

H – HYDROGEOLOGIE

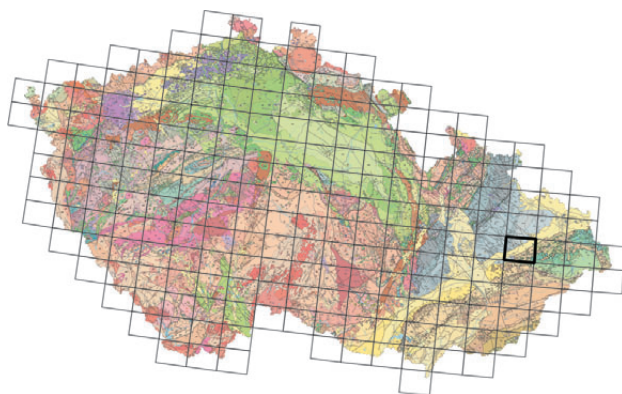
HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ODERSKÉ KOTLINY

Hydrogeology of the Odry Basin in Northern Moravia

JAN ČURDA

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

(25-12 Hranice)



Key words: Regional hydrogeology, aquifers, aquicludes, ground water exploitation

Abstract: Badenian sands and gravels in the surroundings of the Northern Moravian town of Odry are located in very unique hydrogeological position at the bottom of a narrow and deep structure of the Odry Basin. The great benefit of such a porous aquifer is determined by its position underneath a thick overlying aquiclude of the Badenian clays, so the artesian character of the aquifer can be utilized for high quality ground water exploitation.

Ukončení prací na sestavení listů 25-121 Odry a 25-122 Suchdol nad Odrou Základní geologické mapy ČR 1 : 25 000 umožňuje po předchozích etapách přehledného hydrogeologického mapování (ČURDA 1992, ČURDA – NOVÁKOVÁ 2002) podrobněji shrnout hydrogeologické poznatky o jedné z nejvýznamnějších hydrogeologických struktur na severní Moravě – o hydrogeologické struktuře Oderské kotliny, na jejímž dně leží spodnobadenská klastika (hrubozrnné písky, šterky, pískovce a slepence) v pozici artéského průlinového kolektoru s vysoce kvalitní podzemní vodou.

Oderská kotlina vyplněná až několik set metrů mocnými sedimenty neogénu reprezentuje tektonicky podmíněný příčný výběžek Moravské brány, oddělující morfologické podcelky Potštátské a Tošovické vrchoviny. Její přibližně obdélníkový tvar je orientován podél delší osy ve směru SZ-JV. Tektonické omezení kotliny se projevuje při jejím jz. okraji přímočarým ohraničením mezi Jakubčovicemi a Loučkami, zatímco sv. okraj kotliny lalokovitě zasahuje

zřejmě až do s. okolí Vítovky (vrt V-2 Vítovka nezastihl kulmské podloží ani v hloubce 34,2 m; CHALUPA 1960) a podél Zlatého potoka směrem k samotě Hvězdová (vrty P-1 a P-2 v místní trati Za cihelnou nezastihly kulmské podloží ani v hloubce 40 m, resp. 28 m; KADULA 1964a). Řeka Odry, která na povrchu generálně kopíruje průběh nejhlubších míst kotliny, do ní vstupuje ze skoro 500 m širokého a hluboce zařízlého údolí u Jakubčovic se spádem kolem 5 až 6 ‰ a opouští ji na úrovni hráze Trávného rybníka, kde Oderská kotlina morfologicky přechází do vlastní Oderské nivy s průměrným spádem do 1 ‰. Odry protéká z. polovinou Oderské kotliny a v její s. části se přimyká bezprostředně k příkrému jz. zlomovému svahu kotliny. V kaňonovitém úseku údolí mezi Heřmánkami a Jakubčovicemi má řeka Odry tendenci spíše meandrovat v široké údolní nivě, v průlomovém úseku mezi Odrami a kafilérií REC Odry, s. r. o., protíná diagonálně kaňonovité údolí a následně se přimyká k patě levého údolního svahu pod kótou Pohoř. Z levé strany Odry přibírá v Oderské kotlině čtyři přítoky – Čermnou, Hraběšický potok, Vítovku a Zlatý potok. Z pravé strany do ní ústí Suchá a potoky Dobešovský, Loučský a Stodolní. V Oderské kotlině se průměrný průtok v Odře zvyšuje z 3,36 m³/s (Spálov) na 4,31 m³/s (Odry), tj. o 0,95 m³/s (HROUZKOVÁ a kol. 1984).

Na základě výsledků geomorfologické analýzy (MICHÁLEK 1956, 1957) nelze pokládat území Oderské kotliny za jednotné, nýbrž lze v ní i v souladu s novějšími poznatky (CZUDEK 1997) vymezit několik ker. Nejvýše položená je kra klokočůvská, oddělená dolním tokem Čermné od kry heřmánecké, ležící asi o 30 až 40 m níže. Jako další se na stavbě Oderské kotliny uplatňuje nižší kra tošovicko-vítovská, přibližně o 100 m nižší než nejjihnější situovaná kra pohořská. Toto geomorfologické rozčlenění má svůj průmět v geofyzikálním obraze Oderské kotliny (KLÁSKOVÁ – VÁČA 1972), kde v kladném tíhovém poli Nízkého Jeseníku nápadně vyniká obdélníková depresní struktura omezená na JZ a SZ výraznými tíhovými gradienty, které se překrývají s morfologickým omezením Oderské kotliny.

Oderská kotlina se nachází ve v. části Nízkého Jeseníku, typické hlubokými předbadenskými erozními údolními, které na větších tocích (jako je např. Odry nebo Husí potok) zasahují od okrajových svahů daleko do nitra Nízkého Jeseníku. Geomorfologický vývoj těchto údolí byl během badenské transgrese dočasně přerušen. Zvedání Nízkého Jeseníku, které ukončilo sedimentaci badenských vápnných jílu, mělo za následek jednak počátek exhumace předba-

denských údolí, jednak vývoj údolí nových. Stupeň exhumace předbadenských údolí je rozdílný – v mnohých případech zůstaly totiž pod dnešním povrchem širokých údolí a rozvodných sedel badenské pelitické sedimenty dosud zachovány (např. Vítkov, Větkovice apod.; CZUDEK – ČICHA 1962).

Při úpatí příkrých jz. svahů Oderské kotliny od Klokočůvky po Emauzy se nacházejí mocné pokryvy svahových sedimentů, které v místě jejího vyústění do oderské části Moravské brány přecházejí v denudační relikty sedimentů kontinentálního zalednění v okolí Vražného a Mankovic.

Příčný profil Oderské kotliny je výrazně asymetrický, neboť jz. okrajový svah je o přibližně 50 m vyšší než sv. svah, přičemž relativní výška obou svahů klesá směrem k vyústění kotliny do Moravské brány. Jihozápadní okrajový svah se vyznačuje výraznou úpatnicí probíhající zhruba mezi vrstevnicemi 320 až 330 m n. m., která odděluje údolní terasu Odry v nadmořské výšce kolem 300 m od penplenizovaného povrchu ležícího nad vrstevnicí 530 m n. m. Morfologicky výrazně se projevuje i sv. omezení Oderské kotliny v linii obcí Jakubčovice–Nová Ves–Vítovka, kde se ploché dno kotliny na úpatnici kolem 350 m n. m. ostře lomí do příkrého jv. svahu kóty Chrastavec. Podél v. okraje kotliny protéká při úpatí tzv. Pohořských vrchů drobný levostranný přítok Odry – Zlatý potok, jehož frontálními sesuvy modelované široké údolí v. od silnice I/47 tvoří až po samotou Hvězdová sv. výběžek kotliny, pravděpodobně vyplněný neogenními pelity.

Generelně nepropustné podloží pánevnímu zvodněnému komplexu Oderské kotliny tvoří kulmské horniny hradecko-kyjovického souvrství, které byly zastíženy vrty OVhS-1 (na kótě 130,5 m n. m.; OPPL 1935, MICHÁLEK 1961a), PV-3 (na kótě 41 m n. m.; KADULA 1964b), NP-757 (na kótě 33,4 m n. m.; HUFOVÁ 1968), NP-770 a NP-771 (na kótách 158,3, resp. 144,6 m n. m.; DVORSKÝ 1975a) a HV-5 (na kótě 60 m n. m.; VILŠER 1980). Dosud vrty prokázaná úplná mocnost průlinového kolektoru bazálních klastik se pohybuje od přibližně 30 m (vrty NP-770 a NP-771) do 132 m (vrt NP-757). V jejich nadloží leží až 190 m mocné badenské pelity (vrt OVhS-2), tvořící jednak významný stropní izolátor podmiňující artéské napětí v podložním kolektoru bazálních klastik, jednak podložní izolátor průlinovým kolektorům pleistocenních a holocenních sedimentů v údolní nivě Odry. Největší celková mocnost neogenních sedimentů byla zatím prokázána vrty NP-757 (266,3 m) a PV-3 (265 m).

Z hydrogeologického hlediska mají zásadní význam klastické sedimenty neogenní výplně Oderské kotliny. Jejich přítomnost je vrtně ověřena od s. okraje Jakubčovic (mělký vrt V-2 s mocností neogénu 3,8 m; KADULA 1965, 1967) až po vyústění Oderské kotliny do Moravské brány přibližně na úrovni kafilérie REC Odry, s. r. o., v Mankovicích. Zde lokalizovaný 345 m hluboký jímací vrt MA-1 (HROUZEK 1980) nedosáhl podloží neogénu, protože byl situován již v. od okrajového zlomu Moravské brány a tedy mimo příčnou depresi Oderské kotliny. Její v. omezení možno však poměrně přesně ztotožnit s polohou vrtu HV-5 pod hrází Emauzského rybníka, který zastihl v hloubce 216 m pod terénem tektonicky porušené droby pravděpo-

dobného zlomového pásma okrajového zlomu Moravské brány.

V Oderské kotlině je spodní baden zastoupen facii bazálních klastik a nadložní pelitickou facii, která v podélném i příčném směru rozšíření bazálních klastik plošně výrazně přesahuje.

Mocnost bazálních klastik silně kolísá v závislosti na morfologii předbadenského podloží. V asymetricky probíhající ose Oderské kotliny přesahuje 100 m, zatímco k jejím okrajům mocnost prudce klesá až k úplnému vyklínění. Převládajícím litologickým typem bazálních klastik Oderské kotliny jsou ulehle pískové světlešedé barvy, jemně až středně zrnité, s obsahem jílovitých a prachovitých částic kolem 20 % a s polohami drobnozrnitého šterku (kolem 7 až 10 %; JURKOVÁ 1977). Pískové jsou lokálně zpevněny vápnitým tmelem, jejich materiál tvoří převážně křemen, kvarc, úlomky malakofauny a karbonátů, živce, slídy a akcesorické minerály, jako např. granát či zirkon (DVORSKÝ 1977). Pískové bazálních klastik jsou subhorizontálně zvrstvené, jejich pórovitost dosahuje až 26 % a objemová hmotnost kolísá v rozmezí 1,96 až 2,16 g/cm³ (HUFOVÁ 1977), přičemž tyto veličiny se výrazně mění podle obsahu prachovitých a jílovitých částic a karbonátového tmelu. V některých vrtech zastihnutých kulmské podloží (PV-3, NP-757) byla ve spodních polohách bazálních klastik ověřena přítomnost hruběji zrnitého litologického typu tvořeného slepencem a brekcií, složenou z úlomků kulmských hornin se základní hmotou buď shodnou s nadložním šterkovitým pískem nebo s vápnito-jílovitou základní hmotou. Tato litologická pestrost je příčinou značné horizontální i vertikální proměnlivosti hydraulických parametrů. Kulm v bezprostředním podloží bazálních klastik je jen velmi slabě limonitizovaný (nebrání tudíž hydraulické komunikaci), s rychlým úbytkem intenzity zvětrání do podloží přes to, že jde o horniny příkře ukloněné a silně tektonicky porušené. Kontakt bazálních klastik s nadložní pelitickou facii zůstává ostrý. Pelitickou facii reprezentuje proměnlivě prachovitý a vápnitý jílovitý šedo-zelené barvy s ojedinělým tmavým šmouháním, jen místy řídko laminovaný jemnozrnitým vápnitým slídnatým pískem. Uložení vrstev zůstává subhorizontální a jen ojediněle – s nárůstem jejich četnosti k bázi – jsou jíly prostoupeny puklinami příkře ukloněnými a tektonicky ohlazenými, zčásti rýhovanými ve směru jejich sklonu.

Povrchové morfologické prvky omezující Oderskou kotlinu odrážejí hlouběji založenou tektonickou stavbu širšího území, která podmiňuje dynamiku reliéfu dna kotliny. Nejhlouběji (266,3 m, resp. 259 m pod terénem) byla báze průlinového kolektoru klastik neogénu zastížena vrty NP-757, resp. PV-3 v sz. části kotliny. Generelní spád dna Oderské kotliny do centrální deprese Moravské brány narušuje příčné vyzdvižení jejího dna přibližně rovnoběžně s okrajovým zlomem Moravské brány mezi kótami Pohoř a Veselský kopec. Je to situace analogická vyústění údolí Veličky do bečevské části Moravské brány. Toto přerušení regionální spádové křivky dokládá vrt NP-769 Odry – koupaliště (DVORSKÝ 1973), který – aniž ověřil úplnou mocnost bazálních klastik – zastihl jejich povrch skoro o 88 m výše, než se nachází ve vrtu OVhS-2 situovaném v centrální části

kotliny. Průběh Bouguerových izanomál v tíhové mapě KLAŠKOVÉ a VÁCI (1972) naznačuje, že povrch kulmu vytváří v uvedeném místě pod badenskými sedimenty příčnou bariéru hydraulicky neúplně oddělující Oderskou kotlinu od centrální deprese Moravské brány. Z příkrého stoupání povrchu bazálních klastik od SSZ k JJV, doloženého na vrtu NP-769, tak lze nepřímo usuzovat na stoupání povrchu jejich předbadenského podloží. Hydrogeologický význam příčné bariéry se může promítat do možnosti omezené hydraulické komunikace spodní části průlinového kolektoru bazálních klastik s tzv. hlubinnými vodami centrální deprese Moravské brány.

Přítomnost poruchového pásma subparalelního s tokem Odry je ověřena vrty NP-770 a NP-771 ležícími při z. okraji Oderské kotliny. V obou těchto vrtech byly zastíženy kulmské horniny pod úklonem kolem 50°, silně tektonicky podrcené a prostoupené nejméně třemi systémy vzájemně se protínajících strmě založených puklin, zčásti vyhojených kalcitem nebo pyritem, s rýhováním ve směru puklin, zčásti otevřených a způsobujících rozpad hornin na úlomky o velikosti několika centimetrů až prvních decimetrů. Porušení může signalizovat přítomnost tzv. oderského zlomového pásma, pro jehož existenci (s pravděpodobným poklesem v. křídla) by svědčil i nejméně stometrový výškový rozdíl mezi peneplenizovanými plošinami kulmu na Z a V Oderské kotliny. Toto tektonicky podrcené pásmo hornin kulmu pravděpodobně předurčovalo směr zpětné předbadenské eroze. Při rychlém postupu eroze došlo k zahlobení kaňonovitého údolí, jehož dno bylo před nástupem spodnobadenské transgrese pokryto hrubou sutí a v řečišti hrubým fluvialním štěrkem z kulmských hornin. Rychlé prohloubení spodnobadenského sedimentačního prostoru, doložené přechodem klastické sedimentace v pelitickou, bylo doprovázeno diferencovanými kernými pohyby podél tektonických zón paralelních jednak s oderským zlomem sledujícím jz. okraj Oderské kotliny, jednak s okrajem Nížkého Jeseníku. Tyto tektonické pohyby se podílely na vytváření dnešního morfologického ohraničení Oderské kotliny v podobě obdélníku o rozměrech přibližně 2 × 3 km. Současně s Oderskou kotlinou vznikla relativně elevační struktura Veselského kopce a Pohoře jako „hráště“ oddělující Oderskou kotlinu od Moravské brány.

V úloze dominantního kolektoru vystupují v Oderské kotlině bazální klastika. Význam málo mocných (řádově decimetry) písčitých poloh v pelitické facii jen s omezenými statickými zásobami podzemní vody zůstává zcela podřadný, jak dokládá např. vrt NP-762, který v metráži 76,8–78,6 m pod terénem takovou polohu zastihl (HUFOVÁ 1974). Průlinový kolektor bazálních klastik, souvisle vyvinutý v nejhlubších částech Oderské kotliny, je v celém rozsahu zvodněný, což pozitivně přispívá k jeho nízké až vysoké transmisivitě (KRÁSNÝ 1986), zjištěné během přítokových zkoušek na jednotlivých hlubokých hydrogeologických vrtech.

Hydraulické komunikaci s průlinovými kolektory kvartérních sedimentů brání více než 100 m mocný stropní izolátor pelitické facie, zastížený řadou mělkých hydrogeologických vrtů přímo v podloží kvartérních sedimentů, který podmiňuje existenci artéského režimu s negativním piezo-

metrickým nivó (na vrtech OVhS-1 a NP-769 doložen dokonce přetok podzemní vody nad terén). Hydraulická komunikace s podložním kulmem je závislá na stupni jeho tektonického porušení a je tudíž lokálně velmi proměnlivá s tím, že nejvyšší zvodnění lze očekávat na hlavních tektonických zónách omezujících Oderskou kotlinu. Připovrchová zóna předbadenského rozvolnění kulmských hornin v bezprostředním podloží badenských klastik, o jejíž možnosti nejsou dostupné spolehlivé údaje, však tvoří s průlinovým kolektorem klastik jeden hydraulický celek, v němž se vyskytují prosté podzemní vody typu Na-Ca-Mg-HCO₃ s celkovou mineralizací 0,37–0,54 g/l. Nepřítomnost reliktních vysoce mineralizovaných podzemních vod v kolektoru bazálních klastik lze vysvětlovat dlouhodobým zapojením tohoto kolektoru do systému aktivní vodní výměny s povrchem, kdy infiltruující atmosférické srážky průběžně obnovují dynamické zásoby podzemních vod. Za předpokladu plynulé regionální drenáže struktury do oderské části Moravské brány přispívají k relativně rychlému oběhu podzemních vod, který tak neumožňuje jejich výraznější obohacení především o sodnou a chloridovou složku.

Jde většinou o velmi měkké podzemní vody s charakteristickými stopovými koncentracemi manganu a dusičnanů. Koncentrace síranů se pohybují v rozmezí 20–45 mg/l, nejvyšší (58 mg/l) byly prokázány na vrtu NP-769. Koncentrace chloridů se udržují v rozmezí 5–20 mg/l, obsahy železa nepřevyšují 3 mg/l. Zvýšené koncentrace amonných kationtů jako pravděpodobného produktu biochemické redukce dusičnanů se vyskytly v podzemní vodě ve vrtech NP-769 a NP-771. Koncentrace sodíku dosahují nejvýše kolem 80 mg/l. Rozdíl mezi chemismem podzemních vod mělkých (kvartér) a hlubokých (bazální klastika) kolektorů Oderské kotliny je s výjimkou koncentrací sodíku zanedbatelný a svědčí o tom, že oba kolektory jsou dotovány ze stejného infiltračního zázemí výchozové části kulmu. Podzemní voda se po jednoduché úpravě spočívající v chemickém odkyselení, dekarbonizaci a odželezění jednostupňovou separací využívá pro zásobování Oder a přilehlých obcí pitnou vodou a svými fyzikálně chemickými vlastnostmi, odpovídajícími požadavkům vyhlášky MZd č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, se řadí k podzemním vodám vhodným i pro přípravu kojenecké stravy. Na základě této skutečnosti je firma Jesenické minerální prameny, s. r. o., vedena Státním zdravotním ústavem jako výrobce balené pramenité vody (ve smyslu vyhlášky MZd č. 275/2004 Sb., o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy, ve znění pozdějších předpisů) s obchodním názvem „Jesenička“. K její výrobě sloužila podzemní voda z vrtů OVhS-1, OVhS-2 a NP-757, výrobce však porušil ustanovení § 3, odst. 6 citované vyhlášky, když vodu do místa lahvování nedopravoval potrubím, nýbrž cisternami, takže Státní zemědělská a potravinářská inspekce výrobu balené pramenité vody „Jesenička“ zakázala. Výrazně se chemismem podzemní vody odlišuje pouze jímací vrt NP-769 situovaný do oblasti vyústění Oderské kotliny do Moravské brány. Podzemní voda jímaná tímto vrtem v množství nepřesahujícím 2 l/s má pravděpodobně delší dobu zdržení v hydro-

geologickém prostředí kolektorů neogénu, což se ve srovnání se zbývající částí Oderské kotliny projevuje vyššími koncentracemi vápníku a chloridů v podzemní vodě, které se následně promítají do vyšší celkové mineralizace.

Využívané množství podzemní vody z hydrogeologické struktury Oderské kotliny se pohybuje kolem 25 l/s, přičemž přírodní zdroje podzemních vod sedimentů neogénu a kvartéru byly sumárně orientačně vyčísleny HROUZKOVOU a kol. (1984) až na 70 l/s.

Skutečnost, že podzemní vody průlinového kolektoru bazálních klastik Oderské kotliny jsou doplňovány infiltrací atmosférických srážek ve výchozové části okolního hydrogeologického masivu kulmu, má příznivý vliv na odběr podzemní vody k veřejnému zásobování pitnou vodou jak po kvalitativní, tak i kvantitativní stránce. Exploatovaný kolektor se vyznačuje v čase průběžným dynamickým doplňováním zásob podzemních vod a při racionálním plánování odběrů podzemní vody nehrozí odčerpávání statických zásob a tím i degradace celé hydrogeologické struktury. Racionální způsob využití je možno určit pouze na základě dlouhodobého průběžného sledování odběrového režimu na jednotlivých jímacích vrtech, které se mohou při malých vzájemných vzdálenostech (řádově do 500 m) hydraulicky ovlivňovat (např. vrty OVhS-1 a NP-762; DVORSKÝ 1975b).

Směr regionálního proudění podzemní vody odvozený ze srovnání kót statických hladin podzemní vody je totožný se sz.-jv. směrem tektonické zóny podélně procházející Oderskou kotlinou. Vzhledem k přítomnosti značně mocných pelitů nedochází s výjimkou svahů výchozové části kulmu k přímé infiltraci srážkových vod do hydrogeologické struktury bazálních klastik, rovněž její bezprostřední hydraulické propojení s vodou povrchových toků je vzhledem k subhorizontálnímu uložení sedimentů vyloučené. Rozhodující úlohu při doplňování zásob podzemních vod tak má oderský zlom a další tektonické zóny, kterými je podzemní voda drénována z přiléhajících infiltračních oblastí hydrogeologického masivu kulmu do průlinového kolektoru bazálních klastik. Drenážní účinek bazálních klastik, primárně předurčený jejich zrnitostním složením, je v případě Oderské kotliny ještě umocněn značným hydraulickým gradientem, který je vyvolán převýšením infiltrační oblasti (nadmožské výšky kolem 550 m n. m.) nad bází hydrogeologické struktury (v extrémním případě vrtu NP-757 pouze 33 m n. m.).

Literatura

CZUDEK, T. – CÍCHA, I. (1962): K rozšíření tortonu ve východní části Nížského Jeseníku. – Věst. Ústř. Úst. geol., 37, 3, 183–190. Praha.

- CZUDEK, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. – Nakl. Sursum. Tišnov.
- ČURDA, J. (1992): Soubor geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů. Hydrogeologická mapa ČR. List 25-12 Hranice. Měřítko 1 : 50 000. – Čes. geol. úst. Praha.
- ČURDA, J. – NOVÁKOVÁ, D. (2002): Hydrogeologie území. In: V. MÜLLER, ed.: Vysvětlující text k Souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000. List 25-12 Hranice, 25–56. – Čes. geol. služba. Praha.
- DVORSKÝ, J. (1973): Odry – jímací vrt – závěrečná zpráva vrtu NP-769. Surovina – voda pro koupaliště. – MS Geol. průzk. Ostrava.
- DVORSKÝ, J. (1975a): Odry – Jakubčovice. Závěrečná zpráva vrtu NP-770, NP-771. – MS Geol. průzk. Ostrava.
- DVORSKÝ, J. (1975b): Odry – Optimit – čerpací zkouška. Hydrogeologické zhodnocení těžební čerpací zkoušky. – MS Geol. průzk. Ostrava.
- DVORSKÝ, J. (1977): Oderská kotlina. Průvodce k exkurzím a abstrakta referátů 21. celost. konf. Čes. a slov. geol. společ. při ČSAV a SAV v Olomouci ve dnech 13.–15. září 1977, 251–255. – Olomouc.
- HROUZEK, S. (1980): Závěrečná zpráva – doplňující hydrogeologický průzkum. Mankovice. – MS Vodní zdroje. Holešov.
- HROUZKOVÁ, J. a kol. (1984): Oderská kotlina. Hydrogeologická studie. – MS Vodní zdroje. Holešov.
- HUFOVÁ, E. (1968): Závěrečná zpráva vrtu Loučky NP-757. – MS Geol. průzk. Ostrava.
- HUFOVÁ, E. (1974): Závěrečná zpráva vrtu Odry NP-762. – MS Geol. průzk. Ostrava.
- HUFOVÁ, E. (1977): Hydrogeologie spodnobadenských bazálních klastik v Oderské kotlině. – Sbor. GPO, 14, 7, 185–188. Ostrava.
- CHALUPA, Z. (1960): Závěrečný hydrogeologický posudek pro stavbu výdojného hospodářství státního statku Odry. – MS Kraj. podnik zeměděl., les. a techn. meliorací. Opava.
- JURKOVÁ, A. (1977): Oderská kotlina a její miocenní výplň. – Sbor. GPO, 14, 7, 163–184. Ostrava.
- KADULA, J. (1964a): Vyhodnocení hydrogeologického průzkumu pro Čsl. státní statek v Pohodí, okres Nový Jičín. – MS Vodní zdroje. Opava.
- KADULA, J. (1964b): Zpráva o výsledku hydrogeologického vrtu OVhS-2 v Odrách, okres Nový Jičín. – MS Vodní zdroje. Opava.
- KADULA, J. (1965): Zpráva o výsledku hydrogeologického průzkumu v Jakubčovicích u Oder, okres Nový Jičín. – MS Vodní zdroje. Opava.
- KADULA, J. (1967): Vyhodnocení hydrogeologického průzkumu v prameništi Jakubčovice nad Odrou. – MS Vodní zdroje. Opava.
- KLÁŠKOVÁ, E. – VÁČA, F. (1972): Detailní tíhový průzkum východní části Nížského Jeseníku v prostoru Odry – Fulnek – Bílovec. – MS Geofyzika. Brno.
- KRÁSNÝ, J. (1986): Klasifikace transmisivity a její použití. – Geol. Průzk., 6, 28, 177–179. Praha.
- MICHÁLEK, R. (1956): Geomorfologické poměry povodí horní Odry v Oderských vrších I. – Přírodověd. Sbor. Ostrav. Kraje, 7, 4, 532–541.
- MICHÁLEK, R. (1957): Geomorfologické poměry povodí horní Odry v Oderských vrších II. – Přírodověd. Sbor. Ostrav. Kraje, 8, 1, 126–148.
- MICHÁLEK, R. (1961a): Hydrogeologie bazálních miocenních klastik v Odrách. – Přírodověd. Čas. slez., 22, 1.
- MICHÁLEK, R. (1961b): Zásobování vodou města Oder a další možnosti jeho rozšíření. – MS Geol. průzk. Ostrava.
- OPPL, E. (1935): Beiträge zur Kenntniss des Miozäns in Nieder Gesenke und in der Umgebung von Brünn. – Lotos, 83, 1–10. Prag.
- VILŠER, M. (1980): Dílčí zpráva za I. fázi regionálního hydrogeologického průzkumu neogenních sedimentů – Moravská brána. – MS Geotest. Brno.