

KUKAL, Z. (1960): Petrografický výzkum vrstev chlustinských barrandienského ordoviku. – Sbor. Ústř. Úst. geol., Geol., 26, 359–391. Praha.

MÍKULÁŠ, R. (1990): Trace fossils from the Zahořany Formation (Upper Ordovician, Bohemia). – Acta Univ. Carol., Geol., 3, 307–335. Praha

RÖHLICH, P. (1960): Ordovik severovýchodní části Prahy. – Rozpr. Čes. Akad. Věd, Ř. mat.-přirod. Věd, 70, 11, 64. Praha.

STRAKA, J. (1987): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000 12–244 Praha-východ. – Ústřed. úst. geol., 72 s. Praha.

## CENOMANSKÉ SEDIMENTY VE VRTU Kc-1 LEDČICE

### Cenomanian sediments in the Kc-1 Ledčice borehole

STANISLAV ČECH<sup>1</sup> - MARCELA SVOBODOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Český geologický ústav, Klárov 3, 118 21 Praha 1

<sup>2</sup>Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

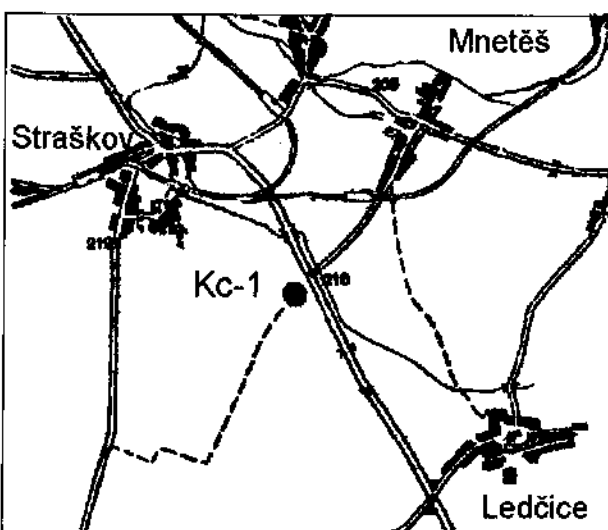
(12-21 Kralupy nad Vltavou)

*Key words: Upper Cretaceous, Cenomanian, transgression, fluvial, estuarine, marine*

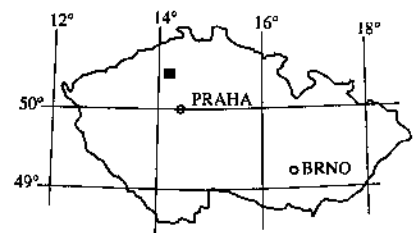
V roce 1994 byl u obce Ledčice, s. od Kralup nad Vltavou, vyhlouben firmou Aquatest – Stavební geologie (odpovědný geolog V. Nakládal) vrt do podloží křídý. Makropetrografickou dokumentaci vrtu provedl S. Čech (ČGÚ), odebrané vzorky palynologicky vyhodnotila M. Svobodová (AV ČR). V práci je charakterizován transgresivní sled cenomanských uloženin.

### LITOLOGICKÝ POPIS VRTU

Vrt prošel do hloubky 70,20 m turonskými slínovci, do hloubky 124,60 m cenomanskými písčito-jílovitými sedimenty a byl ukončen v hloubce 130,00 m v pestrých písčito-jílovitých uloženinách permokarbonu. Vrtné jádro z rozhraní cenoman/turon v intervalu 70,20–76,00 m bylo nahrazeno cementovým můstkem.



Obr. 1. Situace vrtu Kc-1 Ledčice.



V hloubce 76,00–80,50 m byl zastížen bělošedý, dobře vytrříděný, jemnozrný křemenný pískovec (kvádrový). Příměs glaukonitu byla patrná v hloubce 77,70 m. V pískovci jsou hojné biogenní textury typu *Thalassinoides* a *Ophiomorpha*. Níže, do hloubky 86,10 m, je tento pískovec intenzivně prokládán 1–2 cm mocnými proplástky tmavošedých, jílovito-písčitých prachovců. Ve vrstvičkách pískovce, mocných 1–3 cm, je místy patrné šikmé zvrstvení. V metráži 83,80–84,80 je vyvinuta poloha jemnozrného pískovce s výraznou šmouhovitou texturou (mázdřité zvrstvení – flaser bedding). Pískovec je oproti podloží i nadloží ostře ohraničen. Báze celé sekvence, v hloubce 86,10 m, je ostrá, erozivní. Nad bází jsou hojné biogenní textury typu *Thalassinoides*, které se vyskytují i těsně pod bazální plochou.

V intervalu 86,10–96,10 m převažují tmavošedé, jemně slídnaté, jílovité prachovce s hojnými laminami, vrstvičkami a čočkami (1–3 cm) jemnozrných pískovců. Tento typ zvrstvení, charakteristický pro tidalitu, je u nás v praxi označován jako „kanafas“. Vrstvičky pískovců mají nezřetelně mázdřité zvrstvení a ostrou bázi. Mocnější, 10 až 30 cm, polohy pískovců tvoří spodní části dvou pozitivně gradačně zvrstvených sekvencí s ostrou bazální plochou v hloubce 88,60 m a 88,80 m a polohu hrubozrného, slabě jílovitého pískovce v hloubce 90,90–92,50 m. V prachovcích se běžně vyskytuje pyrit.

V metráži 96,50–102,50 m je světle šedý křemenný písko-

vec (kvádrový) inverzně gradačně zvrstvený. Ve svrchních partiích, do 100,50 m, je pískovec hrubozrný s polohami štěrkovitého pískovce, místy se šikmým planárním zvrstvením. Níže je pískovec středně zrnitý. V pískovci se vyskytují zbytky zuhelnatělých rostlin a klasty zuhelnatělých dřev. Pískovec ostře, erozivně nasedá na podloží.

Následuje sekvence, v hloubce od 102,50 do 111,00 m, kde převažují tmavošedé, většinou jemně slídnaté jílovce až prachovce s kostkovitým rozpadem. Ve svrchní části sekvence je poloha jemně laminovaných jílovců v hloubce 103,30–103,50 m. Ve střední části sekvence se vyskytují dvě tenké polohy černošedých uhelnatých jílovců (104,85 až 105,00 m a 106,10–106,12 m), v jejichž podloží jsou vyvinuty dvě polohy jílovců se zuhelnatělými kořínky rostlin (v hloubce 105,00–106,10 m a 107,90–109,00 m). V jílovcích ve střední a spodní části sekvence se vyskytují drobné, kolem 2 cm velké, závalky světle šedých jílovců a místy drobné subvertikální pyritické „roubky“. Podřadně se v celé sekvenci vyskytují nepřilíhající mocné, max. do 1 m, polohy středně až hrubě zrnitých, jílovitých a arkózovitých pískovců s ostrou, erozivní bazální plochou. V pískovci ve spodní části sekvence, v hloubce 109,50–110,10 m, s inverzně gradačním zvrstvením a s ostrým stykem s nadložními jílovcí jsou hojné klasty uhelnatých jílovců a xylicitických dřev.

Bázi křídových (cenomanských) sedimentů tvoří těleso bělošedého, špatně vyříděného, hrubozrného až štěrkovitého arkózovitého pískovce. V pískovci se nacházejí valounky křemene o velikosti cca 3 cm a závalky, hlavně při bázi, zelenošedých jílovců o velikosti cca 3–5 cm.

Pískovec ostře, s erozivní bazální plochou, nasedá na slabě zvětralé permokarbonské podloží (líšské souvrství), tvořené zelenavými a červenavými jílovcí s polohou hrubozrného arkózovitého pískovce.

## STRATIGRAFIE

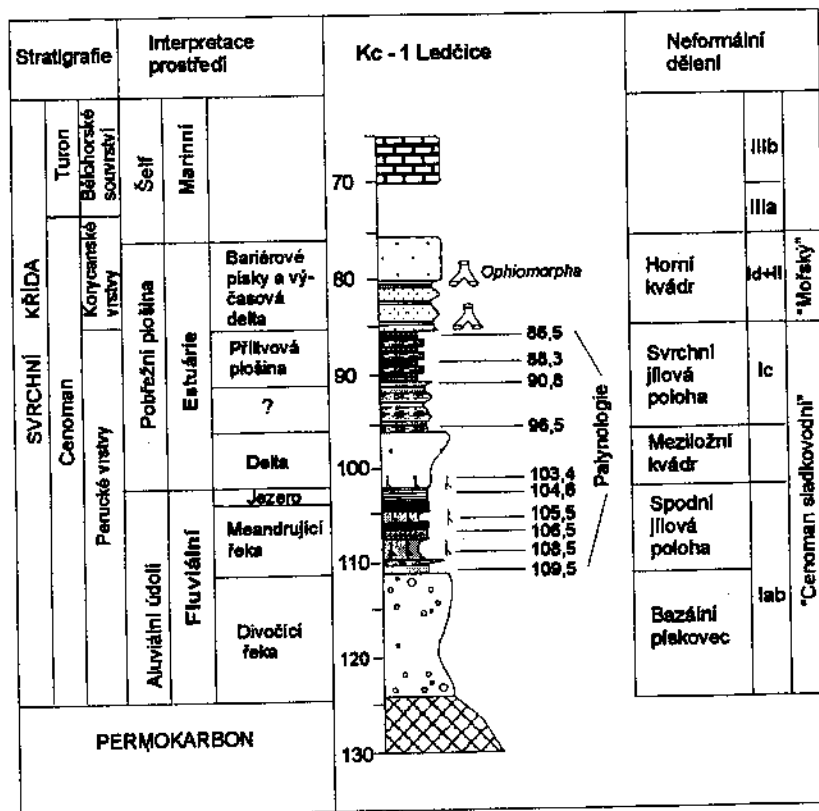
Litostratigraficky popsané cenomanské sedimenty ve vrtu Kc-1 Ledčice reprezentují perucko-korycanské souvrství. K peruckým vrstvám lze přiřadit litofacie v hloubce 86,10 až 124,60 m, korycanským vrstvám odpovídají pískovce v metráži 76,00–86,10 m. Neformálně jsou korycanské vrstvy označovány Zahálkovými symboly jako pásmo Id + II, nebo jako horní či nadlupkový kvádr. V peruckých vrstvách, odpovídajících pásmu I, je možné v této oblasti (SOUKUP 1954, MALECHA 1989, JELEN – MALECHA 1990) dále neformálně vydělovat svrchní jílovou či lupkovou polohu pásma Ic (v hloubce 86,10 až

96,50 m), meziložní neboli podlupkový kvádr (v hloubce 96,50–102,50 m), spodní jílovou polohu pásma lab (v hloubce 102,50 až 111,00 m) a pískovce bazální (v hloubce 111,00–124,60 m).

Interval 103,4–109,50 m vzhledem k nalezeným typům pylových zrn krytosemenných rostlin (viz níže) odpovídá střednímu cenomanu. Triporátní pylová zrna ze skupiny Normapolles, která se v tomto horizontu na okolních vrtech nacházejí a dokumentují nejvyšší část středního cenomanu až svrchní cenoman, nebyla v intervalu 86,5–96,5 m zjištěna. Z korycanských pískovců (pásmo Id+II) uvádějí Klein a Soukup (in SVOBODA et al. 1964, tab. 71, obr. 2) svrchnocenomanského amonita *Calycoceras cf. naviculare* (Mant.) z nedaleké lokality Mšené-lázně – Charvatce.

## PALYNOLOGIE

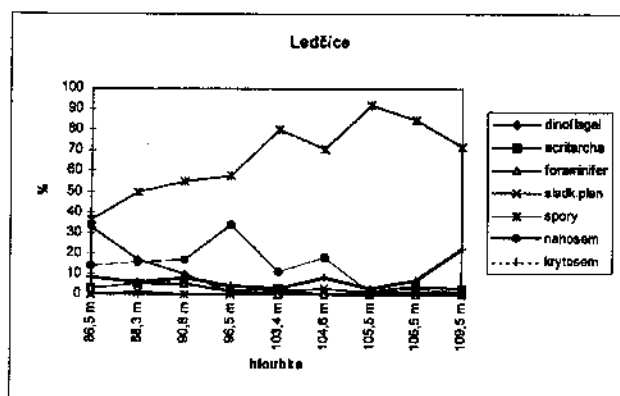
Při mikropaleontologickém výzkumu jílovitých sedimentů vrtu Kc-1 Ledčice byly zjištěny asociace rostlinných a živočišných mikrofosilií – mořského a sladkovodního fytoplanktonu, prasinofyt, sporomorf a foraminifer. Vzorky pro palynologii byly odebrány z intervalu hl. 86,5–110,5 m (obr. 3). Společenstva mikrofosilií lze rozdělit na dvě odlišné palynofacie. Palynofaci svrchní části vrtu, tj. vzorky z hloubky 86,5, 88,3, 96,5 m, charakterizuje poměrně značná příměs marinního planktonu (10–33 % dinoflagelát, 3–5 % akritarch) a přítomnost aglutinovaných schránek foraminifer (3–5 %). V rámci obrněnek převládají chorátní



Obr. 2. Litologický profil vrtu Kc-1. Vysvětlivky v textu.

typy – *Surculosphaeridium*, *Achomosphaera*, *Spiniferites*, *Cleistosphaeridium*, z ostatních dinoflagelát se vyskytuje *Cerbia*. Hlavní rostlinnou skupinou jsou spóry kapradin (převažuje čeleď *Gleicheniaceae*) a mechů (rody *Stereisporites* a *Cingulrites*), které tvoří často první kolonizující typy rostlin v přibřežních bažinných oblastech. Z nahosemenných je významný výskyt slanomilných pylů čeledi *Cheirolepidiaceae* – *Classopollis classoides* (Pflug), které jsou typické pro brakické nebo mělké mořské sedimenty. Z ostatních gymnosperm se často objevují zástupci čeledi *Taxodiaceae*, které charakterizují také tento typ slaných bažin. Z krytosemenných pylů se objevují silnostěnné retikulární trikolpáty – *Tricolpites barrandei* Pacltová, trikolporátní *Perucipollis minutus* Pacltová spolu s ojediněle se vyskytujícími pyly jednoděložných rostlin *Liliacidites*. Palynofacie je charakterizována tmavěhnědými až černými úlomky „dřev“. Amorfní hmota, která je typická pro sedimenty otevřeného moře, se vyskytuje ojediněle nebo vůbec ne.

Palynofacie ve spodní části vrtu, hl. 103,4–110,5 m, je charakterizována výrazným vzestupem spór kapradin, které jsou navíc velmi diverzifikované a tvoří od 71 do 92 % celého rostlinného spektra. Nejčastěji se objevují spóry čeledi *Lycopodiaceae* – *Retitrites austroclavatidites* (Cookson) Döring, Krutzsch, Mai & E. Schulz, *Camarozonosporites insignis* Norris, *Camarozonosporites rudis* (Leschik) Klaus, čeledi *Cyatheaceae* – druhy *Cyathidites australis* Couper, *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock, čeledi *Schizaeaceae* – *Appendicisporites* – *Plicatella* a *Cicatricosisporites venustus* Deák, čeledi *Gleicheniaceae* – *Gleicheniidites umbonatus* Bolchovitina, *Gleicheniidites circinidites* (Cookson) Dettmann, *Gleicheniidites senonicus* Ross, *Ornamentifera* sp., *Clavifera triplex* (Bolchovitina) Bolchovitina aj. Z mořského planktonu se vyskytují pouze akritarcha (rody *Micrhystridium*, *Leiosphaera*) a prasinofyta – *Pterospermopsis*, *Tasmanites*. Objevuje se také sladkovodní plankton – *Schizocystia laevigata* Cookson & Eisenack, *Tetraporina*, *Chomotriletes fragilis* Pocock, který dokládá fluvioakustrinní původ sedimentů. Slanomilné typy rodu *Classopollis* se neobjevují. Z nahosemenných rostlin převládají sakátní



Obr. 3. Histogram relativního zastoupení hlavních rostlinných skupin a mikrofauny.

konifery rodů *Parvisaccites*, *Phyllocladidites*, *Podocarpidites*, *Pinuspollenites* a *Alisporites* a v menším množství non-sakátní pylová zrna *Cycadopites* a *Inaperturopollenites*. Z krytosemenných rostlin jsou nejčastější retikulární trikolpáty *Tricolpites vulgaris* a *Retitricolpites* spp., trikolporátní *Perucipollis minutus* Pacltová, *Tricolporites subtilis* Pacltová a ojedinělé polyporáty *Bohemiperiporis zaklinskae* Pacltová. V hloubce 109,5 m tvoří pyly krytosemenných rostlin anomálně až 22 % společenstva! (náhorní plošiny, vysušení?). Ve vzorku z hl. 110,5 m, který vzhledem k malému počtu mikrofosilií není zahrnut do grafu, byly zjištěny spóry kapradin a hub, akritarcha rodu *Micrhystridium* a sladkovodní plankton *Chomotriletes fragilis* Pocock. Ve srovnání s nadložím, vzorky z intervalu 103,4 až 110,5 m obsahují velké množství fytoaklastů žlutě až červenohnědě zbarvených, včetně tracheid a kutikul.

## INTERPRETACE SEDIMENTAČNÍHO PROSTŘEDÍ

JELÉN a MALECHA (1990) vypracovali na základě konstrukce izolinní mocností peruckých vrstev paleogeografickou představu o předcenomanském paleoreliéfu v prostoru Žatec-Straškov-Unhošť. Rozčlenili toto území do několika morfologických elevací a depresí, protažených jz.–sv. směrem. Osy depresí představují hlavní přínosové směry (toky), které jsou tři: měcholupský, kounovský a rynholecský. Výplň depresí tvoří podle nich dva tektonicky podmíněné cykly sladkovodních sedimentů, resp. v nejvyšší části druhého cyklu i brakické sedimenty cenomanu. Podle ULIČNÉHO a ŠPIČÁKOVÉ (1996) tvoří výplň paleoúolí v této oblasti fluvialní a estuárióvé sedimenty a sedimentační prostředí je formováno eustatickými změnami mořské hladiny, regionální topografií a autocyklickými sedimentačními procesy. V sedimentární výplni horní části rynholecského paleoúolí (lokality Pecínov u Nového Strašecí) vydělují pět jednotek či parasekvencí.

Vrt Kc-1 Ledčice je situován v sv. části rynholecského paleoúolí, tj. v jeho dolní části blíže k otevřenému moři. Bazální cenomanský pískovec představuje výplň koryta divočící řeky. Spodní jílová poloha s kořenovými horizonty, polohami uhelného jílovce, s četnými fytoaklasty, převahou spór kapradin a přítomností sladkovodního planktonu dokládá převahu fluvialního prostředí. Jde především o nivní sedimenty proložené průvalovými věžmi (v hl. 109,50–110,10 m). Laminované jílovce s převahou sladkovodního planktonu v nejvyšší části spodní jílové polohy (viz vzorek z hl. 104,6 m) mohou svědčit o lakustrinním původu. Vliv mořského dmutí v převážně fluvialním prostředí dokládá ojedinělá přítomnost prasinofyt a akritarch rodu *Micrhystridium* a *Leiosphaera*. Progradační charakter meziložního kvádru s četnými klasty dřev představuje deltu vytvořenou řekou při přechodu nakloněného aluviálního údolí do pobřežní plošiny. Mořským prvkem v tomto prostředí jsou bioerozní textury v klastech dřev, produkované vrtavou činností mořských mlžů (např. *Pholas*, *Teredo*, *Xylophaga*). Tyto jevy je možné dobře pozorovat ve skalních výchozech těchto pískovců u Mšeného-láz-

ní. Svrchní jílová poloha se ukládala ve smíšeném prostředí estuárie (přítomnost tidalitů, značná příměs mořského planktonu a aglutinované foraminifery). Nálezy stop po mořských vrtavých mlžích rodu *Pholas* uvádí z pásma Ic z blízkého okolí SOUKUP (1954). Výskyt slanomilných pylů *Classopollis* a zástupci čeledi Taxodiaceae indikují prostředí slaných bažin přílivových plošin. Místa se projevují písčité výplně výčasových kanálů (vrt Kc-1, hl. 88,6 a 88,8 m) s pozitivní gradací.

Velmi dobře vytříděné pískovce „horního kvádr“, místa s glaukonitem a s hojnými biogenními texturami typu Ophiomorpha, přiřazujeme k rozplaveným bariérovým pískům a výčasové deltě, které se vyskytují při ústí estuárie do otevřeného moře. Heterolitická povaha spodní části „horního kvádr“ ukazuje na laterální zastupování se sedimenty přílivové plošiny estuárie.

Vertikální sukcese facií cenomanu ve vrtu Kc-1 dobře dokumentuje transgresivní sled výplně paleoúdlí od fluvialního toku až k dolnímu ústí estuárie do otevřeného moře. Estuáriová sekvence je složena ze tří prvků: deltových sedimentů („meziložní kvádr“), centrální „laguny“ s přílivovou plošinou a slanými bažinami (svrchní jílová poloha) a z rozplavených bariérových písků s výčasovou deltou („horní kvádr“). Tyto tři základní prvky jsou podle DALRYMPLE, ZAITLINA a BOYDA (1992) charakteristické pro estuárie ovlivněné převážně procesy mořského vlnění při jejich ústí a pouze malým rozsahem dmutí (microtidal – tj. méně než 2,5 m). Podle těchto autorů při vyplňování estuárie (transgrese) je úroveň maximální záplavy dosažena ve facii centrální „laguny“. Ve vrtu Kc-1 je maximum mořského planktonu ve vzorcích z hl. 86,5 až 90,8 m (viz obr. 2). Písčito-jílovité sedimenty v bezprostředním podloží (vzorek z hl. 96,5 m) mají podstatně méně mořských prvků a jsou pravděpodobně těsně spjaty s režimem delty. O tom svědčí i vývoj spodní části svrchní jílové polohy ve vrtech u Černochova a Podbradce (MALECHA 1989) s kvalitními

kaolinitickými jílovci s vyšší žáruvzdorností, s obsahy  $Fe_2O_3$  kolem 3–4 %, interpretovaných technologicky Malechou jako „sladkovodní cenoman“. Vyšší část svrchní jílové polohy, již v brakickém vývoji, vykazuje nižší žáruvzdornost, vyšší obsahy  $Fe_2O_3$  (kolem 6 %) a příměs glaukonitu. V některých vrtech u Černochova a Podbradce (CJ-45, CJ-42) jsou v bezprostředním nadloží tidalitů (tzv. kanafasový vývoj) vyvinuty tmavošedé jílovce s kofinky rostlin a tenkou polohou uhelnatého jílovce, dokládajících změkčující se estuárijní sekvenci (parasekvenci). Tyto jílovce na jiných vrtech, včetně Kc-1 Ledčice, byly zřejmě při postupu písčité bariéry směrem do kontinentu rozmyty, takže na tidality ostře, s erozivní bází, nasedají rozplavené bariérové písků či výčasová delta. Charakteristická štěrková poloha, tzv. droždí, představující přechod pobřežní linie přes bariérové písků v transgresivním sledu, byla sice ve vrtu Kc-1 Ledčice rozvrtána, ale v povrchových výchozech v blízkém okolí (např. typová lokalita Hostibejk v Kralupích n. Vlt.) je dobře patrná.

## Literatura

- DALRYMPLE, R. W. - ZAITLIN, B. A. - BOYD, R. (1992): Estuarine facies models: Conceptual basis and stratigraphic implications. – *J. Sediment. Petrol.*, 1130–1146. Tulsa.
- JELÉN, J. - MALECHA, A. (1990): Nové ložisko pórovinových a žáruvzdorných jílovců na Lounsku. – *Geol. Průzk.*, 1, 5–9. Praha.
- KLEIN, V. - SOUKUP, J. (1964): Česká křídlová pánev. – In: Svoboda, J. et al.: Regionální geologie ČSSR. Díl I. Český masiv. Sv. 2. Algonkium – Kvartér. – Ústí. úst. geol., 274–313. Academia. Praha.
- MALECHA, A. (1989): Zpráva o vývoji cenomanu na Slánsku a Měcholupsku, s vyhodnocením prognóz jílovců mezi Černochovem a Brníkovem a v okolí Libořic u Žatce. – MS, Geofond. Praha.
- ULIČNÝ, D. - ŠPIČÁKOVÁ, L. (1996): Response to high frequency sea-level change in a fluvial to estuarine succession: Cenomanian palaeovalley fill, Bohemian Cretaceous Basin. – In: Howell, J.A. – Aitken, J.F. (ed.): High Resolution Sequence Stratigraphy: Innovation and Applications. – *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 104, 247–268.