

Mocné akumulace předkvartérních písků mezi obcemi Mořinou a Mořinkou, Český kras

Thick pre-Quaternary sand accumulations between the villages of Mořina and Mořinka, Czech Karst

Jiří Kovanda ¹ a Ladislav Zima ² (s použitím materiálů † Z. Brunnerové ³ a † D. Minaříkové ³)

0. Abstract

The article presents the results of investigation of thick sand accumulations found between the Mořina and Mořinka villages in the course of a field survey of drift deposits coupled by a drilling program consisting of several shallow boreholes. Sand deposited in deep depressions incised in the underlying weathered Devonian limestones. Stratigraphic setting of sands is unclear owing to their possible secondary present-day altitude. Sediments south of Mořina were evaluated both geologically and petrographically and they were subjected to geophysical survey. Results can contribute to further research of the complicated chronology of individual relict sediments on the lower course of the Berounka River.

1. Úvod

V posledních letech se opět v Barrandienu a zvláště v Českém krasu a na dolní Berounce zvýšil zájem o předkvartérní říční a jezerní uloženiny (např. Cílek 2000; Žák, Teodoridis a Sakala 2003). Jelikož bylo v uvedeném regionu jejich ukládání závislé na zcela jiné vodní síti než byla čtvrtohorní, byly i přínosy materiálů z odlišných území. Rovněž jejich ukládání probíhalo v odlišných akumulacích prostorech a úrovních, neparalelizovatelných s pleistocenními. A protože z dříve jistě velmi rozšířených prostorů s jejich sedimenty nám zbyly jen relikt, často uložené (ale i hluboce zakleslé) třeba na mnohdy hluboce zvětralém vápencovém podloží, nelze ani na základě morfostratigrafie provádět jejich vzájemné korelace. K tomu přistupuje skutečnost, že v naprosté většině případů jsou tyto uloženiny paleontologicky zcela sterilní a navíc – materiál neogenních sedimentů tvoří z velké části přemístěné uloženiny svrchní křídly (sladkovodního peruckého souvrství cenomanu zvláště), takže není vždy jednoduché je od sebe jen na základě petrologie jednoznačně rozlišit, a to ani za použití některých speciálních výzkumů.

Mladoterciérní akumulace písků na dolní Berounce studoval mj. Woldřich (1914), pro Nerudný průzkum Kukla (1956), a zmiňuje je i Kovanda (1963). Tytéž sedimenty jsou v tomtéž území v práci Peška a Spudila (1986) řazeny jako celek do jejich fluviolakustrinní facie.

Proto je třeba postupně detailně zpracovávat všechny jejich známé lokality k získání solidních podkladů k možnostem jejich stratigrafického zařazení a tím i k podání obrazu paleogeografického vývoje oblasti. K tomu má přispět i tento článek, neboť vedle známých a opět citovaných lokalit jsou právě písky z popísované oblasti buď prakticky neznámé nebo neprávem přehlížené.

2. Výskyt mocných akumulací písků mezi Mořinou a Mořinkou

Při základním geologickém výzkumu a mapování kvartéru v roce 1964 byly na listu mapy 1: 25 000 (M-33-77-A-b Loděnice) v uvedeném území studovány dvě lokality písků. První byla 450 m j. od Mořiny, a to vlevo u silnice do Hlásné Třebáně, v dnes již rekultivované pískovnici (vyznačené ještě v mapě 1: 10 000 – 12-41-14 z roku 1989). Výskyt byl tehdy zdokumentován vibračním vrtem T 17, situovaným těsně nad tehdy ještě zachovanou stěnou příležitostně těžebny, který dosáhl hloubky 19,50 m. Druhá lokalita – příležitostně těžných písků 270 m z. od Mořinky byla také ověřena vibračním vrtem T 18, který byl situován na dně (pod několik metrů vysokou stěnou) drobné těžebny. Nedovrtaná hloubka byla 11,50 m. K doplnění pohledu na rozšíření těchto písků byl ještě tehdy situován další vrt 400 m sz. od Mořinky – T 19. Dosáhl hloubky 11,50 m aniž se v něm vyskytly písky (Kovanda 1969).

Jelikož se v roce 1978 a 1979 na tomtéž území mapy (tentokrát nové síte – 12-414 Černošice) uskutečnil také podrobný výzkum ložiskový, ověřovali jsme se Z. Brunnerovou nově obě uvedené lokality. Nový ložiskový vrt MO-3 byl

situován při pravém okraji silnice naproti vrtu T 17 (j. od Mořiny). Skončil ve 32,00 m, z toho písky šly do hloubky 10,90 m a písčité jíly (zvětralé deluvium devonských vápenců – mající vzhled výplně krasové dutiny) až do 23,00 m. Jelikož šlo o ověření rozsahu akumulací prostoru písků, byl také ještě situován další nový vrt MO-4, a to zhruba na 1/3 vzdálenosti mezi původními vrty T 17 a T 18, na nejvyšším bodu plochého návrší vpravo od silnice z Mořiny do Mořinky. Vrt dosáhl hloubky 48,50 m, z toho šly písky (pod 18,00 m eolických hlin s horizonty fosilních půd) až do 44,60 m (tj. s mocností 26,60 m!; Kovanda 1986; Brunnerová 1986). Ložiskový výzkum tehdy doplnil geofyzikální průzkum lokalit, provedený J. Procházkou, L. Zikou a J. Tesařem, spolu s petrografickým vyhodnocením sedimentů D. Minaříkovou (Brunnerová a kol. 1981).

Uvedené písčité sedimenty vyplňují poměrně hluboké deprese na zvětralých a příčnou tektonikou porušených uloženinách v hradinovském antiklinoriu staršího paleozoika Barrandienu. U vrtu MO-3 jsou skalním podkladem písků vápence dvorecko-prokopské a u vrtu MO-4 vápence kotýské. Báze akumulace písků ve vrtu MO-3 spočívá téměř 10 m nad povrchem akumulace písků ve vrtu MO-4. U písků z. od Mořinky (vrt T 18) jsou v podloží písků blíže neurčené horniny siluru.

Původně se předpokládalo, že písky všech tří lokalit budou náležet výplni jediné deprese. Jak ale ukázal orientačně umístěný vrt T 19 (mezi vrty MO-4 a T 18) a geofyzikální měření, existuje mezi akumulacemi písků ve vrtech MO-3 a MO-4 a vrtem T 18 sedlo (viz popis vrtu T 19), budované podložními spodnopaleozoickými vápenci, oddělující obě písčité akumulace od sebe. Písky vrtů MO-3 a MO-4 tedy tvoří samostatnou drobnou pánev, jejíž osa má podle geofyzikálních výzkumů směr zhruba SZS. Rovněž petrografická analýza prokázala odlišnosti vlastností sedimentů vrtů MO-3 a MO-4 oproti pískům ve vrtu T 18, neboť ty se ukládaly ve druhé terénní depresi a zřejmě i v jiném časovém období (obr. 1).

3. Petrografie

Makroskopicky jsou jílovité písky ve vrtu MO-3 převážně jemně a středně zrnité, občas s úlomky rohovců, břidlic, Fe- pískovců a dekalifikovaných vápenců o průměru 1–2 cm. Místy jsou slídnaté, sypké, jindy jílovité. Ve hloubce 3,50–3,90 m byl barevně výrazný horizont – zřejmě výsledek zvýšené akumulace Fe, příp. i Mn hydroxidů vlivem kolísání hladiny podzemní vody.

Vrt MO-4 prošel nejprve 18-ti m převážně eolických sedimentů s příměsí deluviálního materiálu. Tato mocná poloha se skládá z několika sprašových pokryv nad sebou, oddělených vzájemně horizonty fosilních půd. Eolické uloženiny jsou zastoupeny typickými světle hnědými a okrově zbarvenými vápnitými sprašemi a sprašovými hlínami. Jsou převážně prachovité, ale obsahují i horizonty slabě jílovité, jemně písčité, v čockách i roztroušené s příměsí drobných úlomků (do 2 cm) vápenců a rohovců. Ve spodní části eolické polohy přibývá směrem dolů stále více jemnozrnný písek (obdobný písku v podloží) spolu s drobnými železito-manganovými konkréciemi. Uvedená sprašová série je podle řady znaků zřejmě středně pleistocenního stáří. Makroskopicky jsou písky ve vrtu MO-4 různé zrnité, místy slídnaté. Vykazují různé procento jílovité příměši, místy jsou šmouhovitě zbarvené hydroxidy železa a snad i manganu. V určitých polo-

¹ Dobropolská 26, 120 00 Praha 10-Hostivař

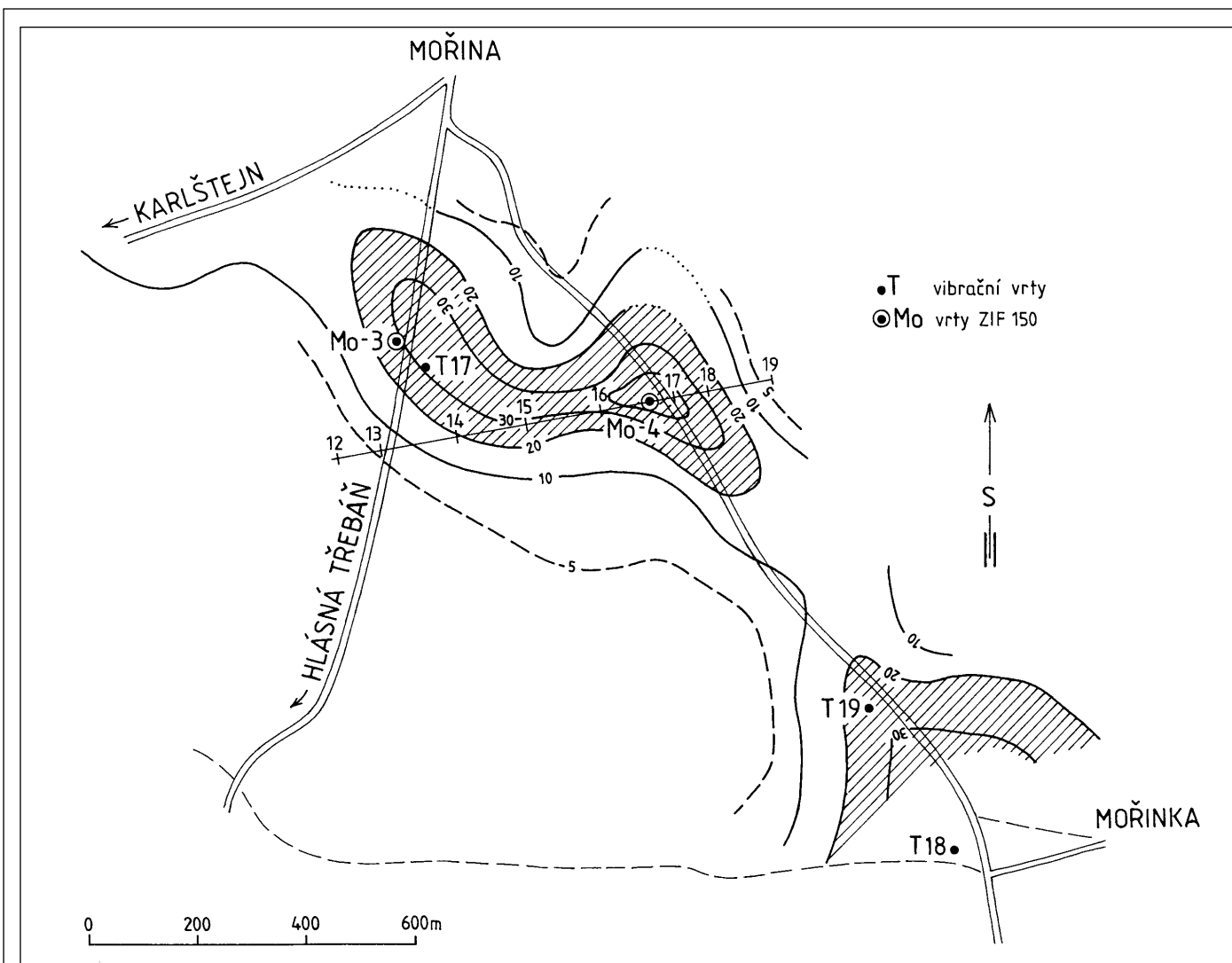
² Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2

³ Ústřední ústav geologický (dnes Česká geologická služba)

Čes. kras (Beroun), 30 (2004), 54–58, 2 obr., 2 tab.

ISSN 1211-1643

ISBN 80-902098-8-2



Obr. 1. Situace vibračních vrtů (T 17 – T 19) a vrtů soupravou ZIF 150 (MO-3 a MO-4). Na základě geofyzikálních výzkumů mapka zobrazuje rovněž hloubkové poměry v depresích, vyplněných písky. Na obrázku je také linie profilu (12-19), znázorněného na geoelektrickém řezu - viz obr. 2.

Fig. 1. Location of percussion boreholes (T 17 – T 19) and the boreholes drilled by the ZIF 150 drill rig (MO-3 and MO-4) in a map showing also depth relations in the depressions filled by sands and identified by the geophysics. The figure also shows the line (12 - 19) of the geoelectrical survey profile shown in Fig. 2.

hách se makroskopicky jeví jako dobře vytříděné, jindy (při povrchu a bázi) obsahují příměs úlomků rohovců a dekalifikovaných vápenců. Jejich textury napovídají říčně-jezernímu prostředí jejich sedimentace.

Zrnitostní rozbory a separaci těžkých minerálů provedli pracovníci tehdejšího podniku Geologický průzkum Ostrava n.p., středisko laboratoří a technologie Brno. Detailní petrografické vyhodnocení sedimentů z vrtů MO-3, MO-4 a T 18 provedla D. Minaříková (in Brunnerová a kol. 1981). Z tvaru zrnitostních křivek a zvláště z přehledu zrnitostních parametrů (viz tab. 1) vyplývá, že se sedimenty z jednotlivých vrtů navzájem liší. Z výsledků analýz těžké frakce (tab. 2) je dále zřejmé, že u vrtů MO-3 a MO-4 jejich písčité uloženiny nelze vzájemně oddělit, zatímco sedimenty z vrtu T 18 mají zcela jiné složení těžkých minerálů.

3.1. Vrt MO-3 (povrch akumulace písků je 385 m n.m.)

Sedimenty jsou tvořeny převážně jílovitými jemnozrnnými a středně zrnitými písky. Jejich průměr zrnitosti je díky obsahu jílovité složky poměrně nízký a pohybuje se okolo 0,09 mm. Modální třída je vázána převážně na frakci 0,25–0,125 mm, méně na frakci 0,5–0,25 mm. Z tvaru zrnitostních křivek je patrné, že uloženiny představují směs poměrně dobře vytříděného písku a jílovité složky. Skutečnost, že jde o smíšený sediment dokumentují i hodnoty zrnitostních parametrů: stupeň vytřídění δI je velmi nízký (mezi 2,17–3,20), koeficient šikmosti SkI dosahuje vysokých pozitivních hodnot (0,48–0,74), svědčících

o výrazném uklonění rozdělení k jemnozrnným částicím i koeficientu špičatosti KG , jehož hodnoty (1,84–3,47) ukazují na velmi špičaté až extrémně špičaté

Vrt	MZ	MZmm	δI	SkI	KG	modální tř.	název sedimentu
MO-3							
4,6–4,7 m	5,07	0,03	3,20	0,74	1,84	0,25–0,125	jemnozrnný písek
5,7–5,8 m	3,69	0,08	2,52	0,71	3,47	0,25–0,125	jemnozrnný písek jílovitý
6,8–6,9 m	3,54	0,09	2,72	0,65	2,28	0,50–0,25	písek středno- až jemnozrnný
8,5–8,6 m	3,42	0,09	2,77	0,62	2,19	0,25–0,125	písek středno- až jemnozrnný
8,9–9,0 m	3,54	0,09	2,70	0,62	1,98	0,25–0,125	písek středno- až jemnozrnný
9,9–10,0 m	2,10	0,23	2,17	0,48	2,96	0,50–0,25	písek jemno- až středozrnný
MO-4							
22,1–22,2 m	6,06	0,02	3,04	0,20	0,62	0,125–0,06	hlína písčitá
22,5–22,6 m	5,07	0,03	3,41	0,52	0,65	0,25–0,125	písek středno- až jemnozrnný
31,1–31,2 m	3,44	0,09	2,73	0,57	1,20	0,25–0,125	písek prachovitý
34,1–34,2 m	4,12	0,06	4,46	0,38	0,94	0,25–0,125	písek různozrnný se štěrkem
T 18							
průběžný vz.	2,08	0,24	1,09	0,04	1,74	0,25–0,125	písek středno- až jemnozrnný

Tab. 1. Zrnitostní parametry a modální třídy sedimentů z vrtů MO-3, MO-4 a T 18.

Tab. 1. Grain-size parameters of modal classes of sands from boreholes MO-3, MO-4 and T 18.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
MO-3																					
hl. 4,6-4,7m	81,7	1,1	2,8	0,6	2,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	1,7	0,6		1,7	3,9					
5,7-5,8	78,8	4,5	4,5	0,6	1,3			0,6	0,6		1,3	2,6	0,6			3,2	0,6		0,6		
6,8-6,9	67,5	5,3	2,4	0,9	2,4	2,9	1,4	0,9	1,4	2,9	1,4	5,7	0,5			1,4			2,4	0,5	
8,5-8,6	71,6	0,9	2,8			0,5	10,9	0,5	1,4	0,5	2,4	3,8				2,8			0,5		0,5
8,9-9,0	76,6	1,4	4,2	1,4	0,5		0,9	1,9	1,9	0,9	0,9	5,1	0,9			3,3					
9,9-10,0	66,7	6,7	4,4	1,8	2,7		1,3	0,9	2,2	0,9	3,1	6,7				2,7					
MO-4																					
hl. 22,1-22,2 m	61,7	4,7	4,3	0,4	0,8	2,0	1,6	3,9	1,2	2,8	2,8	11,1				2,8					
31,1-31,2	61,6	14,7	2,3	4,5	0,6	0,6	1,7	2,3	2,6	0,6	3,4	4,0				1,1					
34,1-34,2	75,9	7,9	2,0		0,5	0,5	1,0	3,4	1,5	2,0	0,5	3,4	0,5			1,0					
T 18																					
průběž. vzorek	54,7	0,7	0,7		0,4	6,9	1,5		0,7	9,1	2,2	1,8	12,8	5,5		2,2		0,4	0,4		

Vysvětlivky čísel v záhlaví tab. 2: 1 – opakní minerály, 2 – staurolit, 3 – disten, 4 – andalusit, 5 – sillimanit, 6 – granát, 7 – zirkon, 8 – rutil, 9 – turmalín, 10 – zelený amfibol, 11 – hnědý amfibol, 12 – epidot+zoisit, 13 – augit, 14 – titanaugit, 15 – chlorit, 16 – zakalené minerály, 17 – anatas, 18 – biotit, 19 – titanit, 20 – apatit, a 21 – chromit.

Tab. 2. Složení těžké frakce sedimentů z vrtů: MO-3, MO-4 a T 18.

Tab. 2. Composition of the heavy fraction of sediments from boreholes MO-3, MO-4 and T 18.

rozdělení. Sedimenty vrtu MO-3 jsou hrubozrnnější, než u vrtu MO-4. Hodnoty průměru zrnitosti MZ jsou 2,10–5,07 a modální třídy vykazují 0,125–0,55.

Mezi těžkými minerály převládají opakní minerály (70–80 %), tvořené z částí autigenním pyritem a limonitem, dále metamorfní minerály staurolit a disten, a pak andalusit a sillimanit. Na rozdíl od kvartérních sedimentů se granát buď vyskytuje jen velmi vzácně, nebo zcela chybí. Stabilní minerály (zirkon, rutil a turmalín) jsou zastoupeny průběžně. Výrazný obsah zirkonu (10,99 %) byl zjištěn pouze v jemnozrnnějším vzorku (z hloubky 8,50–8,60 m). Poměrně hojné jsou nestabilní minerály zoisit-epidotové skupiny a hnědý amfibol. Zelený amfibol a pyroxeny jsou vzácné (tab. 2).

D. Minaříková předpokládá, že píský z vrtu MO-3 jsou pravděpodobně fluvioakustrinního původu, usazené tokem, který částečně erodoval metamorfované horniny svorového charakteru. K vysokému obsahu jílovité složky mohlo dojít druhotně v průběhu diagenese a zvětrávání.

3.2. Vrt MO-4 (povrch akumulace písků je 364,5 m n.m.)

Píský jsou celkově jemnozrnnější, než u vrtu MO-3 (viz přehled hodnot průměru zrnitosti MZ a modálních tříd; tab. 1). Jsou to píský a písčité hlíny, někdy s nepravidelným obsahem šterčů. Obsahují vedle jílovité složky i poměrně velkou příměs složky prachovité. Jde ovšem též o smíšené sedimenty. Modální třída je vázána na frakci 0,25–0,125 mm, zřídka na frakci 0,125–0,06 mm. Stupeň vytrídění δI je ještě horší, než u vrtu MO-3, neboť uloženy jsou prakticky nevytríděné. Zrnitostní rozdělení je pozitivní, ale o něco méně, než u vrtu MO-3, ale na rozdíl od vrtu MO-3 je převážně ploché až střední. Složení těžké frakce je prakticky totožné, jako u vrtu MO-3, ale zastoupení metamorfních minerálů je ještě výraznější. Významněji je zastoupen rutil.

D. Minaříková se domnívá, že jde o přepálené fluvioakustrinní sedimenty stejné snosové oblasti, jako u uložení vrtu MO-3.

3.3. Vrt T 18

Uskutečněný, ale nedovrtaný vrt na dně pískovničky skončil v 19-ti m. Píský jsou nestejnzrnné, převážně středně a jemnozrnné. Na stěně pískovničky bylo studováno jak jejich křížové a šikmé, tak horizontální zvrstvení. Píský tvoří ze 78 % křemen, 19 % úlomky hornin z blízkého okolí lokality a ze 3 % živce. Ve svrchní části akumulace (do 5,00 m) píský obsahují okolo 7 % prachovité příměsi. Jinak jsou čisté, prakticky bez jílovité příměsi. Mají dobré vytrídění (δI je 1,09), zrnitostní rozdělení téměř symetrické (S_{KI} je 0,04). Koeficient špičatosti KG kolísá v širokém rozmezí.

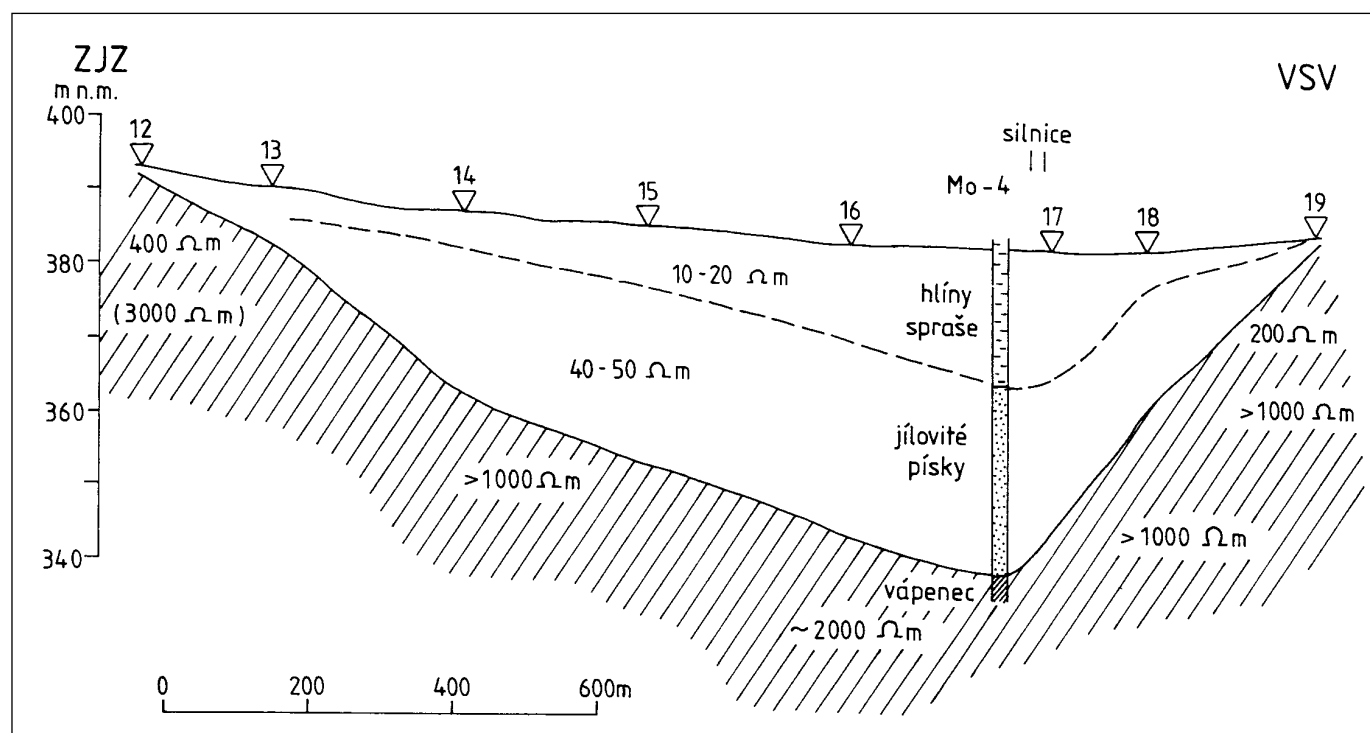
Těžká frakce má zcela jiné složení, než u akumulací z vrtů MO-3 a MO-4. Vedle převládajících opakních minerálů jsou přítomny především nestabilní minerály jako pyroxeny a amfiboly a také obsah granátu je výrazný (tab. 2). Podíly ostatních minerálů jsou zcela podružné. Z uvedeného je zřejmé, že píský z pískovničky a vrtu T 18 z. od Mořinky se svým charakterem výrazně odlišují od sedimentů z vrtů MO-3 a MO-4. Praktické využití těchto písků je pouze do malty a omítek. Podzemní voda byla naražena 7,00 m pode dnem pískovničky.

Podle D. Minaříkové jsou nepřemístěné a neznečištěné písčité sedimenty z. od Mořinky fluvioakustrinního až fluvioakustrinního původu.

Jak uvedeno výše, vibrační vrt T18 byl situován na dně pískovny, tj. již v ložisku písků. Při návštěvě lokality 31.3. 2004 však stěna těžebny postoupila oproti roku 1964 (kdy byl uskutečněn vrt T18) dále proti svahu, tj. k S. Tím také nápadně vzrostla mocnost skryvky, která dnes přesahuje – měřeno ode dna pískovny – mocnost těžitelných písků. *Shora dolů je dnes profil pískovny vyvinut následovně (viz foto 1 na obálce):*

Na z. části defilé je okolo 2,00 m mocná, k V vyklínající poloha světle šedo-hnědých svahových hlín se sprašovým materiálem. Následuje průběžně vyvinutý 0,30 m mocný horizont hnědé až rezavě hnědé fosilní půdy či půdního sedimentu. Níže následují v západní části profilu cca 1,60 m okrově světle hnědé svahové hlíny s převahou sprašového materiálu s na dálku patrnými četnými bílými záteky vyvinutými zvláště na velkých plochách svislých puklin. Směrem k V. nabírá poloha na mocnosti. Následující průměrně 0,10 m mocnou, šedě zbarvenou polohu tvoří zahliněné sutě velmi drobných, zcela zvětralých břidlic, nabývající čokkovitě směrem k V na mocnosti až na 0,25–0,30 m. Konečně nad samotnými píský ložiska je poloha rezavě hnědé, tuhé svahové písčité hlíny, jejíž mocnost vzrůstá z 1,20 m na z. části defilé až na 2,00 m směrem k V. Na své bázi má jen 0,05–0,10 m, průběžně sledovatelnou šedou vrstvičku opět velmi drobných, zcela zvětralých úlomků břidlic s písčitou základní hmotou. Dnes odkrytá těžitelná mocnost písků je jen cca 3,00 m; pode dnem pískovny však jejich akumulace pokračuje dalších 19 m (vrt T 18).

Píský v dnes přístupném odkryvu pískovny jsou jemně a středně zrnité s pravidelně rytmičsky tence vrstevnatou texturou. Jednotlivé vrstvičky jsou jen několik mm až cm mocné. Obsahují v sobě opět průběžně sledovatelné tenké polohy šedých, drobných, zcela zvětralých břidlic, které v pravé části defilé vytvářejí i nepravidelné čocky. Rytmičsky zvrstvené souvrství písků je v přístupné části defilé ukloněno k V., o něco strměji, než je povrch svahu. Geneticky by se sedimenty písků na stěně těžebny daly nejlépe hodnotit jako druhotně průběžně po svahu splavovaný či přefoukovaný písčitý materiál původně zřejmě fluvioakustrinního či fluvio-



Obr. 2. Geoelektrický řez depresí - viz profil 12 - 19 na obr. 1

Fig. 2. Geoelectrical survey profile - see the line 12 - 19 in Fig. 1

lakustrinního původu, obohacovaný v jistých obdobích polohami či ččkami velmi drobných úlomků zcela zvětralých silurských břidlic.

4. Geofyzikální měření

Pracovníci tehdejšího Ústředního ústavu geologického v Praze provedli měření studovaného území metodou odporového sondování. Terénní výzkum proběhl ve dvou etapách - v roce 1976 (J. Procházka a J. Tesařem) a v roce 1978 (L. Zimou). Účelem měření bylo zjištění mocnosti a plošného rozšíření pokryvných útvarů, obsahujících též ekonomicky významnou akumulaci písků, zastížených vrty T 17, T 18, MO-3 a MO-4. Výhodnou situací geofyzikálního měření představuje obrázek 1. V r. 1976 bylo zaměřeno celkem 26 bodů v nepravidelné síti s průměrnou vzdáleností cca 200 m. Maximální rozstup proudových elektrod AB byl 100 m. V roce 1978 bylo zaměřeno celkem 29 bodů na 4 profilech a rozstupy proudových elektrod AB byly 200 - 400 m (blíže viz Brunnerová a kol. 1981).

Práce byly provedeny metodou odporového sondování. Z první etapy měření vyplynulo, že odporová metoda může diferencovat horniny pokryvu a podloží. Zvolený rozstup elektrod AB a tím i hloubkový dosah měření se však ukázal místy jako nedostatečný. Tím byla znesnadněna kvantitativní interpretace v místech zvýšené mocnosti pokryvu. Proto byl ve druhé etapě zvolen maximální rozstup AB podstatně větší. Celková interpretace proto vychází z údajů druhé etapy a je navázána na starší i nové vrtné práce. Sondážní křivky z r. 1976 byly užity zejména k interpolaci při kvantitativní interpretaci a sestavení mapy celkové mocnosti pokryvných sedimentů v místech mezi profilemi druhé etapy. Měrný elektrický odpor neporušených vápenců v podloží dosahuje poměrně vysokých hodnot (tisíce ohm), které klesají s porušením a zvětřením horniny.

Pokryvné uloženiny (hlíny, spraše, písky a jíly) vykazují odpory podstatně nižší - nejčastěji desítky až první stovky ohm. Pro jílovito-písčité nepevněné horniny je charakteristická variabilita v hodnotách odporů, které závisí mj. zejména na poměru jílovité a písčité frakce. S přibývajícím podílem jílovité složky měrný odpor klesá a naopak.

Plošnou charakteristiku studovaného území podává mapa sumární podélné vodivosti S. Hodnoty S byly odečteny grafickým způsobem z konečné větve sondážní křivky. Zvýšené hodnoty parametru S můžeme pozorovat ve střední části území a na jeho sz. a jv. koncích. Lze je interpretovat buď jako zvýšenou mocnost či snížení měrných odporů hornin pokryvu.

Výsledkem kvantitativní interpretace geofyzikálního výzkumu je např. geoelektrický řez (obr. 2). Při jeho konstrukci bylo využito parametrické měření u vrtu MO-4 s interpolací i dalších vrtnů. Výsledkem je zjištění, že povrchové hlíny a spraše se vyznačují odpory kolem 20 Ω m, jílovité písky pak rozmezím 30-90 Ω m, jílovité horniny v jejich podloží (pokud jsou vyvinuty - např. ve vrtech T 17, MO-3 a T 18) dosahují 10-25 Ω m a skalní podklad se projevuje hodnotami stovek až tisíců Ω m.

Na profilu (obr. 2) dosahují pokryvné útvary značných mocností. Ve svrchních částech jsou tvořeny hlínami a sprašemi (10-20 Ω m), pod nimiž se nalézají jílovité písky (40-50 Ω m). Zjištěná asymetrická deprese v podložních horninách má strmější západní křídlo. Na koncových bodech profilu vystupují horniny skalního podkladu téměř k povrchu terénu. Vrstva jílovitých hornin, zjištěná na ostatních profilech v podloží písků (viz Brunnerová a kol. 1981) zde může i nemusí být vyvinuta.

5. Ke stáří písčitých akumulací mezi Mořinou a Mořinkou

Z. Brunnerová se přiklání k názorům V. Kleina a domnívá se, že písky ve vrtech MO-3 a MO-4 jsou pravděpodobně terciární, zatímco z. od Mořinky (vrt T 18) jsou kvartérní. Dokladem je pro ni Kleinovo ústní sdělení, že sedimenty svrchní křídly v těchto regionech neobsahují žádné nestabilní minerály jako amfiboly a pyroxeny a že minerály skupiny zoisit-epidotové skupiny jsou v nich přítomny zcela vzácně (sedimenty z vrtů MO-3 a MO-4 tyto minerály sice obsahovaly, ale jen v nepatrném množství).

Dalším hlediskem k určení stáří by mohla být morfologická pozice akumulací na dolní Berounce. Z podélného profilu mezi Berounem a Lipany by se dalo dedukovat, že písky ve vrtu MO-3 spočívají zřetelně nad sedimenty klíneckého stadia, zatímco písky vrtu MO-4 by klínecké a svrchní části sulavské akumulaci odpovídaly, ovšem stejně, jako materiálem písků zcela odlišná akumulace z vrtu T 18, spočívající navíc cca 50 m(!) nad sníženým povrchem nejvyšší pleistocenní terasy na opačném břehu Berounky u hřbitova v Revnicích.

Na základě studií zarovnaných povrchů a terasových úrovní a stupňů v širším okolí Koněprus (Bosák, 1997) by po vzájemném porovnání mohla akumulace písků ve vrtu MO-3 odpovídat nejrozšířenějšímu paleogennímu zarovnanému povrchu ve výšce 405 (375 - 425) m n. m. s relikty fluvialního miocénu, zatímco písky ve vrtu MO-4 by byly svojí morfologickou pozicí srovnatelné s terasovou úrovní 375 (360-380) m n. m., tj. s nejvyšším terasovým stupněm s.s., vázaným

na neogénní vývoj Berounky, kde se uloženy neogénu (např. u Klínce a na Sulavě) nacházejí ve sníženinách (depresích) paleogénního zarovnaného povrchu. Stejně tak by tomu ale bylo i v případě akumulace ve vrtu T 18 (z. od Mořinky)!

Jak je však poznamenáno již výše, morfologická pozice písčitých fluvialních a limnicko-fluvialních akumulací podél dolní Berounky je výsledkem sedimentace v přímé závislosti na zcela jiné vodní síti, než je kvartérní a tudíž je nelze zařadit do společného morfostratigrafického schématu. Navíc díky velmi hlubokému zvětření některých typů silurských a devonských vápenců nejen před akumulací písků, ale i následně pod nimi (v důsledku rozpouštění povrchu vápenců vlivem tělesem písků prosakujících, slabě kyselých vodních roztoků), nakonec získáme naprosto falešný obraz o jejich původní nadmořské výšce. Jako příklad budiž uvedeno zjištění postupně se zaklesávajících jemnozrnných středně turonských písků s celkem 21 taxony vápnitých foraminifer z výplně krasového závrtu ve svrchní části těžných vápenců v Kruhovém lomu u Srbska, a to dokonce pod nejvyšší úrovní kvartérní terasy (Kovanda a Herzogová 1986; Herzogová a Kovanda 1988). O kolik desítek metrů výše byl sediment středního turonu původně uložen? Je to neuvěřitelné! Zkuste si to vypočítat, když vezmete v úvahu průměrné mocnosti mořských uloženin cenomanu a spodního turonu v našem regionu při známém, celkově malém úklonu vrstev k severu.

K otázce výskytů miocénních uloženin na dolní Berounce na závěr důležitá poznámka: paleofloristicky byly prokázány ve fluvialním a fluvialakustrinním vývoji, jak dávno známo, na Klínce a Sulavě a dále v Červeném lomu u Suchomast (Horáček 2000), v terestrickém vývoji pak ve známé šachtici S 5 v. od Tetína (Kukla a Ložek 1993, viz i Petrbock 1950). Pliocénní uloženiny byly na dolní Berounce vždy jen předpokládány, a to jen na základě jejich morfologické pozice, bez paleontologických důkazů. Za pliocénní písky byly proto donedávna mj. považovány i jejich akumulace „U ručiček“ mezi Karlštejnem, osadou Vlence a Bělčí (např. Kovanda 1969, 1981), těžené ve velkém např. při výstavbě karlštejnského golfového hřiště. Nově se podařilo tyto písky (k velkému překvapení) paleobotanicky zařadit nejen do miocénu, ale možná dokonce do svrchního oligocénu (Žák, Teodoridis a Sakala 2003)!

Nakonec ještě dodatek: Údajný miocén mapoval v padesátých letech minulého století také M. Šnajdr, a to v okolí Železného, Hýskova a Lhotky u Berouna (viz i Pešek a Spudil 1986). Na základě četných vrtů prokázal, že se zde tyto sedimenty vyskytují ve velkých mocnostech a že jsou uloženy dokonce přes vrstevnice! Jejich největší mocnost – až 40 m – byla zjištěna v úzké depresi mezi kopci Plešivcem a Malým Plešivcem v. od Hýskova (Kovanda 1987).

6. Závěr

Z výše uvedených pozorování vyplývá, že se s ohledem na současné vědomosti nelze zodpovědně ke stáří písků mezi Mořinou a Mořinkou vyjádřit, neboť nejprve bude ještě třeba vyřešit řadu zásadních otázek a to na základě dalších detailních výzkumů. Přesto se domníváme, že tento článek může k tomuto cíli přispět.

Literatura:

- Bosák P. (1997): Poznámky k morfologii širšího okolí Koněprus (Český kras, Česká republika). – *Čes. kras (Beroun)*, XXXIII: 19-32.
- Brunnerová Z. (1981): Stavební písky. – In: Havlíček V. (Red.): *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1: 25 000, list 12-414 Černošice*: 68-69. Ústř. Úst. geol. Praha.
- Brunnerová Z., Kovanda J., Malecha A., Minaříková D., Zima L. (1981): *Zpráva o nález ložiska jemnozrnných stavebních písků jižně od Mořinky*. – MS, Arch. Čes. geol. služby, P 12.1981, č. inv. 5748. Praha.
- Cílek V. (2000): Nejnížší a nejvyšší fluvialní terciér Českého krasu. – *Čes. kras (Beroun)*, XXVI: 49-50.
- Herzogová J., Kovanda J. (1988): Nález středního turonu u Tetína. – *Zpr. geol. výzk.* v r. 1985: 55-57. Praha.
- Horáček I. (2000): Nálezy mladocenozoické fauny v Českém krasu a jejich význam pro poznání morfogeneze této oblasti. – *Knih. Čes. Speleol. Spol.*, 36: 40-48. Praha.
- Kovanda J. (1963): Příspěvek k poznání kvartéru jihozápadní části Českého krasu. – *Sbor. geol. Věd, Ř. A*, 1: 7-17. Praha.
- Kovanda J. (1969): Zpráva o výzkumu kvartéru Barrandienu za rok 1967. – *Zpr. geol. výzk.* v r. 1967, 1: 271-272. Praha.
- Kovanda J. (1981): Terciér. – In: Havlíček V. (Red.): *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1: 25 000, List 12-414 Černošice*: 45-46. Ústř. Úst. geol. Praha.
- Kovanda, J. (1987): Terciér – Neogén. – In: Havlíček V. (Red.): *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1: 25 000, list 12-411 Beroun*: 50. Ústř. Úst. geol. Praha.
- Kovanda J., Herzogová J. (1986): Druhé „chronologické paradoxon“ v Kruhovém lomu u Srbska. – *Čes. kras (Beroun)*, XII: 59-62.
- Kukla J. (1956): *Průzkum přirozených slévarenských písků v r. 1954-55*. Terasy Praha – Beroun. – MS, Arch. Nerudný průzkum, závod Praha a Geofond. Praha.
- Kukla J., Ložek V. (1993): Průzkum říčních teras v okolí Tetína a otázka prvního říčního paradoxu. – *Knih. Čes. Speleol. Spol.*, 21: 30-41. Praha.
- Petrbock J. (1950): Chronologické paradoxon terasových sedimentů v Českém krasu. – *Čsl. kras*, 3: 176-177. Brno.
- Pešek J., Spudil J. (1986): Paleogeografie středočeského a západočeského neogénu. – *Studie ČSAV*, 14: 1-79. Praha.
- Woldřich J. (1914): O tektonice, třetihorách a diluviu v území mezi Berounkou u Budňan, Zad. Třebání a Litní. – *Průvodce pro exkursi IV. sekce V. sjezdu českých přírodovědců a lékařů, Sbor. Čes. spol. zeměvědné*, XX: 1-12. Praha.
- Žák K., Teodoridis V., Sakala J. (2003): Nález flóry v terciérních sedimentech u Karlštejna. – *Zpr. geol. výzk.* v r. 2002: 47-49. Praha.