

Sbor. geol. věd	Geologie 40	Str. 183—229	2 obr.	1 tab.	8 přil.	Praha 1985 ISSN 0581-9172
--------------------	----------------	-----------------	-----------	-----------	------------	------------------------------

## Neogén v opěrných vrtech OS-1 Kravaře a OS-2 Hať v opavské pánvi

### Neogene in OS-1 Kravaře and OS-2 Hať key boreholes in the Opava area

Ivan Cicha<sup>1</sup> (editor), Rostislav Brzobohatý<sup>7</sup>,  
Jiřina Čtyrská<sup>1</sup>, Naděžda Gabrielová<sup>1</sup>,  
Oldřich Krejčí<sup>2</sup>, Ivan Krystek<sup>3</sup>, Václav Mátl<sup>4</sup>,  
Věra Molčíková<sup>2</sup>, Eva Novotná<sup>5</sup>, Zdenka Řeháková<sup>1</sup>,  
Ján Soták<sup>3</sup>, Jitřenka Staňková<sup>4</sup>, Ervín Knobloch<sup>1</sup>,  
František Váca<sup>6</sup>

Předloženo 17. října 1983

Cicha I. et al. (1985): Neogén v opěrných vrtech OS-1 Kravaře a OS-2 Hať v opavské pánvi. — Sbor. geol. Věd, Geol., 40, 183—229. Praha.

**V ý t a h :** Je zhodnocen současný stav názorů na vývoj neogénu (staršího miocénu a především badenu) v opavské oblasti. Výsledky zpracování profilů strukturálních vrtů OS-1 Kravaře a OS-2 Hať ověřily vývoj a mocnosti badenu (moravu, věliče a kosovu) a představují nejuplněnější profily z neogénu opavské pánve. Z hlediska ložisek nerostných surovin — evaporitů — sádrovců přinesly vrty upřesnění prognóz. Ve vrtu OS-1 Kravaře byl zjištěn tento profil: 0,0—21,0 m kvartér, 21,0—246,0 m svrchní baden — kosov, 246,0—470,0 m střední baden — vělič, 470,0—631,20 m spodní baden — morav, 631,20—738,20 m svrchní karbon, ve vrtu OS-2 Hať v hl. 0,0—27,70 m kvartér, 27,70—328,0 m střední baden — vělič, 328,0—637,0 m spodní baden — morav, 637,0—802,0 m svrchní karbon.

<sup>1</sup> Ústřední ústav geologický, Malostranské nám. 19, 118 21 Praha 1

<sup>2</sup> Ústřední ústav geologický, Leitnerova 22, 602 00 Brno 2

<sup>3</sup> Přír. fakulta UJEP, katedra geol. a paleont., Kotlářská 2, 611 37 Brno

<sup>4</sup> Geologický průzkum, n. p., Ostrava, závod Brno, Uhelná 85, 600 00 Brno

<sup>5</sup> Geologický průzkum, n. p., Ostrava, závod Ostrava - Hrabová, Krmelínská 22, 720 02 Ostrava

<sup>6</sup> Geofyzika, n. p., Brno, Ječná 29a, 600 00 Brno

<sup>7</sup> Moravské naftové doly, k. p., mikropaleontologie, Videňská ul., 695 00 Hodonín

#### Úvod

Předkládaný elaborát obsahuje především geologické zhodnocení vrtů OS-1 Kravaře a OS-2 Hať v opavské oblasti. Dále jsou řešeny i základní problémy vývoje neogénu v území mezi širším okolím Opavy až do prostorů tektonických poruch přibližně sj. směru u obce Hať.

Vrty provedl Geologický průzkum, Ostrava, závod Brno, na základě hospodářské smlouvy s Ústředním ústavem geologickým, Praha, v roce 1978. Základních údajů ze strukturálních vrtů bylo použito pro sestavení závěrečné zprávy vyhledávacího průzkumu sádrovce, kterou zpracoval V. Mátl s kolektivem. Pracovníci Ústředního ústavu geologického a přírod. fak. UJEP, Brno, provedli v dalších letech podrobné biostratigrafické a sedimentologické vyhodnocení ve vztahu k neogénu širší opavské oblasti. Značná pozornost byla zaměřena na sedimentologické a petrografické vyhodnocení sádrovcového horizontu (O. Krejčí). Sedimentologický výzkum byl celkově řízen I. Krystkem a k vyhodnocení bylo použito i údajů J. Staňkové. Orientační biostratigrafické vyhodnocení na základě dírkovečů provedla E. Novotná, jejich detailní zpracování I. Cicha a J. Čtyrká, vápnitý nanoplankton zpracovala V. Molířková, palynologické vyhodnocení N. Gabrielová, diatomologické rozbory Z. Řeháková, hodnocení makroflóry E. Knobloch a řas J. Soták. Základní geologické vyhodnocení kulmu v podloží neogénu bylo provedeno J. Dvořákem a L. Mašterou. Na vyhodnocení materiálů se podíleli pracovníci laboratoří Geologického průzkumu, Ostrava, a Ústředního ústavu geologického, Praha.

Při hodnocení tektonického vývoje bylo použito geofyzikálních podkladů F. Váci.

### Přehled geologického vývoje v opavské oblasti

V opavské oblasti jsou zastoupeny horniny karbonu, pravděpodobně křídý, badenu a kvartéru.

Vrstvy karbonu jsou známy z odkryvů v Nízkém Jeseníku, odkud pokračují pod platformní pokryv tvořený převážně badenem a kvartérem Opavské pahorkatiny. Karbon je zastoupen hrádeckými a kyjovickými vrstvami, které stratigraficky zasahují až do namuru A. Ve zkoumané oblasti je vyvinuta jen proximální facie hrádeckých drob. Ty jsou lavicovité, modrošedé, jemně zrnité a podřízeně obsahují vložky prachovců a černošedých břidlic. Stratigraficky odpovídají mladšímu visé.

S ubýváním písčité frakce přecházejí hrádecké droby jak horizontálně, tak vertikálně do kyjovických břidlic. Rozhraní mezi oběma souvrstvími je kladeno na linii Odry—Mokré Lazce (Váca 1979). Kyjovické břidlice patří stratigraficky svrchnímu visé až nejstaršímu namuru A.

Křídové horniny v autochtonní pozici jsou dosud známy z jediného vrtu č. 79 u Hněvošic (Cicha - Hanzlíková 1959). Litologicky jsou to silně vápnité, jemně až středně zrnité glaukonitické písky, které do nadloží přecházejí do zelenošedého až tmavě šedého vápnitého jílu. Je zde zastoupena *Globotruncana linneiana* (d'Orb.) a *G. ex gr. renzi* Gandolfi. Stratigraficky je možno toto souvrství zařadit do coniaků. Je však zajímavé, že ve vrtbě OS-1 Kravaře, situované v centrální depresi, nebyla autochtonní křída zastížena. Přeplavená křídová

mikrofauna dírkovečů však byla nalezena v tomto vrtu jak na bázi spodního, tak i ve vrstvách středního badenu.

V neogénu má oblast opavského výběžku karpatské předhlubně stratigraficky odlišné rozpětí i jiný litofaciální vývoj než na Ostravsku. Bezpečně byly prokázány na Opavsku zatím pouze sedimenty badenu.

Spodní baden je na Opavsku vyvinut v několika litofacích: bazální klastika, pestré jíly a písky a šedé vápnité jíly s čedičovým vulkanismem.

Profil bazálními klastiky byl zjištěn ve vrtu Krávaře OS-1 a Hař OS-2. V nadloží karbonu jsou transgresivně uloženy šedé až nazelenalé pískovce, dále slepence a šterky s valouny spodnokarbonských hornin. Ty se střídají s polohami šedavě zelených, jemně až velmi jemně písčitých vápnitých jílovců s úlomky schránek měkkýšů. Maximální mocnost této facie je 30 m (vrt OS-1).

Facie pestrých jílu a písků byla studována ve vrtbě Smolkov-1 v rozmezí hloubek 223,5–154,6 m. Jsou to převážně světle namodralé šedé a nazelenalé šedě zbarvené, rezavě žluté a cihlově skvrnitě písky až písčité jíly. Odlišného typu jsou pestré vrstvy mezi Dolními Životicemi a Štáblovicemi. Jsou tam zastoupeny proměnlivě prachovité až písčité tuhé kaolinické jíly se šmouhami a laminami jílovitého písku a ččkami jemnozrnných, zčásti tekoucích křemenných písků. Dále zde byly zjištěny uhelné jíly s polohami zemitého uhlí a lignitu o mocnosti několika desítek centimetrů až několika metrů. Stratigraficky se jedná o kontinentální morav, který vznikl redepozicí fosilních kaolinických zvětralín spodního karbonu do jezerní pánve, resp. vyslazeného zálivu s vysokým obsahem huminových kyselin. Facie šedých vápnitých jílu s čedičovým vulkanismem leží ve vrtbě Smolkov-1 přímo na pestrých vrstvách. V oblasti Sudic a Hněvošic leží tato facie transgresivně přímo na spodním karbonu, popř. na syusedimentárním bazaltovém výlevu. Šedé jíly jsou vápnité, prachovité a obsahují shluky fragmentů vápnitých schránek a ostnů ježovek. Šedé jíly obsahují vzácně až 10 cm mocné polohy konglomerátů, kde valouny jsou tvořeny organogenními vápenci s množstvím úlomků karbonátových schránek. Tato facie je velmi bohatá na mikrofaunu. K nejtypičtějším druhům patří: *Planularia auris* (Defr.), *Vaginulina legumen* (L.), *Globigerinoides quadrilobatus trilobus* (Rss.), *Globorotalia mayeri* (Cushman et Ellisor) a *Orbulina suturalis* (Bronn.).

Báze středního badenu (resp. jeho staršího oddílu) má litologicky identický vývoj s šedým spodním badenem. Přerušeni sedimentace na bázi středního badenu nelze předpokládat. Ve vyšší části pelitického souvrství blíže nástupu sádrovců jsou častější vložky písků až pískovců (max. 50 cm), vzácně polohy konglomerátů s valouny běžových organogenních vápenců. Mocnost tohoto vývoje středního badenu je značně proměnlivá a závisí na pozici vzhledem k pohřbenému reliéfu karbonu. Sedimentace středního badenu je ukončena uložením evaporitů—sádrovců, jejichž maximální mocnost dosahuje až 65 m. Svrchní baden v nadloží sádrovcových hornin tvoří šedozelelé, proměnlivé

písčité, místy laminované, šmouhované jíly až jílovce a hojnými rostlinnými zbytky. Ve spodní části těchto vrstev se vyskytují vložky kompaktních vápenců a slínovců, ve svrchní části jsou polohy psamitů o mocnosti až několika metrů. Vrstvy v nadloží sádrovcového horizontu byly rozděleny (C i c h a 1959) na spodní se spiratellami a svrchní s buliminami a bolivinami. Spodní vrstvy jsou charakterizovány masovým nástupem rodu *Spiratella*, především *S. valvatina* (Rss.). Tato facie je známa ve vrtu OV-5a v Kateřinkách, a to z hloubky 170—214,5 m. Ze spiratellového obzoru se zde do nadloží vyvíjí mikrofauna s převládajícími globigerinami, zvláště *G. bulloides* (d'Orb.), *G. apertura* (Cushman), přechodní formy mezi *G. druryi* (Akers) a *G. cf. nepenthes* (Todd) a s *Velapertina indigena* (Luczk.).

V nejvyšších částech tohoto souvrství a celkově ve vrtu OS-1 dochází ve sv. badenu k postupnému vytrácení dírkovcové fauny a je pravděpodobné, že ochuzené asociace signalizují začínající regresi moře z této oblasti.

Neogenní bazické vulkanické horniny se ve zkoumané oblasti nacházejí na výchozech na Kamenné hůrce u Otice a u Bendova mlýna u Koberčic. Na lokalitě Kamenná hůrka u Otice je zastoupen melilitický olivinický nefelinit (S h r b e n ý *in* B o u š k a et al. 1980). Proniká souvrstvím hornin spodního karbonu a vystupuje v opuštěném lomu. Výskyt u Otice patří ke starší vulkanické fázi a je datován přibližně na 20 mil. let, tj. ke hranici mezi eggenburgem a otnan- gem. U Bendova mlýna (P a c á k 1928) vystupuje na povrch nefelinický bazanit. Průzkumné práce z r. 1954—1955 prováděné sz. od Koberčic zjistily vulkanity na ploše protažené ve směru SZ—JV na vzdálenost 4,5 km. Vulkanity tohoto typu leží na bazálních písčích a štěrčích badenu. Dále byly zastíženy vulkanity ve vrtu Hněvošice K-17, kde se střídají čedičové tufy s punami, čediči, tufity a jílovitý karbonát se sádrovcem a anhydritem. V jílovité poloze v čedičích určila N o v o t n á (*in* J u r k o v á 1975) bohatou spodnobadenskou dírkovcovou faunu.

V sedimentech moravu a kosovu se nacházejí také tufity kyselého vulkanismu. Provenience tohoto materiálu je předpokládána v oblasti středního Slovenska.

V á c a (1979) se domnívá, že výskyty neovulkanitů u Koberčic a Otice jsou typickými výlevy na křížení bývalých dislokací.

Kvartérní pokryv je zastoupen velmi rozmanitými typy hornin. Mocnost kvartérních sedimentů přesahuje místy i 50 m a vzrůstá od J k S. Kvartérní sedimenty Opavska náleží k několika glaciálům a interglaciálům a tvoří pestrou škálu hornin rozmanité geneze. Přehled jednotlivých etap ve vývoji pleistocénu podává M a c o u n (1980). K maximální erozní činnosti došlo během halštrovského a sálského zalednění.

## Poznámky k paleogeografickému vývoji

Pro paleogeografickou analýzu v neogénu mají zásadní význam poznatky z oblasti karpatské předhlubně na Ostravsku, kde bylo získáno nejvíce poznatků především o vývoji spodního miocénu.

V paleozoiku (svrch. visé—spodní namur) se v opavské oblasti ukládaly vrstvy vznikající v prostředí s rychle se střídající rychlostí transportu a sedimentace. Převažovala však sedimentace jemně až středně zrnitého písku za občasného prudkého přínosu téněř netříděné hrubozrné frakce. Charakter sedimentů se podobal podmínkám sedimentace v deltách až aluviích. Celkově bylo Opavsko součástí sedimentačního prostoru spodního karbonu Nízkého Jeseníku. Sedimentace proběhla ve druhém hrádecko-kyjovickém megacyklu a byla ukončena v nejstarším svrchním karbonu.

V údobí svrchní křídly byla zájmová oblast s největší pravděpodobností zaplavena jeo v coniaqu. Jednalo se pravděpodobně o pokračování sedimentačního prostoru z okolí Ratiboře. Sedimenty svrchní křídly v opavské oblasti však byly převážně erodovány.

Z období eggenburgu až ottangu se zachovaly pravděpodobně jen vulkanity okryté na Kamenné hůrce u Otic. Také v karpatu, kdy se vytvářela v předpolí Karpat rozsáhlá souvislá předhlubeň, zůstává opavská oblast s největší pravděpodobností souší.

Inverze vertikálních pohybů na rozhraní karpatu a badenu zahajuje další etapu vývoje karpatské předhlubně. Podle J u r k o v é (1975) byl v badenském úseku karpatské předhlubně na Ostravsku vymodelován horský reliéf s převýšením kolem 1200 m a byl odstraněn až na výjimky starší terciérní pokryv. Ve spodním badenu byl výzdvih vystřídán stejně intenzivním poklesem, který postihl relativně úzký pruh obnaženého paleozoika v předpolí staroštýrských příkrovů. Do prostoru se silnou subsidencí ingredovalo od JZ mělké moře, které nejdříve zaplavilo depresní zóny reliéfu. Uložila se bazální klastika, jejichž sedimentaci přerušil náhlý pokles a došlo k rychlému rozšíření transgrese do oblasti v. okrajů Českého masívu. Do opavského výběžku proniklo moře pravděpodobně až v této fázi a bazální hrubozrná klastika velmi málo mocná představují spíše ojedinělé reliktu, a nikoliv souvislý horizont.

Pelitická sedimentace ze spodního badenu pokračuje i ve starší části věliče. Teprve v jeho svrchní části je možno předpokládat počátek určitých paleogeografických změn, vedoucích až k vytvoření salin při okraji výběžku karpatské předhlubně, ve kterých došlo k uložení evaporitů. Sedimentace bez přerušení pokračovala v lagunárních až neritických podmínkách podstupně až do kosovu. Východní hranice marinní sedimentace ve věliči a kosovu probíhala až k linii Hlučín—Starý Bohumín. Opavský výběžek karpatské předhlubně komunikoval směrem k S do polského úseku karpatské předhlubně.

Opavský miocén je v údobí středního a svrchního badenu součástí samostatné

čelní hlubiny. Liší se výplní a stáří od vnitřní badenské čelní hlubiny na Ostravsku a jinde na Moravě. Čelní hlubina Opavska je dokladem posledních intrabadenských pohybů a poslední migrace čelní hlubiny na platformu.

Marinní sedimenty mladší než baden nejsou z opavské oblasti známy. K mladšímu pliocénu jsou počítány reliktky kontinentálních, tzv. kobeřických štěrků. Teprve v pleistocénu v období vrcholných fází severoevropského zalednění „halštrovského a sálského“ zde došlo k uložení značně mocných sedimentů.

### Poznámky k tektonickému vývoji

V oblasti Opavské pahorkatiny značná zakrytost neogenních sedimentů a také poměrně nízká prozkoumanost hlubší stavby ztěžuje vytvoření úplnějšího obrazu geologické stavby předkvartérních formací. Úložní poměry badenu jsou odvozovány z reliéfu podložního paleozoika, který byl rekonstruován na základě podrobného tíhového obrazu (Váca 1973, 1979).

Nejvýznamnější směry tektonických linií jsou ZSZ—VJV až Z—V. Omezují kerné jednotky. Dále jsou význačné směry SSV—JJV až S—J, které lze charakterizovat jako dislokace podélné a poslední jsou dislokace směru SSZ—JJV. Výška skoku se nejčastěji pohybuje v rozmezí 50—350 m; převládají dislokace poklesového charakteru o příkrém úklonu. Omezení jednotlivých ker a průběh tektonických linií podává obrázek 1 (Váca 1973, 1979).

Na podkladě interpretace tíhového obrazu je možno na Opavsku vyčlenit pět dílčích jednotek kerné povahy od S k J:

1. dílčí kra sudická. — Její s. omezení nejsou vyjasněna, na J je oddělena sudickým zlomem. Je nižší než kra kobeřická;
2. dílčí kra kobeřická. — Severní omezení tvoří zlom sudický, na J zlom kobeřický, na V zlom hlučinský. Na Z přechází do PLR a její omezení není vyjasněno. V této kře leží sádrovcová ložiska Kobeřice—Hněšovice, Sudice a Třebom;
3. dílčí kra opavská. — Severní omezení tvoří zlom kobeřický, v. zlom hlučinský. Zlomový styk je na J s horninami spodního karbonu a na Z přechází do PLR. V této kře jsou dvě deprese tektonicky podmíněné, v jižní části označené jako opavský prolom, v severní části jako prolom bolatický.
4. dílčí kra píšťská, omezená na JZ stejnojmenným zlomem. Pokračuje dále do PLR;
5. hlučinský prolom. — Na V je omezen píšťským zlomem a na Z zlomem hlučinským.

Podle představ Váci (1973, 1979) odpovídají kry reliéfu podloží. Lze předpokládat, že především okrajové zlomy, oddělující karbon od neogénu, byly založeny před badenem. Mladší než sedimenty kosovu je pokles zlomu, který probíhá na S od ložiska v Kateřinkách.

Jurková (1975) předpokládá, že velké mocnosti kosovu v oblasti tíhových depresí jsou důsledkem tektonicky predisponovaného reliéfu zvýrazněného mladými poklesy v systému hrástí a příkopových propadlin, orientovaných ve směru SZ—JV. I období kvartéru bylo v oblasti Opavské pahorkatiny tektonicky aktivní. Žebera a Ambrož (1955) udávají z Kozmic z. od Ilučína dislokace v lakustrinních sedimentech. Také osmimetrový rozdíl v bázích fluvialních akumulací hlavní terasy ve vrtech u Raduně je podle Macouna et al. (1979) patrně tektonického původu.

Celkově oblast Opavska vykazuje v současné době největší seizmickou aktivitu v ČSR.

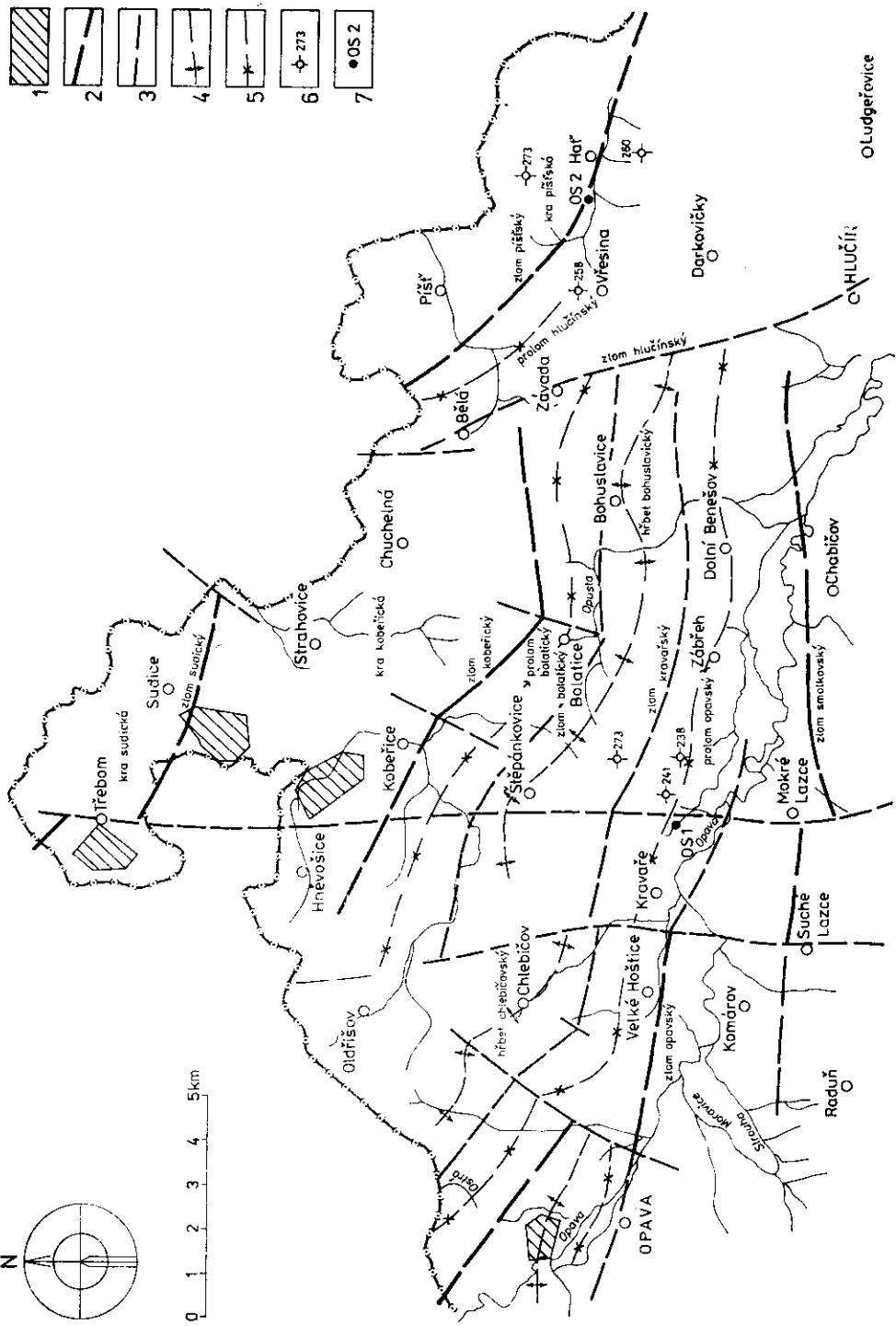
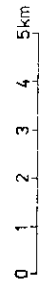
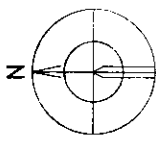
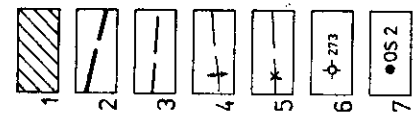
### **Litologická charakteristika badenských sedimentů vrteb OS-1 a OS-2**

Ve vrtbě OS-2 jsou vyvinuta na bázi moravu bazální klastika v mocnosti 19,30 m v hrubém šterkovém vývoji, ve vrtbě OS-1 je na bázi pouze 1,2 m pískovce a nad ním již dalších 31,8 m v podstatě pelitických sedimentů. I když jsou v nich místy 5—40 cm mocné písčité vložky, za bazální klastika toto souvrství nelze již považovat. Málo mocný (20 cm) slepenec s pískovcem se vyskytuje ještě v hloubce 586,0—586,9 m. Dále jsou vyvinuty v moravu i ve vrtbě OS-1 jen tégly.

Vělič je v obou vrtbách rovněž tvořen převážně pelity, v nejsvrchnější části sádrovcovým souvrstvím. Jíly jsou šedé až zelenošedé, proměnlivě písčité, často paralelně laminované, místy je laminace setřena bioturbací. Zejména ve spodnější části věliče se hojně vyskytují akumulace řas, často ve spojení s hrubozrnnějšími sedimenty, místy je větší nahromadění schránek a úlomků makrofauny, popř. rostlinné sečky.

Ve vrtu OS-1 jsou v intervalu 442,0—448,8 m a 424,2—428,0 m horizonty, v nichž se v jílovitém pojivu objevují kromě velkého množství úlomků i celých schránek mlžů hojně řasové onkoidy a valouny křemene a drob o průměru do 1 cm. Drobná tělíška řasových vápenců uložená v jílech se vyskytují v profilu vícekrát. Písčité nebo pískovcové vložky dosahují ve vrtu OS-1 mocnosti až 100 cm, v OS-2 jsou většinou mocné do 30—40 cm. Většinou jde o křemenné pískovce s kalcitickým tmelem.

Kosov, zastížený pouze vrtem OS-1, je převážně v pelitickém vývoji. Pelity jsou šedé, karbonátické, povětšinou proměnlivě písčité nebo prachovité. Písek nebo prach tvoří často i samostatné laminy nebo vrstvičky. Větší písčité, resp. pískovcové polohy jsou v intervalech 99—107 m a 111—113 m. Poslední horizont obsahuje mezi 105—106 m i valounky křemene do průměru 3 cm. Pískovce jsou většinou křemenné s kalcitickým tmelem. Z genetického hlediska je zajímavý horizont tvořený skluzovou brekcií (60,0—60,3 m) a šterkový horizont





v hl. 49,0—49,7 m, v němž jsou valouny uloženy v prachovém pojivu. Obsah karbonátů v kosovských pelitech je tak značný, že místy přecházejí do laminovaných vápenců. Dokonce i hornina s vulkanogenním materiálem obsahuje místy v pojivu tolik karbonátu (dolomitu), že je jí možno označit jako dolomitový vápenec s vulkanogenní příměsí (OS-1, 119—220 m).

## Textury

Pestrost sedimentárních textur v badenských sedimentech ve vrtech OS-1 a OS-2 není příliš velká.

Nejhojnější je paralelní laminace projevující se střídáním různě zbarvených lamin ve více méně čistých pelitech. Tak jsou např. v kosovu ve vrtu OS-1 velmi typické světle okrově zbarvené laminy, střídající se s laminami šedými nebo zelenošedými. Tento typ laminace je zřejmě důsledkem sedimentace v prostředí, v němž se střídalo období většího a menšího prokysličení vody až po povrch vznikajícího sedimentu, značnou roli hraje rovněž rozdílný obsah organické hmoty. Dalším typem laminace je střídání světlejších a tmavších lamin, lišících se obsahem karbonátů. Jemná laminace tohoto typu bývá způsobena sezónními změnami, které ovlivňují rozvoj bakterií. Třetí typ laminace je způsoben změnami v zrnitostním složení a je svědectvím drobných změn v dynamice prostředí. Vyskytují se obě možnosti — pelitické laminy v písčítých sedimentech i písčité, popř. prachové laminy v jílech. Laminace tohoto typu vzniká nejčastěji při zvržení povrchových vrstev sedimentu, po němž následuje nejdříve rychlé uložení (popř. i přínos) hrubšího klastického materiálu a pak delší období sedimentace jemného suspendovaného jílovitého rezidua. Laminace tohoto typu je běžná v sedimentech infra- a cirkalitorálu, ale i v deltovém prostředí, ve studovaných vrtech se vyskytuje ve všech stratigrafických horizontech. Poslední typ laminace, zjištěný zejména v sedimentech kosovu a věličce, je způsoben různým nahromaděním organické hmoty — rostlinné drti. V některých laminách, resp. vrstvičkách, je nahromadění tak velké, že jsou tvořeny až nečistým lignitem. Vzhledem k tomu, že nebyla podrobně zkoumána pylová spektra, nelze říci, zda jde o nahromadění rostlinného materiálu mořského nebo suchozemského původu. Laminace všech uvedených typů je ve studovaných sedimentech často porušena bioturbací.

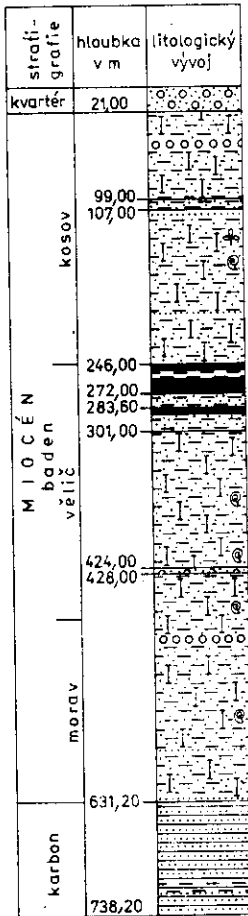
Poměrně řídké se vyskytující typem zvrstvení, pozorovaným pouze v sedimentech věličce ve vrtbě OS-2, je laminace proudových čerín. V příčném řezu je slabě naznačena zvlněná laminace, na odlučných plochách prachových lamin

- 
1. Strukturálně tektonické schéma opavské oblasti (podle F. Váci)  
1 — ložiska sádrovce; 2 — tektonické linie výrazné; 3 — tektonické linie méně výrazné, popř. hustotní rozhraní; 4 — osy tíhových elevací; 5 — osy tíhových depresí; 6 — výškové kóty terénu; 7 — zpracované vrty

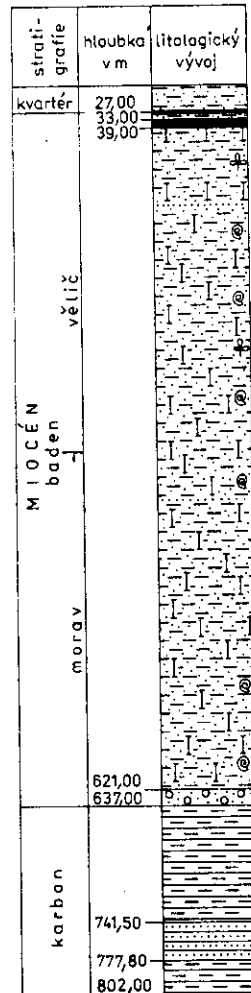
je možno konstatovat drobné asymetrické čerinky. Jsou svědectvím slabého zvýšení dynamiky prostředí, která byla jinak většinou (až na obzory hrubších klastik) velmi slabá. Poprvé v sedimentech karpatské předhlubně na Moravě jsme konstatovali (v sedimentech kosovu ve vrtbě OS-1) textury typu „flaser bedding“. Jsou to jílové výplně depresních částí čerín v písčitém sedimentu. Nesouvislé laminy jílu rozdělují písčité sediment do nepravidelných čoček. V našem případě jde o texturu geneticky blízkou laminaci proudových čerín.

Závěrem je možno se zmínit ještě o textuře skluzové brekieie, zjištěné ve vrtu OS-1 v intervalu 60,0–60,3 m. Skluzové těleso malé mocnosti bylo tvořeno

OS-1 KRAVAŘE



OS-2 HAŤ



2. Schematické litologické profily vrtů OS-1 Kravaře a OS-2 Hať  
 1 — jíly; 2 — písčité jíly; 3 — vápenaté jíly; 4 — písek, prach; 5 — štěrky, slepenec; 6 — sádrovec; 7 — karbonátová droba; 8 — karbonátový jílovec

chaoticky uloženými útržky silně stmelených jílovitých prachovců a útržky tmavých jílovců s náznakem paralelní laminace. Brekcie obsahovala také drobné valouny o průměru do 0,5 cm. Podobné sedimentární brekcie se běžně vyskytují v oblasti infralitorálu, kde vyplňují drobné erozivní subakvální kanály, jindy mohou být součástí větších skluzových těles, vznikajících při erozi pobřežních srubů, tvořených staršími sedimenty.

### **Analýzy těžkých minerálů**

Badenské sedimenty ve vrtech OS-1 a OS-2 mají převážně pelitický charakter, takže pro použití metodiky těžkých minerálů nejsou vhodné. Z několika provedených analýz z písečných vložek z moravu, věliče i kosovu je možno konstatovat, že společenstvo těžkých minerálů badenu Opavska má značně specifické složení. Zatímco spodnobadenské sedimenty předhlubně v oblasti mezi Znojmem, Brnem a Ostravou mají zpravidla společenstva s vysoce převládajícím granátem (kolem 85–95 %), v badenu Opavska dosahuje procentuální obsah tohoto minerálu maximálně 65 %. Tomu odpovídá zvýšený obsah staurolitu, popř. zirkonu nebo i apatitu a rutilu. Složení asociací je nutně ovlivněno specifickým složením zdrojové oblasti. Zdá se pravděpodobné, že společenstva těžkých minerálů mohla kromě hornin paleozoika ovlivnit sedimenty křídové, z nichž by mohly pocházet popř. i glaukonit, konstatovaný někdy i ve značném množství v celém badenském profilu, a to i tam, kde jeho tvorba není příliš pravděpodobná.

### **Podrobné zhodnocení sádrovcového souvrství vrtu OS-1 Kravaře ve vztahu k dalším výskytům v opavské oblasti**

Sádrovcový horizont se v opavském výběžku karpatské předhlubně nalézá v hloubkách 30–40 m v lomu v Kobeřicích až do 288 m ve vrtu Kravaře OS-1 (hloubka bazální plochy). Podle mikrofaunistických výzkumů lze předpokládat, že sádrovcový horizont tvořil v době sedimentace jednu horizontální úroveň. Během pozdějších diferencovaných vertikálních pohybů paleozoického podloží se sádrovcový horizont dostal do dnešních poloh.

Litologický charakter sádrovcového horizontu z různých oblastí jeho rozšíření na Opavsku je různý a závisí na paleogeografické pozici v období sedimentace — příbřežní, centrální oblasti depresí, svah. Má t l (1979) rozlišil podle celkového podílu terigenních komponent v sádrovcovém horizontu 3 litofaciálně odlišné vývoje sádrovcového horizontu:

1. sedimentace v salínách, nejmělejších částech sedimentačního prostoru, s relativně menším podílem pelitů a psamitů (Kateřinky, Kobeřice—Hněvošice, Rohov—Strahovice, Sudice, Třebom)

Tabulka 1  
Rozšíření těžkých minerálů ve vrtech OS-1, OS-2

		Morav veltě																	
		Kosov																	
		granát	staurolit	rutil	turnalín	zirkon	apatit	epidot	zoisit	titanit	picotit	siderit	pyrit	magnetit	žimnit	leukocen	glaukonit	fosforitizované rybí zoubky	
OS-1	93 m	57,3	8,3	3,2	5,7	18,0	4,1	3,2	-	-	-	-	++	-	-	++	++	-	biotit ++
	105--106 m	60,5	21,7	4,5	2,2	5,2	-	5,2	-	0,7	-	-	++	+	+	+	+	+	pyritizované foraminifery
	219--220 m	53,9	17,1	2,8	6,6	5,6	9,5	0,9	0,9	1,8	0,9	-	++	-	+	+	+	+	biotit ++ chlorit
OS-2	104 m	65,0	3,0	8,0	6,0	6,0	12,0	-	-	-	-	++	+	-	-	-	+	+	biotit ++ chlorit
	364 m	39,0	1,0	15,0	1,0	42,0	4,0	-	-	-	-	++	++	-	++	-	+	+	biotit ++

2. sedimentace při okrajích salin s malou mocností sádrovcového horizontu, převažují terigenní horniny (V-3 Darkovice)
3. sedimentace v hlubších částech sedimentačního prostoru s redukcí typů sádrovce na typ laminovaný (vrty OV-31, OS-1).

Sádrovcový horizont dosahuje maximální mocnosti 61,1 m (OV-4a Třebom) a jeho průměrná mocnost činí 30–40 m. Minimální mocnosti má sádrovcový horizont ve v. části svého rozšíření (V-3 Darkovice — 8,5 m, OV-13 Píšť — 11,4 m).

Ve strukturálním vrtu Kravaře Os-1 byl sádrovcový horizont zastížen v mocnosti 42 m v metrāži 246,0–288,0 m. Podloží zde tvoří šedý vápuitý prachovitý jíl, místy s vložkami jemnozrnného písku. Vzorky z bezprostředního podloží sádrovcového horizontu z hl. 288–294 m však pro ztrátu jádra chybějí. Sádrovcový horizont obsahuje horniny s převažujícím podílem sádrovce, dále horniny jílovité, méně pískovce a prachovce. Sádrovcové horniny se koncentrují do šesti poloh, vzájemně oddělených polohami pelitů. Mocnost poloh sádrovcových hornin kolísá od 0,2 m do 14,2 m. Celkové zastoupení jednotlivých typů hornin je následující:

- pelity 6 poloh o celkové mocnosti 18,8 m — 45,8 % mocnosti sádrovcového horizontu
- sádrovce 7 poloh o celkové mocnosti 21,8 m — 53,1 % mocnosti sádrovcového horizontu
- pískovce 2 výraznější polohy a několik vložek v jílech, které představují 1,1 % mocnosti sádrovcového horizontu

Sádrovcové horniny nemají stejný charakter. Převažuje šedý krystalický sádrovec nad sádrovcem laminovaným. Nejméně je zastoupen vláknitý sádrovec. Sádrovce obsahují téměř vždy jílovitou příměs. Na množství této příměsi závisí barva. Většina sádrovcových hornin má světle šedou barvu, vláknitý sádrovec je bezbarvý až bílošedý.

Podle velikosti krystalů sádrovce můžeme rozlišit horniny mikrokrytalické, jemnozrnné, středně zrnité a výjimečně hrubozrnné. Hrubozrnný sádrovec byl nalezen v metrāži 270,5 a max. velikost krystalových jedinců dosahuje 5 mm.

Sádrovec se v sádrovcovém horizontu vyskytuje ve formě izometrických nebo protažených krystalů a ve formě vláknité. Vlāknitý sádrovec tvoří výplň žil v celém profilu sádrovcovým horizontem o mocnosti 0,5 mm až 5 cm. Jednotlivá sádrovcová vlākna jsou navzájem rovnoběžná a jsou orientována kolmo k plochám laminace.

Typickým texturním znakem sádrovcových hornin je laminace. Laminy, které se rytmicky opakují, jsou tvořeny sádrovcem a karbonátovo-jílovitou hmotou. Karbonátová hmota znečištěná jílem tvoří laminy mnohem menší mocnosti, než jsou laminy sádrovcové. U hornin s dokonale vyvinutou laminací (vzorek z metrāže 284,7–285,0 m) činí průměrná mocnost sádrovcových lamin 0,61 mm

(rozmezí 0,3 mm až 1,0 mm). Karbonátové laminy mají průměrnou mocnost 0,1 mm. Se zvětšující se velikostí sádrovcových krystalů přestává být průběh jednotlivých lamin rovnoběžný. Karbonátové laminy se klikatí podél krystalografických ploch terminálního ukončení krystalů sádrovce. U hrubozrného sádrovce je laminace téměř setřena. Rekrytalizace a zvětšování zrn sádrovce mají za následek soustředění materiálu z karbonátovo-jílovitých lamin do mezer mezi krystaly a laminace mizí. Jílovité horniny jsou kromě lamin v sádrovcích soustředěny do šesti poloh o mocnosti od 0,2 m do 11 m. Zřídka obsahují vrstvy pískovců, mocné do 40 cm.

Jílovité horniny jsou šedé až šedozelené a obsahují prachovitou, méně písčitou příměs. Jsou karbonátické, vesměs nelaminované a mnohem hůře odlučné než sádrovce. Obsahují malé množství uhelné rostlinné drti.

### Interpretace charakteru prostředí z výsledků litologického studia hornin sádrovcového horizontu ve vrtu OS-1

Charakter sedimentů i jejich textury svědčí o tom, že sedimentace probíhala v klidném prostředí s minimální činností bentózních organismů. Střídání pelitické a evaporitické sedimentace lze vysvětlit klimatickými změnami, změnami v cirkulaci vod bazénu a diastrofickými pohyby. Obě relativně mocnější polohy pelitických hornin (250,0—257,2 m, 272,6—283,6 m) lze vysvětlit zvýšenou subsidencí, podmíněnou tektonikou v paleozoickém podkladu. Je nutné připomenout, že stejně mocné polohy sádrovců a pelitů nereprezentují stejné časové úseky. Pelitická sedimentace je mnohonásobně pomalejší než sedimentace evaporitická. Sádrovcové polohy mocné řádově několik cm až m, které představují z časového hlediska stovky až tisíce let, lze interpretovat jako výsledek dlouhodobých klimatických změn v prostoru s původní pelitickou sedimentací a optimálním hydrodynamickým režimem. Sádrovcové laminity jsou v literatuře obecně pokládány za sediment centrálních částí bazénů (Richter - Bernburg 1955, F ü c h t b a u e r - M ü l l e r 1978). Tato skutečnost je podložena i recentním pozorováním (K r u m b e i n - C o h e n 1977). Ve vrtu OS-1 byl zastížen sádrovcový horizont ve facii centrální části sedimentačního prostoru s omezenou cirkulací vod.

### Interpretace výsledků, získaných při litologickém studiu hornin sádrovcového horizontu z okolí Koberčic

Sádrovcové horniny z okolí Koberčic se patrně usazovaly v prostředí poněkud odlišném než horniny z vrtu OS-1. Již sama pozice koberčického ložiska sádrovce

na jv. svahu elevace bazických efuziv u Bendova mlýna, kde sádrovcový horizont není přítomen, předpokládá sedimentaci v příbřežní oblasti, popř. na svahu s velmi mírným úklonem.

Přítomnost konvolutního zvrstvení, gradačního zvrstvení a redepozicičních brekcií dokazuje transport horninového materiálu jak v nezpevněném, tak ve zpevněném stavu. Nodulární útvary sádrovce v karbonátech, drobné diskordantní plochy a transport již cementovaných litoklastů dokazují, že v období sedimentace svrchní části sádrovcového horizontu mohlo dojít k subaerické expozici sedimentů.

Za primární evaporitický sediment je možno považovat laminované sádrovce a vrstvičky sádrovce v jílech. Tyto vrstvičky se vyskytují v nadloží i v podloží polohy bílého, mikrokystalického sádrovce a byly zprohýbány při rekrystalizačních procesech. Zprohýbané vrstvičky, mocné několik mm v jílech, se velmi podobají sedimentům litorální plošiny Laguny Madro v jižním Texasu (Miller in Ginsburg 1975). Vznik sádrovce v jílech je zde raně diagenetický.

U blokového sádrovce je možno předpokládat sekundární původ. Prostor mezi sádrovcovými bloky je vyplněn rozdrčenou směsí úlomků sádrovcového laminitu a útržky plastičtějšího jílu až jílovce se sádrovcovými vrstvičkami.

Brekcie hornin původního peliticko-sádrovcového souvrství svědčí o sekundárním původu sádrovcových bloků. Makroskopická pozorování úlomků laminovaného sádrovce z meziblokové hmoty dokazuje, že hornina byla rozdrčena již ve zpevněném stavu.

Interpretace sádrovcových bloků jako olistostromů a olistolitů (Mlynářová 1971) není v souladu se skutečnou geologickou pozicí bloků sádrovce. Horniny, které se nacházejí mezi bloky, jsou lagunárního až infralitorálního původu. Do těchto prostředí lze stěží předpokládat mechanický přínos bloků o rozměrech půl metru. Vrstvičky jílu a sádrovce kopírují okraje sádrovcových bloků, což svědčí o vzniku bloků in situ.

Obtížně řešitelným problémem je geneze bazální polohy megakystalického sádrovce. Mlynářová uvádí podle Dohnalové (1955) genezi bazální polohy jako primárně sedimentární. Během sedimentace mělo docházet k přínosu pelitického materiálu, který se usazoval na štěpných trhlinách sádrovce. Mátl (1980) považuje bazální lavici za primárně sedimentární. Kwiatkowski (1972) uvádí genezi bazálního megakystalického sádrovce jako sekundární, pozdně diagenetickou, bez dalšího vysvětlení. Bazální poloha megakystalického sádrovce má s podložím i s nadložím ostrý kontakt. Jíly se vyskytují pouze na štěpných trhlinách sádrovce, ale jsou přítomny ve velkém množství mezi sádrovcovými agregáty. Prvotní horninou bazální polohy je podle makroskopického pozorování jíl.

Ke vzniku sádrovcových krystalů v jílech mohlo dojít buď synsedimentárně až raně diageneticky, nebo již v pozdějších fázích vývoje horniny po sedimentaci nadložního souvrství. V prvním případě mohl sádrovec vznikat v povrchové

vrstvě jílového bahna mělkovodního bazénu z reliktní, popř. prosakující mořské vody. Dnešní podoba sádrovcových krystalů (agregáty z „vlaštovčích ocasů“) mohla vzniknout při pozdější rekrystalizaci. V druhém případě by sádrovec mohl vzniknout na rozhraní pelitů a nadložního peliticko-sádrovcového souvrství, které mohlo fungovat jako horizont, na němž je ukončeno prosakování vod ze sádrovcového souvrství.

Je však nutné brát v úvahu možnost ovlivnění sádrovcového ložiska v Kobeřicích vadózními vodami v kvartéru. V některých obdobích byl sádrovcový horizont vystaven přímému vlivu povrchových vod. Mátl (1977) popisuje z okolí Kobeřic depresní zóny o rozměrech 130×70 metrů, které interpretuje jako krasové fenomény.

Povrchové vody, prosakující do ložiska sádrovce, mohly způsobit migraci iontů rozpouštěného sádrovce (sádrovec je v destilované vodě 183× rozpustnější než kalcit — Jak u c a 1977) ve směru svého pohybu souvrstvím. Je těžké si představit, že hornina s tak velkou rozpustností by byla v kvartéru erodována vodními toky bez případného ovlivnění povrchových partií. Sádrovcové krasové oblasti se vyskytují prakticky všude, kde sádrovec vystupuje na povrch. Pro ovlivnění vnitřních částí sádrovcového horizontu meteorickými vodami nejsou však žádné jednoznačné důkazy.

## Diskuse ke genezi jednotlivých typů sádrovce

### Vznik bílého krystalického sádrovce

K w i a t k o w s k i (1972) předpokládá, že alabastry vznikly při procesech odvodnění sedimentu. Odvodnění mělo proběhnout při dně sedimentačního bazénu nebo v mělce pohřbeném sedimentu. Fyzikální stav odvodňované horniny označuje tento autor jako tixotropní, přičemž se sádrovec mohl chovat jako písek nebo mohl mít koloidní charakter.

Pro další úvahy o tixotropních procesech v nezpevněném sedimentu je nutné definovat tixotropní stav látek.

Podle R e m y h o (1972) je tixotropie jev, kdy lze rosoly a gely převést, např. třepáním, opět na kapalinu. Je tedy nutné, aby se sádrovec nacházel v koloidním stavu, i když se jedná o látku převážně krystaloidní povahy. O koloidním stavu látky se obecně mluví tehdy, když je látka dispergovaná na částice menší než asi 0,2 mikrometry.

E l l i s t o n (1968) se zabýval aplikací tixotropie na sedimentologické otázky. Podle E l l i s t o n a může mít mechanický otřes sedimentu za následek jeho opětovné zvodnění (reliquifaction). Rozsah plastických deformací a frakturace sedimentu pak při procesech odvodnění a zvodnění závisí na kohezních silách a množství vody uvnitř každé vrstvy.



Po definitivním odvodnění sedimentu má vzniklá hornina odlišný vzhled než hornina, jejíž litifikace proběhla bez uplatnění tixotropických deformací sedimentu.

Odvodnění primárního sádrovcového bahna mohlo proběhnout z geologického hlediska velmi rychle tzv. odtokovými kanály, které se obvykle nezachovávají ve fosilním stavu. Fosilní odtokové kanály byly však popsány z polských sádrovců. K w i a t k o w s k i (1972) je označuje jako „vodní vulkány“.

Mechanismus odvodnění by teoreticky mohl probíhat následujícím způsobem. Sediment je nasycen kapalinou pod vyšším tlakem, než je litostatický tlak nadloží. Při porušení nepropustného stropu voda prorazí odtokový kanál. Odvodňovaná hornina se vrásní za vzniku komplikovaných plikativních textur, jejichž osy nemají stabilní orientaci.

Na podkladě studia našeho materiálu je možno se domnívat, že část bílého mikrokrystalického sádrovce (poloha blokového sádrovce) s plikativními deformacemi i drobnými frakturami a drobnými šmouhami pelitického materiálu vznikla při procesech odvodnění, které mohlo mít jako následek zborcení původní textury horniny a rekrytalizaci materiálu.

Rozsah vlivu tixotropických procesů je sporný, neboť zcela chybějí stavby hornin, které by svědčily o krystalizaci z gelů a které uvádí E l l i s t o n (1968).

### Vznik vláknitého sádrovce

Tento typ sádrovce byl nalezen pouze ve vrtu OS-1. Vyskytuje se v agregátech dvojího typu: typ se střední laminou (central parting, sredinnaja prosečka — Ž a b i n 1979) a typ bez střední laminy.

Střední lamina dělí polohu vláknitého sádrovce na dvě, zpravidla nestejně mocné části. Je tvořena karbonátovo-jílovitou hmotou a zrnitým sádrovcem. Podle Ž a b i n a (1979) začínají vláknité agregáty sádrovce růst v trhlinách, které vznikají v hornině. Střední lamina představuje zbytek původní horniny, uzavřený ve vláknitém agregátu. Je zároveň místem, ze kterého vláknitý agregát začal růst. U typu bez střední laminy roste agregát pouze v jednom směru.

Oba typy vláknitého sádrovce se neliší pouze přítomností střední laminy, ale také optickou orientací sádrovcových krystalů vláknitého habitu.

Vznik vláknitého sádrovce je epigenetický. Nepřítomnost vláknitého sádrovce v místech, kde je sádrovcový horizont blíže k povrchu, svědčí o tom, že k růstu vláknitých krystalů sádrovce je zapotřebí určitý minimální litostatický tlak a tlak pórových fluid v hornině.

## Brekcie

Podle geologické pozice a pravděpodobného mechanismu vzniku je možno vyčlenit několik typů hornin brekciovitého vzhledu. Žádný z nich však není přítomen ve strukturním vrtu OS-1.

- a) Brekcie vzniklé během růstu sádrovcových bloků se vyskytují v poloze blokového sádrovce v lomu u Koberčic.  
Horniny mezi sádrovcovými bloky byly rozlámány na úlomky různé velikosti. Úlomky byly částečně stmeleny jemnozrnným sádrovcem a zůstaly volné. Podle makroskopického pozorování primárního sádrovcového laminitu z okolí bloků lze soudit, že k rozlámání horniny při růstu bloků sádrovce došlo již po zpevnění horniny.
- b) Brekcie, které vznikly při rekrystalizačních a deformačních procesech v sedimentu ještě před jeho zpevněním, se vyskytují v bílém krystalickém sádrovci. V mikrokrytalické až jemnozrnné sádrovcové matrix je možné pozorovat okrsky s různě zřetelnou reliktní laminací. Přechody mezi matrix a reliktly laminovaného sádrovce jsou pozvolné i ostré.
- c) Brekcie, vzniklé redepozicí klastů a jejich stmelěním, se nacházejí ve svrchní části sádrovcového horizontu v lomu u Koberčic a v některých vrtech KT-1—8. Litoklastový materiál je tvořen laminovaným sádrovcem, vápencem a pelitickou příměsí a útržky jílu. Základní hmota brekcií má mikrokrytalickou strukturu. Mikroskopicky v ní lze rozlišit sádrovec a karbonát. Redepozici brekcie představují pravděpodobně splachy zvětralin z příbřežní zóny.
- d) Karbonátovo-sulfátový typ brekcií je hojný ve svrchní části sádrovcového horizontu v lomu u Koberčic a dále ve vrtech KT-1—8. Hornina má šedou až bílošedou barvu podle množství sádrovce. Na ploše řezu horninou jsou patrné okrsky s původním mikritickým karbonátem, které obklopuje mikrokrytalická sádrovcovo-karbonátová matrix. Obě komponenty jsou v matrix zastoupeny nerovnoměrně, místy převažuje sádrovec, místy karbonát. V některých případech lze pozorovat nodulární texturu horniny.  
Ve vrtu Hať OS-2 v metrži 39 m byla nalezena brekcie, ve které byly až 2 cm velké okrsky primárního pelsparitu lemovány hnědočervenou organickou hmotou.  
Karbonátovo-sulfátové brekcie vznikly metasomatickým zatlačováním primárního karbonátu sádrovcem. Podobné brekcie vznikají v recentu v prostředí typu sabcha. Mechanismus vzniku těchto brekcií není dosud jednoznačně vysvětlen, zdá se však, že rozhodující úlohu mají fyzikálně chemické procesy v kapilárních a pórových roztocích horniny.

## Karbonátové horniny

Karbonátové horniny nejsou v sádrovcovém horizontu na Opavsku hojně zastoupeny. Jejich význam pro interpretaci sedimentačního prostředí je však velký. Mikrofaciální analýza karbonátů umožňuje v současné době poměrně spolehlivě určit základní charakteristiky prostředí, ve kterém hornina sedimentovala. Rychlost sedimentace zjištěné v recentních prostředích s karbonátovou sedimentací se liší od rychlostí zjištěných při sedimentaci sulfátových hornin. Wilson (1975) udává hodnotu průměrného ročního přírůstku karbonátového bahna v recentních holocenních prostředích 1 mm, zatímco Krumbain a Cohen (1977) udávají hodnotu ročního přírůstku sádrovcového laminitu v lagunárním prostředí v průměru 5 mm. V případě sádrovcových laminitů z Opavska, kde průměrná mocnost sádrovcovo-karbonátové dvojrstvičky činí 0,61 mm, lze však předpokládat, že mezi rychlostí karbonátové a sádrovcové sedimentace nebyl velký rozdíl.

Karbonátové horniny tvoří ve zkoumané oblasti vrstvy, jejichž mocnost nepřesahuje 10 cm. Většina karbonátových hornin však byla částečně nebo úplně nahrazena sádrovcem, a proto je nutné pro určení skutečného rozsahu karbonátové sedimentace přihlídnout také k polohám karbonátovo-sulfátových brekcií. Karbonátové horniny jsou velmi kompaktní a mají šedou barvu. Makroskopicky lze u nich pozorovat nezřetelnou laminaci. Ojedinelé jsou karbonátové laminity s převahou karbonátu nad sádrovcem. Makroskopicky lze dále pozorovat v karbonátech rostlinné zbytky, pyritové konkrce (průměr do 1,5 mm), ulity gastropod a póry o průměru několika desetin mm.

Některé karbonáty obsahují makroskopicky patrný sádrovec ve formě mikrokrystalických nodulí nebo jednotlivých porfyroblastů.

Struktura karbonátových hornin je chuchvalcovitá. Protážené, neostře ohraničené chuchvalce mikritu (zrnitost 0,002 mm) se střídají s pseudomikrosparitem. V pseudomikrosparitových okrscích lze u některých vzorků pozorovat mikrokrystalický sádrovec. Ojedinelé vytváří karbonátový mikrit a sádrovcovo-karbonátový pseudomikrit souvislé laminy. Vzorek z metráže 17,5 m vrtu K1-1 má strukturu porfyroblastickou. Porfyroblasty sádrovce, jejichž velikost kolísá od 0,05 mm do 5 mm, jsou rovnoměrně rozptýleny v mikrokrystalické karbonátové hmotě. Porfyroblasty sádrovce často v sobě uzavírají zrna karbonátu. Akcesoricky jsou v karbonátových horninách přítomny schránky gastropodů (r. *Spiratella*) a ostrakodů. Dutiny schránek jsou vyplněny ortosparitem, který také tvoří výplň drobných trhlinek. Pyritové konkrce o průměrné velikosti několik desetin mm se vyskytují v hojném množství a jsou vázány zvláště na mikritové okrsky.

Karbonátové horniny v karbonátovo-sulfátových brekciích jsou obdobného charakteru jako horniny z čistě karbonátových poloh. Pouze ve vrtu H1 OS-2, kde byla v období sedimentace sádrovcového horizontu příbřežní oblast, byla

na bázi sádrovcového souvrství v neproduktivním vývoji nalezena brekie s okrsky pelsparitu.

Podle klasifikace Dunhama (in Wilson 1975) lze většinu karbonátových hornin označit termínem „mudstone“. Alochem je zastoupen bioklasty a zřídka klastickými zrny a nepředstavuje více než 10 % objemu horniny. Nelaminované, homogenní, bezfosilní mikrity, které představují většinu všech karbonátových hornin sádrovcového horizontu, jsou podle Wilsona (1975) typickými sedimenty lagun na rozčleněném šelfu a vyskytují se v asociaci se sedimenty z prostředí typu sabcha.

Nezřetelná laminovaná textura, kterou lze u některých vzorků hornin pozorovat, vznikla snad činností řas.

Klasifikací a interpretací tzv. kryptoalgálních struktur a textur karbonátů se zabýval Aitken (1967). Vznik kryptoalgálních karbonátů klade autor do prostředí chráněného litorálu. Kryptoalgální karbonáty by potom představovaly přechodní sediment mezi prostředím příbřežní laguny na šelfu a infra- až supralitorálním prostředím sabchy.

### Biostratigrafické zhodnocení miocénu (badenu) vrtů OS-1 a OS-2

Spodní baden — morav  
(OS-1 470,0—631,2 m, OS-2 328,0—637,3 m)

Ve vrtu OS-1 Kravaře je spodní baden—morav mikropaleontologicky dokumentován v hl. 630 m. V této hloubce byly nalezeny mimo typické miocenní druhy foraminifer také redeponované aglutinované schránky dírkovců, pocházející z křídových vrstev (rody *Bathysiphon*, *Ammobaculites*, *Haplophragmoides* a další blíže neurčitelné značně poškozené schránky).

Společenstva foraminifer spodní části vrstev spodního badenu se vyznačují přítomností poměrně špatně zachovalých a často i silně stlačených a zdeformovaných schránek planktonních druhů. U bentózních jedinců bývá často setřena vnější struktura schránky. V planktonní složce společenstev jsou zastoupeny rody *Globorotalia* (s druhy *Globorotalia mayeri* Cushm. Ellisor, *Globorotalia siakensis* Le Roy, *Globorotalia obesa* Bolli, dále *Globigerina apertura* Cushm. a poškozené schránky globigerinoidů *Globigerinoides* [*G. trilobus* (Reuss), *G. altiapertura* Bolli]). Bentózní složka je druhově pestřejší, jsou zde zastoupeny např. druhy *Uvigerina semiornata semiornata* d'Orb., *U. cf. acuminata* Hosius, *U. bulbacea* Galloway et Hemingway, *Bolivina hebes* Macfadyen, *Bulimina striata* d'Orb., *B. pupoides* d'Orb., *U. pygmoides* Papp et Turn., *Martinottiella communis* (d'Orb.), *Spiroplectammia carinata* (d'Orb.) a další druhy.

Nad bazální částí vrstev (v hloubce okolo 590 m) byla nalezena druhově i početně bohatá společenstva planktonních i bentózních druhů. Ke shora uvedeným rodům přistupují ještě orbuliny [*O. suturalis* Bronn., *O. bilobata* (d'Orb.)].

*Praeorbulina glomerosa* (Blow)], žebnaté uvigeriny (*U. acuminata* Hosijs), *Bolivina antiqua* d'Orb., *Textularia articulata* d'Orb. a řada dalších.

Nad úsekem profilu s bohatými společenstvy typického neritika je patrná poloha (v rozmezí hloubek 586–588 m) s výraznou přítomností mělkovodních druhů. Společenstva běžných druhů dírkovců již shora uvedených doprovázejí poškozené schránky rodu *Amphistegina*, dále druhy *Elphidium crispum* (Linnè), *Ammonia beccarii* (Linnè) a fragmenty echinoidei.

Biostratigraficky význačnými horizonty zachycenými i ve vrstevním sledu spodního badenu v opavské oblasti vrtu OS-1 jsou spodní a svrchní vaginulinový horizont. Toto jemnější vertikální členění uvnitř pelitů spodního badenu (Vašíček 1949, 1952) umožňuje přesnější biostratigrafické srovnání profilů hlubších vrtů ve směru podélné osy karpatské předhlubně, jinak ve značně mocném a monotónním souvrství pelitů (Molčíková 1967, Čtyrská 1977a,b). Ve vrtu OS-1 Kravaře byl spodní vaginulinový horizont zachycen v jílech a jílovcích v hloubce 576–581 m. Význačný druh *Vaginulina legumen* (Linnè) doprovázejí *Planularia auris* (Soldanii), *Lenticulina cultrata* (Montfort), *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *Plectofrondicularia inaequalis* (Costa) a další bentózní a planktonní druhy.

Nad spodním vaginulinovým horizontem směrem do nadloží (v rozmezí hloubek 486–571 m) následuje souvrství s druhově pestrými a početně bohatými společenstvy foraminifer. V některých polohách dochází až k masovému výskytu planktonních druhů. Vedle již výše zmíněných zástupců rodů *Orbulina*, *Praeorbulina* a *Globorotalia* byly nalezeny další planktonní druhy: *Globigerina opinata* Pišv., *G. apertura* Cushman, *G. tarchanensis* Subb. et Chutz., *Globoquadrina altispira globosa* Bolli, *G. larmei* Akers, *Globigerinoides sacculiferus subsacculiferus* Cita, Premoli-Silva et Rossi, *G. quadrilobatus* Banner et Blow, *G. sicanus* de Stefani, *Globorotalia* aff. *apertura* Pezzani, *G. scitula* (Brady). Bohatá společenstva planktonních druhů ukazují na dobré spojení této oblasti s otevřeným mořem. Z bentosu se zde objevují akuleatní uvigeriny a přechodné, jen částečně žebrované formy uvigerin, a dále významný druh *Lenticulina echinata* (d'Orb.), z aglutinovaných druhů *Karreriella bradyi* (Cushman), *Textularia concava* (Karrer), *Martinottiella communis* (d'Orb.) a *Spiroplectamina carinata* (d'Orb.).

Svrchní vaginulinový horizont byl zachycen jen v krátkém úseku profilu v hloubce 484–485 m. Druhové složení planktonní i bentózní složky společenstva dírkovců je obdobné jako u spodního vaginulinového horizontu, pouze u některých rodů byla zaznamenána větší druhová rozmanitost (např. rody *Uvigerina*, *Bolivina*, *Stilostomella*).

Z nejvyšší části vrstev spodního badenu ve vrtu OS-1 v nadloží svrchního vaginulinového horizontu v rozmezí hloubek 472–478 m jsou opět dokumentována společenstva foraminifer s převahou planktonních druhů, typických pro zónu *Praeorbulina*—*Orbulina suturalis* podle biozonálního dělení miocénu ve smyslu Cichy et al. (1975).

Ve vrtu OS-2 Hať je spodní baden—morav vyvinut v rozmezí hloubek 637,30—328 m.

Na jeho bázi v nadloží klastik v rozmezí 619—603 m je zastoupen „vaginulinový“ horizont s vůdčím druhem *Vaginulina legumen* (L.). Nejpočetnější složkou společenstva tohoto horizontu tvoří opět *Planulina wuellerstorfi* (Schw.), *Lenticulina cultrata* (Montfort), *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *Martinottiella communis* (d'Orb.), *Uvigerina pygmaoides* Papp et Turnovský, *Uvigerina ex gr. barbatula* Macfadyen, *Cibicidoides conspicendus* Pišv. Z planktonu jsou zastoupeny *Orbulina suturalis* Bronn., *Globigerina woodi* Jenkins, *Globigerina opinata* Pišv., *Globoquadrina* div. sp.

Vývoje zastížené ve vrtu OS-1 v podloží vaginulinového horizontu (od 581 m) nebyly v profilu vrty Hať OS-2 identifikovány a lze předpokládat, že poměrně mocné souvrství bazálních klastik odpovídá tomuto intervalu vrty OS-1 (581—630 m). Nad spodním vaginulinovým horizontem následuje druhově pestré souvrství charakterizované naprostou převahou planktonních dírkovecových druhů. Nejhojnější složku představuje *Orbulina suturalis* Bronn, doprovázená polohově masově se vyskytujícími globorotaliemi (turborotaliemi), především *Globorotalia scitula* (Brady), *Globorotalia bykovae* Putrja, *Globorotalia siakensis* LeRoy. Dále se vyskytují *Globigerina woodi* Jenkins, *Globigerina tarchanensis* Subb. et Chutz, *Globoquadrina altispira globosa* Bolli, *Globigerinoides trilobus* (Rss.), bentos je reprezentován např. druhy *Martinottiella communis* d'Orb., *Allomorphina trigona* Rss. V hloubce 537 m byl zastížen horizont s velmi drobnou mikrofaunou tvořenou prakticky výhradně globorotaliemi. Planktonní foraminifery identického složení jako ve starších vrstvách pokračují i v rozmezí hloubek 532—516 m, kde však značná část schránek je vyplněna pyritem, a lze předpokládat, že v sedimentačním prostředí došlo ke zhoršené cirkulaci vod a k vytváření redukčního prostředí, batymetricky v rozmezí neritika. V hloubce 541 m byl zastížen druhý vaginulinový horizont.

Od hloubky 506 m (až do hl. 471 m) jsou asociace doprovázeny drobnými pyritizovanými tyčinkami, připomínajícími výplně rhizammin. Zcela však převažuje plankton s *Orbulina suturalis* a globorotalie. Hojnější je také výskyt druhů *Uvigerina aculeata orbignyana* Czjzek, *Uvigerina pygmaoides* Papp et Turn. a *Bulimina striata* d'Orb.

K silné redukci fauny došlo opět v intervalu 447—437 m. Hojná uvigerinová fauna doprovázená pyritizovanými tyčinkami a zástupci rodu *Chilostomella* je typická pro úsek 429—409 m. V nadloží do 376 m je zastoupena jen drobná, převážně silně ochuzená globorotaliová mikrofauna. V nejvyšší části spodního badenu (374—328 m) nastupuje převážně mikrofauna s druhy *Valvulineria complanata* (d'Orb.), *Uvigerina aculeata* d'Orb., *Bolivina hebes polonica* Bieda a *Bulimina* div. sp. Početně jsou zastoupeny schránky vyplněné pyritem.

Spodní baden obou vrtů charakterizují souhlasně především zástupci otolitů myctophidů, a to *Diaphus debilis* (Kok), *Diaphus austriacus* (Schub.) a *Diaphus*

sp., které představují nejhojnější součást mezopelagické ichtyofauny spodního badenu centrální Paratethydy. Ve vrtu Kravaře OS-1 je mezopelagický charakter rybích zbytků podtržen ještě výskytem žraločích zubů rodu *Squalus* a zubů dravých kostnatých ryb rodu *Lepidopus*. Ve vrtu Hať OS-2 je tato složka zřetelně bohatší o dalšího zástupce mycetophilů, *Bolinichthys obliquus* (Weil.), a jiné mezopelagické ryby, jako *Vinciguerrja fragilis* (Pr.), *Valenciennellus weinfurteri* (Brz. - Schultz) a *Gadidae* indet. I zde se vzácně vyskytují úlomky žraločích zubů čeledi Squalidae. Souborně lze ichtyofaunu moravu obou vrtů chápat jako velmi redukovanou a ochuzenou asociaci mezopelagických ryb, které patří v přilehlých dílech pánvích centrální Paratethydy, tj. v jz. části karpatské předhlubně na Moravě a v karpatské předhlubni Polska.

Ve vrtě OS-1 byl spodní baden na základě nanoplanktonu doložen v hloubce 622,0 m—472,0 m. V nejhlubší části (622,0—591,0 m) se kromě průběžných druhů *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Coccolithus miopelagicus* Bukry, *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette - Riedel) Bramlette - Sullivan a *Cyclicargolithus floridanus* (Roth - Hay) Bukry objevuje *Discoaster musicus* Stradner, *Discoaster stellulus* Gartner a *Discoaster adamanteus* Bramlette - Wilcoxon. Dále jsou zde *Cyclococcolithus leptoporus* Murray - Blackman, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner, *Helicosphaera* cf. *sellii* Bukry - Bramlette, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner a *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth.

Ve vyšších polohách v rozmezí hloubek 557,0—472,0 m se vápňitý nanoplankton obohacuje o další druhy, mezi nimiž dominuje *Discoaster variabilis* Martini - Bramlette a *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, dále jsou to *Discoaster druggi* Bramlette et Wilcoxon a výše pak *Rhabdosphaera sicca* (Stradner) Stradner a *Micrantholithus attenuatus* Bramlette.

Ve společenstvech nebyly nalezeny žádné sphenolity, ale podle ostatních druhů a ve srovnání s asociacemi z Oslavan (Lehotayová 1978) a z Frättingsdorfu a Soosu v Rakousku (Fuchs - Stradner 1977) je možné zařazení těchto vrstev do vyšší části zóny NN-5 Sphenolithus heteromorphus ve smyslu standardní nanoplanktonické škály (Martini 1971).

Ve vrtu OS-2 Hať je vápňitý nanoplankton skoro totožný s vrtou OS-1. I zde je nejčastěji zastoupen *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, méně často je *Coccolithus miopelagicus* Bukry, *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette et Riedel) Bramlette et Sullivan, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner. Vzácně se ve sp. badenu objevuje *Cyclococcolithus rotula* (Kamptner) Kamptner, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, *Coccolithus* sp. 2 Müller.

Z discoasterid jsou zde zastoupeny druhy *Discoaster stellulus* Gartner, *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette, který podobně jako ve vrtu OS-1 nastupuje až ve vyšších polohách — konkrétně od hl. 401 m. Také v Rakousku

je uváděn tento druh až ze svrchní lagenidové zóny na lokalitách Soos a Vöslau, zatímco ve spodní lagenidové zóně chybí (Fuchs - Stradner 1977).

Na vyšší část spodního badenu je taktéž vázán ojedinělý výskyt druhu *Micrantheithus articulatus* Bukry et Percival, *Coccolithus sarsiae* Black a *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre.

Ve spodním badenu obou vrtů, na rozdíl od spodního badenu jiných částí předhlubně na Moravě i dolnorakoušské molasy (Řeháková 1975, 1978), je diatomová flóra značně ochuzená. Jen v jílech z hloubky 517–519 m, 520–522 m a 553–554 m se objevují sporadicky jehlice hub a schránky diatom. Kvalitativně převládají zástupci rodu *Chaetoceros* spec. div., *Coscinodiscus* spec. div., *Actinocyclus* spec. div., *Diploneis* spec. div. a *Triceratium* spec. Podle špatného stavu zachování schránek, netypického druhového složení a malé frekvence druhů je zřejmé, že uložení těchto křemitých mikroorganismů je sekundární.

Sedimenty spodního badenu jsou na diatomy ve vrtu OS-2 Hař v úseku 637,30–328 zcela sterilní.

Ve vrtech OS-2 byla v moravu dále studována fauna a flóra řasových vápenců a provedeno přehledné palynologické zhodnocení. Vzhledem k problematice, která je velmi sblížena se středním badenem, podáváme popis až v následující části.

#### Střední baden – vělič (OS-1 246,0–470,0 m, OS-2 27,7–328,0 m)

Ve spodní části souvrství středního badenu vrtu OS-1 se objevují oproti podložním vrstvám u planktonních i bentózních dírkoveců kromě průběžných druhů, přecházejících sem z moravy, typické druhy věliče: *Globigerina druryi* Akers a přechodní formy globigerin k druhu *G. nepenthes* Todd, *Uvigerina venusta* Franzén a přechodní formy k druhu *Uvigerina aculeata orbignyana* Czjzek a *Uvigerina pudica* Luczkowska. Druhově bohatá společenstva foraminifer ve spodní části profilu v rozmezí hloubek 449–470 m se vyznačují také výraznou přítomností mělkovodních druhů [*Elphidium fichtelianum* (d'Orb.), *Elphidium crispum* (Linnè), *Ammonia beccarii* (Linnè), *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Amphistegina* aff. *hauerina* d'Orb., *Quinqueloculina aknerinna* d'Orb. a ? *Cymbaloporetta* sp.].

Nad těmito vrstvami následuje směrem do nadloží značně mocný úsek pelitických hornin (hl. 341–442 m), obsahující početně bohatá společenstva s převahou planktonních druhů foraminifer, místy zastoupených až v masovém množství, s dominujícím rodem *Globigerina* (*Globigerina druryi* Akers a přechodní formy ke *G. nepenthes* Todd, *G. apertura* Cushman, *G. decoraperta* Takayanagi et Saito, *G. bulloides* d'Orb., *G. concinna* Reuss, *G. cf. bollii* Cita et Silva). Ve vzorcích s bohatým planktonem se bentózní druhy nacházejí ve zcela nepod-



statném množství nebo jsou jen v ojedinělých výskytech [*Bulimina elongata* d'Orb., *Pyrgo simplex* (d'Orb.), *Virgulinella pertusa* (Reuss), *Lagena hexagona* (Will.), *Chilostomella oolina* Schwager, valvulinerie, žebrované a aculeatní uvigeriny]. Bohatší výskyty bentózních dírkovečů byly v tomto úseku profilu zaznamenány ve 3 polohách: v hloubce 341—342 m horizont s početní převahou uvigerin (*Uvigerina semiornata brunensis* Karrer, *U. aculeata orbignyana* Czjzek a přechodní formy k *U. venusta venusta* Franzenau a *U. pudica* Luczkowska), v hloubce 383—384 m, kde je společenstvo složeno téměř výlučně z bentosu [*Valvulineria complanata* (d'Orb.), *Valvulineria arcuata* (Reuss), *Valvulineria marmaroschensis* Pišv., *Pyrgo simplex* (d'Orb.), *Glandulina laevigata* d'Orb., úlomky schránek rodu *Stilostomella* aj.]. Společenstva dírkovečů jsou doprovázena výskyty drobných schránek gastropodů rodu *Spiratella*. Redepozice dírkovečů z křídly (rody *Ammobaculites*, *Glomospira*, *Haplophragmoides*, *Bathysiphon*) byly zaznamenány v hloubce 408—409 m.

Horizont společenstev foraminifer s vůdčím druhem *Pseudotriplasia elongata* Malecki a *P. robusta* Malecki tvoří další část profilu směrem do nadloží (hl. 311—338 m). Vzorky z tohoto úseku profilu jsou rovněž druhově pestré a početně bohaté. Jsou zde zastoupeny další druhy, především aglutinovaných foraminifer: *Semivulvulina pectinata pectinata* (Reuss), *Textularia gramen* d'Orb., *T. gramen abbreviata* d'Orb., *T. mariae* d'Orb. a *Spiroplectammia carinata* (d'Orb.). Z ostatních vápnných druhů (již mimo výše zmíněné) jsou to *Uvigerina semiornata semiornata* d'Orb., *Bulimina subulata* Cashm. et Parker, *B. pupoides* d'Orb., *B. buchiana* d'Orb., *B. striata* d'Orb., *Fursenkoina schreibersiana* (Czjzek), *Elphidium aculeatum minoriforme* Papp, *Hoeglundina elegans* (d'Orb.), *Sphaeroidina bulloides* (d'Orb.) aj. Planktonní složka společenstev je tvořena zástupci rodu *Globigerina* s druhovým složením jako v předešlém úseku.

Nád horizontem s pseudotriplasiemi následuje v hloubce 306—307 m v pelitických horninách úsek se společenstvem téměř výlučně bentonických druhů s početní převahou žebnatých a aculeátních uvigerin a valvulinerií. Směrem k nadloží jsou pak v hloubce 295—303 m druhově chudá společenstva foraminifer s dominujícím druhem *Bulimina elongata* d'Orb., v nejvyšší části přecházející až do druhově a početně ochuzeného vývoje pouze s rybími kůstkami a ojedinělými fragmenty ježovek.

Z hloubky 288—294 m, z bezprostředního podloží sádrovcové vložky, v důsledku ztráty jádra mikropaleontologické rozborů chybějí. V nadloží sádrovcové vložky v peliticko-psamitických horninách (podle Krejčího již součást sádrovcového obzoru), tvořících však podloží vlastního sádrovcového horizontu, byla nalezena druhově velmi pestrá a početně bohatá mikrofauna převážně mělkovodních druhů [*Elphidium fichtelianum* (d'Orb.), *E. crispum* (Linné), *E. aculeatum minoriforme* Papp, *Ammonia beccarii* (Linné), *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Cibicidites dollfusii pseudoelphidiiformis* Gheorghian, *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob), *Quinqueloculina akneriana* d'Orb., *Q. akneriana longa*

Gerke a úlomky mechovek a ježovek], doprovázená globigerinami (*Globigerina druryi* Akers, *G. nepenthes* Todd, *G. decoraperta* Takayanagi et Saito), buliminami, caucasinami, uvigerinami a dalšími bentózními rody.

Vzorky ze spodní a střední části vlastního sádrovcového horizontu z hloubky 266—273 m byly zcela bezfosilní. Z polohy jílu v nejvyšší části sádrovcového horizontu (hl. 252—256 m) pocházejí druhově a početně ochuzená společenstva dírkovců spíše mělkovodního charakteru s drobnými, poškozenými schránkami (ammonie, elphidia, nonioni, globigeriny, *Bolivina dilatata dilatata* Reuss, *Bulimina elongata* d'Orb. a rybí kůstky), pravděpodobně redeponovaných z podložních vrstev sádrovcového obzoru.

Ve vrtbě OS-2 ve věliči, v jeho starší části (hl. 326 m), poprvé nastupuje *Globigerina druryi* Akers, dále jsou časté druhy *Valvulinaria marmaroschensis* Pišv., *Uvigerina venusta venusta* Franzenau, *Uvigerina aculeata orbignyana* Czjzek. V hl. 200 m jsou častější elphidie, asterigeriny, resp. amphisteginy (*Elphidium fichtelianum* d'Orb. a *Amphistegina haueriana* d'Orb.). Planktonní dírkovci s *G. druryi*, *G. woodi*, *G. decoraperta* Takayanagi et Saito, dále s *Pyrgo simplex* (d'Orb.), *Virgulina pertusa* (Rss.), *Chilostomella oolina* Schw., *Uvigerina semiornata brunensis* Karrer, *U. aculeata orbignyana* Czjzek, *Glandulina laevigata* d'Orb., tvoří podstatnou část společenstev v rozmezí hloubek 190—140 m. Stejně jako ve vrtbě Kravaře-1 horizont s *Pseudotriplasia elongata* Malecki a *Pseudotriplasia robusta* Malecki je vyvinut až ve vyšší části středního badenu. Vůdčí druhy tohoto horizontu jsou doprovázeny např. druhy *Uvigerina* cf. *costai* Said, *Uvigerina* cf. *pygmaea* d'Orb., *Bulimina striata mexicana* Cushman, *Globigerina woodi* Jenkins. V nadloží pseudotriplasiového horizontu v rozmezí 120—42 m, ještě v nadloží prvního výskytu evaporitů, došlo k prudkému, náhlému zhoršení životních podmínek, které se projevilo výraznou redukcí fauny reprezentované ojedinělými nálezy druhů *Bulimina elongata* d'Orb., *Ammonia beccari* (L.), *Globigerina tarchanensis* Subb. et Chutz., *Hanzaswaia boueana* (d'Orb.), *Bolivina* sp. a s ojedinělými jehlicemi hub. Časté jsou zbytky rostlinného pletiva.

Rybí fauna středního badenu ve vrtu Kravaře OS-1 je charakterizována otolity druhů *Diaphus debilis* (Kok.), *Diaphus kokeni* (Pr.), *Diaphus austriacus* (Sch.), *Diaphus pulcher* (Pr.) a blíže neurčitelnými zbytky teleostei (kůstky, šupiny, zuby). Otolity jmenovaných myctophidů jsou vázány pouze na polohy pelitů (302—458 m) v podloží sádrovců a představují pokračování zmíněné redukované mezopelagické fauny ze spodního badenu. Charakteristickým rysem je zde četný výskyt otolitů druhu *Diaphus kokeni* (Pr.), který v západokarpatských pánvích mizí na hranici střední—svrchní baden. Obdobně jako v uloženiších spodního badenu studovaných vrtů chybějí i zde jakékoliv mělkovodní prvky. Polohy sádrovců jsou provázeny pouze zvýšeným výskytem izolovaných kosterních zbytků teleostei.

Nanoplankton středního badenu—věliče vrtu OS-1 byl sledován v hloubce

465,0—276,0 m. V hlubší části od 465,0 do 459 m se oproti spodnímu badenu začínají početně i druhově rozvíjet micrantoliti, jako *Micrantholithus vesper* Deflandre, *Micrantholithus flos* Deflandre, *Micrantholithus articulatus* Bukry et Percival, *Micrantholithus attenuatus* Bramlette, *Micrantholithus* cf. *obtusus* Stradner a *Micrantholithus* cf. *pinguis* Sullivan, dále se objevuje *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre. Přítomnost těchto druhů indikuje změnění sedimentačního prostoru ve srovnání se spodním badenem.

V nadloží až do hl. 425 m doznívá spodnobadenský druh *Discoaster* cf. *musicus* Stradner, ale nastupuje již *Discoaster exilis* Martini a také *Cycloperfolithus carlae* Lehotayová et Priewalder, jehož rozšíření se váže ke střednímu a svrchnímu badenu (Lehotayová 1978).

Tuto spodní část středního badenu je možno vzhledem ke srovnání s nanoflorou od Sauerbrunn v Rakousku (Fuchs - Stradner 1977) přiřadit k nejvyšší části zóny NN-5 *Sphenolithus heteromorphus* (viz nanoplanktonní škála Martiního 1971).

Ve vyšší části středního badenu do hloubky 417,0—276,0 m, mimo pokračující hojně zastoupení druhu *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, méně pak *Coccolithus miopelagicus* Bukry, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, *Pontosphaera multipora* (Kamptner) Roth, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner a *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette, pokračuje *Discoaster exilis* Martini et Bramlette (v hl. 417,0 m a 311,0—312,0 m), nastupuje *Helicosphaera obliqua* Bramlette et Wilcoxon (v hl. 337,0—338,0 m) a výše pak se objevuje *Discoaster kugleri* Martini et Bramlette (hl. 276,0—277,0 m). Tyto druhy umožňují zařazení do nanoplanktonních zón NN-6 *Discoaster exilis* — NN-7 *Discoaster kugleri*.

Ve vrtbě OS-2 Hať je vápuitý nanoplankton podobně jako ve spodním badenu zastoupen hlavně průběžnými druhy *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette et Riedel) Bramlette et Sullivan, dále řidčeji se vyskytuje *Coccolithus miopelagicus* Bukry, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner a *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner. Na spodní část (hl. 315—281 m) jsou spíše vázány druhy *Discoaster deflandrei* Bramlette et Wilcoxon, objevuje se *Discoaster bollii* Martini et Bramlette, *Coccolithus* sp. 2 Müller, zatímco ve vyšší části (do 68 m) se nově vyskytují druhy *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackman) Kamptner, *Cricolithus jonesi* Cohen, *Coronocyclus nitescens* (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, *Helicosphaera wallichi* Lohmann, dále se zde nacházejí *Cyclococcolithus rotula* (Kamptner) Kamptner a *Cyclococcolithus macintyreii* Bramlette et Bukry.

V nejvyšší části středního badenu (118—68 m) se objevuje *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre a *Cycloperfolithus carlae* Lehotayová et Priewalder.

Střední baden vrtu OS-1 obsahuje v hlubší části opět jen rozptýlené zbytky

rozsivek a jehlic hub. Jemnější křemité schránky se nezachovaly. Byly identifikovány rody *Isthmia*, *Actinocyclus*, *Rhabdonema*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Diploneis* a *Coscinodiscus*, vesměs zastoupené druhy příbřežní mořské zóny, charakterizujícími mělkovodní prostředí.

Ve vyšší části středního badenu byly nalezeny dvě polohy s bohatou diatomovou flórou. Ve vrtu OS-1 Kravaře se vyskytují v hloubce 302–303 m a 299–300 m. Litologicky jsou reprezentovány šedým až šedo zeleným, vápenatým, jemně písčitým jílem až jílovcem s tenkými laminami světle šedého prachovitého písku.

Společenstvo rozsivek první polohy se vyznačuje kvantitativně i kvalitativně pestrout diatomovou flórou, skládající se jak z holoplanktonních druhů, tak z přisedlého a pohyblivého bentosu. Velkou abundancí mají zejména druhy *Pseudodimerogramma elongatum* Schrad., *Pseudopyxilla capreolus* Forti, *Chaetoceros* spec. div. (spory i ostny vegetačních buněk), *Denticula hustedtii* Sim. et Kan., *Denticula lauta* Bail., *Thalassiothrix longissima* Cleve et Grun., *Thalassionema nitzschiioides* (Grun.) V. H., převážně typické druhy mořského planktonu.

Z benthických druhů se v této asociaci vyskytuje *Navicula praetexta* Ehrenb., *Navicula hennedyi* W. Sm., *Diploneis bombus* Ehrenb., *Diploneis crabro* Ehrenb., *Cocconeis scutellum* Ehrenb., *Cocconeis vitrea* Brun., *Cocconeis scutellum* var. *raeana* (Pant.) Cleve, *Amphora crassa* Greg., *Grammatophora stricta* var. *fossilis* Pant., *Isthmia szaboii* Pant., *Plagiogramma staurophorum* (Greg.) Heib., *Campyloneis grevillei* (W. Sm.) Grun., *Triceratium condecorum* Ehrenb., *Triceratium stokesianum* Grev. a celá řada dalších druhů.

Z ostatních křemitých řas jsou přítomny *Dictyocha fibula* Ehrenb., *Distephanus crux* (Ehrenb.) Haeck., *Distephanus crux* f. *longispina* Schulz, *Distephanus schauinslandii* Lemm., *Corbisema triacantha* Ehrenb., *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenb.) Haeck., *Paradictyocha septenaria* Schulz. dále *Ebria antiqua* var. *simplex* Schulz, *Parathraunium clathratum* (Ehrenb.) Defl. a *Actiniscus pentasterias* Ehrenb.

V asociaci diatom druhé polohy převládají planktonní druhy nad benthickými. Dominují *Denticula hustedtii* Sim. et Kan., *Denticula lauta* Bail., *Coscinodiscus levisianus* Grev., *Rhizosolenia* spec. div., *Chaetoceros* spec. div., *Thalassionema hirosakiensis* (Kan.) Schva. J., *Thalassiothrix longissima* Cleve et Grun. a některé druhy rodu *Coscinodiscus*. Benthické druhy jsou kvalitativně pestřejší, nemají však takovou frekvenci jako planktonní prvky.

Ve vrtu OS-2 byly fosiliferní polohy zaznamenány v hloubce 114 m a 118 m, rovněž v šedo zeleném, slabě prachovitém, tence vrstevnatém jílu až jílovcem s laminami světle šedého, slídnatého písku. Ve vzorku z hloubky 118 m se vyskytuje téměř čistá asociace charakteristického meroplanktonického prvku *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs, který je dominantní formou litorálního planktonu. Ojedinelé se objevuje *Actinopterychus undulatus* (Bail.) Ralfs. dále úlomky schránek *Coscinodiscus* spec. div., spory rodu *Chaetoceros*, *Periptera tetracladia* Ehrenb.,

*Xanthiopyxis diaphana* Forti a *Gyrodiscus hungaricus* Pant. Jako u předcházejících asociací je i zde diatomová flóra značně porušena.

Ve vzorku z hloubky 114 m bylo zjištěno neobyčejně pestré společenstvo diatom, jehlic hub a křemitých bičíkoveců, v němž převládají bentické typy diatom s hrubozrnnou strukturou. Masově je zastoupen rod *Biddulphia*, méně časté jsou rody *Amphora*, *Diploneis*, *Campylodiscus*, *Navicula*, *Cocconeis* a *Triceratium*. Složení diatomové flóry odpovídá facií mělkého neritika až litorálu s charakteristickými druhy sesilního i vagilního bentosu, jako jsou *Biddulphia tridens* Ehrenb., *Triceratium condecorum* Bright., *Campylodiscus kidstonii* Pant., *Campylodiscus kuetzingii* Harv. et Bail., *Campylodiscus ecclesianus* Grev., *Amphora crassa* var. *punctata* Grun., *Amphora intersecta* A. S., *Amphora granulata* Greg., *Cocconeis biharensis* Pant., *Clavicula biharensis* Pant., *Isthmia szaboii* Pant., *Grammatophora insignis* var. *doljensis* Grun., *Grammatophora hungarica* Pant., *Grammatophora stricta* var. *biharensis* Pant., *Navicula hennedji* W. Sm., *Navicula pennata* A. S., *Nitzschia doljensis* Pant., *Rhopalodia gibberula* var. *romaniensis* Jur., *Diploneis crabro* Ehrenb., *Mastogloia smithii* Thwait. a mnoho dalších.

Planktonní prvek je zastoupen ojetiněle se vyskytujícími druhy rodu *Denticula*, *Rhizosolenia*, *Coccinodiscus* a *Actinocyclus*.

#### Svrchní baden — kosov (OS-1 21—246 m)

Ve vrtbě OS-1 se bazální část souvrství (hl. 235—243 m) kosovu (sv. badenu) vyznačuje naprostým nedostatkem foraminifer. Ve vzorcích byly nalazeny pouze úlomky rybích kůstek a zbytky rostlinných pletiv.

V úseku hloubek 203—225 m se střídají polohy velmi chudých společenstev dírkoveců (pouze s ojedinělými výskyty jednotlivých druhů, někde i s poškozenými schránkami) s polohami zcela bezfosilními, v nichž se nacházejí pouze rostlinná pletiva, příp. rybí kůstky. Foraminifery mají převahu spíše mělkovodních forem [*Ammonia beccarii* (Linné), *Elphidium fichtelianum* (d'Orb.), *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob), *Quinqueloculina akneriana elongata* Gerke], z ostatních druhů *Bulimina elongata* d'Orb., úlomky schránek rodu *Stilostomella*, *Globigerina* aff. *cognata* Pišv. a rybí kůstky.

Ve vyšší části kosovu jsou v těchto společenstvech rovněž zastoupeny jen v ojedinělých druhových výskytech a s částečně poškozenými schránkami [*Bulimina elongata* d'Orb., *Bulimina striata* d'Orb., ? *Cribrononion* sp., *Ammonia beccarii* (Linné)], zdeformované schránky globigerin a úlomky stilostomel. *Valvulineria complanata* (d'Orb.), *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob) a jsou doprovázeny ostny ježovek, rybími kůstkami a drobnými exempláři schránek gastropodů rodu *Spiratella*.

Vzorky s ochuzenými společenstvy pokračují i výše směrem do nadloží.

Z hloubky 127—128 m z pelitických vrstev je dokumentována poloha drobných a špatně zachovalých schránek planktonu, především globorotalií [*Globorotalia obesa* Bolli, *G. siakensis* Le Roy, *G. aff. miocenica* (Putrja), dále *Orbulina universa* (Blow), *Globigerinoides trilobus* (Reuss) a *Globigerina opinata* Pišv.]. Společenstvo doprovázejí gastropodi rodu *Spiratella* a rybí kůstky.

Dále až k nejsvrchnější části profilu vrstev se stále střídají druhově a početně ochuzená společenstva foraminifer s poškozenými schránkami se vzorky zcela bezfosilními. K výše uvedeným bentózním druhům zde ještě přistupují *Uvigerina venusta venusta* Franzén a *Pullenia bulloides* (d'Orb.). Ve většině vzorků byla nalezena drť rostlinných pletiv.

Uložení svrchního badenu (kosovu) ve vrtu Kravaře OS-1 obsahují velmi chudou asociaci rybích zbytků složenou z otolitů druhů *Gadiculus cf. minusculus* (Sch.), *Gadiculus* sp., *Diaphus?* sp., *Gobiüdarum triangularis* (Weil.) a izolovaných kůstek teleostei.

Tato asociace však ukazuje na odlišné složení rybí fauny této úrovně oproti spodnímu a střednímu badenu a potvrzuje dominanci otolitů rodu *Gadiculus* v kosovu Opavska.

Nanoplankton svrchního badenu—kosovu byl zkoumán v rozmezí hloubek 173—42 m. Nanoflóra je oproti střednímu badenu ochuzená a omezuje se na druhy *Cycloperfolithus carlae* Lehotayová et Priedwalder, *Helicosphaera obliqua* Bramlette et Wilcoxon, *Helicosphaera wallichii* (Lohmann) Boudreaux et Hay, *Cyclicargolithus floridanus* Bukry, *Rhabdosphaera sicca* (Stradner) Stradner, *Cyclococcolithus leptoporus* Murray et Blackmann, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller a *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner.

Na základě srovnání s vývojem svrchního badenu na území Slovenska (Lehotayová 1978), jehož společenstvům nanoflóra z vrtu OS-1 Kravaře zčásti odpovídá, je možné její zařazení do rámce nanoplanktonních zón NN-6 *Discoaster exilis* a NN-7 *Discoaster kugleri* ve smyslu standardního členění (Martini 1971).

Sedimenty svrchního badenu, studované ve vrtu OS-1 Kravaře v intervalu 21—246 m, obsahovaly opět jen rozptýlené zbytky křemitých mikroorganismů, hlavně rozsivek mělkovodního litorálu.

### Flóra ze středního a svrchního badenu opavské oblasti

Vzhledem k ojedinělým nálezům flóry na vrtech OS-1, OS-2 byl zpracován další materiál z povrchových výchozů a z vrtby Smolkov-1.

Marinní ráz uloženin badenu v opavské oblasti znesnadňuje zachování rostlinných zbytků ve fosilním stavu.

Dosavadní nálezy fosilních listů se vyskytovaly vždy v těsné blízkosti sádrového horizontu, a to jak v odkluzu těžby sádrovce v Opavě - Kateřinkách, tak

ve vrtu Smolkov-1 (K n o b l o c h 1969). Nálezy listů byly velmi vzácné (od jednotlivých taxonů byl nalezen jen jeden nebo několik málo exemplářů).

Vzhledem k tomu, že se ve vrtech Kravaře OS-1 a Hať OS-2 vyskytovala v podstatných částech profilu hojně jemně rozptýlená organická hmota, která zpravidla signalizuje možnou přítomnost zuhelnatělých megaspor, malých semen a plodů, byly důležité úseky těchto vrtů hustě ovzorkovány (vrt Kravaře OS-1 39 vzorky od 161,5—627,9 m, vrt Hať OS-2 79 vzorky od 43—339 m). Zcela vzácné rostlinné zbytky (viz níže) byly náhodně naplaveny do sedimentační pánve a jejich přítomnost nelze kvalifikovat jako projev změlčování moře.

Ze stratigrafického hlediska je možno poznamenat, že většina rostlinných nálezů patří k tafocenóze, která se zásadně liší od starších rostlinných tafocenóz moravu. Jde o druhy, které se většinou vyskytují teprve od stupně vělič a setrvávají ve střední Evropě do sarmatu až panonu [*Fagus attenuata* Gepp, *Platanus leucophylla* (Ung.) Knoch., *Monopleurophyllum quercifolium* (Goepf.) Kott., *Selaginella pliocenica* Dorof.].

Z ekologického hlediska je možno poznamenat, že uvedené rostlinné nálezy náležejí 3 různým biotopům.

Rod *Glyptostrobus* je důležitou uhlotvornou dřevinou rostoucí v bažinách, kde vegetuje také rod *Mneme* (Lythraceae). Autochtonní uhlotvorné společenstvo doprovází ve středoevropském neogénu také rod *Rubus* (ostružiník), který je proto třeba považovat taktéž za bažinný prvek, byť jeho ekologická amplituda je v současných flórách velice široká.

Rody *Fagus*, *Carpinus*, *Platanus*, *Acer* a *Monopleurophyllum* jsou zástupci společenstva mezofylního lesa.

Rod *Pinus*, jakož i ostatní jehličnaté rostliny z okruhu rodů *Cephalotaxus*, *Taxus* a *Tsuga* rostou spíše na sušších stanovištích. *Buxus pliocenica* Sap. et Mar. náleží ke xerofytním prvkům. Nález rodu *Buxus* ze Smolkova považují K v a č e k - B ů ž e k - H o l ý (1982) s otazníkem za svůj nový druh *Buxus egeriana*, u kterého předpokládají vztahy k subtropické flóře jv. Asie. Tento závěr je patrně platný pouze pro spodno- až středomiocenní nálezy. Jednoznačné vztahy k určitému recentnímu druhu nelze u nálezu ze Smolkova prokázat.

Z klimatologického hlediska vykazuje flóra jednoznačné vztahy k současným flórám teplejšího mírného pásma (mezofylní typ lesa s opadavými listy), a to zejména v atlantické části Severní Ameriky (*Acer*, *Platanus*, *Fagus*, *Mneme*). Rod *Glyptostrobus* roste na reliktním bažinném areálu ve střední Číně a rod *Buxus* je rozšířen kromě středomořské oblasti také v různých částech Asie.

Vzhledem k přítomnosti sádrovce, jehož vznik vyžaduje suché a teplé klima, předpokládali bychom spíše přítomnost xerofylnějších prvků, popř. halofytního rodu *Limnocarpos*, který doprovází tyto uloženiny v Polsku (K n o b l o c h 1984). Tento předpoklad není splněn.

Palynologicky byl podrobně zpracován profil vrtu OS-1 Kravaře, který zastihl úplný profil badenu. Společenstvo svrchního badenu, druhově velmi bohaté, je

složeno převážně z alochtonních prvků, snesených do sedimentačního prostoru z pobřežních a přibřežních částí pánve.

Nejvyššího zastoupení dosahovala skupina nahosemenných rostlin, reprezentovaná např. druhy: *Cedripites miocaenicus*, *Zonalapoll. azonalis*, *Zonalapoll. gracilis* a *Sequoiapoll. fsp.*

Toto společenstvo bylo doplněno pylovými zrny krytosemenných rostlin např. těchto rodů a druhů: *Momipites punctatus*, *Triatriopoll. coryphaeus*, *Alnipoll. verus*, *Ulmipoll. fsp.*, *Intratriporopoll. polonicus*, *Trivestibulopoll. betuloides*.

Nejmenší zastoupení ve společenstvu měly spory kapradin: *Laevigatospor. haardti*, *Baculatispor. quintus* atd.

Složení společenstva rostlinných mikrofosilií (pylových zrn a spor), zejména rody a druhy krytosemenných rostlin a spor kapradin, ukazuje na klima mírného pásma.

Podle celkového charakteru pylového spektra můžeme předpokládat v okolí sedimentační pánve porosty jehličnatých lesů, které přecházely do lesů smíšených. V blízkosti pobřeží se vyskytovala vlhkomilnější flóra s poměrně druhově chudým kapradinovým podrostem.

V další části studovaného profilu (hl. 252—626 m) bylo zjištěno podstatně chudší společenstvo rostlinných mikrofosilií. Zřetelný úbytek v počtu jednotlivých druhů byl zjištěn zejména ve skupině nahosemenných rostlin a kapradin. Často se objevovaly pouze běžné typy. Z jednotlivých skupin byly zjištěny např. následující rody a druhy: *Baculatispor. quintus*, *Laevigatospor. haardti*, *Triplanospor. fsp.*, *Pityospor. microalatus*, *Momipites punctatus*, *Triatriopoll. coryphaeus*, *Alnipoll. verus* a *Trivestibulopoll. betuloides*.

Celkový charakter spektra odpovídá spíše flóře mírného klimatu miocénu. Podle složení se jednalo převážně o smíšené lesy s převahou listnatých typů nad typy jehličnatými. Podrost lesů tvořili zástupci kapradin běžného neogenního typu.

V mikroflóře se neprojevují mezi spodním, středním a svrchním badenem žádné podstatné rozdíly.

### Poznámky k řasovým vápencům spodního a středního badenu

Ve vrtu Kravaře OS-1 v intervalu ca od 410—470 m (spodní baden) byly nalezeny hlízy okrově žlutých, žlutošedých, béžových a šedých řasových vápenců. Jedná se o „onkoidní“ agregáty převážně rudofytních, méně chlorofytních řas, které vytvářejí v jílovitopísčité základní hmotě kulovité laločnaté útvary s hrbolkovitými nebo bradavičnými výrůstky. Časté jsou i cylindrické a větvené formy. Průměrná velikost řasových hlíz je 0,8 cm, maximální 1,0 cm, minimální 0,25 cm. Tanatocenózu mikroorganismů doplňují mechovky, sesilní foraminifery a rourky červů. Z alochtonní mikrofauny byla zaznamenána kulovitá zoa-



ria mechovek, bentonické i planktonické foraminifery, úlomky schránok mäkkýšů a jehlice hub. Průvodním znakem v řasových vápencích jsou výskyty sytě modrozelených zrněk glaukonitu. Po litologické stránce jsou vápence organogenního, organogenně klastického, tafoherního a organodetritického charakteru.

Ve vrtu Hať OS-2 byl zastižen horizont tafoherních a organodetritických vápenců ca v hloubce 340–370 m (střední baden). V písčitojílovitých sedimentech se vyskytují malé hlízky rudofytních řas, které zde však pravděpodobně nejsou autochtonní, ale byly přepraveny ze soudobých „mateřských“ facií. Svědčí o tom u většiny hlíz jejich ohlazený povrch a častý úlomkovitý charakter.

Vápence představují pestré mikrofaciální a mikrofaunistické společenstvo tří nejhojněji zastoupených skupin.

1. Řasové a řasovo-mechovkové biolity (Folk 1959). Podle klasifikačních kritérií Dunham a (1962) je lze zařadit do strukturního typu „Bafflestone“, částečně i „Bindstone“. „Onkoidy“ jsou tvořeny kůrami červených řas z čeledi Corallinaceae, které obalují a povlékají zoária mechovek, foraminifery a další organické zbytky. Jsou zde zastoupeny především řasy *Lithothamnium operculatum* Conti, *Lithothamnium subtile* Conti, *Archaeolithothamnium* aff. *cenomanicum* (Rothpletz), *Lithophyllum* sp. a *Jania* sp., dále pak z foraminifer *Triloculina tricarinata* d'Orb., *Miliola* sp., *Planorbulina cretae* (Marson) a z červů *Serpula triedra* (Lmk.).

2. Řasové foraminiferové biosparity, biomikrity a biointrasparity typu „Rudstone“ a „Floatstone“. Autochtonní organismy (koralinové řasy) tvoří nosný (konstrukční) základ vápenců a jsou jen zčásti „podepřené“ („Rudstone“). Jednotlivé agregáty řas (hlízy, povlaky, větvičkovité formy) jsou volně rozmístěny v mikrosparitickém kalu. Z řas byly v těchto vápencích nalezeny druhy *Lithothamnium* cf. *corallinaeforme* Lemoine, *Lithothamnium subtile* Conti, *Lithophyllum albanense* Lemoine a *Melobesia* sp. Z dírkovců jsou zastoupeny druhy *Amphistegina haueri* d'Orb., *Heterostegina* sp., *Ammonia beccarii* (Linné), *Orbulina* sp. aj.

3. Řasové amphisteginové a amphisteginovo-mechovkové biomikrosparity typu „Floatstone“. Hlízy řas však nejsou autochtonní součástí sedimentu, jejich povrch je korodovaný a povlečený tenkou kůrou Fe-Mn-koloidů. Významným horninotvorným prvkem jsou zde velké foraminifery rodu *Amphistegina* a mechovky. Z ostatních organismů jsou přítomny především druhy *Lithophyllum* sp., *Melobesia* (*Lithoporella*) sp., *Lithothamnium subtile* Conti a dále především *Amphistegina haueri* d'Orb., z červů *Ditrupa cornea* Lmk. a *Serpula triedra* Lmk.

Řasové a tafoherní vápence jsou v profilech vrtů Kravaře OS-1 a Hať OS-2 situovány stratigraficky do moravu a věliče. Je možné je zařadit k epifytním a monofytním řasovým hlízám, jejichž vznik je odrazem členitosti reliéfu středně badenského sedimentačního prostoru Opavska i jeho výrazně tektogenně erozivního charakteru (Váca 1979). Předpokladem pro vznik epifytních

biocentrických řasových hlíz je neustálý, dynamický vodní režim a aktivní (snad i diastroficky) přílivové plošiny pánví. Neustálým vynořováním a zaplavením prostoru dochází k růstovým deformacím zárodečných stadií hlíz. Jednotlivé řasové kůry odumírají, jiné narůstají, přičemž jejich taxonomická odlišnost může dosáhnout až rodové úrovně.

Druhý typem jsou monofytní řasové hlízy, jejichž vývoj se předpokládá v prostředí s nižším dynamickým indexem vodní hladiny a za soustavného přesycení suspendovaným mikritickým kalem, málo provzdušnělé a prosvětlené. Autigenní minerály (především pyrit) vyplňují schránky foraminifer a jsou ukazatelem primárního redukčního prostředí na rozhraní zón s  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{S}$ . Sediment je rovněž mohutně bioturbačně propracovaný. U tohoto typu lze předpokládat estuariový charakter. Ostatní typy vápenců jsou litologickými přechody, resp. batytopografickými variantami obou základních.

Rudé řasy z čeledi *Corallinaceae* jsou běžnými formami biohermních vápenců středního badenu centrální Paratethydy. Je to velmi adaptabilní skupina, dobře snášející i zvýšení salinity v sedimentačním prostředí pánve.

### Shrnutí dosažených výsledků ve vrtech OS-1 a OS-2

Bazální klastika jsou vyvinuta pouze ve vrtu OS-2 Hať na bázi moravu v hrubém šterkovém vývoji, ve vrtu OS-1 Kravaře je na bázi pouze přibližně 1 m mocná poloha pískovce. Nad klastickým vývojem převažují pelitické sedimenty. Jsou v nich zastoupeny 5–40 cm mocné písčité vložky.

Vělič je v obou vrtech zastoupen převážně pelity, v nejsvrchnější části sádrovcovým souvrstvím. Ve spodnější části věliče se vyskytují řasy, často ve spojení s hrubozrnnějšími sedimenty. Tělíska řasových vápenců se však v profilu vyskytují vícekrát.

Sedimentace evaporitů (sádrovců) svrchního věliče probíhala v salinách, kde při jejich okraji převažovaly terigenní sedimenty. V nejhlubších částech sedimentačního prostoru docházelo k ukládání především laminovaného typu sádrovce. Celkově sedimentace probíhala v klidném prostředí při minimální činnosti bentózních organismů.

Kosov byl zastižen pouze vrtem OS-1 Kravaře. Převažují zde karbonátické proměnlivě písčité pelity. Mocnější písčité a pískovcové polohy jsou známy až z intervalu v těsném podloží evaporitů.

Při biostratigrafickém zpracování obou profilů se vycházelo z vyhodnocení dírkovcových společenstev, palynologických, diatomologických a fytopaleontologických rozborů. Z hlediska makrofauny (s výjimkou ojedinelých nálezů drobných schránek rodu *Spiratella* ve výplavech s mikrofaunou) byly profily vrtů OS-1 a OS-2 negativní.

Spodní baden—morav odpovídá v obou vrtech foraminiferové zóně Praeor-

bulina—*Orbulina suturalis* ve smyslu členění pánví Západních Karpat (C i c h a et al. 1975). Ve vrtbách byla prokázána přítomnost dvou vaginulinových horizontů, avšak ve značně rozdílné mocnosti a vzájemném rozpětí. Budeme-li pokládat oba horizonty za izochronní, pak jejich pozice svědčí o značných rozdílech v subsidenci jednotlivých oblastí opavské neogenní pánve. Výskyt 2 vaginulinových horizontů v celém prostoru karpatské předhlubně na Moravě nevylučuje jejich izochronnost i v opavské oblasti a částečně eliminuje námitky o závislosti výskytu rodu *Vaginulina* na čistě ekologických, a nikoliv „biostratigrafických“ podmínkách.

Celkový vývoj dírkovcové mikrofauny spod. badenu je srovnatelný s ostravskou oblastí.

Na základě nanoplanktonu je spodní baden součástí zóny NN 5 — *Sphenolithus heteromorphus* (její starší části) v moravu.

Zajímavá je nepřítomnost rozsivek u obou vrtů. Právě tato mikroflóra patří k nejbohatším v j. části karpatské předhlubně na Moravě ve spodním badenu.

Palynologické rozhory ukazují na rozdíl od společenstev dírkovců na sedimentaci vrstev v mírném pásmu, zatímco foraminifery orbulinové zóny jsou svým výskytem vázány na subtropické pásmo.

Celkově sedimentace vrstev moravu proběhla v pásmu neritika až litorálu (bazální klastika) a salinita v celém rozsahu spodního badenu neklesla pod hranici euhalinika.

Střední baden—vělič je charakterizován nástupem typických dírkovců zón *Globigerina druryi*—*Globigerina decoraperta* a *Pseudotriplasia*. Zástupci rodu *Pseudotriplasia* však nastupují v opavské oblasti až ve vyšší části středního badenu, nikoliv na jeho bázi, a tvoří pravděpodobně stratigraficky vyhraněný korelační horizont. Starší část středního badenu je v souladu s poměry v jiných pánvích Západních Karpat ještě součástí zóny NN 5, nejsvrchnější část středního badenu odpovídá zóně NN 6 *Discoaster exilis* až zóně NN 7 *Discoaster kugleri*.

Střední baden obsahuje bohatou faunu diatom zóny *Denticula lauta*, typické pro střední baden Západních Karpat.

Podrobné hodnocení vývoje evaporitového horizontu je uvedeno ve stati týkající se celkového popisu a hodnocení evaporitů. Při hodnocení ekologických podmínek prostředí sedimentace zde však dochází k určité disproporci, kdy podle složení flóry probíhala sedimentace v mírném pásmu, a nikoliv v prostředí aridního klimatu. Celkově však došlo k postupnému změlčování sedimentační pánve až do zóny mělčího neritika, částečně typickému pro sabchy.

Ve svrchním badenu—kosovu nastupují ve srovnání se staršími vrstvami badenu již druhově i početně chudší společenstva zóny bulimino-bolivinové a zón NN 6—7 nanoplanktonu. Ochuzení dírkovcových společenstev převážně z ob-

lasti měličho neritika bylo pravděpodobně způsobeno zvýšeným obsahem huminových kyselin v sedimentační pánvi.

K tisku doporučil T. Buday

### Literatura

- Aitken J. (1967): Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites. — *J. sed. Petrology*, 37, 4, 137—194. Tulsa.
- Boušková V. et al. (1980): *Geochemie. 1—362, Academia. Praha.*
- Cicha I. (1959): Poznámky k možnosti rozšíření ložisek nerostných solí mezi Opavou a Hlučínem. — *Geol. Průzk.*, 5, 1959, 133—134. Praha.
- Cicha I. et al. (1975): Biozonal division of the Upper Tertiary Basins of the Eastern Alps and West Carpathians. — *Proc. VI<sup>th</sup> Congr. CMNS Bratislava 1975*, Ústř. úst. geol. Praha.
- Cicha I. - Hanzlíková E. (1959): Vysvětlivky ke geol. generální mapě list Ostrava. — MS Geofond. Praha.
- Čtyrská J. (1977a): Mikrobiostratigrafické zpracování miocénu ve vrtu Rousínov-1 (karpatská předhlubeň). — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- (1977b): Mikrobiostratigrafické zpracování vrtu Kojetín-1 (karpatská předhlubeň). — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Dohnalová A. (1955a): Detailní průzkum ložiska sádrovce v Koberčicích 1954—1955. — FZ 1237, MS Geofond. Praha.
- (1955b): Průzkum ložisek sádrovce na Opavsku - Sudice. — FZ 1236, MS Geofond. Praha.
- (1955c): Orientační průzkum sádrovce na Opavsku. — 1952—1954, MS Geofond. Praha.
- Dunham R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham W. E. (Ed.): *Classification of carbonate rocks.* — *Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 1, 108—121. Tulsa.
- Elliston J. (1968): Retextured sediments. — *Int. Geol. Congr., Sess. 23, 8, 85—104.* Ústř. úst. geol. Praha.
- Flügel E. et al. (1977): *Fossil algae.* — Springer Verlag, 37—56. Berlin, Heidelberg, New York.
- Folk R. L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. — *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 43, 1—38. Tulsa.
- Fuchs R. - Stradner H. (1977): *Über Nannofossilien im Badenien (Mittelmiozän) der Zentralen Paratethys.* — *Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ungarns Orients*, 2, 1—58. Wien.
- Füchtbauer H. - Müller G. (1978): *Sedimente und Sedimentgesteine.* — Schweizerbartsche Verl., 418—454. Stuttgart.
- Ginsburg R. N. (1975): *Tidal Deposits.* — Springer Verlag, 1—428. Berlin, Heidelberg, New York.
- Jakucs L. (1977): *Morphogenetics of Karst Regions.* — Akadémiai Kiadó, 1—283. Budapest.
- Jurková A. (1975): Geologický vývoj karpatské předhlubně — úsek Sever, ÚÚG č. úkolu 6/01. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Knobloch E. (1969): *Tertiäre Floren von Mähren.* — Morav. muzeum a Muz. spolek Brno. Brno
- (1984): Die halophile Gattung *Limnocarpus* C. Reid im Neogen von Mähren. — *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 59, 4, 227—234. Praha.

- Krumbein W. E. - Cohen Y. (1977): Primary production, Mat formation and lithification: Contribution of oxygenic and facultative anoxygenic cyanobacteria. In: Flügel E. et al: Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Kvaček Z. - Bůžek Č. - Holý F. (1982): Review of *Buxus* fossils and a new large-leaved species from the Miocene of Central Europe. — *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 37, 361—394. Amsterdam, London, New York.
- Kwiatkowski S. (1972): Sedymentacja gipsów miocénских południowej Polski. — *Prace Muz. Ziemi*. 19. 1—85. Warszawa.
- Lehotayová R. (1978): Vápenná nanoflóra badenu Západních Karpat. — *Zem. Plyn Nafta* 23 (4a), 689—710. Hodonín.
- Macoun J. et al. (1979): Vysvětlující text ke geologické mapě (Základní geol. mapa ČSSR 1:25 000 listy 15-324 Opava, 15-322 Oldřisov.) — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Martini E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. — *Proc. II, Plankt. conf. Roma 1970*, 739—785. Roma.
- Mátl V. (1977): Sádrovec. In: Ložiska nerudných surovin ČSR, 2/2, 564—584, Český geologický úřad. Praha.
- (1979a): Opavská pánev — strukturní vrty, dokumentace. — MS Geologický průzkum Ostrava, závod Brno.
- (1979b): Závěrečná zpráva, Opavská pánev — vyhledávací průzkum sádrovce. — MS Geologický průzkum Ostrava, závod Brno.
- (1980): Geneze sádrovce v opavské oblasti. — *Sborník Geol. průzk.*, 22, 143—148. Ostrava.
- Mlynářová A. (1974): Výskyty sádrovce na Opavsku. — Diplomová práce, MS přírodověd. fak. Univ. J. E. Purkyně, Brno.
- Molčiková V. (1967): Mikrobiostratigrafické zhodnocení sedimentů lanzendorfské série karpatské čelní hlubiny. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Pacák O. (1928): Čediče Jeseníku a přilehlých území. — Zvláštní otisk z *Věst. Král. Čes. Společ. Nauk. Třída 2*, 91—94. Praha.
- Remy H. (1972): Anorganická chemie, 2. — Stát. nakl. techn. lit. Praha.
- Richter-Bernburg G. (1955): Über saline Sedimentation. — *Z. Dtsch. geol. Gesell.*, 105. 593—645. Hannover.
- Řeháková Z. (1975): Diatom zones in the marine Miocene of the Central Paratethys and their characteristic features. In: Cicha I. et al.: — *Proc. VI<sup>th</sup> Congr. CMNS Bratislava 1975*. Ústř. úst. geol. Praha.
- (1978): Diatomové zóny v mořském miocénu centrální Paratethydy, jejich charakteristika a korelace. — MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Szcezechura J. (1982): Middle Miocene foraminiferal biochronology and ecology of SE Poland. — *Acta palaeont. pol.*, 27, 1—4, 3—44. Warszawa.
- Váca F. (1973): Detailní tíhový průzkum v Opavské pahorkatině. — MS Geofyzika. Brno.
- (1979): Detailní tíhový průzkum v Opavské pahorkatině. — Rigorózní práce přírodověd. fak. UK, MS Geofyzika. Brno.
- Vašíček M. (1949): Moravští neogenní zástupci druhu *Vaginulina legumen* (Linné). — *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 16, 329—399. Praha.
- (1952): Současný stav mikrobiostratigrafického výzkumu miocenních sedimentů ve vně-karpatské neogenní pánvi na Moravě. — *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., Odd. paleont.*, 18, 1951. 149—195. Praha.
- Wilson J. L. (1975): Carbonate facies in geologic history. — Springer-Verlag, 1—470. Berlin, Heidelberg, New York.
- Zabin A. G. (1979): Ontogenija mineralov. Individy. — 1—273. Moskva.
- Zebera K. - Ambrož V. (1955): Tektonika kvartérních sedimentů na Ostravsku. — *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 30, 211—218. Praha.

## Vysvětlivky k přílohám

### Příl. I

1. *Valvulineria complanata* (d'Orb.), vrt OS-1 Kravaře, 484—485 m, spodní baden — morav, 120×
2. *Valvulineria arcuata* (Reuss), vrt OS-1 Kravaře, 341—342 m, střední baden — vělič, 120×
3. *Valvulineria* cf. *smotrichensis* Krasheninnikov, vrtr OS-1 Kravaře, 341—342 m, střední baden — vělič, 120×
4. *Globoquadrina altispira globosa* Bolli, vrt OS-2 Hať, 398 m, spodní baden — morav, 120×
5. *Globigerina decoraperta* Takayanagi et Saito, vrt OS-1 Kravaře, 402—403 m, střední baden — vělič, 120×
6. *Globigerina druryi* Akers, vrt OS-1 Kravaře, 341—342 m, střední baden — vělič, 120×
7. *Globoquadrina altispira globosa* Bolli, vrt OS-2 Hať, 398 m, spodní baden — morav, 120×
8. *Praeorbulina glomerata* Blow, vrt OS-1 Kravaře, 477—478 m, spodní baden — morav, 120×
9. *Globigerina druryi* — *Globigerina nepenthes*, vrt OS-1 Kravaře, 341—342 m, střední baden — vělič, 120×
10. *Globigerinoides sicanus* de Stefani, vrt OS-2 Hať, 398 m, spodní baden — morav, 120×
11. *Globorotalia mayeri* Cushman et Ellisor, vrt OS-1 Kravaře, 429—430 m, střední baden — vělič, 120×
12. *Globigerina* cf. *druryi* Akers, vrt OS-1 Kravaře, 341—342 m, střední baden — vělič, 120×

1—12 snímky JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

### Příl. II

1. *Globigerinoides sacculiferus* (Brady), vrt OS-1 Kravaře, 477—478 m, spodní baden — morav, 120×
2. *Orbulina suturalis* Bronnimann, vrt OS-1 Kravaře, 477—478 m, spodní baden — morav, 120×
3. *Uvigerina macrocarinata* Papp et Turn, vrt OS-1 Kravaře, 484—485 m, spodní baden — morav, 120×
4. *Uvigerina pudica* Luszczowska, vrt OS-1 Kravaře, 306—307 m, střední baden — vělič, 120×
5. *Uvigerina acuminata* Hosius, vrt OS-1 Kravaře, 580—581 m, spodní baden — morav, 120×
6. *Uvigerina pudica* Luszczowska, vrt OS-1 Kravaře, 306—307 m, střední baden — vělič, 120×
7. *Uvigerina* cf. *pygmaea* d'Orbigny, vrt OS-1 Kravaře, 457—458 m, střední baden — vělič, 120×
8. *Orbulina bilobata* d'Orbigny, vrt OS-1 Kravaře, 517—519 m, spodní baden — morav, 120×

1—8 snímky JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

### Příl. III

- 4a. *Uvigerina* cf. *venusta* Franzenau, exemplář s aculeatní strukturou, vrt OS-1 Kravaře, 457 až 458 m, střední baden — vělič, 120×
- 1b. *Uvigerina* cf. *venusta* Franzenau, exemplář s aculeatní strukturou, vrt OS-1 Kravaře, 457 až 458 m, střední baden — vělič, detail ústí, 1000×

2. *Vaginulina legumen* (Linné), vrt OS-1 Kravaře, 576—578 m, spodní baden — morav, nejstarší část schránky, 120×
- 3a. *Uvigerina cf. costai* Said, vrt OS-1 Kravaře, 306—307 m, střední baden — vělič, 120×
- 3b. *Uvigerina cf. costai* Said, vrt OS-1 Kravaře, 306—307 m, střední baden — vělič, detail ústí, 400×
4. *Pseudotriplasia elongata* Malecki, vrt OS-1 Kravaře, 318—320 m, střední baden — vělič, 120×
- 5a. *Uvigerina pygmaea* Papp et Turn, vrt OS-1 Kravaře, 484—485 m, spodní baden — morav, 120×
- 5b. *Uvigerina pygmaea* Papp et Turn, vrt OS-1 Kravaře, 484—485 m, spodní baden — morav, detail ústí, 300×
6. *Uvigerina cf. pygmaea* d'Orbigny, vrt OS-1 Kravaře, 457—458 m, střední baden — vělič, detail ústí, 300×

1—6 snímky JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

#### Pril. IV

1. *Orbulina suturalis* Bronnimann, vrt OS-1 Kravaře, 477—478 m, spodní baden — morav, detail pórů, 300×
2. *Globorotalia mayeri* Cushman et Ellisor, vrt OS-1 Kravaře, 429—430 m, střední baden — vělič, 300×
3. *Lenticulina echinata* (d'Orbigny), vrt OS-1 Kravaře, 486—487, spodní baden — morav, 60×
4. *Valvulineria complanata* (d'Orb.), vrt OS-1 Kravaře, 484—485 m, spodní baden — morav, detail pórů, 300×
5. *Praeorbulina glomerosa* Blow, vrt OS-1 Kravaře, 477—478 m, spodní baden — morav, detail pórů, 300×
6. *Globigerinoides sacculiferus* (Brady), vrt OS-1 Kravaře, 477—478 m, spodní baden — morav, detail ústí, 300×

1—6 snímky JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

#### Pril. V

1. *Cyclococcolithus rotula* (Kamptner), Kamptner, vrt OS-2 Hať, 492 m, spodní baden — morav, proximální pohled, 10 500×
2. *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette, vrt OS-2 Hať, 358 m, spodní baden — morav, 5130×
3. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner) Gartner, vrt OS-1 Kravaře, 473—474 m, spodní baden — morav, část kokosféry, 3500×
4. *Micrantholithus attenuatus* OS-1 Kravaře, 476—477 m, spodní baden — morav, 4200×
5. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, vrt OS-2 Hať, 173 m, střední baden — vělič, kokosféra, 2620×
6. *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud), vrt OS-1 Kravaře, 407—408 m, střední baden — vělič, proximální pohled, 2800×

1—6 Snímky SEM — Úst. fyzikální metalurgie ČSAV, Brno — M. Molčík

#### Pril. VI

1. *Coronocyclus nitescens* (Kamptner), Bramlette et Wilcoxon, vrt OS-2 Hať, 173 m, střední baden — vělič, 5100×
2. *Discoaster caulis* Martini et Bramlette, vrt OS-1 Kravaře, 311—312 m, střední baden — vělič, 2500×

3. *Cycloperfolithus carlae* Lehotayová et Proewalder, vrt OS-1 Kravaře, 172—173 m, svrchní baden — kosov. distální pohled, 4370×
4. *Discoaster kugleri* Martini et Bramlette, vrt OS-1 Kravaře, 276—277 m, střední baden — vělič. 4600×
5. *Helicosphaera obliqua* Bramlette et Wilcoxon, vrt OS-1 Kravaře, 172—173 m, svrchní baden — kosov, proximální pohled, 4900×
6. *Rhabdosphaera sicca* (Stradner) Stradner, vrt OS-1 Kravaře, 172—173 m, svrchní baden — kosov, 6670×

1—6 Snímky SEM — Úst. fyzikální metalurgie ČSAV, Brno — M. Molčík

#### Příl. VII

1. *Cedripites miocaenicus*
2. *Zonapollenites* cf. *rueterbergensis*
3. *Pityosporites microalatus*
4. *Baculatisporites quintus*
5. *Laevigatosporites haardti*
6. *Hexapollenites iliacus*
7. *Intratrisporopollenites instructus*
8. *Tricolpopollenites henrici*
9. *Tricolporopollonites* cf. *pseudocingulum*
10. *Pterocaryapollenites stallatus*
11. *Momipites punctatus*
12. ascus hub

1—12 vrt OS-1 Kravaře, 21—242 m, spodní baden až střední baden, 1000×

1, 2, 3, 8, 9, 11, 12 — foto ÚÚG — K. Navrátilová, 4, 5, 6, 7, 10 — foto N. Gabrielová

#### Příl. VIII

1. cf. *Taxus* vel cf. *Cephalotaxus* sp., Opava - Kateřinky, 1:1
2. *Rubus* sp., Hať OS-2, 100,0 m, 18×
3. *Buxus pliocenica* Sap. et Mar., Smolkov 1, 60,7 m, 1,1×
4. ***Selaginella pliocenica* Dorof., Hať OS-2, 252,5 m, 45 ×**
5. *Acer tricuspidatum* Al. Braun emend. Kvač., Smolkov 1, 69,3 m, 1:1
6. *Mneme menzelii* (E. M. Reid) Eyde, Kravaře OS-1, 196,0—197,0, 18×
7. cf. *Fagus* sp., Smolkov-1, 68,7 m, 1,1×
8. *Pinus* cf. *rigios* (Ung.) Ett., Opava - Kateřinky, 1:1
9. *Monopleurophyllum quercifolium* (Goep.) Kotl., Opava - Kateřinky, 1,2×
10. *Fagus attenuata* Goep., Opava - Kateřinky, 1,2×

1, 3, 5, 7—10 — foto ÚÚG — H. Vršalová, 2, 4, 6 — foto ÚÚG — V. Skala



## Neogene in OS-1 Kravaře and OS-2 Hat' key boreholes in the Opava area

(Summary of the Czech text)

Ivan Cícha - Rostislav Brzobohatý - Jiřina Čtyrská -  
- Naděžda Gabrielová - Oldřich Krejčí - Ivan Krystek -  
- Václav Mátl - Věra Molčíková - Eva Novotná - Zdenka  
Řeháková - Ján Soták - Jitřenka Staňková - Ervin Knob-  
loch - František Váca

Received October 17, 1983

The report is focused on the geological evaluation of OS-1 Kravaře and OS-2 Hat' boreholes in the Opava area (NW projection of the Neogene of the Carpathian Foredeep in Moravia, west of Ostrava. The report also discusses basic problems of the Neogene evolution of the broader territory between the Opava area as far as the region of N—S tectonic disturbances near Hat' village.

The Opava area as a whole comprizes rocks of the Carboniferous and most likely also of the Cretaceous, Badenian and Quaternary. The studied region exhibits the Hrádek and Kyjov Formations (Upper Viséan up to Namurian A).

Cretaceous rocks in the autochthonous position of Coniacian age are known only from a single borehole of Hněvošice. But allochthonous Cretaceous fauna was also found in the OS-1 Kravaře borehole.

The Lower Badenian (Moravian) of the Opava area is developed in several lithofacies: basal clastics, variegated clays and sands and grey calcareous clays with products of basaltic volcanism. Variegated clays and sands are widespread between Dolní Životice and Štáblovice and were studied also in Smolkov-1 borehole. Lithologically they are varicoloured sands to sandy clays as well as coal clays with layers of earthy coal and lignite. It represents a continental development which originated by the redeposition of fossiliferous kaolinite wastes of the Carboniferous into the lake basin and/or freshened-water bay with a high content of humic acids. Facies of grey carbonaceous clays with basaltic volcanism lie sporadically on the variegated layers or directly on the Lower Carboniferous. The grey carbonatic clays, which are the most widespread facies, are rich microfauna of the Praeorbulina-Orbulina suturalis Zone.

The base of the Middle Badenian (Wieliczian) is of lithologically identical between the Wieliczian and Moravian cannot be presumed. In this development the foraminiferal fauna of the Spiroplectammina carinata-Pseudotriplasia Zone prevails. In the higher part of the pelitic complex intercalations of sands to

sandstones and organogenic limestones are more frequent. The Middle Badenian sedimentation in the whole Opava area is terminated by depositions of evaporites — gypsums, up to 65 m thick.

The Upper Badenian (Kosovian) is composed of greyish-green sandy clays to claystones with numerous plant remains. Biostratigraphically the Kosovian is divided into a lower part with spiratellas and an upper part with buliminas and bolivinas. In the uppermost Badenian the occurrence of foraminiferal fauna gradually decreases and the impoverished assemblages signalize regression of the sea from this region.

The neogenic basic volcanic rocks in the studied area occur in the outcrops at Kamenná hůrka near Otice and Bendův mlýn near Kobeřice (nepheline) basanite, olivine nephelinite). Their occurrence near Otice belongs to the older phase of volcanism and is dated approximately 20 m.y. (Eggenburgian—Ottangian). Volcanites (basaltic tuffs) were also found at Kobeřice and in some boreholes where they were accompanied by tuffites. The above volcanites are of Lower Badenian age.

In sediments of the Moravian and Kosovian also tuffites of acid volcanism were found.

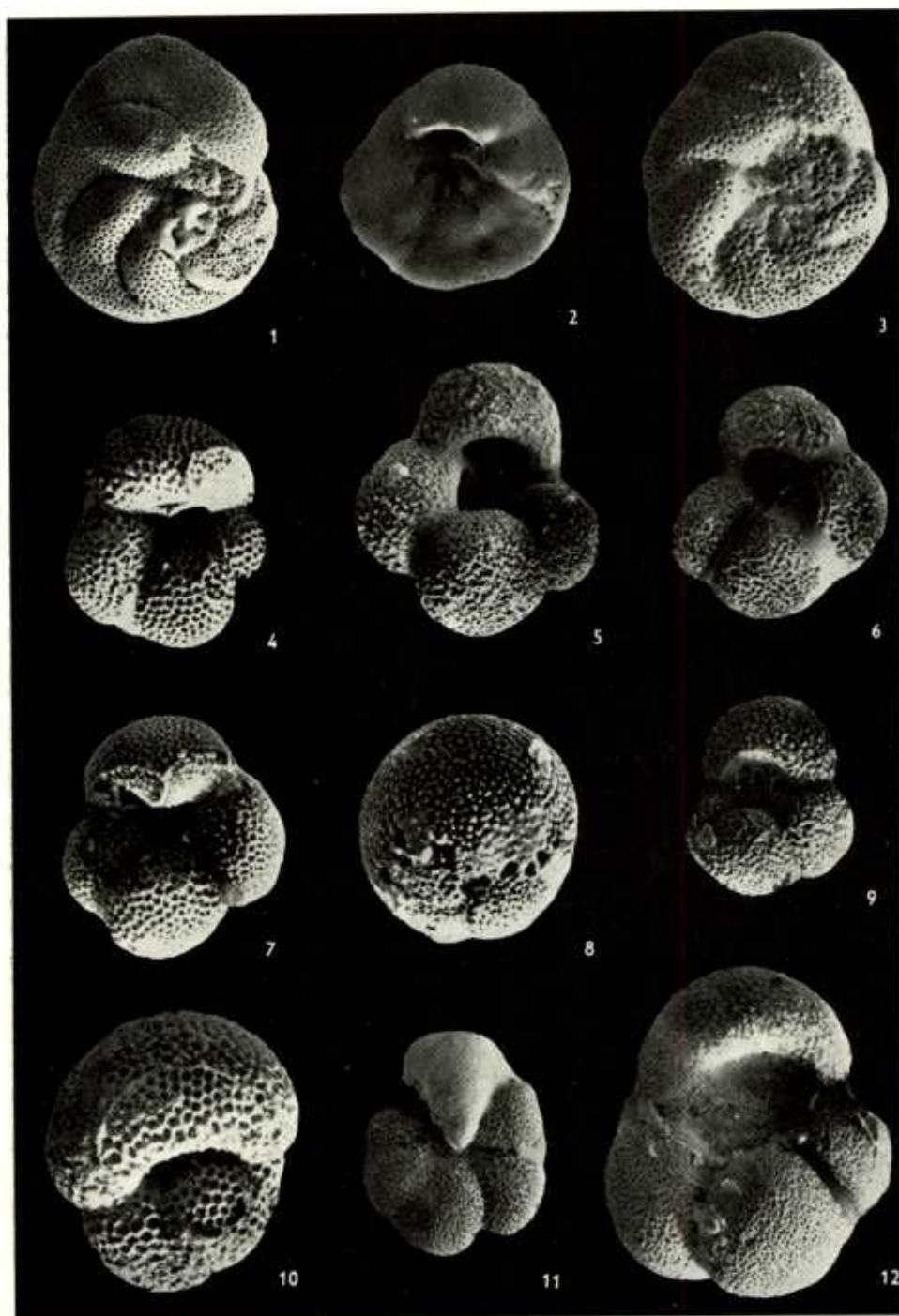
The Quaternary sediments of the Opava area belong to several glacial and interglacial stages and create a rich variety of rocks of various genesis, displaying signs of mainly Elster and Saale glaciations.

The most important orientation of tectonic lines is WNW—ESE to W—E which delimits block units. The directions NNE—SSE to N—S are important too. They form longitudinal faults. The NNW—SSE faults are also of a considerable importance. The throw of the faults ranges between 50 and 350 m. Delimitation of the individual blocks and the course of tectonic lines are shown in fig. 1.

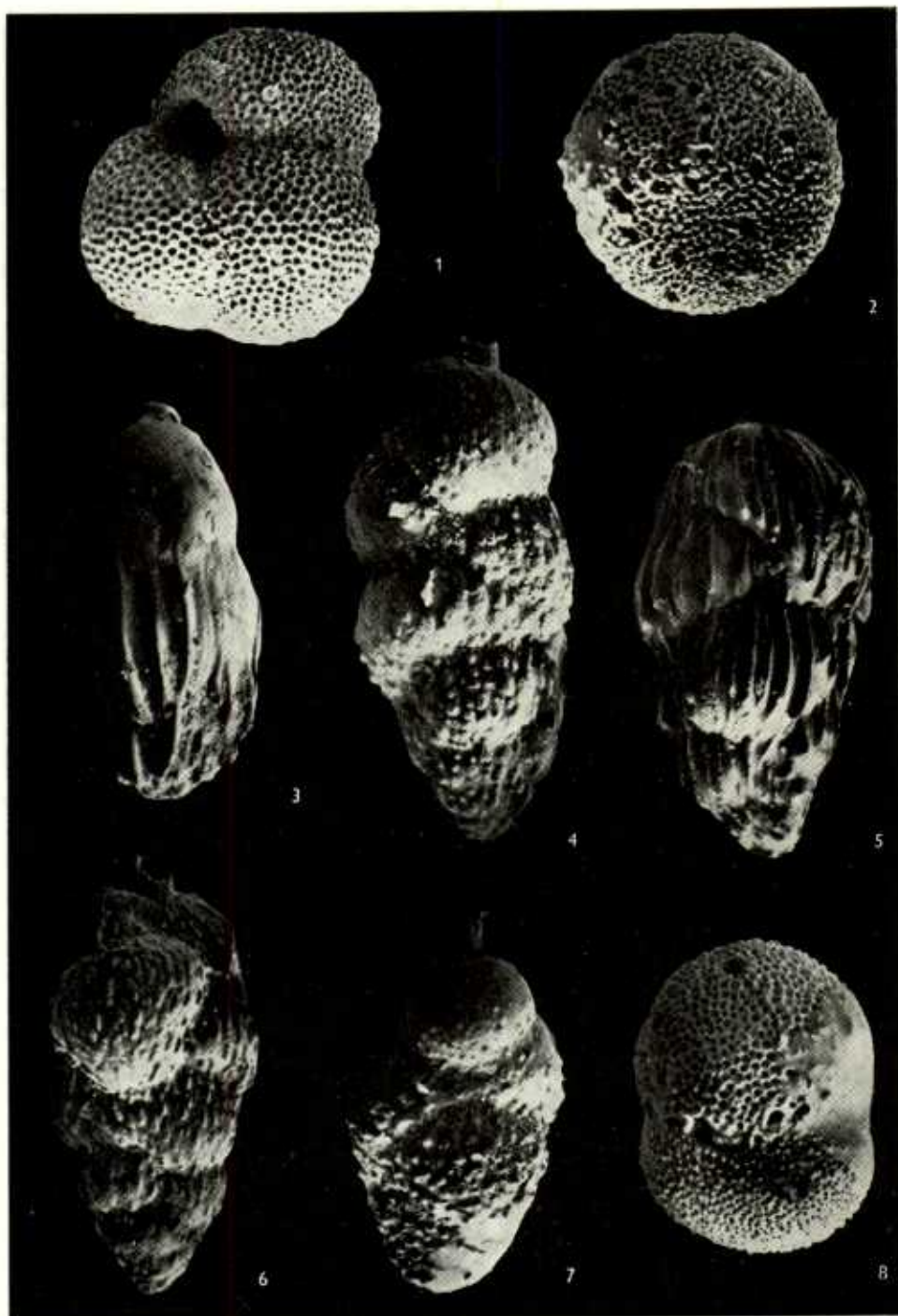
The present paper evaluates namely OS-1 Kravaře and OS-2 Hať boreholes. The basal clastics are developed only in OS-2 Hať borehole at the base of the Moravian as a coarse gravel, whereas the OS-1 Kravaře borehole displays only about a 1 m thick sandstone layer at the base. Pelitic sediments are more common than the clastic development. The pelitic sediments contain 5—40 cm thick sandy intercalations.

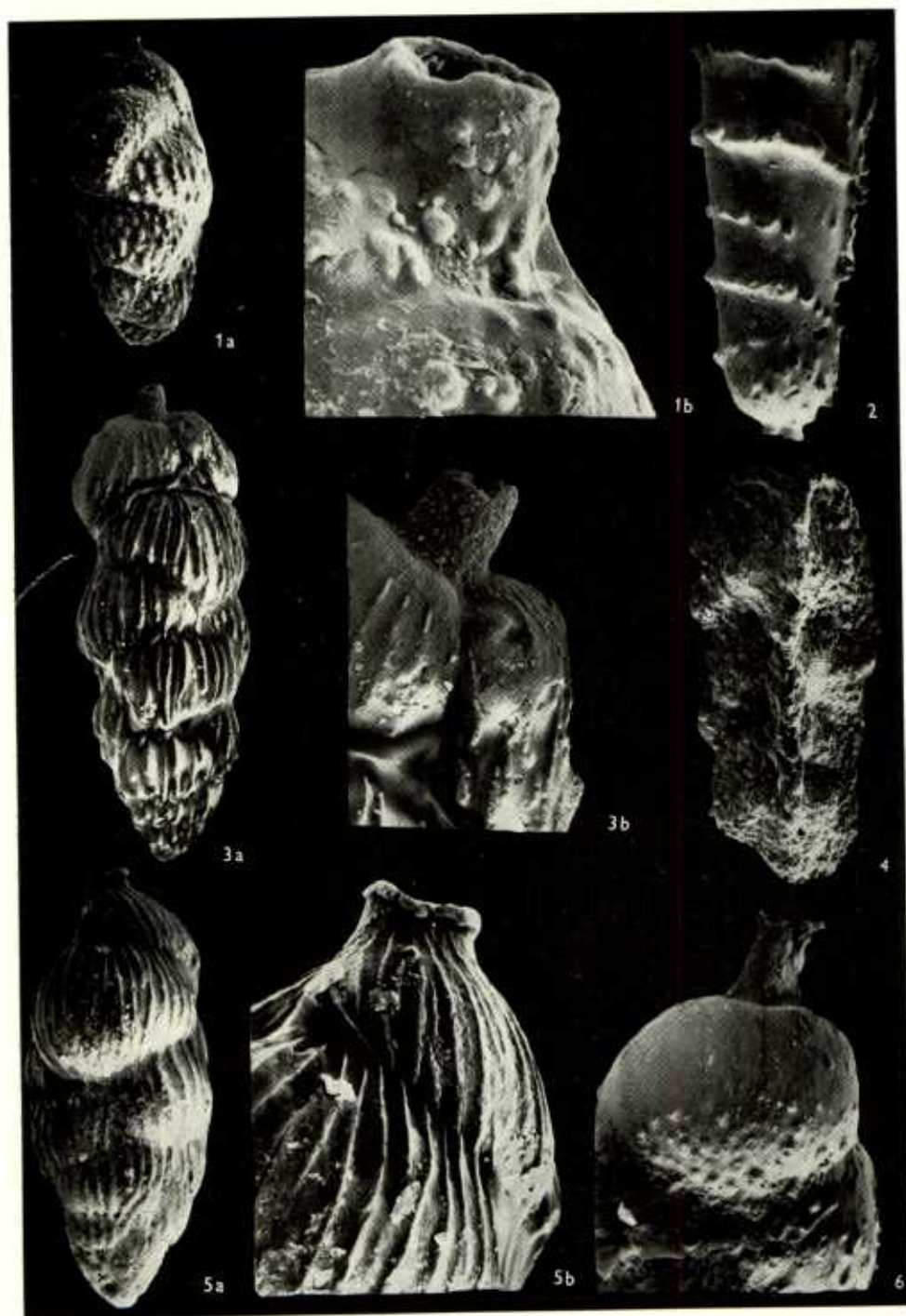
In both drillings, the Wieliczian is represented mainly by pelites, in the uppermost part by a gypsum complex. In the lower part of the Wieliczian occur algae, often accompanied by coarser grained sediments. However, remains of algal limestone occur several times in the section.

The sedimentation of evaporites (gypsums) of the Upper Wieliczian took place in salinas with prevailing terrigenous sediments on their margins. In the deepest parts of the sedimentation area a deposition of mainly laminated type of gypsum occurred. All in all the sedimentation took place in a quiet environment with minimal activity of benthic organisms.

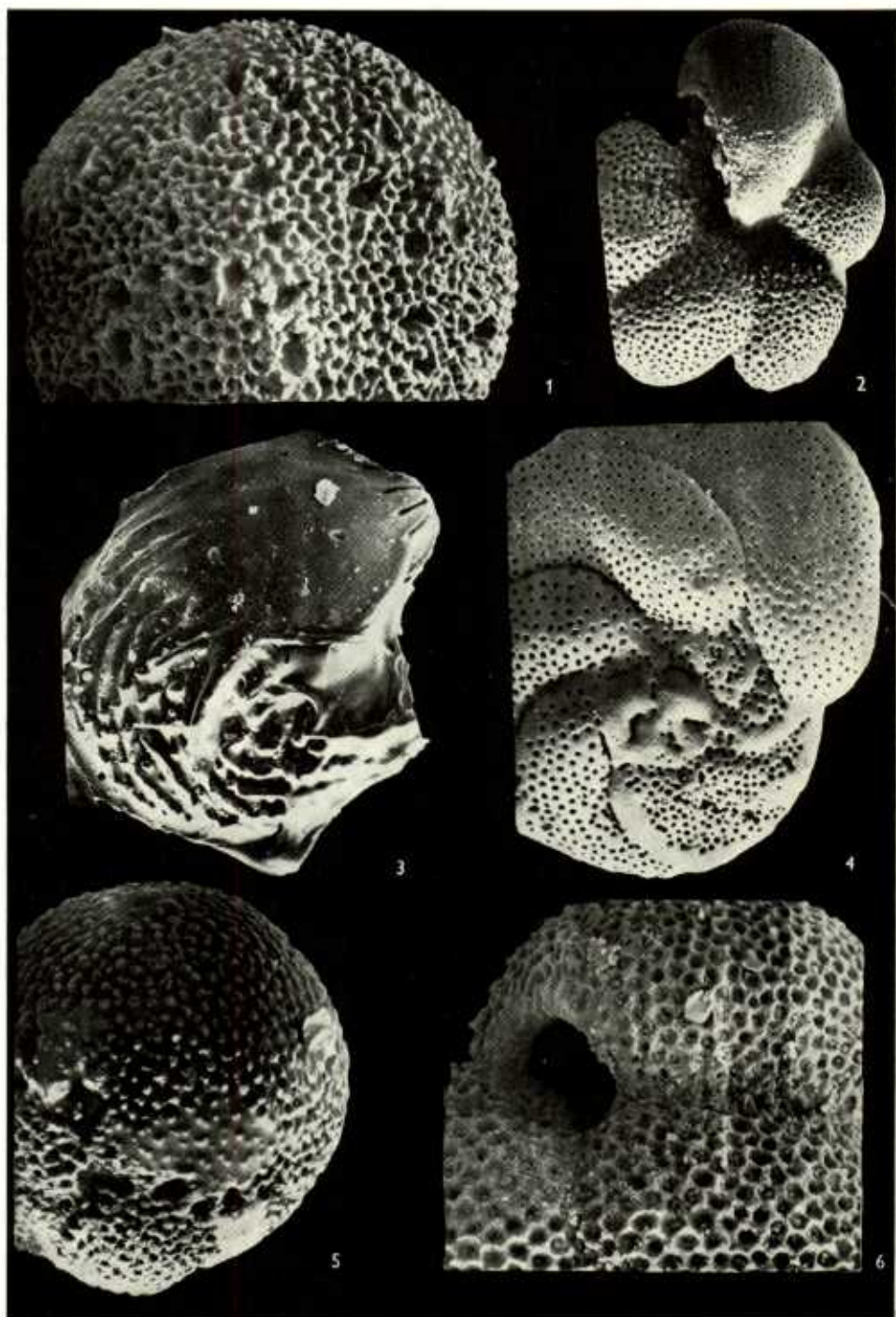


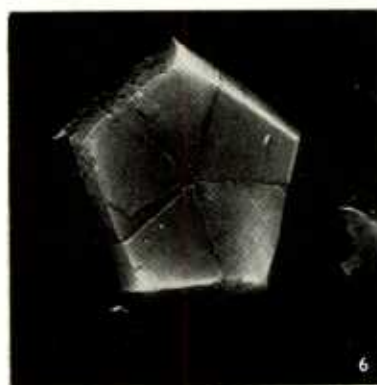
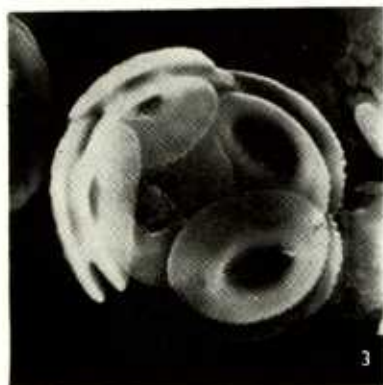
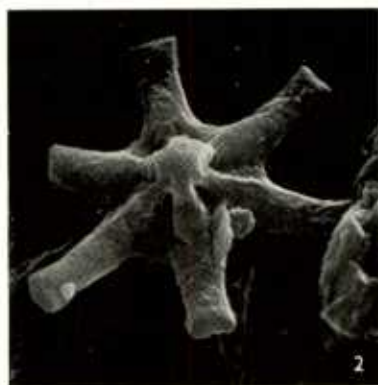
Vysvětlivky k přílohám I—VIII viz str. 220





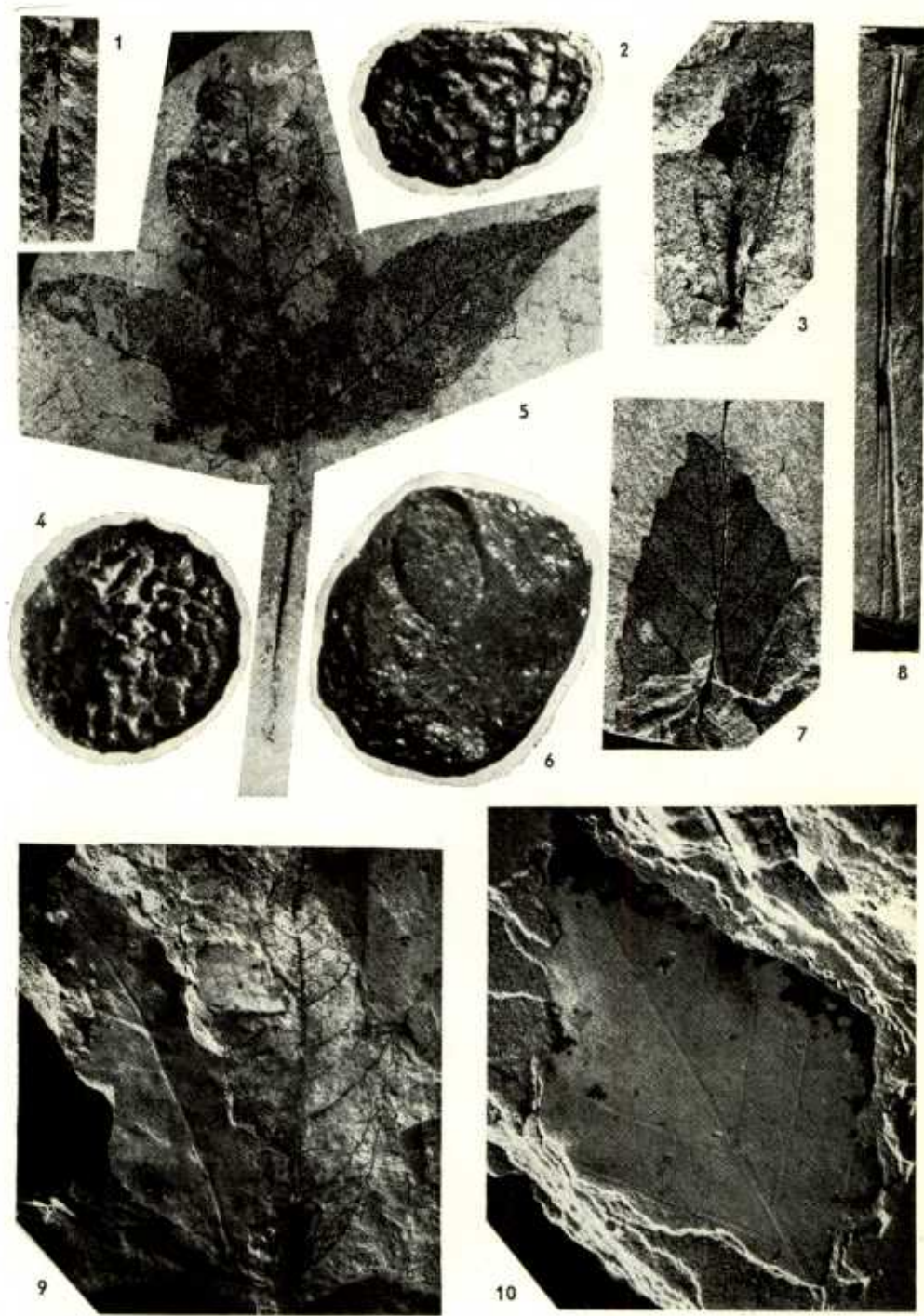


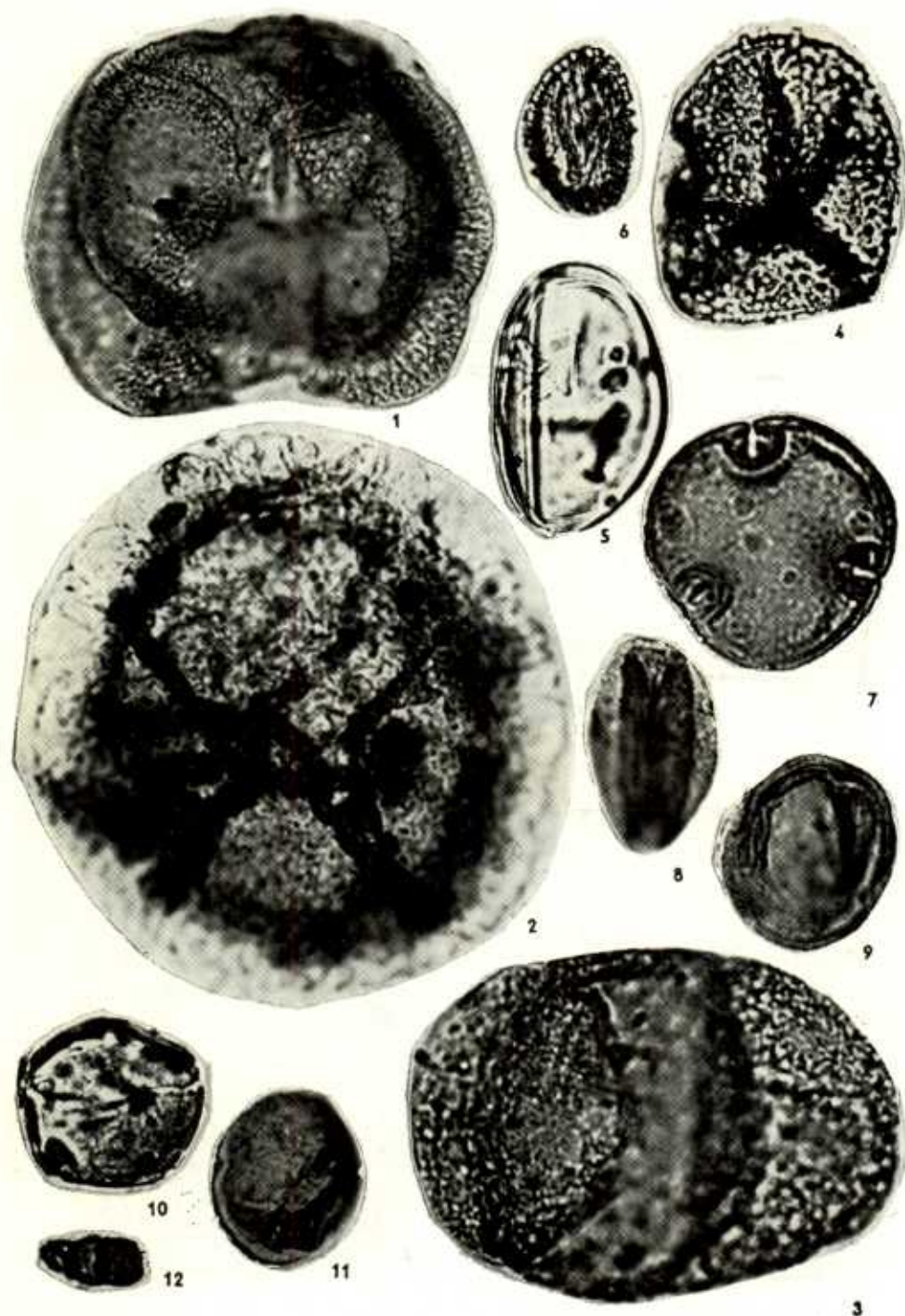












The Kosovian was established only in the OS-2 Kravaře borehole with prevailing variably sandy carbonate sediments. Thicker sandy and sandstone layers were not found before the interval directly underlying evaporites.

In both drillings, the Lower Badenian—Moravian corresponds to the Praeorbulina-Orbulina saturalis foraminiferal Zone in the sense of the classification of the West Carpathian basins (C i c h a et al. 1975). The boreholes exhibited two *Vaginulina* horizons, but of considerably different thickness and vertical extent. If we consider both the horizons as isochronous, then their position serves as an evidence of a fairly great difference in subsidence of individual areas of the Opava Neogene basin. The existence of two *Vaginulina* horizons in the entire area of the Carpathian Foredeep in Moravia does not exclude their isochroneity even in the Opava area. It contradicts partly the statement that the occurrence of the *Vaginulina* species depends solely on ecological and not "biostratigraphical" conditions.

The overall development of the foraminiferal microfauna is compatible with that of the Ostrava area.

On the basis of nannoplankton the Lower Badenian forms a part of the NN-5 *Sphenolithus heteromorphus* Zone (its older section) in the Moravian.

The absence of diatoms in both the boreholes is interesting, since this microflora is one of the richest in the Lower Badenian in the southern part of the Carpathian Foredeep.

Palynologic analyses, contrary to those of foraminiferal associations, point to the pelitic sedimentation in the moderate zone whereas the occurrence of foraminiferas of the *Orbulina* Zone is limited to the subtropical zone.

On the whole, the sedimentation of the Moravian beds took place in the neritic to litoral zones (basal clastics) and the salinity of the total area of the Lower Badenian did not decrease below the level of euhalinicum.

The Middle Badenian — Wieliczian is characterized by the appearance of typical foraminiferas of *Globigerina druryi* — *Globigerina decoraperta* and *Pseudotriplasia* Zones. However, specimens of the *Pseudotriplasia* genus in the Opava area occur for the first time as high as in the upper portion of the Middle Badenian and not in its base and probably form a stratigraphically clean-cut correlation horizon. The older portion of the Middle Badenian still forms a part of the NN 5 Zone and thus corresponds to the conditions in other West Carpathian basins. The uppermost part of the Middle Badenian conforms to the NN 6 Zone *Discoaster exilis* to the *Discoaster kugleri* NN 7 Zone.

The Middle Badenian contains a rich diatom fauna of the *Denticula lauta* Zone which is typical of the Middle Badenian.

A detailed evaluation of the evaporite horizon development is given in the paper presenting the overall description and evaluation of evaporites. However, at the evaluation of ecological conditions certain disproportion occurs according to which the composition of the fauna indicates that the sedimentation took place

in the moderate zone and not under conditions of an arid climate. But on the whole a gradual shallowing of the sedimentary basin up to the zone of the shallower neriticum took place, which partly resembles sabkhas.

The Upper Badenian — Kosovian is marked by assemblages of the *Bulimina-Bolivina* Zone and the NN 6—7 nannoplankton Zone which are impoverished in number and species variety compared with the earlier Badenian layers. The decrease in the foraminiferal assemblages in the shallower neriticum was probably due to an increased content of humic acids in the sedimentary basin.

*Přeložila T. Hlavatá*

#### Explanation of table 1 and text-figures

Table 1. Distribution of heavy minerals in OS-1, OS-2 boreholes.

1. Structurally-tectonic scheme of the Opava area (after F. Váca).  
1 — gypsum deposits; 2 — expressive tectonic lines; 3 — less expressive tectonic lines and/or density divide; 4 — axes of gravity elevation; 5 — axes of gravity depression; 6 — trig. points; 7 — estimated boreholes.
2. Schematic lithologic profile of OS-1 Kravaře and OS-2 Hať boreholes.  
1 — clay; 2 — sandy clay; 3 — lime clay; 4 — sand, dust; 5 — gravel, conglomerate; 6 — gypsum; 7 — carboniferous greywacke; 8 — carboniferous claystone.

#### Explanation of plates

##### Pl. I

1. *Valvulineria complanata* (d'Orb.), borehole OS-1 Kravaře, 484—485 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
2. *Valvulineria arcuata* (Reuss), borehole OS-1 Kravaře, 341—342 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
3. *Valvulineria* cf. *smotrichensis* Krashennikov, borehole OS-1 Kravaře, 341—342 m, Middle Badenian-Wieliczian,  $\times 120$ .
4. *Globoquadrina altispira globosa* Bolli, borehole OS-2 Hať, 398 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
5. *Globigerina decoraperta* Takayanagi et Saito, borehole OS-1 Kravaře, 402—403 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
6. *Globigerina druryi* Akers, borehole OS-1 Kravaře, 341—342 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
7. *Globoquadrina altispira globosa* Bolli, borehole OS-2 Hať, 398 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
8. *Praeorbulina glomerata* Blow, borehole OS-1 Kravaře, 477—478 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
9. *Globigerina druryi* — *Globigerina nepenthes*, borehole OS-1 Kravaře, 341—342 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
10. *Globigerinoides sicanus* de Stefani, borehole OS-2 Hať, 398 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .

11. *Globorotalia mayeri* Cushman et Ellison, borehole OS-1 Kravaře, 429—430 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
12. *Globigerina* cf. *druryi* Akers, borehole OS-1 Kravaře, 341—342 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .

1—12 photomicrographs JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

#### Pl. II

1. *Globigerinoides sacculiferus* (Brady), borehole OS-1 Kravaře, 477—478 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
2. *Orbulina suturalis* Bronnimann, borehole OS-1 Kravaře, 477—478 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
3. *Uvigerina macrocarinata* Papp et Turn, borehole OS-1 Kravaře, 484—485 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
4. *Uvigerina pudica* Luczkowska, borehole OS-1 Kravaře, 306—307 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
5. *Uvigerina acuminata* Hosius, borehole OS-1 Kravaře, 580—581 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
6. *Uvigerina pudica* Luczkowska, borehole OS-1 Kravaře, 306—307 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
7. *Uvigerina* cf. *pygmaea* d'Orbigny, borehole OS-1 Kravaře, 457—458 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
8. *Orbulina bilobata* d'Orbigny, borehole OS-1 Kravaře, 517—519 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .

1—8 photomicrographs JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

#### Pl. III

- 1a. *Uvigerina* cf. *venusta* Franzenau, sample with aculeate structure, borehole OS-1 Kravaře, 457—458 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
- 1b. *Uvigerina* cf. *venusta* Franzenau, sample with aculeate structure, borehole OS-1 Kravaře, 457—458 m, Middle Badenian — Wieliczian, detail of aperture,  $\times 1000$ .
2. *Vaginulina legumen* (Linné), borehole OS-1 Kravaře, 576—578 m, Lower Badenian — Moravian, the oldest part of the test,  $\times 120$ .
- 3a. *Uvigerina* cf. *costai* Said, borehole OS-1 Kravaře, 306—307 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
- 3b. *Uvigerina* cf. *costai* Said, borehole OS-1 Kravaře, 307—307 m, Middle Badenian — Wieliczian, detail of aperture,  $\times 400$ .
4. *Pseudotriplasia elongata* Malechi, borehole OS-1 Kravaře, 318—320 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 120$ .
- 5a. *Uvigerina pygmoides* Papp et Turn, borehole OS-1 Kravaře, 484—485 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 120$ .
- 5b. *Uvigerina pygmoides* Papp et Turn, borehole OS-1 Kravaře, 484—485 m, Lower Badenian — Moravian, detail of aperture,  $\times 300$ .
6. *Uvigerina* cf. *pygmaea* d'Orbigny, borehole OS-1 Kravaře, 457—458 m, Middle Badenian — Wieliczian, detail of aperture,  $\times 300$ .

1—6 photomicrographs JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

#### Pl. IV

1. *Orbulina suturalis* Bronnimann, borehole OS-1 Kravaře, 477—478 m, Lower Badenian — Moravian, detail of pores,  $\times 300$ .
2. *Globorotalia mayeri* Cushman et Ellison, borehole OS-1 Kravaře, 429—430 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 300$ .

3. *Lenticulina echinata* (d'Orbigny), borehole OS-1 Kravaře, 486—487 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 60$ .
4. *Valvulineria complanata* (d'Orb.), borehole OS-1 Kravaře, 484—485 m, Lower Badenian — Moravian, detail of pores,  $\times 300$ .
5. *Praeorbulina glomerosa* Blow, borehole OS-1 Kravaře, 477—478 m, Lower Badenian — Moravian, detail of pores,  $\times 300$ .
6. *Globigerinoides sacculiferus* (Brady), borehole OS-1 Kravaře, 477—478 m, Lower Badenian — Moravian, detail of aperture,  $\times 300$ .

1—6 photomicrographs JEOL-JCXA 50-A — VÚCKD — A. Gabašová

#### Pl. V

1. *Cyclococcolithus rotula* (Kamptner), borehole OS-2 Haf, 492 m, Lower Badenian — Moravian, proximal view,  $\times 10\ 500$ .
2. *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette, borehole OS-2 Haf, 358 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 5130$ .
3. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Gartner), Gartner, borehole OS-1 Kravaře, 473—474 m, Lower Badenian — Moravian, part of coccosphere,  $\times 3500$ .
4. *Micrantholithus attenuatus*, borehole OS-1 Kravaře, 476—477 m, Lower Badenian — Moravian,  $\times 4200$ .
5. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, borehole OS-2 Haf, 173 m, Middle Badenian — Wieliczian, coccosphere,  $\times 2620$ .
6. *Braarudosphaera bigelovi* (Gran et Braarud), borehole OS-1 Kravaře, 407—408 m, Middle Badenian — Wieliczian, proximal view,  $\times 2800$ .

1—6 photomicrographs SEM — Úst. fyzikální metalurgie ČSAV, Brno — M. Molčík

#### Pl. VI

1. *Coronocyclus nitescens* (Kamptner) Bramlette et Wilcoxon, borehole OS-2 Haf, 173 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 5100$ .
2. *Discoaster exilis* Martini et Bramlette, borehole OS-1 Kravaře, 311—312 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 2500$ .
3. *Cycloperfolithus carlae* Lehotayová et Proewalder, borehole OS-1 Kravaře, 172—173 m, Upper Badenian — Kosovian, distal view,  $\times 4370$ .
4. *Discoaster kugleri* Martini et Bramlette, borehole OS-1 Kravaře, 276—277 m, Middle Badenian — Wieliczian,  $\times 4600$ .
5. *Helicosphaera obliqua* Bramlette et Wilcoxon, borehole OS-1 Kravaře, 172—173 m, Upper Badenian — Kosovian, proximal view,  $\times 4900$ .
6. *Rhabdosphaera sicca* (Stradner) Stradner, borehole OS-1 Kravaře, 172—173 m, Upper Badenian — Kosovian,  $\times 6670$ .

1—6 photomicrographs SEM — Úst. fyzikální metalurgie ČSAV, Brno — M. Molčík

#### Pl. VII

1. *Cedripites miocaenicus*
2. *Zonalapollenites* cf. *rueterbergensis*
3. *Pityosporites microalatus*
4. *Baculatisporites quintus*
5. *Laevigatosporites haardtii*
6. *Hexapollenites iliacus*
7. *Intratropopollenites*
8. *Tricolpopollenites henrici*
9. *Tricolporopollonites* cf. *pseudocingulum*



10. *Pterocaryapollenites stallatus*

11. *Momipites punctatus*

12. *ascus* hub

1—12 borehole OS-1 Kravaře, 21.0—242.0 m, Lower Badenian to Middle Badenian,  $\times 10\ 000$ .  
Photos 1, 2, 3, 8, 9, 11, 12 ÚÚG — K. Navrátilová, photos 4, 5, 6, 7, 10 N. Gabrielová

#### Pl. VIII

1. cf. *Taxus* vel cf. *Cephalotaxus* sp., Opava - Kateřinky, 1:1.
2. *Rubus* sp., Hat OS-2, 100.0 m,  $\times 18$ .
3. *Buxus pliocenica* Sap. et Mar., Smolkov 1, 60.7 m,  $\times 1.1$ .
4. *Selaginella pliocenica* Dorof., Hat OS-2, 252.5 m,  $\times 45$ .
5. *Acer tricuspidatum* Al. Braun emend. Kvač., Smolkov 1, 69.3 m, 1:1.
6. *Mneme menzelii* (E. M. Reid) Eyde, Kravaře OS-1, 196.0—197.0,  $\times 18$ .
7. cf. *Fagus* sp., Smolkov 1, 68.7 m,  $\times 1.1$ .
8. *Pinus* cf. *rigios* (Ung.) Ett., Opava - Kateřinky, 1:1.
9. *Monopleurophyllum quercifolium* (Goepf.) Kotl., Opava - Kateřinky,  $\times 1.2$ .
10. *Fagus attenuata* Goepf., Opava - Kateřinky,  $\times 1.2$ .  
Photos 1, 3, 5, 7—10 ÚÚG — H. Vršalová, photos 2, 4, 6 ÚÚG — V. Skala

### Неогеновые отложения в опорных скважинах OS-1 Краварже и OS-2 Гать в Опавском бассейне

Оценивается современное состояние взглядов на развитие неогена (нижнего миоцена, а прежде всего баденского яруса) в области г. Опавы. Обработкой структуры буровых скважин OS-1 Краварже и OS-2 Гать были проверены развитие и мощности баденского яруса (моравского, величского и косовского подъярусов). Эти разрезы представляют собой наиболее сплошные разрезы неогена Опавского бассейна. Упомянутые буровые скважины посодействовали уточнению прогнозов месторождений минерального сырья, именно эвапоритов и гипсов. Во скважине OS-1 Краварже установлена следующая последовательность пластов: 0,0—21,0 м четвертичные отложения, 21,0—246,0 м верхний баден — косовский подъярус, 246,0—470,0 м средний баден — величский подъярус, 470,0—631,20 м нижний баден — моравский подъярус, 631,20 — 738,20 м верхний карбон, а во скважине OS-2 Гать — следующая последовательность: 0,0—27,70 м четвертичные отложения, 27,70—328,0 м средний баден — величский подъярус, 328,0—637,0 м нижний баден — моравский подъярус, 637,0—802,0 м верхний карбон.

Přeložil A. Kříž