

RNDr. Petr Rojík, Ph.D., Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.

Co vypovídají uloženiny sokolovské pánve o proměnách klimatu?

Přijato: 15. 8. 2008, recenzováno: 8. 9. 2008

Globální změny klimatu patří k velkým tématům dnešní doby. Je to námět, který velmi zajímá, ale také rozděluje politiky, vojenské strategy, ekonomy, investory, vědce i širokou veřejnost. Někteří ekologové volají po změnách našeho chování vůči přírodě a po radikálním snížení emisí, neboť se obávají zmohutnění skleníkového efektu, který by mohl mít dalekosáhlé důsledky pro lidskou civilizaci a pro přežití druhů. Naproti tomu ekonomičtí aktivisté u nás i v cizině bagatelizují vliv lidské činnosti na klima a usilují o zachování současného stavu věcí, na kterém jsou existenčně závislí prostřednictvím politických a mocenských sil ovládajících volný trh. Je příznačné, že knihy vydávané v obou táborech bývají často pro čtenáře zklamáním, protože ve skutečnosti o vývoji klimatu vůbec nepojednávají, resp. nepřinášejí nová fakta. Současné oteplování povrchu planety a zvyšování hladiny oceánů dobře zapadá do cyklických trendů, známých v geologii po celý kvartér. Dílčí ukazatel obsahu CO₂ v atmosféře však prudce roste tempem, jaké nemá v historii obdoby. Toto riziko nelze podcenit, byť účinek CO₂ jako skleníkového plynu zdaleka nedosahuje vlivu vodní páry.

Předložený víc než skromný článek budiž pojímán jako příspěvek poučeného laika, geologa, který se seznámil s vrstevním sledem třetihorních podkrušnohorských pánví. Každý geolog, báňský inženýr nebo pracovník jiných profesí, který se dostává do terénu v sokolovské nebo mostecké pánvi, by jistě sám mohl referovat o případech pravidelného rytmického uspořádání vrstev. Je otázkou, zda mnohonásobné opakování vrstev mohlo být způsobeno klimatickými cykly. Autor článku je na základě následujících úvah přesvědčen, že většinou ano. Zároveň nám takové příklady mohou podat konkrétní informaci a poučení o mechanismech fungování přírody, tehdy ještě neovlivněné lidskými zásahy.

What do the deposits of the Sokolovská Basin predicate about climate changes?

Global changes of the climate belong to the greatest topics of today. It is a subject which politicians, military strategists, economists, investors, scientists and wide public are interested in very much and which also divides them. Some ecologists call for changes of our behaviour against nature and radical decrease of emissions as they are afraid of the swell of the greenhouse effect which could have far-reaching impacts on mankind and survival of species. On the other hand the economic activists in our country and abroad depreciate the effect of human activity on climate and endeavour for preserving current face of the affairs which they existence depends on through political and power forces controlling free market. It is typical that the books issued in both camps are often disappointing for readers because in fact they do not deal with the climate development or bring any new facts. Current planet surface warming and increasing oceans levels fits in well into the cyclic trends known in the geology for the whole Quarternary period. But the partial indicator of CO₂ content in the atmosphere explodes with the speed which has no parallel in the history. This risk cannot be underestimated even though the effect of CO₂ as the greenhouse gas does not reach the effect of water steam afar.

The submitted more than modest article should be understood as a contribution of an educated laic, a geologist who has become familiar with the sequence of strata in the tertiary Krušné Hory Mountain foot basins. Every geologist, a mining engineer or another worker who gets into the field of Sokolovská or Mostecká basin could report about the cases of regular rhythmic layout of strata. The question is if the manifold repetition of strata could have been caused by climatic cycles. The author of the article is convinced based on the follow-up considerations that mostly yes. Such case can also provide us with a concrete information and instruction about the mechanisms and behaviour of nature which had not been impacted by mankind.

Was sagen Einlagerungen des Beckens von Sokolov über Klimawandel aus?

Der globale Klimawandel gehört zu großen Themen der Gegenwart. Es ist ein Thema, das Politiker, Militärstrategie, Volkswirtschaftler, Investoren, Wissenschaftler und breite Öffentlichkeit interessiert, aber auch spaltet. Einige Ökologen rufen nach Änderungen unseres Verhaltens gegen der Natur und nach einem radikalen Herabsetzen von Emissionen, weil sie vor der Erstarkung des Treibhausgaseffektes befürchten, welches zu weitgehenden Folgen für menschliche Zivilisation und für das Überleben von Arten führen würde. Dem gegenüber ökonomische Aktivisten bei uns und im Ausland bagatellisieren die Wirkung der menschlichen Tätigkeiten auf das Klima und setzen sich um Erhaltung gegenwärtigen Sachverhaltes ein, von dem existenziell abhängig sind mittels politische und Machtkräfte, die den freien Markt beherrschen. Es ist typisch, dass die in beiden Lagern herausgegebene Bücher oft eine Enttäuschung für Leser sind, weil in der Tatsache die Klimaentwicklung überhaupt nicht erörtern, oder keine neuen Fakten bringen. Die gegenwärtige Erwärmung der Planetenoberfläche und die Steigerung des Ozeanspiegels gut passen in zyklische Trends, die in der Geologie über das ganze Quartär bekannt waren. Ein Teilrichtwert CO_2 -Inhalt in der Atmosphäre wächst aber mit einem Tempo, das keine Parallele in der Geschichte hat. Dieses Risiko kann man nicht unterschätzen, auch wenn die CO_2 Wirkung von weitem die Wirkung des Wasserdampfes nicht erreicht.

Der vorgelegte, mehr als bescheidene Artikel sei als Beitrag eines belehrten Laien -Geologen genommen, der sich mit der Schichtfolge von tertiären untererzgebirgischen Becken vertraut gemacht hat. Jeder Geologe, Bergbauingenieur oder Fachmann aus anderen Berufen, der in das Terrain in Moster oder Sokolover Becken kommt, könnte sicher selbst über Fälle der regelmäßigen und rhythmischen Schichtengestaltung referieren. Es ist die Frage, ob die vielfältige Schichtenwiederholung durch klimatische Zyklen verursacht werden konnte. Der Autor des Artikels ist auf Basis folgender Überlegungen überzeugt, dass in meisten Fällen ja. Gleichzeitig können uns solche Beispiele konkrete Information und eine Belehrung über Mechanismen der Funktion der Natur geben, damals noch nicht von menschlichen Eingriffen beeinflusst.

Úvod

Sokolovská pánev se může pochlubit vazbou k výzkumu klimatu, o níž málokdo ví. Svou vědeckou dráhu zde začínal pražský rodák Dr. George Jiří Kukla, profesor klimatologie na Michiganské univerzitě. Kukla prováděl na Karlovarsku průzkum ložisek kaolínu, cihlářských hlín, stavebních písků a keramického křemene (např. Kukla 1959). Proslul výzkumy pleistocénních spraší v Československu, které ukazovaly, že klima na pevnině podléhalo podobným výkyvům a ve stejné frekvenci jako ve světových mořích. Podle jeho názoru má lidská činnost na oteplování planety jen omezený vliv, i když připouští, že její podíl zatím nikdo spolehlivě nevyšetřil. Proto se politicky angažoval proti přistoupení USA ke Kjótskému protokolu. Kukla je na rozdíl od Mezivládního panelu klimatických změn v Paříži přesvědčen, že za současným oteplováním Země stojí dominantní vliv Slunce, nikoliv lidí (viz odkaz na webové stránky v závěru).

Je obecně přijímáno, že astronomické cykly ovlivňují geologické jevy na Zemi, a to nejen

„velké“ globální události, jako je rifting a vrásnění. Prostřednictvím klimatu (zejména insolace, tj. oslunění zemského povrchu) ovlivňují i typ zvětrávání hornin, způsob transportu zvětralin a sedimentace. Z toho vyplývá, že astronomické a klimatické cykly se mohou vtisknout i do geologických cyklů, zejména v souborech sedimentárních hornin.

V globálním měřítku bylo v mořských sedimentech vymezeno 5 cyklů (Plint et al. 1992). Hlavním a univerzálním kritériem jsou oscilace v obsahu izotopů kyslíku, např. ve foraminiferách nebo v ledovcích, vyjádřené poměrem izotopů ^{16}O a ^{18}O (Plint et al. 1992). Tyto profily se staly základem tzv. exxonských křivek, které znázorňují kolísání hladiny světového oceánu v geologické minulosti. Pomineme-li dva nejhrubší cykly, které se vymykají událostem dílčích pánví, pak cykly 3. řádu mají nepravidelnou periodicitu 1 až 10 milionů let, typicky však < 3 milióny let. Jejich příčinu neznáme. Cykly 4. řádu trvají 500 000 až 200 000 let a jsou „neuvěřitelně dalekosáhlé“ dokumentovány v mořských sedimentech. Cykly

5. řádu trvají 200 000 až 10 000 let a jsou vysvětlitelné cyklickými pohyby Země s dopady na klima prostřednictvím změn insolace. Jsou dávány do souvislosti se změnami orbitálních parametrů Země podle Milankovičovy teorie: (1) Precese (cyklická změna osy sklonu rotační osy Země, perioda 19 000 - 23 000 let), (2) změna sklonu (tilt, obliquity) zemské osy vůči orbitální rovině Země, perioda ca 41 000 let, (3) změna excentricity orbitu Země kolem Slunce, perioda ca 100 000 let. Do tohoto časového rozpětí spadá nově zjištěný cyklus ca 90 000 let, který objevili američtí astronomové (sdělení M. Eliáš 2002), kterým se Slunce manifestuje jako proměnná hvězda. Všechny tyto cykly interferují, a proto působí geologické profily většinou dojmem nahodilého pořadí vrstev a jen v kratších úsecích se projevuje zřetelná cykličnost.

Sokolovská pánev

Rušivé geologické vlivy, které odstiňují vliv klimatických cyklů, působí obecně mnohem méně v mořích než na pevnině. Cykličnost však musí být vlastní i vnitrokontinentálním pánvím. Tak je tomu i v případě podkrušnohorských pánví, kde známky cykličnosti prostupují mnoha úseky terciéru. Ne všechny zdánlivě cyklické sledy vrstev mají klimatickou příčinu. Příkladem je autocyklické překládání ramen výnosových vějířů řek, např. habartovské vrstvy v lomech

Medard-Libík a Silvestr. Jiným příkladem jsou pravidelné sopečné freatické erupce v těšovických vrstvách lomů Družba a Marie (viz Zpravodaj VÚHU 3/2006), které nastaly v rychlém rytmu vlivem přítoku vod do výbuchového hrdla sopky. Cyklické opakování vrstev v širším regionálním měřítku však je pravděpodobně odrazem klimatických cyklů.

Klimatické cykly ve sloji Antonín

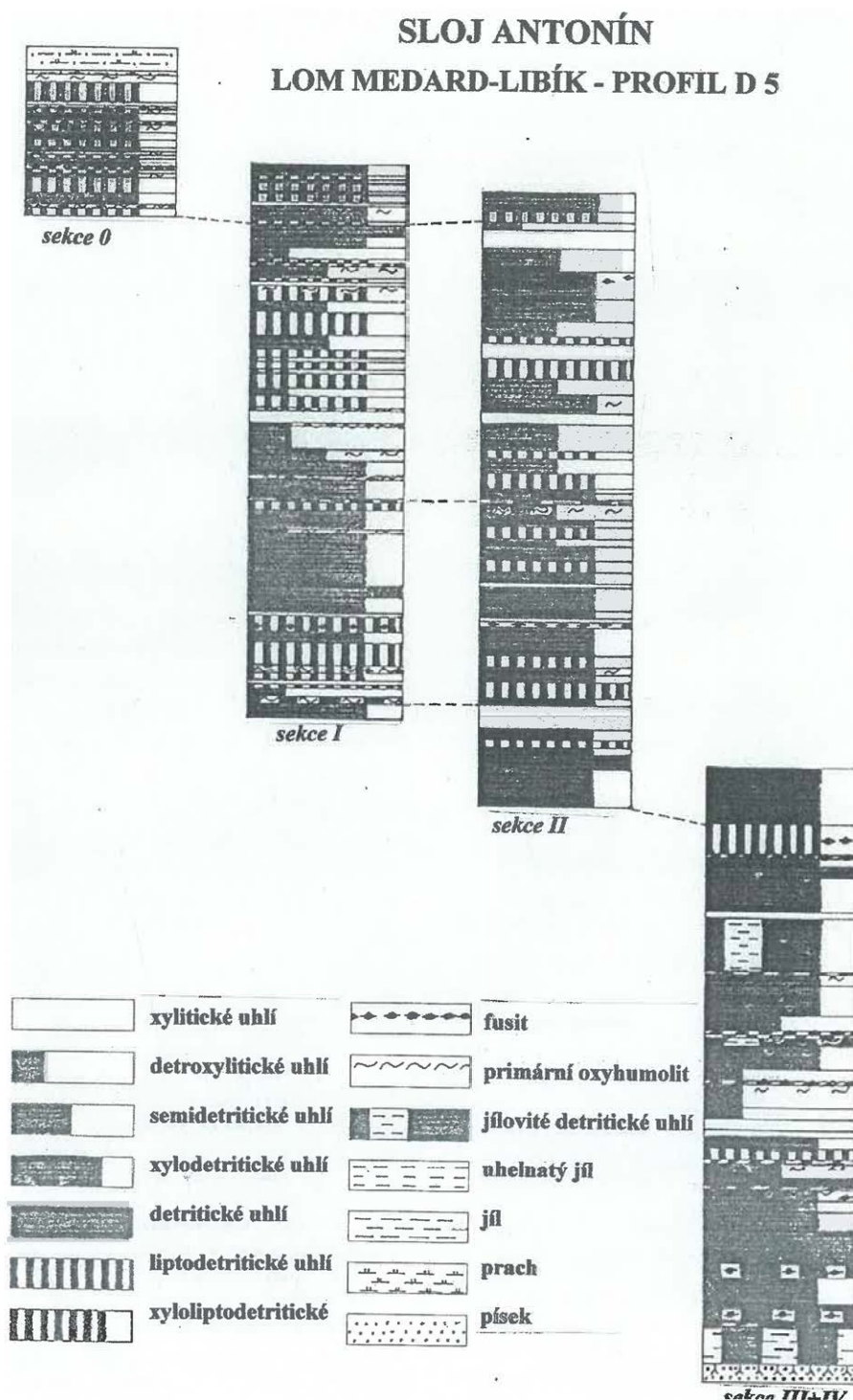
Testovaný profil se nachází v lomu Medard – Libík u hradla D5, 1 km jv. od Habartova. Tato lokalita byla zvolena proto, aby po skončení těžby (2000) a zániku profilů při rekultivačních pracích (2003) byla pro budoucnost uchována podrobnější informace o sloji Antonín. Specifická poloha místa poblíž okraje uhlotvorného rašeliniště a jeho větší citlivost na kolísání hladiny podzemní vody vedla k specifickému vývoji sloje, která je zde bohatší na macerály liptinitové skupiny ve srovnání s osou pánve. Relativně sušší prostředí rašeliniště bylo příčinou nižší mocnosti sloje, pouze 16,7 m, která je menší než průměrná mocnost sloje v lomu Medard - Libík (24 m). Ponechání lomových stěn po dobu několika let po skončení těžby a navětrání povrchu uhlí dalo zřetelně vyniknout rytmickému střídání světlejších poloh liptodetritického uhlí s tmavšími polohami humusového uhlí (obr. 1)



Obr. 1 - Sloj Antonín s pravidelným střídáním liptodetritického a xylodetritického uhlí. Lom Medard-Libík

Uhelná sloj, rozdělená do čtyř navazujících úseků, byla podrobně zprofilována petrograficky. Celkem bylo v profilu rozlišeno 170 vrstev, z toho ve vlastní sloji 154 vrstev o průměrné mocnosti vrstvy 11 cm (tab. 1). Po odstranění navětralého uhlí z profilové drážky byly odebrány průběžné vzorky uhlí pro chemicko-technologické analýzy W, A, Q_s, S, T_{sk}, B v laboratořích Sokolovské uhelné a

reprezentativní vzorky uhelných litotypů pro výzkum macerálového a chemického složení uhlí v Ústavu struktury a mechaniky hornin Akademie věd ČR. Velmi nízký obsah popela v celé sloji svědčí o nerušeném ukládání nekromasy. Z výsledků analýz (Rojík 2004) vyplývá pro cykličnost sedimentace zejména toto:



Tab. 1: Profil sloji Antonín Medard-Libík (D5)

- Sloj má cyklické uspořádání, které se projevuje mnohonásobným a pravidelným střídáním světlejších a tmavších poloh uhlí (obr. 1). Tmavěji hnědé polohy představují humitové uhlí (xylitické uhlí, páskované typy, detritické uhlí), světleji hnědé až žlutohnědé vrstvy jsou na přechodu mezi humitovým a liptobiolitovým uhlím (převážně liptodetritické uhlí). Z macerátového složení uhlí vyplývá, že tmavé litotypy vznikly za relativně vyšší hladiny vody v rašelinšti, světlejší naopak při nižší hladině vody, s přispěním oxidačních procesů na povrchu rašelinšti. To se projevuje i v chemicko-technologických vlastnostech. Například liptodetritické uhlí má dvojnásobný výtěžek dehtu a více než čtyřnásobný obsah bitumenu než (detro)xylitické uhlí. To svědčí o rytmicky se opakujících oxidačních procesech v rašelinšti. Toto pravidelné střídání vrstev na velké ploše lomu prakticky nemá jiné vysvětlení než klimatickými oscilacemi.
- V profilu slojí bylo zjištěno 40 vrstevních párů světlejšího a tmavšího uhlí. Průměrná mocnost vrstevního páru je 42 cm. Předpokládáme-li dobu sedimentace sloje v lomu Medard-Libík 900 000 let (podle magnetostratigrafie vrtu Či-165), byla průměrná doba uložení jednoho páru vrstev 22 500 let. Tento odhad se pozoruhodně blíží délce platónského roku, tzn. precesnímu cyklu Země (viz výše).
- Základnímu rytmu vrstev je nadřazen cyklus, který seskupuje zmíněných 40 vrstevních párů uhlí do pěti sedimentačních cyklů (úseků). Mocnost vrstevních párů má tendenci klesat od paty sloje k hlavě sloje (spodní IV. úsek 50 cm, III. úsek 63 cm, II. úsek 55 cm, I. úsek 34 cm, 0. úsek 24 cm). Zároveň se mění poměr mocností tmavších a světlejších vrstev uhlí. Zatímco v převážné části sloje bývají tmavší vrstvy (T) mocnější než světlejší vrstvy (S), směrem ke stropu sloje se tento poměr obrací (IV. úsek $T 27,7 \text{ cm} : S 20,0 \text{ cm} = \text{poměr } 1,38$; III. úsek $T 28,0 : S 35,0 = 0,80$; II. úsek $T 35,0 : S 17,7 = 1,98$; I. úsek $T 21,4 : S 12,8 = 1,67$; 0. úsek $T 9,5 : S 13,6 = 0,70$). Také těmto cyklům můžeme přiřadit klimatickou příčinu. Tento vývoj lze logicky vysvětlit klesající rychlostí přírůstků biomasy v důsledku zpomalování subsidence pánve a zvyšování intenzity oxidačních procesů. Přitom doba trvání jednoho klimatického cyklu mohla zůstat přibližně stejná.
- V profilu slojí Antonín bylo zjištěno celkem 25 přestávek v sedimentaci. Tyto diastémy se projevují navětráním uhlí, vznikem primárních oxyhumolitů, často překrytých fusitovými koberci. Průměrná frekvence zvětralých povrchů je 67 cm. Směrem do nadloží se četnost diastém zhušťuje: IV. + III. úsek sloje 250 cm, II. úsek 135 cm, I. úsek 60 cm a 0. úsek 23 cm. Přestávky v ukládání sloje vyznačují poměrně náhlý nástup suchých period, provázených poklesem hladiny podzemní vody, převládnutím oxidačních podmínek na povrchu rašelinšti a vznikem lesních a zemních požárů.
- Jílové proplástky se ve studovaném profilu objevují nesouvisle jen ve třech úrovních (0,4; 5,5; 12,5 m pod hlavou sloje). Pravidelně se opakující záplavové plochy, známé z ostatních částí pánve, zde chybějí. Naopak jsou zde přítomny erozní kanály, vyplněné alochtonním uhlím s vysokým podílem fusitu a zrn blízko polokoku. Oba jevy lze vysvětlit polohou na vyvýšeném okraji rašelinšti.
- S výjimkou erozních kanálů je každá uhelná vrstva včetně podložního jílu prostoupena xylitickými kořínky, které pronikají z bezprostředně nadložní vrstvy uhlí. To dokazuje autochtonní vznik sloje. Zároveň to vysvětluje hybridní povahu převážné části uhlí (např. xyloliptodetritické uhlí), kdy jsou sousední vrstvy provázány na způsob zámkové dlažby.
- Nástup suchých period vedl k periodickému zarůstání rašelinšti lesem (xylitické a páskované typy uhlí) a ke vzniku požárů (fusit, polokoks). Vypálené úseky rašelinšti, nyní vyznačené přítomností fusitových koberců mm-mocností, byly náchylné k erozi, která se projevila vyhloubením erozních kanálků vyplněných hojným fusitem. Spouštěčem eroze mohlo být zničení vegetačního krytu následkem požárů. Nejlépe jsou tyto jevy dokladovatelné v býv. lomech Lomnice a zejména Silvestr, kde se fusitové koberce rytmicky opakují ve spodní části sloje Antonín a kde byly pozorovány přímé stopy ohořelých stromů.

V centrální části pánve upoutává pozornost poměrně pravidelně se opakující výskyt jílových proplástek ve sloji Antonín (obr. 2). Těžební provoz se orientuje podle několika vřdčích proplástek s tradičními čísly (např. 8, 20, 30). Méně je známo, že číslované proplástky přejal od horníků - hlubinářů před více než 100 lety

Rotky (1903). Stálost proplástků na ploše řádově desítek km² při mocnostech pouze několik cm vždy vyvolávala pozornost (např. Äpfelbeck 1931, Havlena 1964). V profilech vrtu č. 119 a výdušnou jámou dolu Georg jv. od Lomnice bylo v tehdy těžené části sloje, mocné 30 m, zakresleno 26 číslovaných proplástků (sine 1940). Horníci původně vyjadřovali číslici pořadí proplástků ve směru od hlavy sloje. Na

dole Georg se proplásky vyskytovaly v poměrně pravidelném rozestupu po 1 m, proto zde čísla vyjadřovala i přibližnou hloubku. V různých dolech však byla odlehlost proplástků různá v závislosti na rychlosti přírůstu rašeliny. Také počet proplástků se měnil podle doby nástupu uhelné sedimentace a podle dobově platné technologické hranice sloje.



Obr. 2 - Sloj Antonín s pravidelně rozmístěnými proplástkami. Lom Jiří

Po petrografické stránce jsou proplásky ve sloji Antonín kaolinické jíly až jílovité písky. Jak prozrazuje jejich chemické složení, např. vysoký obsah titanu, vznikly rozkladem a rozplavením vulkanoklastik. Po sedimentologické stránce proplásky vyznačují záplavové plochy, které jsou druhotně ovlivněné půdotvorbou. V centrální části pánve na lomech Družba a Jiří většina proplástků zaujímá pozici v nadloží světlejšího (lipto)detritického uhlí a v podloží tmavšího (xylo)detritického uhlí, což je v souladu s výkladem profilu sloje v lomu Medard-Libík. Ne každé rozhraní je však provázáno souvislým jílovým proplástkem. Místy jeho pozici zaujímá vrstvička jílovitého uhlí.

Poměrně pravidelné ukládání vrstev v rytmu nižších desítek tisíc let po dobu kolem jednoho miliónu let je prakticky nemožné vysvětlit

výkyvy v rychlosti zaklesávání dna pánve nebo sopečnými erupcemi. Chybí pro to analogie s recentně ukládanými profily na Zemi. Navíc byl ve sloji jen ojediněle zjištěn subaerický spád sopečného popela (2 m pod hlavou sloje, v místě lokálního zhuštění tzv. 20. proplástků a zelenošedá vrstva pod 30. proplástkem). Cykličnost v uspořádání vrstev lze tedy přirozeněji vysvětlit klimatickými oscilacemi.

Klimatické cykly v cyprisovém souvrství

Cyprisové souvrství představuje unikátní zápis jezerní sedimentace v miocénu. Sedimentace kalů byla velmi pomalá, kondenzovaná, nerušená. Počáteční permanentní jezero přešlo do režimu periodicky zanikajících a obnovovaných intermitentních jezer, která asi po 4,8 miliónech let definitivně zanikla (podle

magnetostratigrafických profilů ve vrtu KP-122 a ve skrývce lomu Družba). Ukládání karbonátických jílovců, dolomitů a vápenců bylo ovlivněno teplým subtropickým klimatem, s tendencí k aridizaci. Přechod ze sloje Antonín do jezerních jílovců má spojovací prvek, kterým je slídnato-křemenný prach místy na vrstevních plochách detritického uhlí.

Klimatické cykly se vepsaly do cyprisového souvrství díky nízkému reliéfu, pomalé sedimentaci, chemickému typu zvětrávání, nepřítomnosti dlouhých hiátů a nepřítomnosti významnější eroze. Cyprisové souvrství je příležitostí ke studiu sedimentačních cyklů do podrobností, jaké nejsou v kontinentálních podmínkách běžné.

Charakteristický fenomén, který prostupuje celým cyprisovým souvrstvím, je rytmické střídání dvou typů lamin (obr. 3). Mocnost každé laminky se pohybuje v desetinách až prvních

jednotkách mm, často pod hranicí makroskopické rozlišitelnosti. Laminace není identická s mnohem nápadnější odlučností, je jemnější než odlučnost. Každý pár lamin se skládá z relativně světlejší, zpravidla mocnější a hrubozrnnější laminy prachovitěho jílovce (A) a relativně tmavší, tenčí, jemnozrnnější, kerogenem více pigmentované laminy jílovce (B). I když se v cyprisovém souvrství mění druh a intenzita barev hornin, sousední dvojice lamin vždy poměrně kontrastují, pokud jde o barvu, mocnosti lamin A/B, jejich kvantitativní poměr, množství organické hmoty a zrnitost. Barevný kontrast sousedících lamin se mění, místy je nápadnější (např. A světle zelenošedá / B světle hnědá), jindy nevýrazný (např. A šedá / B světle hnědošedá nebo A šedohnědá / B hnědá). Spodní vrstevní plochy lamin A, B jsou podle mikroskopických pozorování ostré. Směrem k nadloží se vyhraněné vlastnosti laminy částečně otupují (pozitivní gradace, změna odstínu apod.).



Obr. 4 - Laminované jílovce spodní části cyprisového souvrství. Lom Družba

Laminy A znamenají relativně rychlejší tempo ukládání jezerního kalu, laminy B pak sezónní zpomalení. Vyplývá to z rozdílné zrnitosti a

koncentrace sapropelu. Neobyčejnou pravidelnost rytmu A/B nelze vysvětlit endogenními příčinami (např. oscilací rychlosti

subsidence dna jezera), ani opakovaným zvětřením dna při turbulentním bouřkovém vlnění (uchovaná laminace). Pravidelný rytmus pravděpodobně odráží periody v rychlosti přínosu terigenního materiálu a hromadění nekromasy. Obojí reagovalo na pravidelné střídání humidnějších a aridnějších období. Pravidelné střídání dvou typů lamin připomíná sezónní rytmy, např. skandinávské varvy. Podobně i v maďarských „alginitech“ (Solti 1985) docházelo ke střídání sezónních lamin, kde více organické hmoty ukazovalo teplejší dobu a více anorganické hmoty studenější dobu. Avšak porovnáním počtu vrstevních párů s časovým rozpětím cyprisového souvrství podle magnetostratigrafie vrtu KP-122 (Krs et al. 1991, Malkovský 1995) vyplývá, že jeden vrstevní pár se usadil za dobu řádově několika set let.

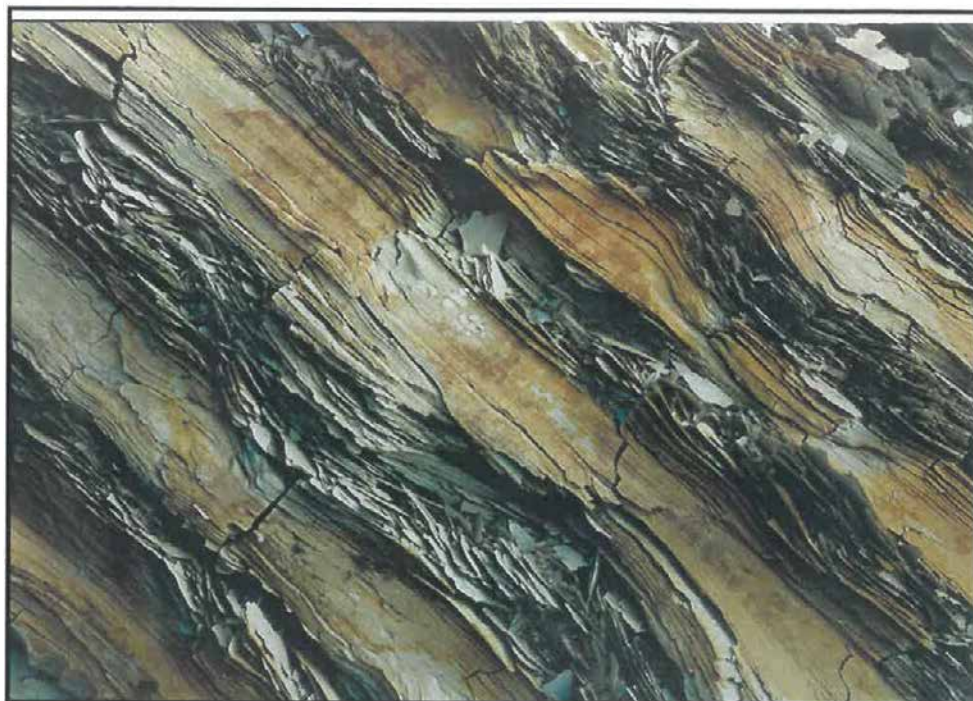
Dalším charakteristickým rysem cyprisového souvrství jsou povlaky slídnato-křemenného prachu (laminy E) na vrstevních plochách jílovců. Lamininy se skládají z křemene, světlé slídy (muskovitu až sericitu) a z příměsi jemného organického detritu, zvětralých živců, kaolinitu, biotitu, greigitu, karbonátů a dalších akcesorií. Bylová (in Exler 1971) zjistila, že křemenná zrna jsou tupě až ostře hranatá, s nerovným lesklým povrchem, čirá až mléčně zakalená, průsvitná. Jsou velmi dobře vytríděná na jemnozrnný písek až hrubý prach, při větší mocnosti je patrná normální gradace. Lamininy jsou průběžné na značnou vzdálenost. Mají poměrně stálou mocnost, tvoří tenké slídnaté povlaky až několik mm mocné lamininy. Vznikly pravděpodobně v sušším období navátím eolického prachu na vodní hladinu a sedimentací ze suspenze. Eolický původ naznačuje struktura zrn (zrnitost, zakulacení zrn, místy důlkovitý povrch, menší zrna jsou zploštělá, protáhlá, se štěpnými hranami, unášena v suspenzi). Rovněž Obrhelová - Obrhel (1983) pokládali povlaky jemnozrnného křemene v jílovcích cyprisového souvrství chebské pánve za eolický prach. Některé eolické vrstvičky obsahují příměs minerálů původu vulkanického (biotit, flogopit, analcim) a liší se od běžných povlaků řádově větší mocností (cm), která je předurčuje jako

vůdčí horizonty (greigitový a flogopitový horizont). Eolické E-lamininy nevykazují stejnou pravidelnost jako laminace A/B, ale v některých úsecích se frekvence eolického prachu blíží frekvenci jílových lamin. Eolické nánosy zpravidla nasedají na B-lamininy.

Základní rytmus charakterizovaný střídáním lamin A/B, oddělený slídnatými laminami E, lze nejlépe sledovat v profilech vystavených delší dobu povětrnostním vlivům. Selektivní navětrání zdůrazňuje laminaci barevně i morfologicky. Karotáží nebo penetrometrií nejsou tyto jemné rytmy zjistitelné pro jejich nepatrné rozměry.

Každému rytmu A+B lze přisoudit dobu sedimentace ca 250 až 500 let, v reálu jistě s mnoha odchylkami. Pro odhad rychlosti ukládání jsou důležité spojitě úseky bez diastém a hiátů. Tyto úseky jsou ale krátké a dobu trvání hiátů, vyznačených např. karbonáty, bahenními prasklinami nebo vrstvičkami s larvami vážek, nelze určit. Na 13 cm dlouhém reprezentativním vrtném jádru byla spočítána průměrná mocnost páru lamin A+B 1,4 mm (po kompaksi a diagenězi), z toho mocnost A-lamininy 1,2 mm a B-lamininy 0,2 mm. Souhrn studovaných částí profilů je v tab. 2. Ve spodní části cyprisového souvrství, v obzoru modrošedých jílovců, byla sedimentace podle magnetostratigrafie podstatně rychlejší, podle profilu vrtu KP-122 (Krs et al. 1991) lze odvodit ca 72 mm/1000 let zpevněné hmoty. Laminace však byla v některých polohách zničena bioturbací, např. v rybím horizontu. Ve střední a svrchní části souvrství vycházejí hodnoty kolem 10 mm/1000 let, ty však jsou silně ovlivněny hiáty.

Stejně jako ve sloji Antonín lze i v cyprisovém souvrství vypočítat cykly, které jsou nadřazené základnímu rytmu vrstviček. Hierarchie cyklů (lokální označení 1. - 5. řád) má tyto orientační mocnosti: 5. řád: 3 - 10 cm (obr. 4), 4. řád: 40 - 50 cm (místy svrchu ukončen karbonatizovanou polohou), 3. řád: 3 - 5 m (barevně markantní hranice), 2. řád: první desítky metrů (např. pelokarbonátové obzory nebo obzor modrošedých jílovců), 1. řád: celé cyprisové souvrství (až 182 m).



Obr. 4 - Laminované jílovce střední části cyprisového souvrství, cykly 5. řádu. Průnik lomů Jiří a Marie

Tab. 2 - Parametry sedimentačních cyklů 5. řádu v cyprisovém souvrství

Č. vzorků *	Sumární mocnost cyklů	Počet párů lamin A+B	Sumární mocnost lamin B	Podíl lamin B	Průměrná mocnost páru lamin
	mm		mm	%	mm
Mělkovodní „papírové břidlice“ Σ7+9+10	20	82	15,4	77,0	0,24
Mělkovodní jílovce Σ1+2+3+6+8	230	166	31,3	13,6	1,39
Hluběji uložené jílovce Σ4+5	400	11	73,0	18,2	36,36
Suma všech vzorků Σ1...10	650	259	119,7	18,4	2,51

* Lokalizace a popis vzorků jsou k dispozici u autora (Rojík 2004)

Porovnáním průměrné rychlosti sedimentace cyprisového souvrství s mocností cyklů a s nutným přihlédnutím k přestávkám sedimentace se průměrný cyklus 5. řádu v cyprisovém souvrství mohl usadit průměrně za dobu okolo 20 000 let. Tento odhad se blíží odhadu trvání cyklu ve sloji Antonín. Odhad doby trvání nadřazených cyklů by už byl čistou spekulací.

Závěr

Na příkladech uhelné sloje Antonín a jílovců cyprisového souvrství v miocénu sokolovské

pánve byly dokumentovány příklady cyklické sedimentace. Doba uložení základních cyklů v těchto jednotkách dosahuje 22 500 let, resp. okolo 20 000 let. Základní cykly ve vrstevním sledu uhelnou slojí odrážejí cykličnost v oscilaci vodní hladiny rašeliniště, ve složení porostů a ve stupni oxidace povrchu rašeliniště, včetně náchylnosti k požárům. Cykly tedy pravděpodobně vyjadřují klimatické oscilace v miocénu. Doba trvání jednoho cyklu zhruba odpovídá precesnímu cyklu Země (platónskému roku).

V cyprisovém souvrství byla proměřena rytmičká laminace jílovců, její druhy a frekvence. V obou jednotkách pak byly zjištěny náznaky cyklů vyšších řádů.

Některé úseky sokolovské pánve lze doporučit jako vhodný terén pro pokročilejší studium cyklů, s využitím chemických analýz (zejména C_{org} , C_{karb} v jílovcích a tufitech), studia macerátového složení slojí a matematických metod (harmonická analýza).

Z hlediska dopadů klimatických cyklů na životní podmínky upoutávají studované profily v sokolovské pánvi rychlým nástupem cyklů, tzn. prudkými přirozenými změnami podmínek a nutností postupné adaptace nebo změny ekosystémů. Vztáhneme-li tyto poznatky na naši současnost, pak je možné, že lidské zásahy působí jako urychlovače přirozených změn. Je proto rozumné zbytečně nezvyšovat riziko a rychlost prudkých změn klimatu.

Literatura:

- [1] Kukla J. (1959): *Geologické poměry karlovarských kaolinů*. - Acta Univ. Carol., Geol., 1-2, 141–170, Praha.
- [2] Plint A.G. - Eyles N. - Eyles C.H. - Walker R.G. (1992): *Control of Sea Level Change*. - In Walker R.G. - James N.P.: *Facies Models - Response to Sea Level Change*, 15-25, GA Canada.
- [3] Rojík, P. (2004): *Tektonosedimentární vývoj sokolovské pánve a její interakce s územím Krušných hor*. - Ph.D. thesis, Přírodověd. fak. UK, Praha.
- [4] www.gelfmagazine.com/archives/an_unrepentant_prognosticator.php
<http://www.radio.cz/cz/clanek/106232>
<http://ngm.nationalgeographic.com>
www.ngm.com/climateconnections

Osobní zprávy

Zpravodaj Hnědé uhlí 3/2008



Ing. Zdeněk Zatloukal
24.7. 1946 – 26.7. 2008

Všechny, kteří ho znali, zaskočila smutná zpráva, že ve věku 62 let opustil tento svět ing. Zdeněk Zatloukal, výrazná osobnost těžebního průmyslu mostecké části Severočeského hnědouhelného revíru a v posledních letech i člen redakční rady Zpravodaje Hnědé uhlí, jehož vydavatelem je Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s.

Ing. Zatloukal se narodil dne 24. 7. 1946 ve Slaném. Po absolvování kladenské Střední průmyslové školy a Vysoké školy báňské v Ostravě, nastoupil v roce 1970, jako její absolvent, na tehdejší Doly V.I. Lenina v Komořanech. Od roku 1971 pracoval na lomu Jan Šverma, zprvu jako revírník, později jako provozní inženýr, vedoucí přípravy výroby a vedoucí výroby.

V letech 1982 – 1990 působil na ředitelství DVIL jako vedoucí odboru řízení výroby. V roce 1990 se vrátil zpět na lom Jan Šverma nejprve jako hlavní inženýr, v letech 1991 – 1997 jako ředitel závodu.

Poté, až do roku 2002, byl postupně hlavním inženýrem Závodu útlumu a zahlazování a Závodu technických a organizačních služeb Mostecké uhelné společnosti a.s.. Od roku 2003 až do své smrti 26. 7. 2008 byl vedoucím odboru báňského rozvoje a zahlazování na ředitelství MUS a.s..

Za své celoživotní působení v hnědouhelném hornictví mu byla v roce 2006 Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR a předsedou Českého báňského úřadu udělena medaile Jiřího Agricoly „Za zásluhy o české hornictví“.

Čest jeho památce