrtů ve středočeském karbonu a české křídě. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeol., díl II (Brno), s. 275—308.
- MÜLLER, K. — BLÁHA, P. 1972: Některé výsledky geofyzikálního sledování pohybu podzemní vody. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeol., díl I (Brno), s. 149—168.
- MÜLLER, K. — MÜLLEROVÁ, J. — VILŠER, M. — BLÁHA, P. 1972: Racionální komplex hydrogeologického průzkumu na Ostravsku. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeol., díl I (Brno), s. 181—201.
- MÜLLER, K. — MÜLLEROVÁ, J. — VILŠER, M. 1972: Hydrogeologický průzkum glaciálních sedimentů na Hlučínsku. Sbor. věd. prací Vys. šk. báň. v Ostravě, Ř. horn. — geol., 18, č. 3, s. 99—110.
- PETER, P. — HULLA, J. — RAVINGER, J. 1972: Možnosti použití rádionuklidové zriedovacej metody sledovania pohybu podzemnej vody v hydrogeologickom prieskume. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeol., díl I (Brno), s. 253—271.
- ŘEZÁČ, B. — SEDLÁK, M. 1970: Hydrogeologický a hydrochemický posudek jímacího území ve Starém Bohumíně z hlediska jeho ochrany. Manuskript — Ostrava, 21 s.
- TKANÝ, Z. — VALTR, V. 1972: Kontrola těsnosti injekční clony nálevovou zkouškou. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeol., díl I (Brno), s. 305—318.
- VALTR, V. — CIGÁNEK, M. 1972: Geofyzikální měření ve vztakoměrných vrtech na vodním díle Šance. Sbor. konf. O využití geofyziky v inž. geol. a hydrogeol., díl I (Brno), s. 329—343.

Zusammenfassung

In vorliegender Arbeit beschäftigen wir uns mit Möglichkeiten einer Ausnutzung der Applikation einiger einfacher geophysikalischer, besonders geoelektrischer Methoden in seichter hydrogeologischer Untersuchung, und zwar vor allem vom Gesichtspunkt der Präzisierung der lithologischen Dokumentation des seichten hydrogeologischen Bohrungen und vom Gesichtspunkt der Verfolgung einiger hydrophysikalischer Parameter.

Um eine physikalische Detailgliederung zu gewinnen, ist es nötig eine Stützwiderstandstiefsondierung bei den Bohrungen in Kreuz- oder Strahlanordnung durchzuführen. Auf Grund dieser Resultate kann eine den einzelnen lithologischen Horizonten entsprechende physikalische Typologie zusammengesetzt und dann die horizontale und vertikale Korrelation zwischen den Bohrungen vorgenommen werden.

Aus den hydrophysikalischen Parametern können mit Hilfe der Methode des geladenen Körpers die Richtung und die mittlere Geschwindigkeit der Strömung des Grundwassers verfolgt werden.

Die Ergänzung der direkten Untersuchungsarbeiten mit einfachen geophysikalischen Methoden erhöht wesentlich die Effektivität der seichten hydrogeologischen Untersuchung.

Pokračovanie recenzie zo str. 212.

Autor celé práce je původcem nového paleo-fioristicky podloženého členění stefanu, v němž navrhl zavést a na mezinárodním fóru dodatečně i prosadil nový stupeň kantabr. Podkladem k tomu právě byla autorova dlouholetá práce ve španělském svrchním karbonu. V pánvi Cinera-Matallana sbíral R. H. Wagner flóru spodního a středního stefanu B. Jeho sběry jsou sice bohaté (dosud 8000 vzorků), přece jen však nedosahují množství vzorků sebraných za dlouhá desetiletí v středofrancouzských pánvích Decazeville a Carmaux, které se považují za klasický výskyt podstupně stefan B (15 až 20 tisíc vzorků). Na druhé straně ovšem tyto sběry umožnily Wagnerovi s dostatečnou jistotou stanovit paleogeobotanické rozdíly mezi těmito „limnickými“ pánvemi a pánví Cinera-Matallana. Tyto rozdíly, dostatečně známé mezi mnoha „limnickými“ pánvemi střední Evropy, mají velký význam pro řešení orografických a klimatických poměrů v areálu Variscid. Makroflóra pánve Cinera-Matallana se podle autora odlišuje zejména relativním bohatstvím Lepidodendron a fertilních kapradin, chyběním středoevropského vřdčího druhu *Odontopteris subcrenulata*, převahou významného druhu *Neuropteris ovata* (ve střední Evropě dlouho mylně považovaného za vřdčí fosilii pro westfal D), relativně chudým výskytem tzv. mezofilních (= xerofilních) prvků aj. Autor tyto zvláštnosti vysvětluje paleogeografickou pozicí pánve, která byla plošně rozsáhlá a rozkládala se sice intermontánně, ale v blízkosti moře.

Další mezinárodně významnou práci v recenzovaném sborníku je studie R. H. Wagnera a W. J. Varkera. Třebaže jde jen o detailní litologický a litofaciální popis profilů v měřítku 1 : 100 a o seznamy fosilií z jednotlivých komplexů profilů, je dosah práce mimořádný. Jde totiž o profily přes rozhraní westfal D-stefan, z nichž jeden byl nově mezinárodně uznán za stratotyp pro bázi nejhlubšího stupně stefanu — pro kantabr. Původně byl tento stratotyp sta-

noven u lokality Tejerina v jižní Palencii ve vrstvách sice bohatých na fosilní flóru, ale chudých na mořské vložky. Nový stratotyp u La Ojosa v sev. Palencii je stanoven uvnitř nepřerušené série westfálsko-stefanských sedimentů mocné 5000 m a bohaté jak na vložky mořských vápenců s faunou, tak i na komplexy kontinentálního vývoje s dobytelnými uhelnými sloji. Rozbory sebrané fauny a flóry umožnily autorům dobrou korelaci zmíněné série nejen s „limnickými“, sedimenty střední umožnily autorům dobrou korelaci zmíněné jen za pomoci detailní profilace (možnost heteropických facií!).

Podle rozhodnutí ICS se klade rozhraní westfal-kantabr do báze 90 m mocného mořského vápence Lores, který má v podloží kontinentální vrstvy se souslojím svrchní Casavegas (makroflóra westfal D) a v nadloží kontinentální usazeniny se souslojím Arenos (makroflóra kantabru).

Poslední obecně významnou práci recenzované publikace jsou články A. Ramovše a C. F. Winkler-Prinse o korelaci mimošpanělských svrchnokarbonických marinních faun s poměry ve Španělsku. Je nyní zřejmé, že fauna mořského spodního karbonu Španělska má mnoho společných prvků s izochronní faunou Záp. Evropy, nikoliv však s faunou Alp nebo SSSR. Naproti tomu je ve španělské svrchnokarbonické fauně nemálo prvků alpského a hlavně sovětského mořského svrchního karbonu, takže se stratigrafie španělských vrstev musí opírat o mezinárodní dělení užívané v SSSR.

Zbývající práce jsou zaměřeny geologicky a paleontologicky. Geologické mají lokální zaměření — prokazují např. existenci karbonických vrásavých příkrovů v severovýchodní Palencii, popisují litologii westfálských marinních vápenců z prodeřtového prostředí v kantaberské pánvi apod. Paleontologické se týkají popisu nových druhů karbonických trilobitů a goniatitů a sledu makroflóry westfal D v kantaberské pánvi.

Václav Havlena