

Karotážní korelační schéma hlavní uhelné sloje v severočeské hnědouhelné pánvi a důlně geologická praxe

Das Karotage-Korrelationschema des Hauptkohlenflözes im nordböhmischen Braunkohlenbecken und die bergbau-geologische Praxis

Der Artikel informiert über einen Versuch, mittels einer Korrelations-gama-gama-Methode der Karotageprofilierung entlang der Achse des nordböhmischen Braunkohlenbeckens ein objektives Korrelationsschema des Hauptkohlenflözes zu bilden. Das Ergebnis dieser Arbeit ist die Feststellung von Isochronenniveaus im Rahmen des Kohlenflözes. Der Verlauf der Köhlenflözentwicklung ist durch ununterbrochenes Wechseln der Torfbildungsstadien der Moore mit Verflutungsstadien praktisch der sämtlichen Beckenfläche mittels eines seichten Teiches gekennzeichnet. Es werden beide Stadien und ihre Folgen ausführlich beschrieben. Für die Hauptursache der Regimänderung hält der Autor die periodische Änderungen des hydrologischen Regimes des Becken- und Wassersammelungsgebiets der Zuflüsse ins Becken, die durch Schwankungen der Klimabedingungen verursacht werden.

Der Verfasser nimmt, aus der Sicht der Schemalösung, den Standpunkt zu einigen langfristig diskutablen Problemen im Bereich Geologie des nordböhmischen Beckens ein.

Logging correlation scheme of main coal seam in the North-Bohemian brown coal basin and mining-geological practice

The article brings lightly shorted text of paper about attempt to create objective correlations scheme of main coal seam down the axis of North-Bohemian brown-coal basin using the method of corellations of gamma-gamma borehole well-logs. The result of this work is determination of isochronous horizons in the main coal seam. The course of genezis of coal seam is characterised as non-stop changing of stages of peat forming swamp and stages of shallow lake flooding of practically all the area of the basin. Both the stages and its consequences are in detail described. As the main reason of regimen changes is by author considered climatically conditioned periodic

fluctuations of hydrological regimen of the area of the basin and the drainage area of water streams leading into the basin. The author takes from a point of view of scheme solution his stand to some long-term controversial problems of geology of North-Bohemian brown-coal basin.

Каротажная корреляционная схема главного угольного пласта в Северочешском бурoughольном бассейне и горно-геологическая практика

Статья приносит информацию о попытке создания при использовании метода корреляции гамма-гамма каротажных профилей буровых скважин объективной корреляционной схемы главного угольного пласта вдоль осевой линии Северочешского бурoughольного бассейна. Результатом работы является установление изохронных горизонтов в рамках угольного пласта. Течение возникновения угольного пласта характеризуется как непрерывное чередование стадий торфообразующей трясины со стадиями затопления практически целой площади бассейна неглубоким озером. Обе стадии и их результаты подробно описываются. Основной причиной изменений режима автор считает периодическое колебание гидрологического режима области бассейна и водосборные зоны притоков в бассейн, вызванные колебаниями в климатических условиях. Автор также с точки зрения решения схемы занимает позицию по некоторым долгосрочно спорным проблемам по геологии Северочешского бурoughольного бассейна.

Karotážní korelační schéma hlavní uhelné sloje v severočeské hnědouhelné pánvi a důlně geologická praxe

Článek přináší informace o pokusu vytvořit pomocí využití metody korelace gama-gama karotážních profilů vrtů objektivní korelační schéma hlavní uhelné sloje podél osní linie Severočeské hnědouhelné pánve. Výsledkem práce je stanovení izochronních horizontů v rámci uhelné sloje. Průběh vzniku uhelné

sloje je charakterizován jako nepřetržité střídání stadií rašelinotvorného močálu se stadii zatopení prakticky celé plochy pánve mělkým jezerem. Obě stadia a jejich důsledky jsou podrobně popsána. Za hlavní příčinu změn režimu považuje autor periodické výkyvy

hydrologického režimu oblasti pánve a vodosborné oblasti přítoků do pánve, způsobené výkyvy klimatických podmínek. Autor zaujímá z pohledu řešení schématu i stanoviska k některým dlouhodobě sporným problémům v geologii Severočeské hnědouhelné pánve.

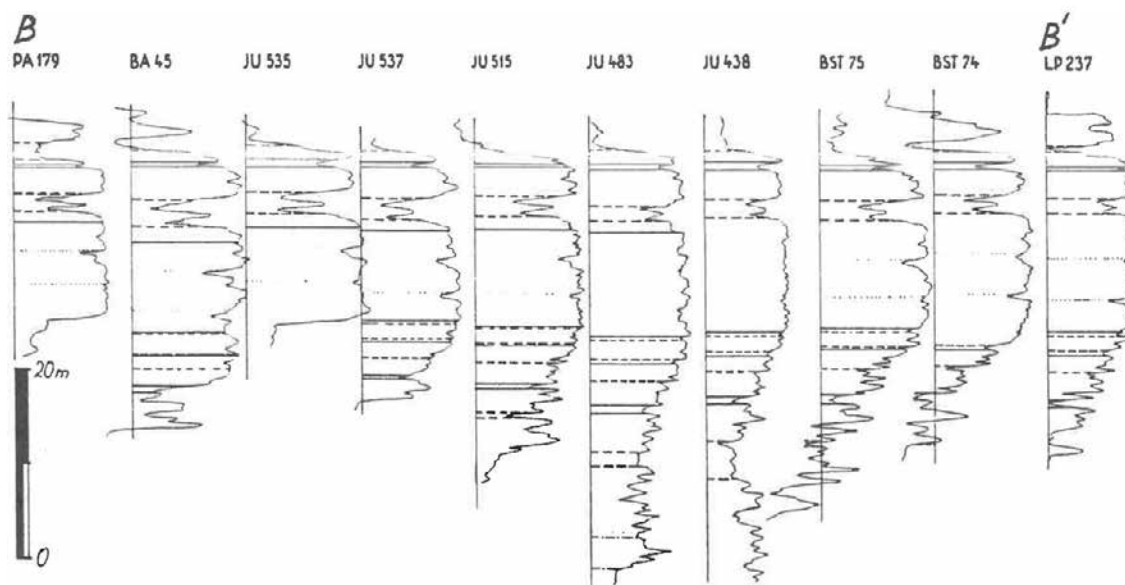
V červenci 1995 na Evropské uhelné konferenci v Praze bylo poprvé předvedeno kompletní karotážní korelační schéma hlavní uhelné sloje Severočeské hnědouhelné pánve. Vzhledem k neúčasti geologů, pracujících v pánvi, bylo v září 1995 zorganizováno jeho předvedení na půdě vzniku schématu - na Dolech Bílina. Značný zájem zúčastněných geologů o písemnou podobu referátu doprovázejícího vlastní předvedení schématu vyvolal potřebu publikovat vypovídajícím způsobem karotážní korelační schéma ve Zpravodaji.

Metoda

Škála sledovatelných vlastností uhelných slojí nabízí zdánlivě široké spektrum možností v jejich využití pro korelaci jednotlivých vrstev v rámci uhelné pánve. Z číselně měřitelných vlastností jsou to výsledky uhelné mikropetrografie, analýz obsahu popela, hořlaviny, vody, síry, arsenu a řady jiných chemických prvků, mikropaleontologických analýz, izotopických analýz - souhrnně tedy analýz vzorků, odebraných z vrtného jádra nebo z výchozu. Hlavní překážkou úspěšného využití těchto údajů k účelům detailní korelace slojových vrstev je velká dávka subjektivnosti odběru vzorků. Vzorkující osoba většinou provádí vzorkování podle makroskopicky zřetelných vlastností hornin a viditelně podobné typy hornin sjednocuje do větších intervalů, často podle momentálních požadavků výrobní praxe a tlaku na úspory nákladů na geologický průzkum. Některé metody přímo nahrazují vzorkování systematické vzorkováním typických intervalů bodovými vzorky. Další metody dokáží pracovat pouze s některými typy hornin, proto výsledky analýz nelze rozšiřovat ani na blízké okolí vzorku. Značným problémem těchto metod je už samo vrtné jádro, neboť při jeho získávání dochází k jistým těžko postižitelným zkreslením skutečnosti. U řady těchto metod je nedostatkem i velmi řídká síť vrtů, ve kterých byly tyto metody použity. Mnoho jmenovaných nedostatků odstraňuje metoda nedestrukčního vzorkování stěn vrtů - karotáž. Zcela zde odpadají subjektivní faktory a síť karotovaných vrtů je v rámci Severočeské hnědouhelné pánve (dále SHP) velmi hustá. Karotáž je ovšem odkázána na měření čistě fyzikálních vlastností hornin jako je elektrický odpor, magnetické vlastnosti, radioaktivita, tepelná vodivost, reakce různých hornin na ozařování různými typy záření a podobně. Nezbytným předpokladem pro interpretaci karotážních měření je v každém případě vrtné jádro téhož vrtu a pouze ve velmi hustě provrtaných oblastech lze bez obav používat metodu vrtání bez jádra s karotáží stěn vrtu jako ekvivalent vrtání na jádro. Z důvodu převážného využití uhlí jako paliva je nejhustší síť vrtů s analýzami vrtného jádra z energetických hledisek - obsahu popela, vody a výhřevnosti. Z hlediska použitelnosti pro korelaci je nejvhodnější detailní vzorkování na obsah popela (výhřevnost i obsah vody jsou do jisté míry funkcemi obsahu popela). Podobně jako obsah vody nebo výhřevnost je i řada fyzikálních vlastností, měřitelných metodami karotážními, funkcí obsahu popelovin v uhlí. Je to především hustota a radioaktivita a do značné míry elektrický odpor. Ostatní karotážní metody se používají pouze jako doplňkové a jejich použití je vázáno spíše na rozlišení hornin mimo uhelnou sloj. Pohled na slojové vrstvy na libovolném povrchovém

dole zjevně naznačuje, že snahám o detailní rozčlenění uhelné sloje nejvíce vyhovují právě metody, jejichž výsledky jsou úměrné obsahu popela. Změny sedimentačních podmínek v pánvi se totiž zapisovaly především do změn v obsahu popelovin v uhelné sloji. Protože popsání problémy subjektivního rázu silně ztěžují práci s výsledky vzorkování vrtného jádra, je zřejmé, že stanovení obsahu popela ve vrtu metodou hustotní gama-gama karotáže je pro kvalitativní stanovení změn obsahu popela v profilu sloje výhodnější. Hustota sítě karotovaných vrtů je srovnatelná se sítí vrtů na jádro a interval měření se ve sloji pohybuje řádově v centimetrech (vzorkování vrtného jádra spíše v decimetrech a metrech), výkyvy v obsahu popela jsou tedy zmapovány s maximální podrobností jak v ploše, tak ve směru vertikálním. Proto byla metoda porovnávání křivek hustotní GGK použita jako vůdčí metoda při korelaci uhelných a neuhelných vrstev v uhelné sloji v SHP.

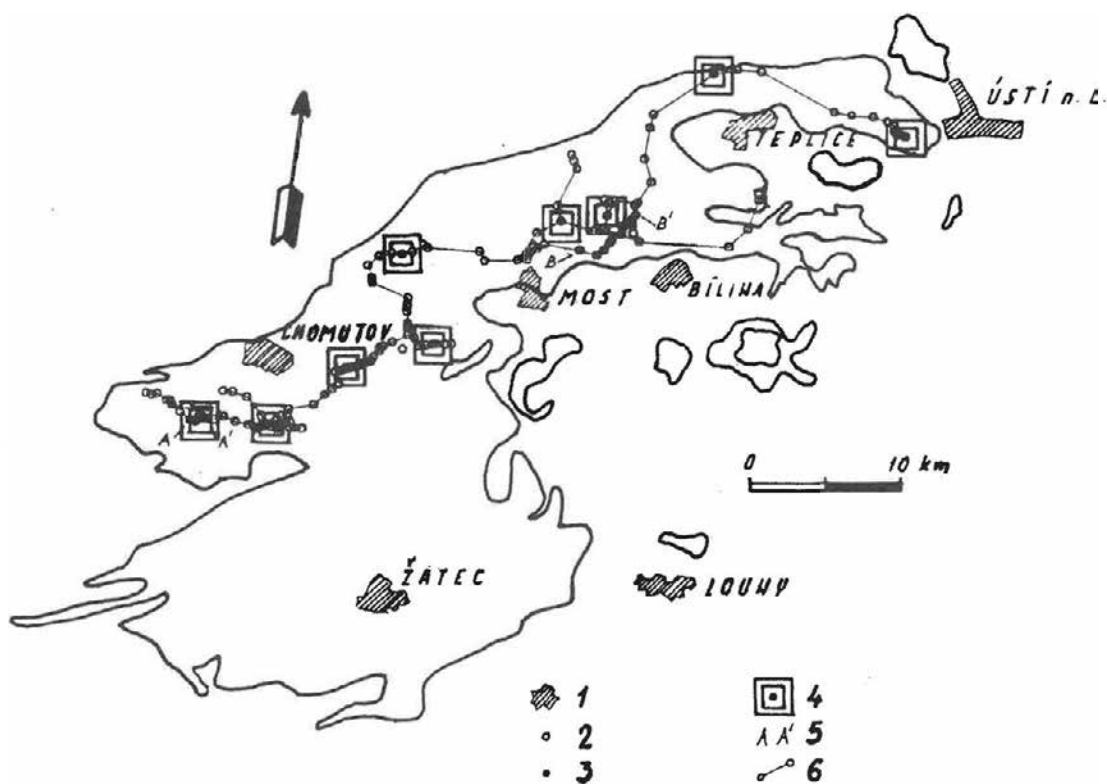
Možnosti metody je možno ilustrovat na několika nepříliš vzdálených vrtech z oblasti dolu Bílina (obr.1). Křivky sousedních vrtů si zachovávají velice podobnou kresbu, takže korelace jednotlivých uhelných i neuhelných vrstev není problémem, i přes jisté výkyvy v mocnostech jednotlivých vrstev. Limitní vzdálenost, na kterou lze provádět spolehlivou korelaci, je závislá na proměnlivosti mocnosti jílových i uhelných poloh a pohybuje se v různých oblastech SHP od několika desítek do několika tisíc metrů. Možnosti metody omezuje hlubinné přerubání sloje, tektonika, vyrubání sloje povrchovými lomy v době, kdy metoda ještě nebyla známa. V takových oblastech je potřeba vzít za vděk některou z dalších výše uvedených metod (obsah popela, elektroodporová karotáž).



Obr. 1 Bílinský úsek karotážního korelačního schématu

Použitá data

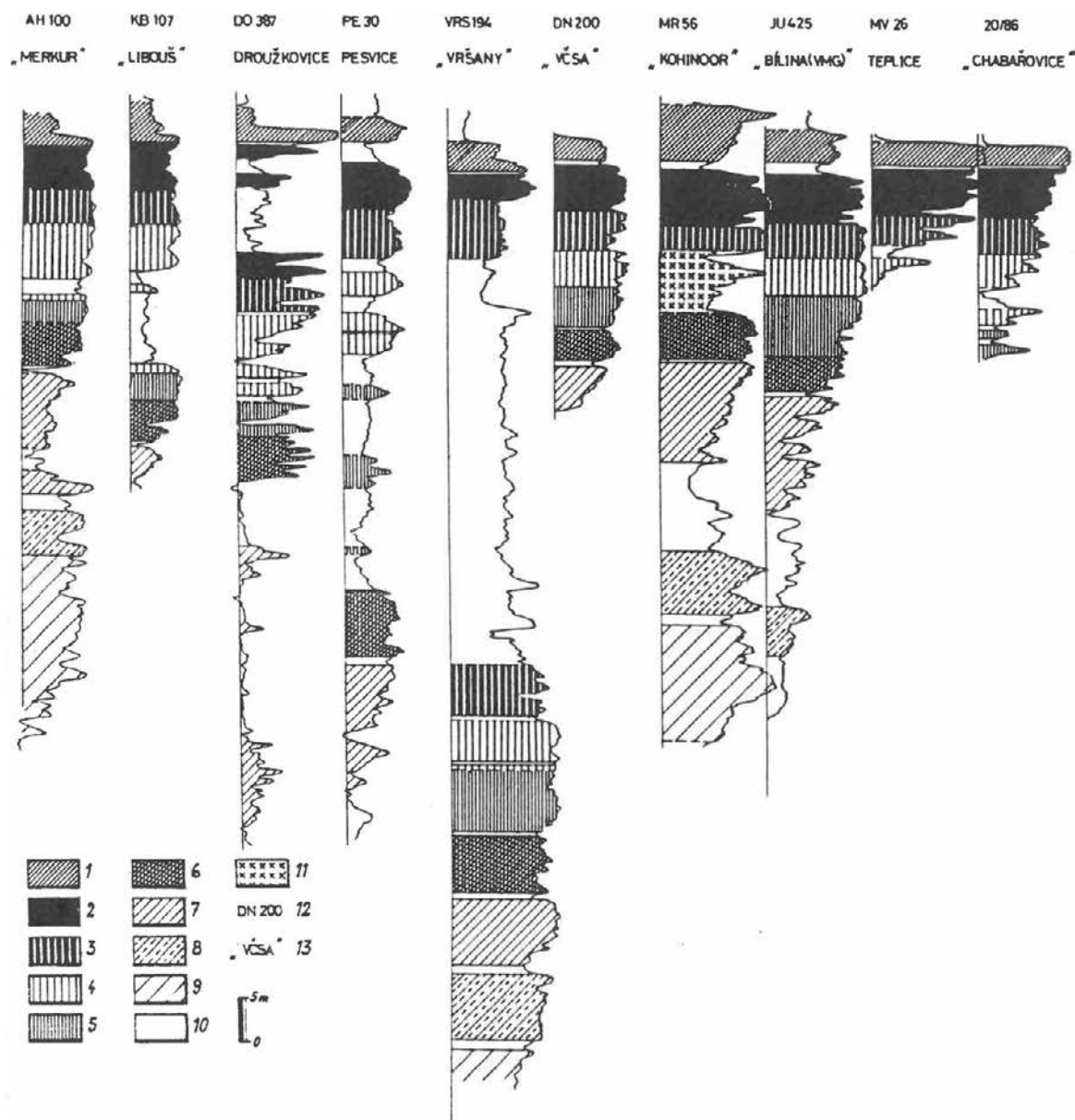
Průběh linie vrtů, použitých pro konstrukci karotážního schématu je výsledkem výběru z velkého množství dosažitelných dat podle několika podmínek. Sousední profily vrtů musely být zřetelně korelovatelné, linie měly procházet napříč typickými slojovými strukturami a zároveň alespoň svými větvemi protnout dobývací prostory v současné době provozovaných velkolomů. Úseky sloje, přerubané hlubinným způsobem byly, pokud to bylo možné, překonávány pomocí vrtů v pilířích. Zcela vytěžené plochy, pokud neposkytly alespoň výsledky detailního vzorkování vrtného jádra, byly vynechány. Z taktických důvodů nebyly do hlavní linie zahrnuty plochy tzv. anomálního vývoje sloje při mostecko-bílinsko-duchcovském okraji pánve. Anomálně vysoké mocnosti sloje udělaly z těchto míst často uhelné bonanzy, které přilákaly těžaře již v ranných stádiích hornictví v SHP, což vedlo k značnému ztížení novodobých průzkumných prací. Přesto se k této problematice vrátím několika slovy v závěru. Snažil jsem se zahrnout do linie především profily vrtů, spolehlivě zachycující průběh uhlonosných vrstev až do zjevně předmiocenního podloží. Většina vrtů v SHP ovšem tuto podmínku nesplňuje, takže bylo nutno použít i řadu vrtů nedovrtaných. Konečný průběh linie vrtů po splnění všech podmínek nemohl být zdaleka přímý a jenom se klikatě přibližuje osní linii pánve (obr.2).



Obr. 2 Orientační mapa severočeské hnědouhelné pánve s vyznačenými liniemi vrtů použitých v korelačním schématu: 1 - Města, 2 - vrty použité ve schématu, 3 - profily vrtů použité v tomto článku, 4 - profily použité ve zjednodušeném schématu

Výsledek korelace - izochrony

Výsledkem více než ročního úsilí je první objektivně konstruované korelační schéma hlavní uhelné sloje podél celé SHP. Toto schéma je bohužel díky svým rozměrům (cca 1x6m) publikovatelné pouze cestou předvedení na konferenci, proto se v příspěvku orientuji spíše na shrnutí důsledků jeho vytvoření pro poznání průběhu tvorby uhlonosných vrstev v SHP a prezentuji zde pouze zjednodušený výtah z tohoto schématu (obr.3). Vytvořené schéma je orientováno na období vzniku uhelné sloje a tudíž je očištěno od pozdějších geologických událostí (kromě diageneticky podmíněné kompakce sedimentovaných hornin), následkem čehož získává výrazně paleogeografickou náplň. Pravidelně se opakující sekvence vrstviček v sousedních vrtech a možnost korelace těchto sekvencí na vzdálenosti srovnatelné s rozměry celé sedimentární pánve ukazují na fakt, že změny obsahu popela ve sloji nejsou vrt od vrtu náhodné, ale podléhají obecným zákonitostem, formulovatelným po celé ploše pánve. Především je zřejmé, že sekvence změn sedimentačních podmínek korelovatelné na tak velké vzdálenosti mají izochronní charakter. Jinými slovy, zatímco opakovaný výskyt jedné jílovité nebo uhelné vrstvy v ploše nemusí díky možným postupným faciálním změnám v prostoru a v čase opravňovat k jeho interpretaci jako důsledku jedné paleogeografické události, opakovaný výskyt tak zřetelně porovnatelných sledů vrstev, jako je to v případě předkládaného schématu, k takovéto interpretaci závěru přímo nutí. To je zcela zásadní fakt, jehož diskuse zabírá geologům, zabývajícím se řešením geologie SHP, již desítky let. Poměrně dlouhou dobu je tento princip uznáván v chomutovské části SHP, kde je rozčlenění uhelné sloje jílovitými proplástkami velice zřetelné (Zíma 1986, Horčíčka 1988, Ovčarov 1988). Velmi těžko se ovšem prosazuje v oblasti takzvaného jednotného vývoje sloje na severovýchod od linie Most- Albrechtice. Vývoj vrstevních sledů uhelné sloje je zde zastřen malou až nulovou mocností jílovitých proplátek a geologickou situací místy velmi komplikuje výše zmíněná "anomální stavba sloje", odvádějící pozornost geologů často zcela nesprávným směrem. Korelační schémata se zde proto převážně orientují na dělení sloje do tří lávek podle technologicky motivovaných hranic (Václ 1989, Brus - Hurník - Elznic - Zelenka 1987, Hokr in Malkovský 1985). Ani zde však není uplatnění výše uvedeného principu nové. Práce specialistů - geofyziků však ve značné míře zapadly pod tlakem geologů (Dáňa in Václ 1989). Informace tisíců karotážních křivek tak nebylo v této oblasti řádně využito. Důkaz o možnosti korelace uhelných vrstev v této ploše jsem předložil teprve v roce 1993. Domnívám se, že předložené schéma tuto dávnou disproporci odstraňuje a dlouhodobý spor uspokojivě řeší.



Obr. 3 Zkrácené korelační karotážní schéma hlavní uhelné sloje severočeské hnědouhelné pánve : 1-9 - typické korelovatelné části uhelné sloje, 10 - mocné vrstvy sedimentů jezerních fází, 11 - přerubáno hlubinným dolováním, 12 - číslo vrtu, 13 - jméno lokality nebo dolu. Pozice vrtů (obr.2).

Závěr o izochronnosti vzniku jednotlivých sekvencí vrstev dává předpoklad pro to, aby i jednotlivé vrstvy, které jsou součástí dané sekvence a lze je takto korelovat na velké vzdálenosti, mohly být považovány za izochronní horizonty. Karotážní křivky umožňují sledovat jednotlivé vrstvičky od vrtu k vrtu nehledě na změny mocnosti. Rovněž pozvolné změny v petrografickém složení jednotlivých vrstviček nebrání jejich sledování na velké vzdálenosti. Možnosti sledování dané vrstvičky končí tehdy, když její mocnost přechází do nuly nebo její petrografické složení přejde do složení blízkého složení nadložní nebo podložní vrstvičky. Z korelačního schématu je zřejmé, že mocnost

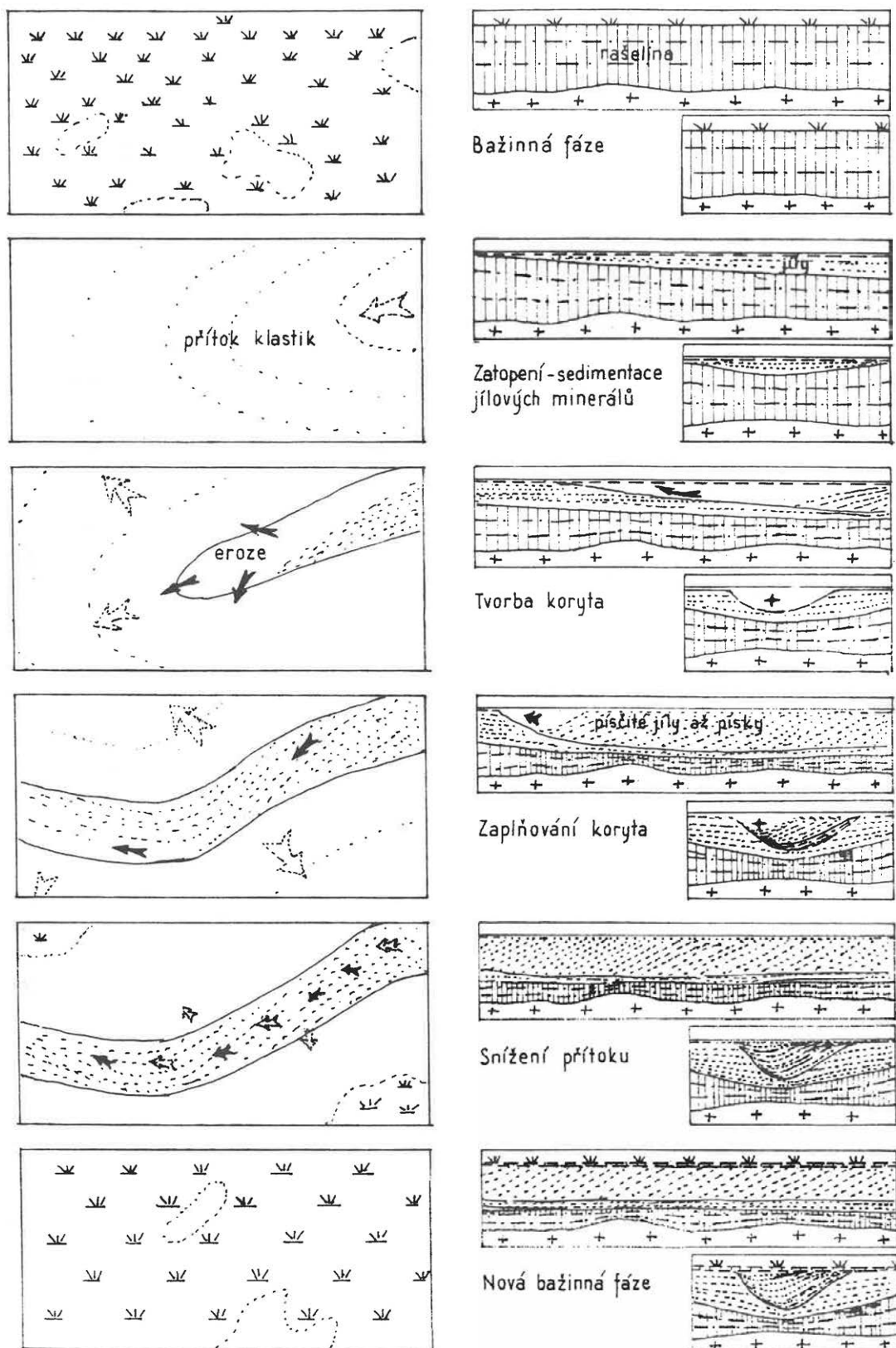
každé uhelné vrstvičky je velmi stabilní na velkých plochách, zatímco mocnost vrstvičky neuhelných hornin může rychle kolísat od centimetrů do několika desítek metrů. Rovněž petrografické složení uhelných vrstviček je stálejší. Jsou tvořeny různými typy uhlí, jílovitých uhlí až uhelnými jílovci. Naproti tomu vrstvičky neuhelné pokrývají široký interval klastických hornin od jílovců po hrubé písky včetně jejich mineralizovaných podob - pískovců a pelokarbonátů a typů s obsahem různé příměsi rostlinného původu. Nárůst mocnosti neuhelné vrstvičky je přímo úměrný růstu obsahu hrubších klastických částic v sedimentu. Z paleogeografického pohledu schéma odhaluje základní princip fungování uhlotvorného močálu, který existoval v oblasti SHP v miocénu. Po celé období tvorby slojových vrstev se v uhlotvorném močálu pravidelně střídaly etapy více či méně nerušeného hromadění hmoty rostlinného původu s etapami celoplošného zatopení oblasti, které vytvářelo podmínky pro sedimentaci klastického materiálu, přinášeného do oblasti močálu vodními toky. Jak ve fázích rašeliništních tak ve fázích širokého rozšíření hladiny velmi mělkého jezera, byla pánevní oblast napájena vodními toky, jejichž vodosborné oblasti jsou poměrně dobře známy z analýz asociací těžkých minerálů písčitých sedimentů (Čadek - Elznic - Rákosová in Malkovský 1985). Převládající směr přínosu klastického materiálu do pánve od jihu se v době života uhlotvorného močálu v podstatných rysech neměnil, výrazně se však měnila konkrétní místa ústí toků do močálu.

Průběh jezerních fází

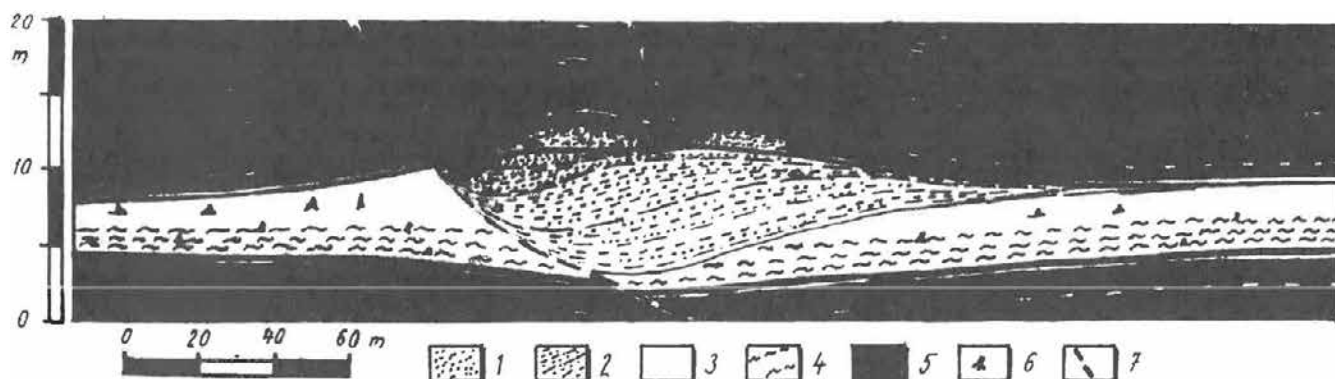
Polohu koryta přítoku do močálu v jezerních stádiích ukazují maximální mocnosti jílových proplástků spojené s písčitou akumulací. Představu fungování takového přínosového koryta charakterizuje série obrázků (obr.4). U každého jílovitého proplátku lze teoreticky najít alespoň jedno takové koryto. Dokumentace z těžební lokality Libouš (obr.5) i výsledky vrtných prací v oblasti Šverma - západ (Ovčarov 1988) ukazují, že koryta přítoků mění svou dráhu podobně jako meandrující řeka. Maximální mocnost proplátku v místech koryta, tedy osy přínosu klastik je dána stlačitelností dříve nasedimentovaných vrstevních sledů. Vztah mezi písčitojílovitými a prachovitojílovitými sedimenty celé takto vznikající vrstvy ukazuje ilustrace, dokumentující současný stav uhelných řezů na lokalitě Libouš (obr.5) a ekvivalentní úsek karotážního korelačního schématu (obr.6).

Z ilustrace je zřejmé, že uložení písčitých sedimentů uvnitř proplátku je vůči jílovitým sedimentům diskordantní. Vrstevnatost a složení písčitých sedimentů odpovídá výplni koryta toku ponořeného pod hladinou vodní nádrže, ve které tok ústí (Reineck - Singh 1973). V řezu tedy vidíme výplň koryta toku, který přinášel do pánve i dříve usazený jílovitý a prachovitý materiál. Ve výplni koryta je napohled zřetelná tendence k nárůstu podílu hrubějšího klastického materiálu u mladší výplně, jež zřejmě souvisí s postupným zaplňováním koryta a následným zvyšováním rychlosti proudu. Je naprosto jasné, že daná oblast prošla vývojem v následujícím pořadí:

1. zatopení - sedimentace převážně jílovitého materiálu, při občasné snížení hladiny návrat rašeliništních podmínek,
2. přiblížení čela vlastního koryta - podvodní eroze již usazené hmoty - vytvoření profilu koryta,
3. další postup čela koryta - sedimentace výplně koryta - postupné zmenšování průřezu koryta,
4. zanesení koryta - snížení přítoku - nástup rašeliništních podmínek.



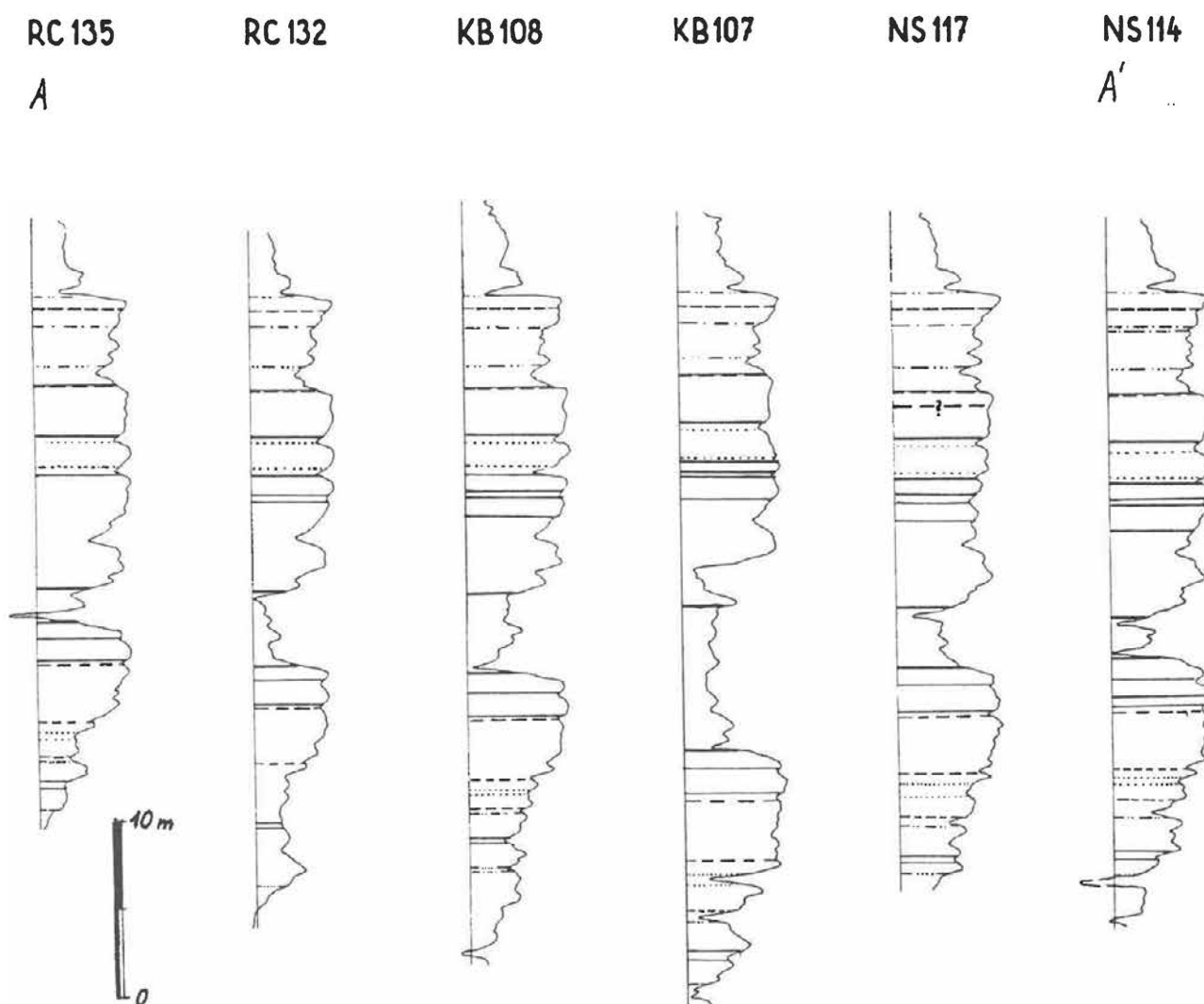
Obr. 4 Část korelačního schématu procházející napříč přes oblast výplně koryta na lokalitě Libouš



Obr. 5 Dokumentace uhelných řezů na lokalitě Libouš v oblasti výplně koryta: 1 - písky, 2 - písčité jíly, 3 - jílovce, 4 - uhelné jílovce, 5 - uhlí, 6 - zuhelnatělé kmeny a pařezy, 7 - diagenetické zlomy

V dané oblasti pak proběhlo ještě jedno krátké zatopení, spojené se vznikem proplásků a písčitého jazyka. Význam tohoto zatopení již nebyl tak velký, dokumentuje však společně s vrstvičkami uhelných jílovců, pařezovými horizonty a horizonty pelokarbonátových konglomerátů fakt, že na pozadí velké zátopové fáze proběhlo mnoho drobných výkyvů v hydrologickém režimu oblasti. Zrnitostní složení a zrnitost jílovitého sedimentu, vznikajícího mimo vlastní koryto na dně valné části jezera, jsou nepřímo úměrné vzdálenosti od jazyka psamitů, což je důsledek pozvolné ztráty rychlosti toku na široké ploše. Kromě diferenciací klastického materiálu podle zrnitosti docházelo obzvláště u jílových minerálů k plošné diferenciaci mineralogické a v důsledku reakce jezerních vod s vodami přítoku i k diferencovanému usazování některých chemických prvků přinášených v roztoku. Tento jev silně komplikuje geochemickou korelaci vrstev a na plochách srovnatelných s rozlohou pánve ji prakticky znemožňuje. Délka vytvořeného jazyka psamitů je patrně přímo úměrná délce časového intervalu, po který trvala jezerní fáze a nepřímo úměrná stlačitelnosti dříve usazených hornin. Nejmohutnější, složitě utvářený jazyk na linii Holešice - Nové Sedlo - Kundratice dosáhl v oblasti Kundratic a Vysoké Pece dokonce okraje pánve. Stavba tohoto přítoku je podstatně složitější a hůře dokumentovatelná, než u popisovaného přítoku z lokality Libouš. Větší složitost je způsobena především delší dobou existence tohoto přítoku. Jezerní stadia byla mnohokrát potlačena bující vegetací a samotná koryta v důsledku toho několikrát změnila svou polohu a liší se i svými rozměry. Jednotlivá koryta jsou často větších rozměrů a jejich výplň je písčitéjší, stavba je však velmi podobná a opakují se zde všechny rysy popsané z lokality Libouš. Běžné je v písčitých vrstvách, vyplňujících koryta, šikmé planární zvrstvení a na rozdíl od lokality Libouš se písčité sedimenty vyskytují i mimo vlastní koryta v podobě souhlasně uložených vrstev, postupně přecházejících do prachovitých jílovců. Celkově jsou tedy vršanské písčitojílovité akumulace spíše souborem řady postupně vzniklých koryt v rámci jedné mohutné jezerní fáze. Dokumentace jezerních fází v uhelných řezech dolů - na Vršanech a Libouši - nikdy nezachytila případ eroze uhelné sloje postupujícím korytem, protože mocnost podstýlajících jílovitých sedimentů byla vždy dostatečná k tomu, aby od eroze sloj

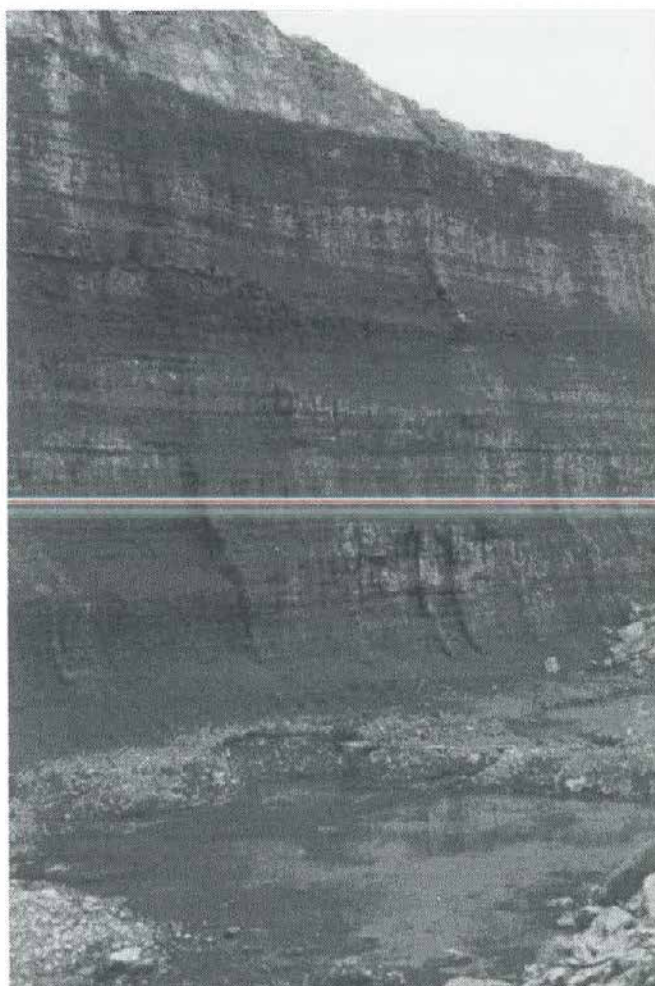
uchránila. Principiálně však tento jev není vyloučen a v literatuře, popisující především svrchnopaleozoická uhelná ložiska, je poměrně často dokumentován (Guion 1987, 1995).



Obr. 6 Průběh jezerní fáze života uhlotvorného močálu v plánu, podélném a příčném řezu

Obecně je popisovaný jev jenom velmi specifickým případem říční delty. Specifikum spočívá v extrémní mělkosti nádrže, do níž tok ústí a v extrémně vysoké stlačitelnosti usazenin vystylajících dno nádrže. Zatímco klasická delta typu Mississippi (Reineck - Singh 1973) má před svým čelem prakticky neomezený sedimentační prostor v podobě moře, delta řeky ústící do uhlotvorného močálu v jeho jezerní fázi měla k dispozici několik decimetrů hlubokou nádrž a další sedimentační prostor si vytvářela sama stlačováním dříve usazených sedimentů hlavně rašelinného a jílového charakteru. O velmi nízké úrovni hladiny v zatopeném močále svědčí jak malá výška zachovalých pařezových částí stromů, překrytých sedimentem jezera, tak velmi široké rozšíření intraformačních brekcií (Mach 1993a) uvnitř jednotlivých proplástek.

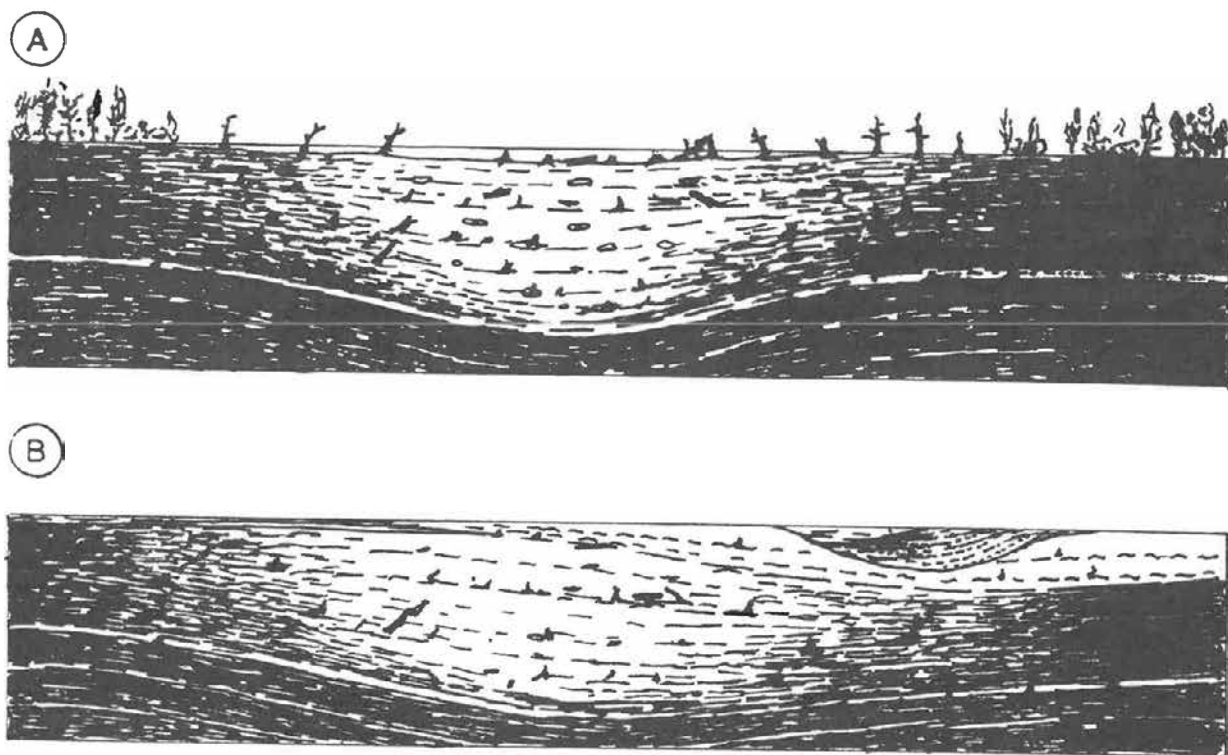
Hloubka jezera se pohybovala v decimetrech při maximu 2 m. Výskyt intraformačních brekcií a uhelných vrstviček zároveň ukazuje na občasné výkyvy hladiny v jezeru až do osušení rozsáhlých ploch dna. Dynamika vodního proudu způsobila to, že v některých částech jezera k usazení klastického materiálu prakticky nedošlo, takže jednotlivé uhelné vrstvičky zde nejsou odděleny neuhelným proplástkem. Někde lze existenci vodní hladiny prokázat výsledky uhelné mikropetrografie (Malán in Václ 1989, Malán in Zima 1986), která odhalila výskyty tenkých vrstviček "allochtonního uhlí". Celkově pro tento fakt hovoří zjevná vrstevnatost zdánlivě monotónních uhelných slojí, vystupující teprve po navětrání výchozů uhelné sloje na povrchových velkolomech (obr.7). Při detailním ohledání nenajdeme na rozhraní vrstev většinou nic, co by jej blíže specifikovalo nebo najdeme velice tenkou vrstvičku jílovitějšího uhlí či tenký horizont rozpadavého fuzitu. Existence jílovitého proplásku na velké ploše, případně pokračování tohoto proplásku jako "neviditelného rozhraní" mezi uhelnými vrstvami, svědčí o výjimečně plochém povrchu močálu před zatopením. Výskyt allochtonních uhlí hovoří o nivelaci případných vrchovištních vyvýšenin v rašelinisti erozivní činností vodní hladiny nastupujícího jezera. Na otázku o příčině zatopení tak rozlehlého rašelinistě není jednoduchá odpověď. Při jejím hledání je třeba vrátit se k vlastní bažinné (rašelinistní) fázi vývoje uhlotvorného močálu.



Obr.7 Rekonstrukce (v příčném řezu) v závěrečné fázi vývoje "permanentního toku" (A) a její přechod do další jezerní fáze (B)

Průběh fází rašeliništních (bažinných)

Rozšíření většiny uhelných vrstviček na značných plochách, srovnatelných s rozlohou uhlotvorného močálu dokumentuje prakticky souvislé rozšíření rašeliniště na ploše močálu. Předpoklad pro tak široké rozšíření rašeliništních podmínek vytvořila vždy zarovnávací činnost předchozí jezerní fáze. Přítok vody do pánve pokračoval, ale zřejmě menší intenzitou, takže rostlinstvo stačilo poměrně rychle osídlit zcela ploché vysychající dno močálu. Funkce vodních toků, ústících do rašeliniště, se změnila. Vznikající vrstva rašeliny a rostlinný pokryv propouštěl do nitra rašeliniště víceméně pouze čistou vodu, zatímco klastický materiál se usazoval brzy po vtoku do rašeliniště. Ve směru přítoku vody se za takových podmínek vytvářel jazykovitý až prstovitý výběžek jemně vrstevnatých smíšených sedimentů, na kterých je patrné pravidelné střídání rázu sedimentace. Přechod těchto sedimentů do ekvivalentní uhelné vrstvičky je postupný, ale poměrně rychlý, takže vrtný průzkum obvykle konstatuje náhlou změnu. Charakteristickými znaky sedimentů tohoto permanentně fungujícího přítoku jsou kromě rytmičnosti, dané střídáním sedimentace čistě klastické se sedimentací smíšeného materiálu, složeného z úlomků rostlin a klastik, přítomnost pařezových horizontů, otisků vodních rostlin i s kořenovými částmi, kořenových půd, nezřídka též zbytků vodních mlžů a hojnost čočkovitých sideritizovaných úseků o mocnosti do 50 cm. Pařezové horizonty jsou doprovázeny subhorizontálně až šikmo uloženými kmenovými částmi stromů, nesoucích příznaky dlouhodobého rozkladu na vzduchu (zuhelnatělé kmeny jsou duté a postrádají kůru). Z paleobotanického hlediska je porost periodicky se vyskytující na ploše tohoto ramene totožný s porostem okolního rašeliniště. Výskyt těchto sedimentů, přerušujících laterálně průběh uhelných vrstev, jsem na liniích korelačního schématu našel na třech místech, pouze jedno je však dokumentovatelné jako výchoz v uhelném velkolomu. V současné době probíhá detailní vrtný průzkum podobného objektu v předpolí dolu Vršany. Na charakter tohoto objektu usuzuji podle analogie z dolu Bílina, kde je popisovaný jev pozorovatelný v délce několika stovek metrů. Charakter sedimentů je velmi podobný, doba fungování tohoto přítoku je několikanásobně delší a přetrvává i řadu jezerních fází vývoje močálu, jazyk neuhelných hornin je výrazně užší a faciální přechody podstatně prudší, takže vzniká představa eroze prakticky většiny sloje. (Je otázkou, zda problém geneze tohoto objektu vůbec vrtný průzkum vyřeší, v každém případě obraz eroze mnoha desítek metrů předuhebné nekromasy na tak omezené ploše bez důsledků celopánevního významu je velice nepravděpodobný). Interpretací změn na karotážních křivkách je možné odhalit počátek tohoto typu sedimentace, bezpečná identifikace ukončení však není možná bez detailního popisu vrtného jádra, neboť akumulace permanentního toku v bažinné fázi může přejít do akumulace písčitojilovitého materiálu ve fázi jezerní (i naopak) (obr.8) a tento přechod se na karotážních křivkách nijak neprojevuje. Odlišné chování souboru sedimentů v okolí takového objektu, při kompakci pod tlakem nadloží, způsobuje vznik šikmo ukloněných vrstev, diagenetických ohlazů a jiných jevů, které přivádějí geologa často ke zcela absurdním vývodům.



Obr. 8 Střední lávka na Dole Bílina po několika měsících větrání

Příčiny změn režimů

Znovu si tedy položíme otázku, proč je klidný rašeliništní režim tak často narušován režimem jezerním. Z pozorování některých recentních vnitrozemských rašelinišť (Titov 1952) vyplývá poznatek, že vývoj rašeliniště velikosti odpovídající ploše SHP musí být přerušován občasným zatopením z velmi prostého důvodu. Okrajové části rašeliniště totiž natolik brání přínosu minerálních živin do jeho nitra, že během vršení dalších vrstev rašeliny dochází k jejich úplnému vyčerpání a přírůstky rostlinné hmoty se blíží k nule. Degradace rostlinného pokryvu vede ke změnám celkového odparu z rašeliniště a k diferenciaci terénu, způsobované drobnými odchylkami v obsahu minerálií v substrátu. Rašeliniště stagnuje a na jeho ploše vznikají jezírka, která se spojují ve velké vodní plochy, působící příbojovou erozí na dosud relativně suchá místa. Zvětšování plochy volné vodní hladiny nadále mění hodnoty odparu z oblasti směrem k nižším hodnotám a hladina jezera se postupně rozšíří na celou plochu rašeliniště. Záhy dojde k propojení jezera s přítokem, doposud odděleným bariérou prosperujícího rašeliniště, dotovaného živinami, přinášenými tokem řeky. Nastávají podmínky jezerního stadia se všemi důsledky. Impuls ke vzniku jezera v tomto případě dává samo rašeliniště. Druhým pravděpodobným spouštěcím mechanismem zatopení by mohly být klimatické výkyvy, především dlouhodobější změny hydrologie oblasti, způsobované změnami přísunu vody do močálu nebo naopak změnami výparu z močálu, mohly způsobit stoupnutí hladiny vody po celé ploše močálu. Rozměry pánve jsou takové, že se i nevýrazný nárůst přítoku vody mohl projevit podstatným zvýšením hladiny vody v močálu. Dlouhodobé zatopení jak bylinného patra, tak pařezových částí stromovitých a křovinných rostlin, vede k jejich úhynu a rychlému rozkladu těch částí rostlin, které se

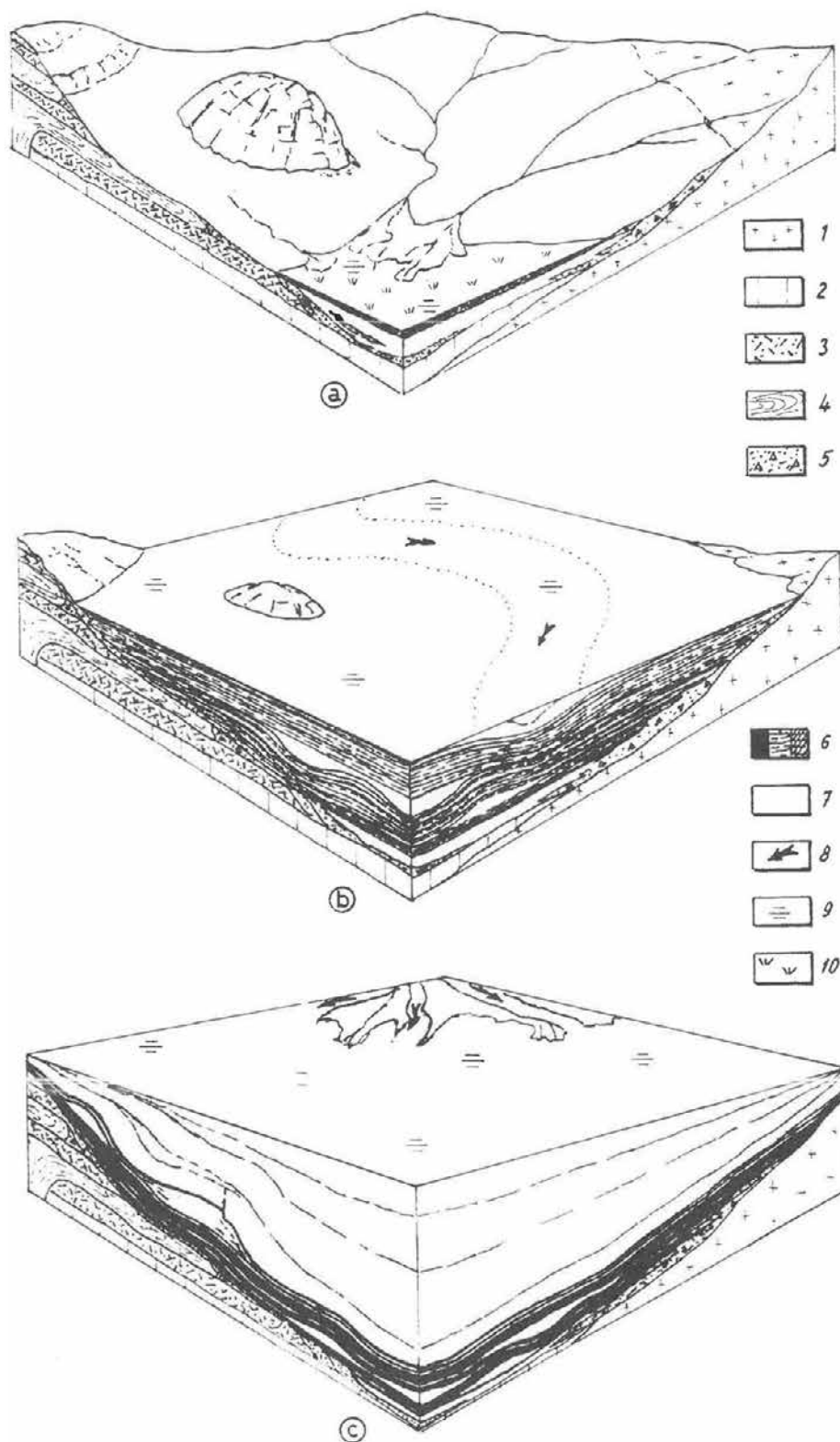
nacházejí nad vodní hladinou. Konečnou zkázu rašeliniště mohla opět dovršit příbojová erozní činnost jezera. Pokud bychom tenké nespojitě horizonty fuzitického uhlí, často se vyskytující obzvláště v profilech slojí bez proplástků, považovali za důsledek plošných požárů, mohli bychom i tyto požáry přičíst k možným spouštěcím mechanismům výše popsaného procesu. Připustíme-li, že pánev nebyla uzavřená a někde existoval výtok, odvádějící vody močálu někam dál, mohly by být pohyby hladiny vody v močálu způsobovány i změnami erozní báze tohoto výtoku. Žádný takový výtok na dnešní ploše pánve však nebyl spolehlivě dokázán. O účinku tektonických jevů na průběh uhlonosné sedimentace bylo napsáno velmi mnoho, důkazy o jejich vlivu na poměrně rychlé změny sedimentačních podmínek v rámci celé pánve však chybí. Především výkyvy vmocnostech jak uhelných, tak neuhelných vrstviček, jsou většinou vysvětlitelné jinak než syngenetickými tektonickými pohyby v podloží a je jasné, že právě náhlé plošně omezené výkyvy mocností vrstev by musely tyto pohyby provázet. Linie korelačního schématu ovšem nepokrývají plošně celou pánev, takže nelze zcela vyloučit, že existují místa, kde se během uhlonosné sedimentace takové pohyby projeví.

Klimatické změny

Stručně shrnuto, řada důkazů svědčí spíše pro to, že hlavní roli původce změn sedimentačních podmínek v pánvi sehrály změny hydrologického režimu močálu nebo povodí přítoků do močálu. Za hlavní příčinu změn hydrologických lze s velkou pravděpodobností považovat změny klimatické. Periodické a poměrně radikální změny klimatu jsou prokázány ve čtvrtohorách mnohými metodami (Čílek 1993) a není důvod k tomu, aby k podobným, byť i mírnějším změnám klimatu, nedocházelo i v miocénu. Některé hydrologické faktory, jako například odpar vody, mohly být v řadě případů ovlivňovány procesy vnitřními, způsobovanými stagnací přírůstků rostlinné hmoty z nedostatku minerálních živin nebo požáry rašeliniště.

Některé geologické aplikace

Střídání podmínek rašeliniště a velmi mělkého jezera provází existenci uhlotvorného močálu od jeho založení až do definitivního zániku. Některé úseky linií korelačního schématu názorně dokumentují skutečnost, že cyklické střídání obou režimů v uhlotvorném močálu je doprovázeno postupným rozšiřováním celkové plochy pánve. Z karotážních profilů vyplývá zřetelné ubývání nejspodnějších vrstev sloje směrem do svahů paleoreliéfních elevací. Tento jev je zákonitým důsledkem postupného zaplňování prvotních depresí paleoreliéfu sedimentovaným materiálem (obr.9). Předpokládá se, že celková mocnost rašelinné masy s vrstvičkami jílových materiálů v oblasti jednotného vývoje sloje na mostecku těsně před ukončením existence uhlotvorného močálu, dosahovala sedminásobku současné mocnosti sloje (Hurník 1972), tedy až 250 m! Není proto divu, že celková rozloha pánve byla v té době mnohem větší než dnes a že sloj, nalézaná v reliktech této pánve, obsahuje pouze své nejsvrchnější prvky. Důsledky tohoto jevu najdeme mimojiné v oblasti pohradické a křemýžské, v oblastech vulkanických elevací na Mostecku a Bílinsku, ale i jinde. Na dole Bílina lze tento jev dokumentovat přímo v řezu uhelného rýpadla (Mach 1994).



Obr. 9 Hlavní fáze zaplňování severočeské hnědouhelné pánve uhlonosnými sedimenty:

1 - krystalinikum, 2 - křídové sedimenty, 3 - vulkanoklastika, 4 - vulkanity, 5 - podložní klastické sedimenty, 6 - rašelina až uhlí, 7 - nadložní klastické sedimenty, 8 - směr toku vody a klastik. 9 - vodní hladina, 10 - uhlotvorný močál

a) Zaplňování depresí v paleoreliéfu - vznik prvních rašelinišť, b) Režim uhlotvorného močálu - postupné rozšiřování plochy pánve, c) Potlačení uhlotvorné sedimentace nástupem jezerních podmínek

Z předloženého korelačního schématu vyplývají odpovědi na řadu otázek průběhu uhlotvorné sedimentace, mimo jiné i na zcela elementární otázku, kde a kdy uhlotvorná sedimentace začala a kdy, kde a jak skončila. Podrobný komentář řešení problémů tohoto rázu by zabral ještě mnoho stránek a proto se omezím jen na nejdůležitější body. Především je jasné, že první uhlotvorné močály se objevily v oblastech Dolů Nástup Tušimice a v mostecké oblasti. Konečné potlačení uhlotvorné sedimentace se na celé pánvi událo ve třech etapách. První etapa ukončila existenci uhlotvorného močálu na Chomutovsku, druhá na většině zbytku pánve a teprve třetí zahubila rašeliniště v oblasti mostecko-radčické.

Dalším z ožehavých problémů, který je možno s využitím předkládaného schématu úspěšně řešit, je problém oblastí takzvaných anomálních vývojů sloje. V oblasti mého pracovního působení - Dolů Bílina, jsem dospěl k závěru, že takzvané slojové hřbety, doprovázené bezeslojnými pásmy na temeni a anomálně mocnými úseky sloje na úpatí, nejsou ničím jiným než zvláštním případem psamitických jazyků, vznikajících v jezerních fázích života uhlotvorného močálu. Jejich zvláštnosti spočívají:

1. v poloze na členitém okraji pánve
2. v poloze ve spodní části sloje
3. v tom, že kromě období vývoje jazyků další jezerní fáze nepřinesly větší sedimentaci klastik (jednotný vývoj sloje)
4. v těchto oblastech se naopak soustředily ústí přítoků, nesoucích klastický materiál, který uhlonosnou sedimentaci ukončil.

Nesourodosti ve stlačitelnosti podloží uhelné sloje, blízká poloha stlačujících písčitojilovitých akumulací tvořícího se nadloží uhelné sloje k těmto nesourodostem a diferencovaně působící stlačovací efekt psamitických jazyků těchto přítoků, vedly k horizontálním přesunům málo zpevněné a stlačené rašelinné hmoty v ranných stádiích zániku uhlonosné sedimentace. Nastíněný problém by bylo možno dokumentovat a jeho řešení dokazovat na mnoha stránkách, silně bychom se však vzdálili vlastnímu předmětu příspěvku.

Nakonec několik slov k takzvané geochemické izochroně navržené Elznicem, Čadkem a Duškem (1986). Její poloha pouze místně sleduje některá rozhraní na předkládaném schématu, na větších plochách však mnou naznačená izochronická rozhraní protíná. Domnívám se, že dané rozhraní, vyznačující se změnou v obsahu některých chemických prvků a zároveň změnou ve složení jílových minerálů, charakterizuje spíše než změnu snosové oblasti změnu polohy zdroje přínosu klastického materiálu oproti danému místu. Následkem toho se prakticky celá oblast na západ od linie Most-Albrechtice dostala nad tuto izochronu a řada oblastí jednotného vývoje sloje zcela pod dané rozhraní. V oblastech, víceméně přechodných, se pak toto geochemické rozhraní dostává do vnitřku slojových vrstev a často jej nelze jednoznačně umístit. Vzhledem k tomu, že u řady posuzovaných chemických prvků je poměrně dobře dokumentována vazba na určité součásti popelovin nebo na uhelnou hmotu (Bouška et al. 1972) a diferenciaci klastického materiálu v procesu sedimentace v jílovitých sedimentech pánve lze považovat za doloženou (Sloupská 1985, Divoká 1987, Rucký - Sloupská - Thiele 1990), je velice pravděpodobné, že diferenciaci řady chemických prvků probíhala souběžně se sedimentační diferenciací různých minerálů v jezerních stádiích života uhlotvorného močálu. Podobná diferenciaci mohla probíhat i při vzniku některých minerálů autigenních (karbonáty aj.).

Jak na Evropské uhelné konferenci, tak na setkání geologů na Dolech Bílina bylo schéma přijato kladně, takže je možné, že se stane jistým standardem pro posuzování

stáří uhelných poloh a pro další korelační schémata tvořená v pánvi. Doufám, že schéma, ve kterém jsem se úmyslně vyvaroval jakýchkoli názvů pro jednotlivé etapy života uhlotvorného močálu, i jakékoli nové rajonizace pánve, bude přijato kladně jako první krok, průkazné technické schéma, které je třeba dále zdokonalovat a to především cestou aplikace metody na celou plochu pánve. Konečným produktem použití tohoto schématu se pak může stát množství nových paleogeografických map vývoje SHP, ustanovení nových typů sedimentačních prostředí a vysvětlení mnohých doposud mnohознаčně interpretovaných a sporných otázek. Perspektivu dalšího pochopení procesů, vedoucích ke vzniku uhelné sloje, spatřuji rovněž v těsném propojení dalších geologických metod s tímto schématem. Obzvláště aplikace izotopových metod, mikropetrografie, mineralogie a paleomagnetických výzkumů na bázi předložené osnovy, může přinést neočekávané závěry o době trvání vlastní uhlotvorné sedimentace. Na bázi předloženého schématu je například možno odebrat v různých místech pánve vzorky neuhelných hornin (svědků jezerních, místy i bažinných stadií) a pokrýt tak dosud chybějící interval uhelné sloje při stanovování paleomagnetického stáří (Bucha et al. 1987). Jsem přesvědčen, že i pouhá reinterpretace již provedených prací, provedená v souladu s navrhovaným schématem, může přinést nejen potvrzení, ale i upřesnění a obohacení předkládané teorie. Nepochybuji rovněž o tom, že plošné použití uvedené metody by odhalilo i některé chyby v detailní korelaci, kterých jsem se mohl z nedostatku informací dopustit.

Praktické využití nových poznatků v důlní praxi

Důlní praxe zdánlivě nevyžaduje detailní korelační a paleogeografické studie. Zkušenosti posledních let, především z oblasti počítačového modelování uhelných ložisek, však přináší poznatek, že čistě technologická interpretace průzkumných vrtů může vést například k mylným závěrům o rozdělení popelovin a obsahu síry ve sloji a že rozdělení uhelné sloje do menších stratigrafických celků je základem úspěšného využití technologických dat. Na mnohých lokalitách Severočeské hnědouhelné pánve se například zjevně uplatňuje stratifikace obsahů syngenetické pyritické síry, mající původ v odlišnostech postupu, rozsahu a způsobu ukončení sedimentace uhelných vrstviček a na druhou stranu stratifikace pyritické síry epigenetické, způsobená transportem roztoků uhelnou slojí během kompakce a následným ukládáním v okolí fyzikálních a geochemických bariér tvořených neuhelnými proplásky. Rozdělení popelovin ve sloji se přísně podřizuje okolnostem přínosu klastik do uhlotvorného močálu, takže znalost těchto okolností může přinést úspory nákladů na vrtné práce.

Detailní sledování mocností vrstev neuhelných hornin ve sloji má značný význam především z hlediska posuzování jejich těžitelnosti, případně vykliditelnosti. Studium faciálních přechodů v oblastech syngenetických koryt je prakticky nevyhnutelné pro stanovení hranic bilančnosti uhelných vrstev a může v některých případech snížit náklady na vrtný průzkum. Korelace vrstev uhelné sloje v oblastech takzvané anomální stavby uhelné sloje je neefektivnějším vodítkem stanovení formy gravitačně skluzových partií uhelné sloje.

Poděkování

Poděkování za pomoc při získávání karotážní dokumentace vrtů a při doprovodu na těžebních lokalitách SHP patří kolegům geologům, pracujícím v různých těžebních a průzkumných organizacích SHP, především I. Štrbáňovi, P. Šulckovi, J. Řehořovi, O. Janečkovi, F. Foltýnovi, P. Coufalovi, J. Procházce, J. Zimovi a L. Horčíčkovi. Dvěma posledně jmenovaným patří zvláštní dík za morální podporu a za to, že mi umožnili v práci použít přímo upravené úseky dílčích korelačních karotážních schémat některých částí chomutovské oblasti SHP, které vypracovali dříve.

Literatura:

1. Bouška V., Jakeš P., Pačes T., Pokorný J. et al. (1980): Geochemie. Academia Praha, Praha.
2. Brus Z., Elznic A., Hurník S., Zelenka O. (1987): Geologie oblasti. - XXVI. Celostátní konference ČSMG, VÚHU Most, Most.
3. Bucha V., Elznic A., Horáček J., Malkovský M., Pazderková A. (1987): Paleomagnetic timing of the Tertiary of the North Bohemian Brown-Coal Basin., Věstník ÚÚG, 62/2, 83-95, 1987.
4. Čadek J., Dušek P., Elznic A. (1986): Nové poznatky o geologickém vývoji komplexu miocenních sedimentů severočeské pánve. - Sbor. V. uhel. konf. přírodov. fak. (Praha), 21-25, Praha.
5. Čadková Z., Dušek P., Elznic A. (1991): Paleogeografie terciérních sedimentů severočeské pánve. - Dosud nepublikovaný rukopis.
6. Cílek V. (1993): Výsledky ledového vrtu SUMMIT v Grónsku. - Vesmír, 72/11, 624-627, Praha.
7. Divoká H. (1987): Zhodnocení nerostého složení sedimentů DJŠ z hlediska dobývateľnosti. - VÚHU Most, Most.
8. Elznic A. (1986): Problematika územního členění severočeské hnědouhelné pánve. - Sbor. VII. uhel. konf. přírodov. fak. (Praha), 71-74, Praha.
9. Guion P. (1987): The Influence of a Paleochannel on Seam Thickness in the Coal Measures of Derbyshire, England., International Journal of Coal Geology, 7, 269-299, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1987.
10. Horčíčka L. (1988): Dílčí závěrečná zpráva úkolu Pruněrov - Chomutov. - Geoindustria, n.p. Praha, Praha.
11. Hurník S. (1972): Koeficient sednutí některých sedimentů v Severočeské hnědouhelné pánvi. - Časopis pro mineralogii a geologii, 17/4, 365-372, Praha.
12. Mach K. (1993a): Intraformační brekcie na VMG v Bílině.
- Zpravodaj SHD, 3/1993, 11-16, VÚHU Most, Most.
- (1993b): Korelace vrstev hlavní uhelné sloje mezi lomy Bílina, Kopisty a VČSA. - Zpravodaj SHD, 4/1993, 31-40, VÚHU Most, Most.
- (1994): Dokumentace rozšiřování uhlotvorné bažiny na VMG. - Zpravodaj SHD, 3/1994, 24-30, VÚHU Most, Most.
13. Malkovský M. et al. (1985): Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí. - ÚÚG, Academia, Praha.
14. Reineck H.E., Singh I.B. (1973): Depositional sedimentary environments. - Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
15. Ovčarov K. et al. (1988): Závěrečná zpráva úkolu Šverma - západ. - Geoindustria, st.p. Praha, Praha.

16. Rucký P., Sloupská M., Thiele V.(1990): Zhodnocení dobývacích podmínek na lomu Vršany do roku 1990.- VÚHU Most, Most.
17. Sloupská M. (1985): Nerostné složení terciérních sedimentů SHR.- VÚHU Most, Most.
18. Titov I. A. (1952): Vzaimodějstvie rastitel'nykh soobščestv i uslovij sredy.- Sovjetskaja Nauka, Moskva.
19. Václ J. et al.(1989):Závěrečná zpráva úkolu velkolom Maxim Gorkij.- Geoindustria, st.p. Praha, Praha.
20. Zíma J. et al.(1986):Závěrečná zpráva úkolu Libouš.- Geoindustria, n.p. Praha 1986, Praha.