

Návrh stratigrafického členění terciéru sokolovské pánve

Přijato: 13.5.2005, recenzováno: 23.5.2005

Konzept der stratigraphischen Gliederung des Tertiärs im Becken von Sokolov

Der Artikel informiert über den Entwurf einer neuen stratigraphischen Gliederung des Tertiärs im Becken von Sokolov (Westböhmen). Die lithostratigraphische Skala ist mit einer großen Anzahl von Korrelationshorizonten ergänzt. Sie wurde durch chronostratigraphischen Zeitpunkte, die biostratigraphisch und magnetostratigraphisch festgestellt wurden, fixiert. Die Tertiäre vulkano-sedimentäre Füllung des Beckens wird in vier Formationen gegliedert: Die Staré Sedlo (Alt-Satteler) Formation (Grenze Eozän/Oligozän, 35 – 34 Ma), die Nové Sedlo Formation (Grenze Oligozän/Miozän, 24–23 Ma), die Sokolov Formation (Miozän, 22,8 – 21,3 Ma) und die Cypris Formation (Miozän, 21,3 – 16,5 Ma). Die Formationen werden durch Diskordanzen getrennt und sind mit Änderungen des regionalen Stressfeldes verbunden. Nur die Grenze zwischen der Sokolov- und Cypris Formationen reflektiert eine rasche regionale Änderung des Milieus.

Proposal of the stratigraphic subdivision of the Tertiary in the Sokolov Basin

The contribution informs about the proposal of an updated stratigraphic division of the Tertiary in the Sokolov Basin (western Bohemia). The lithostratigraphic scale is complemented by a great number of marker beds, composite marker beds and marker horizons. It is fixed to time points established by means of biostratigraphic and magnetostratigraphic data. The Tertiary volcanic-sedimentary fill of the Sokolov Basin is divided into four formations: The Staré Sedlo Fm. (Eocene / Oligocene boundary, 35 – 34 Ma), the Nové Sedlo Fm. (Oligocene to Early Miocene, 24 – 23 Ma), the Sokolov Fm. (Early Miocene, 22,8 – 21,3 Ma) and the Cypris Fm. (Early Miocene, 21,3 – 16,5 Ma). The formations are separated by disconformities accompanied by changes of the stress vector. The boundary between the Sokolov and Cypris formations reflects an abrupt regional change of the environment.

Предложение по стратиграфическому подразделению третичной системы Соколовского бассейна

Статья информирует о предложении нового стратиграфического расчленения третичной системы Соколовского бассейна. Литостратиграфическая шкала дополнена большим числом горизонтов и обзоров корреляции. Она закреплена в хроностратиграфические пункты времени, которые были определены методами биостратиграфии и магнито-стратиграфии. Третичное вулканично-седиментарное заполнение бассейна содержит четыре свиты пластов: Староседельскую (граница эоцен/олигоцен, геологический век 35 – 34 Ma), Новоседельскую (олигоцен/миоцен, 24 – 23 Ma), Соколовскую (миоцен, 22,8 – 21,3 Ma) и Циприсовую (миоцен, 21,3 – 16,5 Ma). Свиты пластов отделяются несогласными залеганиями, связанными с изменением ориентации основного напряжения. Только граница между Соколовской и Циприсовой свитами пластов отражает внезапное региональное изменение среды.

Návrh stratigrafického členění terciéru sokolovské pánve

Článek informuje o návrhu nového stratigrafického členění terciéru sokolovské pánve. Lithostratigrafická škála je doplněna velkým počtem korelačních horizontů a obzorů. Je ukotvena do chronostratigrafických časových bodů, které byly zjištěny metodami biostratigrafie a magnetostratigrafie. Terciérní vulkanicko-sedimentární výplň pánve obsahuje čtyři souvrství: starosedelské (hranice eocén / oligocén, stáří 35 - 34 milionů let), novosedelské (oligocén / miocén, 24 – 23 Ma), sokolovské (miocén, 22,8 – 21,3 mil. let) a cyprisové (miocén, 21,3 – 16,5 mil. let). Souvrství jsou oddělena diskordancemi, spojenými se změnou orientace hlavního napětí. Pouze hranice mezi sokolovským a cyprisovým souvrstvím odráží náhlou regionální změnu prostředí.

1. Úvod

Nejpoužívanější varianty stratigrafického dělení sokolovské pánve (Hokr 1961, Václ 1964) obsahují prvky trvalé hodnoty. Výzkum, průzkum a těžba za posledních 40 let však přinesly řadu nových objevů a zpřesnění. Tím se otázka stratigrafie pánve znovu stala aktuální. Byly předloženy návrhy (Shrbený et al. 1986, 1994), které obsahují prvky hodné následování, ale nevyvarovaly se ani problémů (viz dále).

Moderní stratigrafie usiluje na široké platformě o sjednocení zásad, které byly zformulovány mezinárodní stratigrafickou komisí (Salvador 1995) a českou stratigrafickou komisí (Chlupáč - Štorch 1997). Důsledně rozlišuje jednotky chrono-, lito-, bio- a magnetostratigrafické a určuje zásady jejich vymezení, pojmenování, hierarchie a používání. Při vědeckých setkáních a v recenzovaných publikacích jsou tyto zásady běžně dodržovány.

Těžební firmy jsou většinou konzervativnější, mají užší rozmezí zájmů, území, časovou perspektivu a úzkou pracovní komunitu. Stratigrafické šablony, s nimiž vystačí těžební praxe, jsou bohužel pro výzkum málo použitelné vlivem chybné struktury dat.

Mění se i znalosti o mechanismech sedimentace. Byla opuštěna naivní představa, že mladší vrstva se vždy ukládá na starší vertikálně, nepřerušeně, na velké souvislé ploše a všude zároveň ("protože tak se to jeví"). Většina depozičních systémů se stěhuje pánví horizontálně, mění těžiště z příčin endogenních (změny erozní báze tektonickou subsidencí, rotací ker či vulkanismem) i exogenních (změny množství přinášeného materiálu, humidity, typu zvětrávání atd.) a zanechává přerušovaný, nesouvislý záznam. Hranice litostratigrafických jednotek jsou často diagonální vůči "časovým rovinám". Nová stratigrafie sokolovské pánve se musí vyrovnat i s faktem cyklické sedimentace, tedy opakování stejných hornin, prostředí a litostratigrafických jednotek ve vrstevním sledu. Stejně významné jako výzkum sedimentace je dešifrování diastém, hiátů a diskordancí, kdy sedimentace neprobíhala nebo dokonce byly erozí zničeny dříve uložené vrstvy. Nová stratigrafie musí konečně vyjít z faktu, že vývoj sokolovské pánve byl primárně řízen endogenními procesy. Proto musí zavést tektonostratigrafické hledisko, tzn. docenit úlohu diskordancí a vulkanických projevů (např. podíl vulkanického materiálu v sokolovské pánvi je asi 55 %).

Autor článku vypracoval novou stratigrafii sokolovské pánve, která se kromě vlastních výzkumů a rešerší opírá o několikaleté diskuse s odborníky mnoha směrů, v rámci seminářů, konferencí, exkurzí, článků, korespondence a pokračujícího studia geologie. Na semináři k počtě prof. Boučka v Praze (2004) byl tento návrh doporučen k publikaci a k projednání Českou stratigrafickou komisí. Návrh, vybavený všemi formálními náležitostmi a oponovaný prof. Kvačkem a dr. Štorchem, byl nedávno vydán (Rojík 2004b). Zde předložený článek přináší se souhlasem redakce Journal CGS zkrácenou českou informaci o podaném návrhu. Zdá se, že bylo vykonáno maximum pro jeho přijetí, uvážíme-li širokou diskusi, začlenění připomínek, toleranci k praktickým potřebám v regionu a možnost pracovat s návrhem variantně v přehledné či podrobné formě. Pokud by byl návrh vstřícně přijat, znamenal by výborný základ pro komunikaci a spolupráci na společných projektech, které spojují teorii a praxi, region a centra.

2. Vývoj stratigrafického členění

Historie poznání stratigrafie sokolovské pánve je překvapivě poučná. Stojí za ní zkušenost mnoha generací odborníků a jejich znalost dnes již nepřístupných terénů. Stratigrafii pánve se zabývali i tak mezinárodně proslulí přírodovědci, jako byli F. Hochstetter, A.E. Reuss, D. Štúr, G.C. Laube nebo později J. Kukla, Č. Bůžek, E. Knobloch a mnozí další.

Období 1856 - 1898 (doznívání do 1931)

Hochstetter (1856) rozdělil pánevní výplň do dvou "oddělení" (*Abtheilungen*). Hranici mezi nimi tvoří vulkanické erupce v úrovni miocénních slojí, údajně spojené s diskordancí a poklesem pánve. Jokély (1857) vyčlenil čedičové tufy jako třetí, samostatné "oddělení".

Tato koncepce byla přijata v regionálních syntézách (Štúr 1879, Laube 1884) i místními odborníky (Scharfing 1890, Gall 1898, Frieser 1898) a uhájila si místo na slunci úctyhodných 75 let. Má nesporné klady: jako historicky jediná vymezovala jednotky podle změn v endogenní dynamice pánve. Docenila význam miocénního vulkanismu, jehož role byla později, po soustředění těžby uhlí do centrální části pánve, téměř opomenuta.

Období 1903 - 1914

Rotky (1903) rozdělil vrstevní sled terciéru novým způsobem do tří „stupňů“ (*Stufen*).

1. Starosedelské vrstvy (*Altsattler Schichten*)
2. Střední = čedičový stupeň (*mittlere, basaltische Stufe*), pojatý komplexněji než u Jokélyho, zahrnoval všechny horniny vulkanického původu a všechny uhelné sloje
3. Cyprisové břidlice (*Cyprisschiefer*).

Rotkyho dělení přejal pouze Frieser (1913, 1914). Nerozšířilo se, protože nikdo nepostřehl hlubší smysl zdánlivě nepraktického dělení, které soustřeďovalo všechny uhlonosné vrstvy do jednoho celku. Myšlenka se dočkala částečné renesance v představě "sedimentačních etap" (Náprstek 1958). Ještě nyní, po 100 letech, můžeme pokládat jádro Rotkyho sdělení za inspirující, protože dobře a jednoduše vystihuje vývojové fáze pánve.

Období 1918 – 1940

Bouřlivý rozvoj těžby uhlí a přerušení kontinuity výzkumů po 1. světové válce vedly k prosazení čistě popisného dělení vrstev podle nápadných znaků viditelných v důlním provozu. Do rámce Hochstetterových a Jokélyho "oddělení" byly zasazovány litologické horizonty, které si postupně získaly větší oblibu (Petrascheck 1926/29, Apfelbeck 1931, Jurasky 1940). Měly však jen volně vymezenou náplň a nevykřývaly kontinuálně celý vrstevní sled.

Období 1945 – 1985 (doznívání do současnosti)

Povědomí o pracích rakouských a německých autorů bylo přerušeno politickými a demografickými změnami po 2. světové válce. Průzkumy v období projektování uhelných, kaolínových a uranových lomů v pánvi, spolu s řešením hydrogeologických, geotechnických a báňských podmínek dobývání, vedly k vytvoření nové, „klasické“ stratigrafie. Zpočátku šlo o heterogenní skladbu litostratigrafických jednotek různé kvality. Stratigrafie se opírala o nápadné litologické horizonty. Přiřazováním vrstev k těmto horizontům byl pokryt celý vrstevní sled (Beneš 1949, Šuf 1952, Tásler 1952, Šantrůček – Tásler 1957, Náprstek 1958, Kukla 1959 a 1961, Hokr 1961). Václ (1964) poprvé rozdělil terciér do pěti definovaných jednotek stejné hierarchie (souvrvství starosedelské, sloje Josef, vulkanogenní, hlavní slojové a cyprisové). Poslední koncepce objektivně převýšila všechny dřívější. Václ jako jediný připustil, že určitá jednotka nemusí mít souvislé rozšíření v laterálním ani vertikálním smyslu (Václovo vulkanogenní souvrství versus Hokrova "vulkanodetritická série"). Václova, resp. sjednocená Hokrova a Václova varianta, byly kodifikovány v regionálních syntézách (Ambrož et al. 1963, Václ 1964, Havlena 1964, 1983). Dosud je stratigrafie Václa (1964) používána hlavně při neformálních setkáních. V lokálních podmínkách Sokolovska je vžitá stratigrafie Hokra (1961), včetně vlastních i dodatečně zanesených archaismů a slangu (např. „série“, „pásmo“, „meziloží“, sloj ve stratigrafickém významu).

Hlavními klady pojetí Hokra (1961) a Václa (1964) jsou srozumitelnost a akceptance. Na druhé straně některá "souvrvství" spíše odpovídají definici pouhého členu. Hranice, definice a názvy jednotek (byť jsou vžité) již nutně vyžadují revizi. Nově zjištěné skutečnosti často přesahují vžitá stratigrafická schémata, a tak řada jednotek postupně nabyla nesourodou až formální skladbu.

Období od roku 1986 do současnosti

Shrbený et al. (1986, 1994) rozdělili výplň sokolovské pánve takto:

1. Starosedelské souvrství,
2. Novosedelské souvrství (obsahuje sloj Josef, efuziva, vulkanoklastika, uhelné slojky, ve svrchní části uhelnaté jíly),
3. Sokolovské souvrství (spojuje miocénní sloje s cyprisovým souvrstvím).

Ke kladům této klasifikace patří zmenšení počtu souvrství, jednoduché základní schéma a optimálně zvolené geografické názvy. K záporům patří kombinace lito-, bio- a chronostratigrafie. Koncept byl postaven na biostratigrafii a měl patrně i chronostratigrafické ambice. (Trojice souvrství odráží triádu oddělení eocén - oligocén - miocén.) Navzdory tomu převzal „stavební kameny“ z tradiční litostratigrafie a přisoudil jim jednotnou biostratigrafickou náplň. Souvrství tedy mají litostratigrafický základ, heterochronní hranice, ale je jim přisuzován vždy jednotný biostratigrafický obsah a fakticky role chronostratigrafických jednotek, které by však měly být z definice izochronní. Je to zřejmý rozpor s metodikou mezinárodní i české stratigrafické komise (Salvador 1995, Chlupáč - Štorch 1997), spojený s rizikem systematických chyb. Hranice a definice jednotek nebyly řádně zdůvodněny, definovány ani publikovány a dávají velký prostor subjektivním výkladům (např. hranice novosedelské / sokolovské souvrství sensu Shrbený et al. 1986, 1994). Tento model, přestože má i řadu kladů, nebyl přijat Českou stratigrafickou komisí, je nezávazný a nechtěně vyvolal nepřijemnou dvoukolejnost v literatuře.

Shrnutí dosavadního vývoje:

1. Převládá litostratigrafický princip. Paleontologický záznam není kontinuální, biostratigrafie má jen lokální, ale důležitou úlohu. Chronostratigrafie je v počátcích, magnetostratigrafie zatím spolehlivě nevykryvá celou výplň pánve, radiometrie nebyla aplikována vůbec.
2. Chybějí jasná, metodicky správná a všeobecně přijatelná kritéria pro vedení hranic jednotek. Různé klasifikace vkládají prvořadá rozhraní do různých úrovní vrstevního sledu.
3. Prosazují se formální, rigidní stratigrafická schémata. Každý nový zjištěný vrstevní sled je mechanicky přiřazován do některé sousední jednotky bez prověření litologické a genetické příbuznosti. Proto si jednotlivé geologické komunity vytvořily vlastní konvence.

3. Návrh stratigrafie sokolovské pánve

Návrh stratigrafie sokolovské pánve (Rojík 2004) je založen na litostratigrafickém principu. Časová škála je fixována na důležité časové hladiny, datované biostratigraficky a magnetostratigraficky (tab. 1). Vztahy mezi jednotkami se opírají o 63 korelačních horizontů a obzorů, které pokrývají jako (téměř) izochrony celou plochu pánve. Pomáhají objasnit heterochronitu hranic a heteropické vztahy mezi členy (tab. 2, tab. 3).

Návrh je postaven na těchto principech:

- přijímá metodické doporučení mezinárodní stratigrafické komise (Salvador 1995) a české stratigrafické klasifikace (Chlupáč - Štorch 1997);
- vymezuje pouze jednotky dobře rozlišitelné a mapovatelné v terénu;
- definuje nebo redefinuje všechny litostratigrafické jednotky;
- zdůvodňuje kritéria pro vedení všech hranic;
- používá stejná pravidla v celém terciérním sledu;
- uznává jako realitu heterochronitu jednotek, přesouvání a opakování facií v prostoru a času;
- vymezuje stratotypy;
- vytváří hierarchii jednotek (souvrvství, členy, obzory a horizonty);
- dává přednost přehlednému a jednoduchému členění;
- omezuje prostor subjektivním výkladům;
- zrcadlí aktuální stav výzkumu všech částí pánve;
- umožňuje budoucí zpřesňování.

4. Charakteristika litostratigrafických jednotek

4.1 Starosedelské souvrství

Starosedelské souvrství (Václ 1964, sensu "Altsatteler Braunkohlensandstein" - Rossmässler 1840) odráží iniciální fázi vývoje podkrušnohorského prolomu. Nemá úzký vztah k tektonické struktuře sokolovské pánve, která vznikla až později, zato je spojeno s nedalekými přímořskými pánevemi zdánlivě excentrickými výskyty sedimentů.

Diagnostické znaky starosedelského souvrství:

- dobře vytrříděné a strukturně zralé sedimenty bedformy typické pro fluvialní systémy (agradacní valy, výplně koryt atd.)
- prolínání sedimentů s produkty kaolinického zvětrávání (křemenný a železitý tmel, čočky sekundárních kaolínů – Náprstek 1958, Hokr 1961)
- přítomnost a charakteristická druhová skladba makroflóry (Knobloch et al. 1996).

Datování se opírá o flóru, která je svrchně eocénní, s možným přesahem do nejspodnějšího oligocénu (Konzalová 1969, 1973, Konzalová - Kvaček 1979, Bůžek et al. 1988, Knobloch et al. 1996). Synchronní kaolinické zvětrávání a sedimentace ukazuje na vznik souvrství před klimatickou změnou na přelomu eocén/oligocén. Také nepřítomnost těžkých minerálů z vulkanitů Doupovských hor naznačuje vznik souvrství před koncem eocénu. Současně však paleomagnetické vlastnosti pískovců vylučují větší stáří než 35 Ma (milionů let) (Pruner – Venhodová 2004). To ukazuje, že starosedelské souvrství, alespoň jeho převážná část, vznikla v úzkém časovém rozpětí v nejsvrchnějším eocénu.

Dosud byla většina hrubozrnných sedimentů na bázi výplně pánve zařazena do starosedelského souvrství. Jen menší část bazálních klastik - převážně se nacházejí v centrální části pánve - však skutečně odpovídá paleontologicky ověřeným lokalitám starosedelského souvrství (Knobloch et al. 1996). Také výsledky paleomagnetického výzkumu (Kropáček – Malkovský 1993) ukazují na daleko menší stáří bazálních klastik, např. v západní části pánve. Příčinou je skrytá diskordance při bázi terciéru, provázená lokální denudací, zvětráváním a silkrustou. Její existenci podporují i paleontologická data (sdělení M. Konzalová a Z. Kvaček k vrtům u Svatavy - Davidova). Studium puklinových systémů dokládá, že během hiátu došlo ke strukturní přestavbě území a ke změně orientace vektoru hlavního napětí (Rojík 2004a). Ze všech těchto důvodů je vymezena nová jednotka - davidovské vrstvy, která tvoří bázi nového, oligocénního cyklu (novosedelského souvrství). K terénnímu rozlišení starosedelského souvrství a davidovských vrstev má pomoci tab. 4.

4.2 Novosedelské souvrství

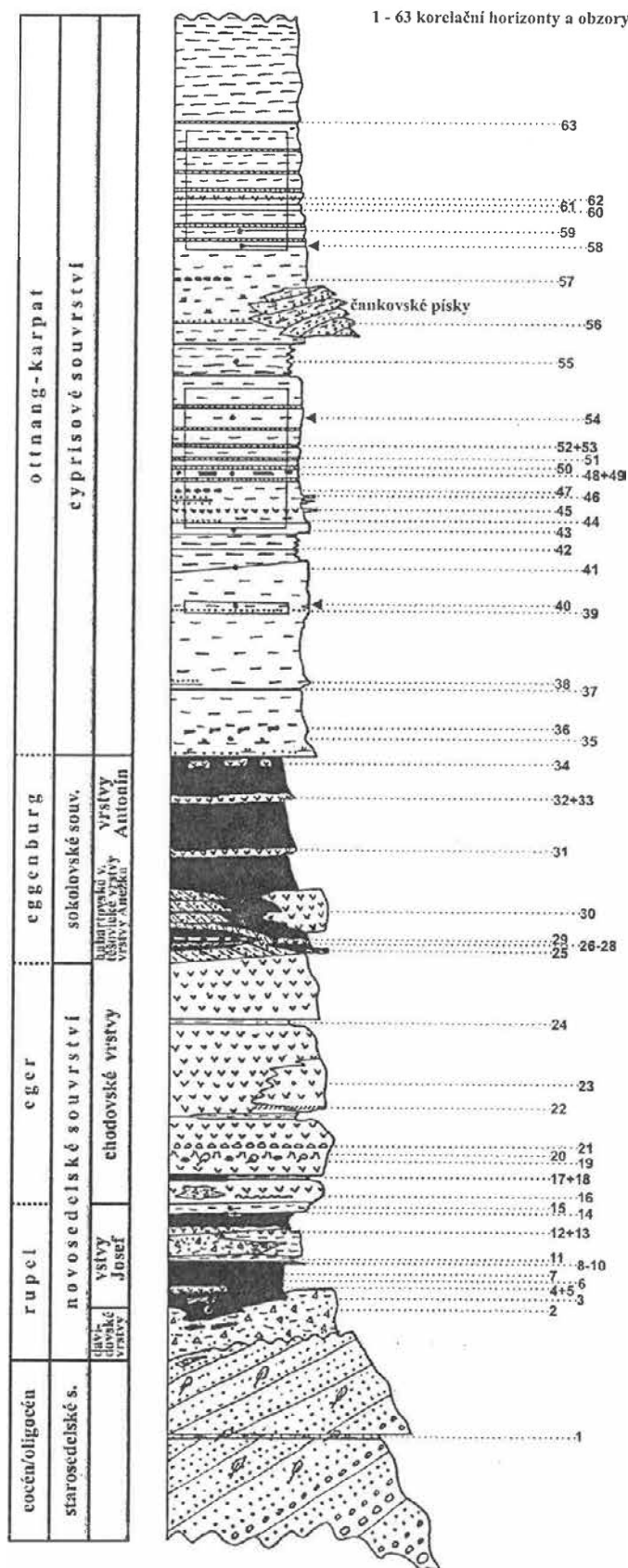
Název novosedelské souvrství zavedli Shrbený et al. (1986, 1994). V novém návrhu (Rojík 2004b) je souvrství redefinováno jako litostratigrafická jednotka, která odráží první fázi intenzivní tektonické extenze sokolovské pánve. Na rozdíl od starosedelského souvrství probíhalo ukládání hornin již zřetelně v hranicích vyvíjející se sokolovské pánve. Jednotícím znakem novosedelského souvrství je mnohonásobné opakování hornin vulkanického původu a sedimentů ukládaných v podmínkách tektonicky vyvolané subsidence. Subsidence a vulkanismus byly synchronizované a měly pulsační charakter (Rojík 2004). Proto je novosedelské souvrství složeno ze souboru facií, které se mnohonásobně opakují a heteropicky prolínají (vulkanoklastické, lakustrinní, rašeliništní a proluviální uloženiny). Typickým skupinám hornin a prostředí jsou přiřazeny litostratigrafické členy s heterochronními hranicemi (tab. 1, tab. 2).

Podloží novosedelského souvrství tvoří hrubozrnná klastika starosedelského souvrství nebo do různé míry zvětralé krystalinikum. Nadložní jednotku tvoří uhlí a jíly sokolovského souvrství. Spodní i svrchní hranice novosedelského souvrství jsou diskordantní, provázené denudací, zvětráváním, tvorbou durikrust, náhlou změnou litologie, bedforem, mineralogického a chemického složení hornin, změnami klimatu a změnami orientace hlavního napětí (Rojík 2004b) (obr. 1).

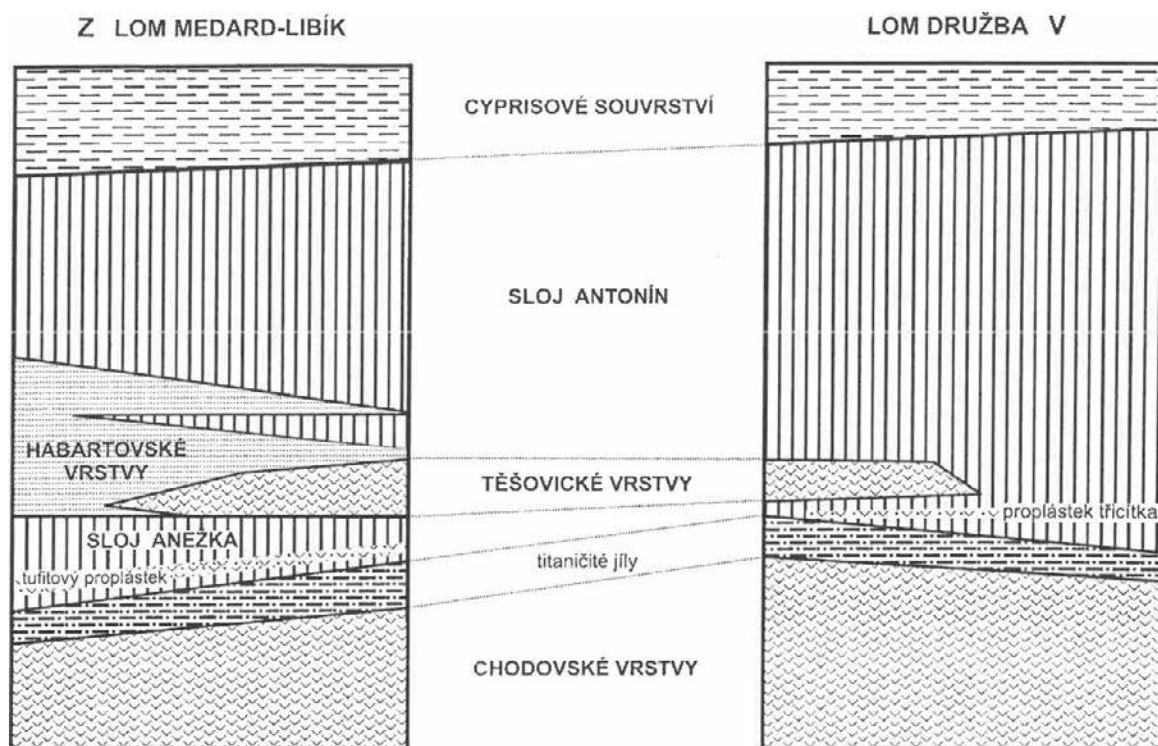
Tab. 1 Stratigrafické členění sokolovské pánve

Chrono-stratigrafie	Souvrství	Člen	Charakteristické horniny	Typické prostředí
holocén			antropogenní uloženiny, fluviální hlíny, rašeliny, porcelanity	antropogenní, fluviální
pleistocén		8 terasových stupňů	šterky, hlíny, sprašové hlíny, soliflukční bloková pole, rašeliny, porcelanity, mineralizované zlomy	fluviální, eolické, soliflukční
d i s k o r d a n c e				
burdigal <i>ottnang-karpat</i>	cyprisové souvrství		laminované jílovce illit-montmorillonit-kaolinitové, příměs Ca-Mg-Fe-karbonátů, Fe-sulfidů, analcimu a bitumenu; časté diastémy	jezerně – playasový komplex
		čankovské písky	písky, prachovité jílovce	delta
			laminované jílovce illit-montmorillonit-kaolinitové, příměs Ca-Mg-Fe-karbonátů, Fe-sulfidů, analcimu a bitumenu; časté diastémy	jezerně – playasový komplex
			laminované kaolinitové jíly se sideritem, sulfidy nebo sulfáty	permanentní jezero
burdigal <i>eggenburg</i>	sokolovské souvrství	antonínské vrstvy	humitové uhlí; lokální diastémy	rašeliništní
		těšovické vrstvy	bazaltoidy, vulkanoklastika, diamiktity (alterované)	vulkanické, gravitační proudy
		anežské vrstvy	sapro- a liptodetritické uhlí	rašeliništní
		habartovské vrstvy	písky, písčité a prachovité kaolinitové jíly (bioturbované)	fluviální, bažinné
d i s k o r d a n c e				
akvitán <i>chatt – eger</i>	novosedelské souvrství	chodovské vrstvy	bazaltická efuziva a vulkanoklastika (alterovaná)	vulkanické, bažinné, lakustrinní
rupel		josefské vrstvy	sapropelitické a humitové uhlí; lokální diastémy	rašeliništní, lakustrinní
oligocén		davidovské vrstvy	jílovité písky / písčité jíly se šterkovou příměsí – netříděné, nevrstevnaté; lokální diastémy	proluviální, fluviální
d i s k o r d a n c e (tektonická a hydrotermální aktivita)				
hranice eocén / oligocén	starosedelské souvrství		písky a pískovce, šterky a slepence, lokálně jíly - tříděné, vrstevnaté; diastémy	fluviální
l o k á l n í h i á t				
paleogén			kaolíny a silkrety – rezidua metamorfitů a granitů	zvětrávací
d i s k o r d a n c e (tektonické tříštění a hydrotermální aktivita, trias – křída)				
svrchní proterozoikum - svrchní karbon	saxothuringikum: polyfázově metamorfované krystalinikum – jednotky oherská, krušnohorská, slavkovská, durynsko-vogtlandská; karlovarský pluton			

LITOSTRATIGRAFICKÉ SCHÉMA TERCIÉRU SOKOLOVSKÉ PÁNVE



Tab. 2 Litostratigrafické schéma terciéru sokolovské pánve



Obr. 1 Geologický řez západní a centrální částí pánve v úrovni sokolovského souvrství

Tab. 3 Korelační horizonty a obzory v terciéru sokolovské pánve

1	MB	Černý pískovec	33	MB	Zelený jíl (tuf)
2	MB	Bazální sapropelitické uhlí	34	MB	proplástek "osmnáctipalcák"
3	MB	"Velký proplástek"	35	MB	Modrošedé jíly
4	MB	Tufitový proplástek (josefské v.)	36	MB	rybí zóna I. B
5	MB	Alochtonní uhlí (josefské v.)	37	MB	průvodce (uhelnatý jílovec)
6	MB	"kostka" (josefské v.)	38	MB	Spodní lasturnatkový obzor
7	MB	Prostřední lesklé uhlí	39	MB	greigitový horizont
8	MB	Kamenný strop	40	CMB	spodní magnetický obzor
9	MB	Pyritový strop	41	MH	Barevné rozhraní
10	MB	Pískovcová lavice	42	MB	Papírová břidlice
11	MB	Uhelnatý jílovec	43	MB	Doprovodný modrošedý jíl
12	CMB	Tonsteinový svazek	44	CMB	"dvojče" greigitového horizontu
13	MB	Tufitický jílovec	45	MB	tufitový barevný horizont
14	MB	Křemenný strop	46	CMB	Svrchní lasturnatkový obzor
15	MB	Sulfidická poloha	47	MB	Spodní magnetické konkrce
16	MH	Bazální pestré vrstvy	48	MB	Svrchní rybí horizont
17	CMB	Mezilehlá sloj (chodovské v.)	49	CMB	Spodní pelokarbonátový obzor
18	MB	Spodní uhelnatý horizont	50	MB	Horizont pyritových hříbků
19	CMB	Obzor fosilní flóry	51	MH	Mřížkový horizont
20	MH	Pařezový horizont	52	MB	"dvouvrstva"
21	MB	Pemzový horizont	53	CMB	Sírnaté vrstvičky
22	MH	Laminované pestré vrstvy	54	CMB	Střední magnetický obzor
23	MB	Rudý (hlavní pestrý) horizont	55	MB	Páskované jílovce
24	MB	Svrchní uhelnatý horizont	56	MB	flogopitový horizont

25	CMB	Obzor pelosideritových kongrecí	57	MB	svrchní magnetické kongrece
26	MB	Proplástek 35	58	CMB	svrchní magnetický obzor
27	MB	tufitový horizont (anežské v.)	59	CMB	Svrchní pelokarbonátový obzor
28	MB	proplástek 30 (antonínské v.)	60	MB	Černá břidlice
29	MB	prostřední proplástek	61	MB	konvoluční horizont
30	MB	Meziložní sloj	62	CMB	analcimické jílovce
31	MB	Proplástek 20	63	CMB	Peletový vápenec
32	MB	Proplástek 8			

(Vysvětlivky: Číslování od báze po strop terciérní výplně, MB = typ "marker bed", CMB = typ "composite marker bed", MH = typ "marker horizon", v. = vrstvy)

Novosedelské souvrství je převážně oligocénní, podle indexových palynomorf *Boehlensipollis hohli*, *Milfordia incerta* a *Cupaneidites eucalyptoides* (Konzalová 1981). Ve vyšší části souvrství se objevuje již spodnomiocénní flóra (*Quercus rhenana*) (sdělení E. Knobloch a Z. Kvaček).

4.2.1 Davidovské vrstvy

Davidovské vrstvy tvoří dílčí litostratigrafický člen při bázi novosedelského souvrství. Vymezení jednotky je logickým řešením vleklého stratigrafického problému, na který upozorňují generace geologů (např. Juranka 1955, Kukla 1959, Hokr 1961, Křelina 1975, Pazdera 1985). Během paleogénu se totiž vícekrát opakovaly podobné klimatické a zvětrávací podmínky, které produkovaly i podobné, snadno zaměnitelné sedimenty (Rojík 1997, 2004a,b). Vlastnosti davidovských vrstev a jejich rozlišení od starosedelského souvrství je shrnuto v tab. 4.

Davidovské vrstvy, oddělené od starosedelského souvrství skrytou diskordancí, se skládají z několika cyklů proluviálních sedimentů (tab. 2). Hlavní, téměř souvislá akumulace o mocnosti 2 - 40 m je na bázi novosedelského souvrství (v podloží sloje Josef). Menší tělesa stejných hornin, mocná až 16 m, vklíněná do uhelných sedimentů josefských vrstev a do vulkanogenních uloženin chodovských vrstev, jsou hojná kolem elevací a synsedimentárně činných zlomů (např. krušnohorského, čankovského, borského, radošovského a kytlického zlomu).

Davidovské vrstvy mají oligocénní stáří. Ve vrtu Sv-41 u Svatavy - Davidova již chybí flóra typická pro starosedelské souvrství, nebyl však ještě zjištěn nástup arktoterciérních prvků (sdělení M. Konzalová). Magnetostratigrafické stáří klastik ve vrtu Či-165 u Svatavy - Davidova, bezprostředně pod slojí Josef, je 24,0 Ma (Kropáček - Malkovský 1993).

Tab. 4 Rozlišení klastických sedimentů starosedelského souvrství a davidovských vrstev

Parametr	Starosedelské souvrství	Novosedelské souvrství (davidovské vrstvy)
Vrstevnatost	Zřetelná	Žádná nebo nevýrazná
Zvrstvení	Diagonální, místy korytovité, čočkovité nebo horizontální	Gradační (pozitivní i negativní)
Plocha vrstev	Časté, rychlé nasazování / vyklínování vrstev	Průběžné vrstvy kolem strukturních elevací
Velikost a stupeň opracování klastů	Variabilní (ale valouny křemene jsou dobře opracované)	Velmi slabé (křemenné klasty jsou ostrohranné, korodované)
Stupeň vytřídění	relativně vysoký (případně slabě vytříděné sedimenty leží mezi dobře vytříděnými vrstvami)	Relativně nízký (nevytříděné sedimenty obsahují jílovou až šterkovou frakci)
Strukturní zralost	relativně vysoká (platí totéž co pro stupeň třídění)	Relativně nízká
Zpevnění	Variabilní, převážně intenzivní (pískovce, slepence a křemence)	Slabé
Distribuce částic	Unimodální (mimo vzácné případy na bázi souvrství)	Bimodální (granulometrické vrcholy v jílové a písčité frakci)
Složení sedimentů	Oligomiktní až monomiktní	Petromiktní
Mineralogická a chemická zralost	Vysoká (zralé až přezralé sedimenty)	Střední až vysoká (převážně zralé sedimenty)
Geneze	Převážně fluviální	Převážně gravitační proudy; laminární charakter proudění

3.2.2 Josefské vrstvy

Tato tradiční litostratigrafická jednotka má v novém návrhu postavení pouhého členu uvnitř novosedelského souvrství. Nestandardní jméno Josef (dříve Josefi) pro označení sloje a litostratigrafické jednotky je v podstatě ústupek provozní tradici a lze je obhájit jako nomen conservandum. Doporučuje se přednostně používat tvar "josefské vrstvy".

Typická pro josefské vrstvy je uhelná sedimentace v cyklicky se opakujícím prostředí zarůstajících jezer. Projevuje se střídáním sapropelitických uhlí, humitových uhlí a jílovců. Naopak heteropické klínovité proniky nevytříděných proluviálních sedimentů patří davidovským vrstvám.

Na přechodu z podloží (tzn. davidovských vrstev či starosedelského souvrství) do josefských vrstev je pozorováno současně: (1) zjemnění zrnitosti a ztráta písčitosti (Pátková 1973); (2) zvýšení stupně vytřídění sedimentů; (3) tence deskovitá až laminovaná vrstevnatost. Přítomnost prouhelněných kořenů a druhotných sulfidů není směrodatná pro stratigrafické zařazení.

Hranice josefských vrstev vůči nadložním chodovským vrstvám, původně stanovená podle nástupu vulkanogenní příměsi v sedimentech (Hokr 1961, Václ 1964),

ztratila platnost, protože vulkanická příměs v podstatném množství prostupuje až do podloží sloje (Rojík 1997). Hranici mezi těmito členy můžeme klást do plochy dlouhodobého převládnutí vulkanického materiálu (kaolinizovaných tufů, bentonitů a láv). Tato hranice je konkordantní, mírně heterochronní, bez hiátu.

Josefské vrstvy mají oligocénní stáří. Svrchní lávka sloje Josef obsahuje indexovou mikrofosílii pro rupel *Boehlensipollis hohlii* (Konzalová 1981, Bůžek et al. 1988). Společně s chodovskými vrstvami obsahuje arktoterciérní flóru (sdělení M. Konzalová a Z. Kvaček). Magnetostratigraficky určené stáří josefských vrstev na vrtu Či-165 u Svatavy je 23,95 - 23,65 Ma (Kropáček - Malkovský 1993), což spíše odpovídá stupni chatt.

4.2.3 Chodovské vrstvy

Vulkanická aktivita na území sokolovské pánve kulminovala ve dvou fázích, kterým odpovídají chodovské vrstvy (hranice oligocén / miocén, ca. 23.6 – 23.0 Ma) a těšovické vrstvy (spodní miocén, ca. 22.5 - 22.2 Ma).

Chodovské vrstvy jsou nejvyšším členem novosedelského souvrství. Odpovídají ve starších klasifikacích vulkanodetritickému souvrství (Hokr 1961) a spodní části vulkanogenního souvrství (Václ 1964). Mocnost jednotky klesá z 80 m na úpatí Doupovských hor ke 3 m v jz. cípu sokolovské pánve. Vysoce převládají efuzivní a vulkanoklastické horniny, které jsou alterované (devitrifikace, argilizace, karbonatizace, leukoxenizace) a obsahují zvýšené koncentrace prvků alkalického vulkanismu (Ti, Ba, Sr, P, V, Nb, Th, Ag, REE).

Hranice s podložními josefskými nebo davidovskými vrstvami je konkordantní, heterochronní a tvoří rychlé litologické přechody. Hranice se členy nadložního sokolovského souvrství je heterochronní, ostrá, většinou erozní (obr. 1), vyznačená náhlou změnou litologie (vymizení pyroklastik) a facií (nástup bažinných a nivních sedimentů). Na této hranici byly zjištěny téměř současně ústup arktoterciérní flóry (Konzalová 1992) a nástup mineralogických indikátorů oteplení: dominance kaolinitu, přítomnost Al-hydrátů a náhlé zvýšení obsahu anatasu (Rojík 2004a,b).

Savčí fauna *Anthracoherium magnum*, *Entelodon* sp. v lomu Erika má stáří chatt ≈ spodní eger (Fejfar – Čtyrský 1977). Také flóra je svrchnooligocénní (Konzalová 1969, Kvaček et al. 1989). Typický je rozvoj arktoterciérních prvků, např. *Alnus*, ale směrem do mladších vrstev jsou společenstva obohacována teplomilnými druhy, např. *Mastixia amygdalaeformis* (Holý 1975) a *Mastixia venosa* (Kvaček et al. 1989). Magnetostratigrafické stáří členu ca. 23,6 - 23,0 Ma (Kropáček – Malkovský 1993, Malkovský 1995) odpovídá hranici oligocén / miocén.

4.3 Sokolovské souvrství

Název sokolovské souvrství zavedli již Shrbený et al. (1986, 1994), ale v širším významu. Redefinovaná jednotka (Rojík 2004b) odráží druhé období intenzivní tektonické extenze pánve, spojené s vulkanismem a subsidencí (tab. 1, obr. 1). Sokolovské souvrství je odděleno od podloží skrytou diskordancí. Ukládání vrstev probíhalo čistě v tektonických hranicích sokolovské pánve. Jednotku tvoří bažinné, fluvialní, vulkanické a gravitační uloženiny, které se heteropicky prostupují a mají

heterochronní hranice (obr. 2). Podle charakteristických skupin hornin a facií lze vymezit 4 litostratigrafické členy.

Podloží sokolovského souvrství je tvořeno vulkanickými horninami chodovských vrstev novosedelského souvrství. Hranice je diskordantní, vyznačená erozní plochou, zvětráváním, ostrou litologicko-faciální změnou a změnou orientace hlavního napětí (Rojík 2004a,b). Nadloží sokolovského souvrství je tvořeno jílovci cyprisového souvrství. Tato hranice je konkordantní, bez hiátu, ostrá, projevuje se změnou facie a litologie.

Sokolovské souvrství vzniklo ve spodnomiocénním (burdigalském) teplotním optimu. Charakteristická je termofilní mastixiová flóra zjištěná u Bukovan (Holý 1975). Paleomagnetostatigrafická data z vrtu Či-165 ukazují na časové rozpětí ca. 22,8 až 21,3 Ma (Kropáček - Malkovský 1993, Malkovský 1995).

4.3.1 Habartovské vrstvy

Jedná se o dílčí člen při bázi sokolovského souvrství. Odráží etapu ve vývoji pánve, která se vyznačuje cyklickým potlačováním uhlotvorby anorganickou sedimentací (Habartov, Bukovany, Svatava, Březová, Lomnice, Chranišov, Sadov, Lesov). Příčinou bylo zvýšení humidity klimatu, oživení tektonické aktivity pánve a sopečné činnosti (prostupování s tufy v lomu Leopold u Sadova). Charakteristické horniny jsou písky a prachovité jíly, které vznikly v prostředí široce rozprostřených aluviálních vějířů. V jílové složce dominuje kaolinit, prostoupený autigenními oxidy, hydroxidy a silikáty titanu a hydráty hliníku. Parasekvence jsou cyklicky prokládány uhelnými sedimenty (např. "meziložní sloj", přímo korelovatelná v lomu Medard-Libík s dílčí lávkou sloje Antonín).

Hranice s podložními chodovskými vrstvami je diskordantní (obr. 1, tab. 1), erozně zvětrávací, ostrá, faciálně-litologická (strop pyroklastik, nástup jemnozrnných epiklastik s uhelnou příměsí a nižší konzistencí), často provázená svahovými pohyby a výrony vod.

Rozhraní s nadložními antonínskými vrstvami má povahu rychlého oscilačního přechodu ze světlých, nezřetelně vrstevnatých písků a prachovitých jílu do tmavých, vrstevnatých jílovito-uhelných sedimentů.

Vztah k těšovickým vrstvám: Svrchní část habartovských vrstev se prolíná s tufy a lávami těšovických vrstev jako dvě heteropické facie.

Vztah k anežským vrstvám: Po uložení spodní části habartovských vrstev byly dočasně obnoveny podmínky pro uhlotvorbu (sloj Anežka), proto se habartovské vrstvy cyklicky opakují. Hranice jsou heterochronní, ostré nebo oscilační.

Písky s mastixiemi *Tectocarya elliptica* a *Mastixia thompsonii* (Holý 1975) dokazují burdigalské stáří habartovských vrstev. Většina členu spadá do inverzně magnetizovaného intervalu 22,5 - 22,2 Ma (Kropáček - Malkovský 1993).

4.3.2 Těšovické vrstvy

Těšovické vrstvy odrážejí druhý, časově oddělený vrchol vulkanické činnosti na území sokolovské pánve. Skládají se z hornin vulkanického původu (alterovaných efuziv, pyroklastik a epiklastik). Jejich mocnost na úpatí Doupovských hor dosahuje 260 m (Václ 1964), ale i v samotné pánvi, kolem erupčních center, často převyšuje

100 m (Těšovice, Královské Poříčí, Pískový vrch, Loučky, Selský vrch, Kappelberg aj.). Vulkanická činnost přetvořila reliéf pánve a rozložení facií.

Těšovické vrstvy se zřetelně liší petrograficky, mineralogicky, geochemicky i faciálně od všech podložních a nadložních jednotek, kde převládá uhlotvorné nebo fluviální prostředí. Díky freatomagmatickým texturám (Rojík 2004) jsou snadno odlišitelné i od chodovských vrstev. Pokud se oba tyto vulkanické členy dotýkají, jsou odděleny diskordancí.

Těšovické vrstvy se heteropicky prostupují se spodní částí antonínských vrstev (Hájek, Lesov, Otovice, Pískový vrch, Královské Poříčí, Sokolov) (obr. 1, obr. 2). V západní a vítkovské části sokolovské pánve leží těšovické vrstvy nad slojí Anežka (Těšovice, Sokolov, Dolní Rychnov, Vítkov, Staré Sedlo). Mohou nasedat konkordantně a ostře na podložní anežské vrstvy, na habartovské vrstvy i na bázi antonínských vrstev. Vyšší část antonínských vrstev však nasedá na těšovické vrstvy diskordantně (srv. již Hochstetter 1856!) a je provázena změnami facie a typu uhlí.

Organický detrit tufů obsahuje stejné pyly a spory jako burdigalské sloje Antonín a Anežka. Od chodovských vrstev se liší větší druhovou pestrostí a teplomilnějšími prvky (Konzalová 1973, 1979).

4.3.3 Anežské vrstvy

Tato tradiční jednotka vystupuje v návrhu jako člen sokolovského souvrství. Jméno Anežka (dříve Agnes) pro sloj a litostratigrafickou jednotku je nomen conservandum.

Dominantní horninou jednotky je autochtonní uhlí sapro- a/nebo liptodetritického typu, vzniklé díky souběhu teplého humidního klimatu a relativního uklidnění tektonických pohybů a vulkanismu.

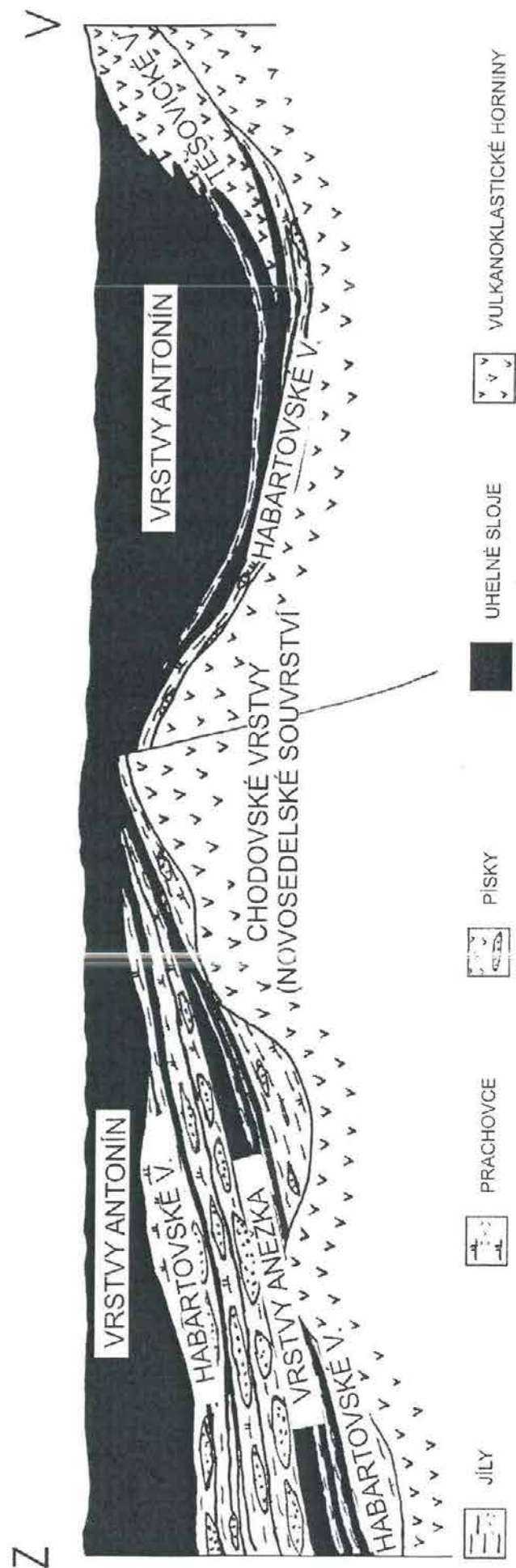
Spodní i svrchní hranice členu jsou konkordantní, heterochronní, oscilační, se sklonem k rozmršťování vrstev uhlí do sousedních jednotek.

Anežské vrstvy tvoří podloží těšovických nebo antonínských vrstev. Tam, kde jsou vyvinuty pískové vějíře habartovských vrstev, se anežské vrstvy přimykají k jejich bázi, ale ne vždy tvoří jejich podloží. I přes toto složité heteropické zastupování členů je hranice anežských vrstev dobře stanovitelná díky petrologickým kontrastům, rychlým oscilačním rozhraním a specifickému typu uhlí.

Konzalová (1969, 1973, 1985) zdůraznila jednotné burdigalské palynologické složení slojí Anežka a Antonín. Bůžek et al. (1988) zjistili ve sloji Anežka termofilní pylová spektra, převážně Fagaceae. Magnetostratigrafické stáří anežských vrstev je asi 22,7 – 22,5 Ma (Malkovský - Kropáček 1993).

Vztah mezi slojemi Anežka a Antonín. V z. části pánve, kde jsou vyvinuty obě sloje nad sebou, je Anežka vždy starší, oddělená od sloje Antonín habartovskými vrstvami. V centrální části pánve je spodní část sloje Antonín ekvivalentní se slojí Anežka, jak vyplývá ze čtyř nezávislých pozorování (obr. 1, obr. 2):

- Velká podobnost tufitového propláستku sloje Anežka a 30. propláستku sloje Antonín, na kterou poprvé upozornil R. Galek;
- Průběžnost kaolinitových titaničitých jííl s Al-hydráty, které leží v z. části pánve pod bázi sloje Anežka a v centrální části pod bázi sloje Antonín;



Obr. 2 Stratigrafické vztahy mezi miocénními slojemi

- Identita fragmentovaných tufů, které leží v z. části pánve v nadloží sloje Anežka a v centrální části nad bází sloje Antonín;
- Velká podobnost palynologických spekter obou slojí (Konzalová 1969, 1973, 1985).

4.3.4 Antonínské vstvy

Jedná se o tradiční litostratigrafickou jednotku, v tomto návrhu jako nejvyšší člen sokolovského souvrství. Nestandardní název, odvozený od jména sloje Antonín (dříve Anton, Antoni), je tolerovatelné *nomen conservandum*. Odborníci doporučují používat jako metodicky nejčistší označení "antonínské vrstvy".

Charakteristickou horninou antonínských vrstev je autochtonní uhlí humitového typu. Uhlí sedimentace se prosadila díky teplému humidnímu klimatu ve spodním miocénu. Kladný vliv na zachování sloje a kvality uhlí sehrálo i slábnutí tektonické a vulkanické aktivity. Na druhé straně, v úrovni několik metrů pod stropem sloje, se nízká endogenní aktivita již nebezpečně přiblížila druhému extrému a místy vedla až k částečné samodestrukci sloje.

Hranice antonínských vrstev proti podložním habartovským vrstvám je konkordantní, heterochronní, oscilační, vyznačená převládnutím jílovito-uhelné sedimentace. Okolo vulkanických center se antonínské vrstvy heteropicky zastupují, popř. nasedají na těšovické vrstvy (obr. 1). Hranice antonínských vrstev s nadložním cyprisovým souvrstvím je konkordantní, téměř izochronní, ostrá, litologicko-faciální.

Stáří sloje Antonín určila Konzalová (1969, 1973, 1985) z palynologických spekter jako spodnomiocénní, burdigalské. Magnetostratigrafické stáří členu, odvozené z profilu vrtu Či-165 v z. části pánve, je 22,2 - 21,3 Ma (Kropáček - Malkovský 1993, Malkovský 1995). V centrální, blíže nezkoumané části pánve může dosahovat stáří členu ke 22,7 Ma, díky sloučení slojí Antonín a Anežka.

4.4 Cyprisové souvrství

Cyprisové souvrství je typický *nomen conservandum* (Václ 1964, sensu "Cyprisschiefer" - Reuss 1851). Pokus opustit tento vžitý název a sloučit cyprisové souvrství s ostatními miocénními sedimenty (Shrbený et al. 1986, 1994) nenašel širší podporu.

Cyprisové souvrství odráží etapu vyhasínání dynamiky tektonických a vulkanických procesů v sokolovské a chebské pánvi. Tato fáze zanechala mnohokrát přerušovaný sedimentační záznam po dobu 4,8 Ma. Kondenzovaná jemnozrnná sedimentace probíhala většinou v intermitentních meromiktních jezerech. Zanechala laminované jílovce s jemně rozptýlenými karbonáty a organickou hmotou řasového a sporového původu.

Hranice s podložním sokolovským souvrstvím (antonínskými vrstvami) je konkordantní, ostrá, blízká izochroně. Mělké zaplavení rašeliniště mohlo mít sice náhlou tektonickou příčinu, ale bylo dlouhodobě připravováno subsidencí pánve a hromaděním velké mocnosti prouhelňované rašeliny. Hranice s vildštejnským

souvrstvím, sledovatelná jen v chebské pánvi, je diskordantní, zdůrazněná rezidui a fosilními půdami (Rojík 2004a).

Rybí biozóny v sokolovské pánvi I.B (*Palaeotınca egeriana* + *Leuciscus sokoloviensis*) a II (*Leuciscus sokoloviensis*) (Obrhelová - Obrhel 1983) se korelují se savčí biozónou MN 4 v chebské pánvi, ottangského stáří (Fejfar 1974). Flóra cyprisového souvrství v obou pánvích má stáří ottang - karpát (Bůžek et al. 1996). Paleomagnetické stáří souvrství v sokolovské pánvi je 21,3 – 16,5 Ma (vrt KP-122 v lomu Marie: Kropáček - Malkovský 1993, nastavený profil v lomu Družba: Pruner - Venhodová 2004).

4.4.1 Čankovské písky

Čankovské písky (Juranka 1955, sensu Schardinger 1890) jsou vyvinuty v otovické části sokolovské pánve. Zachovaly se zde díky progradaci delty na jih od čankovského zlomu. Tvoří nahoru se zjemňující sled diagonálně zvrstvených písků, písčivců a slepenců. Parasekvence jsou prokládány písčnými jíly.

Čankovské písky jsou odděleny od podložních jílovců erozní plochou, od nadložních jílovců rychlým přechodem.

Stratigrafickou pozici čankovských písků uvnitř cyprisového souvrství potvrdil Kopecký (1961) nálezem ostrakodů *Cypris angusta* v nadloží písků.

5. Doporučení pro praxi

Navržená stratigrafie je postavena výlučně na znacích čitelných v terénu. Mnohem ostřeji než dosud rozlišuje horninová prostředí, a tím se otvírá přínos pro praktické i teoretické aplikace. Má tři úrovně podrobnosti: souvrství, členy, markery. V běžné praxi, při průzkumu na uhlí a doprovodné suroviny a při řešení geomechanických a hydrogeologických úkolů autor doporučuje:

1. Důsledně zaznamenávat diskordantní hranice a vést je jako hranice jednotek (byť třeba tradičně označovaných).
2. Zavést alespoň v předpolí lomů rozlišování vrstev davidovských, těšovických a habartovských a vytrhnout tyto celky z nepříbuzných jednotek.
3. Zaznamenávat podrobnější profily vrtů, petrograficky správné a vnímavé k texturám hornin, uložení vrstev a tektonice. Z takových popisů lze vyčíst informace, které pomohou v budoucnu zpřesňovat geologickou stavbu, řešit nepředvídané provozní úkoly a zlepšovat ekonomiku provozu.

Literatura

1. Bůžek, Č., Čtyroký, P., Fejfar, O., Konzalová, M., Kvaček, Z. (1988): Biostratigraphy of Tertiary coal-bearing deposits of Bohemia and Moravia. - In Pešek J. - Vozár J. (eds.): Coal-bearing Formations of Czechoslovakia, pp. 291 – 305, D. Štúr Inst. of Geology, Bratislava.