

Michal Řehoř, Lukáš Žižka, Tomáš Lang - Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

Statigrafická, petrologická a strukturní situace uhelné pánve Mukah na ostrově Borneo

Přijato: 22. 10. 2007, recenzováno: 9. 1. 2008

Největší uhelná pánev státu Sarawak Mukah je situována v západní části malajského státu Sarawak. Pánev se nachází blízko pobřeží Jihočínského moře.

Článek stručně popisuje topografickou situaci pánve a historii průzkumných prací. Hlavní pozornost je věnována geologické, stratigrafické a strukturní situaci ložiska. V článku jsou popsány vlastnosti nejdůležitějších skryvkových hornin a uhelné hmoty hlavních a vedlejších slojí.

Jde tedy v podstatě o rešeršní práci vycházející z dostupné malajské literatury. Přesto snad tento článek přispěje alespoň k základnímu seznámení českých geologů s touto zajímavou lokalitou.

Stratigraphical, petrological and structural situation of the Mukah coal basin in the Borneo Island

The greatest coal basin of the state of Sarawak is situated in western Sarawak, near the coast of the South – China sea.

The article briefly summarises the topographical situation of the coal basin and the history of survey works. The main attention is devoted to geological, stratigraphical and structural situation of the basin. Parameters of main types of overburden rocks and parameters of coal matter of main and minor seams are described in this article.

Authors had no possibility to visit the Mukah coal basin and this work is only based on the study of Malaysian literature. Authors hope that this article will be interesting for Czech geologists as a first information about the Mukah locality.

Stratigraphische, petrographische und strukturelle Situation des Kohlebeckens Mukah auf der Insel Borneo

Das größte Kohlenbecken des Staates Sarawak Mukah ist im westlichen Teil dieses Malaiischen Staates situiert. Das Becken liegt nah der Küste des Südchinesischen Meeres.

Der Artikel beschreibt in kurzem die topographische Situation des Beckens und die Geschichte der Erkundungsarbeiten. Die Hauptaufmerksamkeit ist der geologischen, stratigraphischen und strukturellen Situation der Lagerstätte gewidmet. Im Artikel sind Eigenschaften der wichtigsten Abraumgesteine und der Kohlemasse in Haupt- und Nebenflözen beschrieben. Es handelt sich also um eine Recherchearbeit, die aus der erreichbaren malaiischen Literatur hervorgeht. Trotzdem trägt der Artikel wohl wenigstens zu der Grundbekanntmachung mit diesem interessanten Standort tschechischen Geologen bei.

1. Úvod

Pánev Mukah je pravděpodobně největší hnědouhelnou pánví malajského státu Sarawak a vzhledem k energetickým potřebám země stoupá zájem o její podrobný geologický průzkum a podstatné zvýšení těžby uhlí.

Geologický průzkum oblasti Mukah za účelem zjištění zásob ropy začal již roku 1914 a postupně pokračoval až do roku 1957. Dosažené výsledky byly roku 1960 shrnuty v rozsáhlé zprávě vydané společností Geological Survey of British Borneo. Geologický průzkum s cílem zjistit zásoby hnědého uhlí byl zahájen v 70.

letech minulého století. V letech 1974 – 1975 bylo v uhelné pánvi dvěma soukromými společnostmi odvrtno 47 vrtů o celkové délce téměř 2 km. Uhlenné zásoby byly předběžně spočítány na 120 mil. tun. V letech 1981 – 1998 byly vydány těžební licence, bylo provedeno geologické mapování a proběhl další dílčí vrtný a geofyzikální průzkum. Práce byly financovány těžebními společnostmi i státem (Odborem geologického průzkumu Sarawaku).

Příspěvek přehledně uvádí základní informace o hnědouhelné pánvi Mukah. Je zde shrnuta stratigrafická situace lokality, její tektonika, petrografický popis hlavních

zastoupených horninových typů a některé údaje o dobývaných uhelných slojích.

2. Základní informace o pánvi Mukah

Uhelná pánev Mukah je situovaná v západním Sarawaku na příbřežní planině o velmi nízké nadmořské výšce ve správních oblastech (distriktech) Mukah a Sibü. Je vzdálená cca 20 km jihovýchodně od města Mukah. Pánev je ohraničena řekami Mukah na západě a Balingian na východě. Celkově uhelná pánev zaujímá plochu cca 300 km².

Pánev Mukah se rozkládá na rovinatém, nízko položeném terénu, poblíž Jihočínského moře. Oblast je odvodňována šesti hlavními říčními systémy. Jde o řeku Peniph na západě, řeku Belian Mati a Bedengan Kanan na severu, řeku Bakau na východě, řeku Bawan na jihovýchodě a řeku Nyatu na jihozápadě. Vzhledem k charakteru krajiny jsou hladiny řek stabilní, řečiště se však často rozlévají a napájejí rozsáhlé bažiny s mangrovými porosty a rákosím. Tyto bažiny tvoří značnou část zájmového území. Klima je typicky tropické, horké a vlhké s vysokými srážkami a přívalovými dešti. Záznamy o srážkách pro tuto oblast nejsou k dispozici. Celkově však lze konstatovat nejvyšší srážky v období září – březen, poněkud sušší je období duben – srpen. Většina území je v současnosti pokryta sekundárním pralesem. Severozápadní část oblasti je dnes zemědělsky využívána, většinou zde jsou pěstovány olejové palmy.

3. Geologie pánve Mukah

3.1 Stratigrafická situace pánve Mukah

Uhelná pánev Mukah je tvořena dvěma formacemi. Jde o svrchně miocénní formaci Balingian a mladší, spodně pliocénní formaci Begrih [3]. Kontakt mezi formacemi je diskordantní. Směrem k severu se stává diskordance méně výrazná a dle seismických průzkumů lze předpokládat, že dále na severu je kontakt obou formací konkordantní. Celkově je formace Begrih více písčita a obsahuje více hrubě klastických složek. Ve formaci Balingian je zastoupeno více slojí a o větší mocnosti než v mladší formaci Begrih. Kvartérní usazeniny jsou většinou zastoupeny bažinnými sedimenty, vzácně jsou říční aluviální sedimenty.

Formace Balingian je tvořena reziduálními jílovci bahenního původu (mudstone), břidlicemi, prachovci, pískovci a uhelnými slojemi se slepencovými proplásky. Báze formace není nikde odkryta a její povaha není známá. Pánev Mukah je částečně ověřena vrtným průzkumem. Bázi formace se však nepodařilo dosáhnout ani jediným realizovaným strukturním vrtem o hloubce 2 474 m. Nález některých foraminifer {*Ammodiscus* sp., *Glomospira* sp., *Haplophrahmoides* sp., *Trochammina* sp.} ve vrtném jádru svědčí o brakickém původu sedimentů formace Balingian.

Formace Begrih je tvořena slepenci, jílovci bahenního původu, břidlicemi, izolovanými bloky pískovců a ojedinělými uhelnými slojemi. Horniny formace jsou jen částečně konsolidované a proto velmi snadno rozpadavé. Uhlenné sloje se ve formaci vyskytují, velmi často však vyklíňují, mají malou mocnost, minimální zásoby a tedy prakticky žádný ekonomický význam. Foraminifery zjištěné ve vrtných jádrech indikují střídavou mořskou a brakickou sedimentaci, v některých oblastech dokonce čistě mořskou sedimentaci této formace. Horizont slepenců nazvaný slepence Begrih tvoří bázi formace a je pro ni charakteristický. Mocnost této vrstvy je velmi proměnlivá. Na JV nebyla vůbec zjištěna, zatímco na J a JZ dosahuje mocnosti až 200 m. Báze mírně ukloněné vrstvy slepenců tvoří rozhraní mezi formacemi Balingian a Begrih. Směrem k hlavě vrstvy, kterou často nelze přesně definovat, je zrnitostní složení horizontu stále jemnější. Vrstva slepenců byla pravděpodobně na rozdíl od zbytku formace uložena v podmínkách říční sedimentace.

3.2 Tektonika pánve Mukah

Lokalita Mukah je tvořena synklinálou a antiklinálou V – Z směru. Jde o antiklinálu Teres-Bakau a synklinálu Bedengan [4]. Postsedimentační deformace není velká, což je dáno charakterem vrás o nízké amplitudě a dlouhé délce vlny.

Úhel sklonu vrstev kolísá celkově v rozmezí 3 – 36 stupňů, většinou však v rozmezí 8 – 12 stupňů. Tektonika oblasti není příliš významná, jednotlivé zlomy s malým posunem vrstev však byly zjištěny.

3.3 Petrologická situace pánve Mukah

Hlavními zastoupenými horninovými typy jsou v obou formacích slepence, pískovce, jílovce (bahenního původu), břidlice, prachovce, tufy a uhelná hmota [2].

Petrologická charakteristika hlavních horninových typů

- **slepence** jsou hojné zejména při bázi formace Begrih, ale vzácněji se vyskytují i ve formaci Balingian. Jediný výchoz slepenců formace Balingian se nachází JZ od říčky Garuna. Mocnost slepenců dosahuje 2 m, jejich barva je žlutá až žlutobílá, obsahují tenké jílové proplástky. Vrtný průzkum prokázal křížové zvrstvení tenkých vrstev slepenců o mocnosti do 0,5 m, což svědčí o sedimentaci v prostředí říční delty. Slepence jsou při povrchu měkké vlivem intenzivního tropického větrání, vzorky z vrtných jader jsou však tvrdé a pevné. Hornina je tvořena valouny křemene, pískovce, rohovce a výjimečně i uhlí v prachovito - písčité kaolinické základní hmotě. Charakter slepenců formace Begrih je podobný. I v tomto případě svědčí křížové zvrstvení tenkých vrstev o sedimentaci v podmínkách říční delty.
- **pískovce** se významněji vyskytují při bázi formace Begrih a ve svrchních vrstvách formace Balingian. Obvykle žlutobílé pískovce formace Balingian bývají horizontálně uložené, jemně zrnité, špatně vytríděné. Ve formaci Begrih tvoří pískovce izolované bloky různého zrnitostního složení, špatně vytríděné, s patrným křížovým zvrstvením. Jsou tvořeny převážně křemenem, mnohem méně jsou zastoupeny živce, rohovce, uhelná hmota a jílové minerály.
- **jílovce** bahenního původu jsou v pánvi Mukah velmi hojně zastoupeny. Je to dáno intenzivním tropickým větráním, jehož produktem jsou měkké, světle šedé, plastické reziduální zeminy. Jílovce z větších hloubek získané vrtným průzkumem jsou obvykle

částečně zpevněné. Jejich barva bývá modrošedá, světle šedá až tmavošedá dle obsahu karbonické příměsi. V případě zvýšeného obsahu karbonátů nebo tenkých uhelných proplátek jeví určitý stupeň tenké vrstevnatosti.

- **břidlice** tvoří vrstvy v nadloží i podloží uhelných slojí a tvoří i proplástky v uhelných slojích. Jsou šedočerné barvy, obvykle prachovité, kaolinické, karbonické, často uhelnaté.
- **prachovce** obvykle tvoří hraniční vrstvu mezi pískovci a jílovci. Jsou světle šedé, zpravidla zpevněné.
- **tufy a tufity** jsou součástí sloje Q, což lze využít pro její identifikaci. Tufitické horniny jsou obvykle šedé barvy s bělavými skvrnami o průměru 1 – 3 mm.

3.4 Geotechnické parametry hornin pánve Mukah

Výsledky geotechnických analýz vzorků hornin z lokality Mukah se nepodařilo získat, v dostupné literatuře nejsou uvedeny. Z porovnání se skryvkovými horninami oblasti uhelné pánve Merit Pila [1] však plyne vysoká pravděpodobnost dobrých dobývacích podmínek bez nutnosti použití trhačích prací.

S ohledem na nízkou nadmořskou výšku lokality a charakter říční sítě lze konstatovat, že zásadním problémem lokality budou spíše odvodňovací práce.

3.5 Uhlé sloje pánve Mukah

Uhlí ve formaci Balingian je tvořeno černým, hedvábně lesklým klaritem s tenkými pásy vitritu. Vitritové polohy mají skelný lesk, jejich mocnost obvykle činí několik mm, výjimečně dosahuje až 5 cm. V uhelné hmotě tvoří cca 5 % objemu. Fragmenty fosilní pryskyřice byly pozorovány jen na několika málo výchozech. Jsou malých rozměrů, skelně lesklé, jejich barva kolísá od žluté po tmavě hnědou, mají skelný lesk.

Uhlí formace Begrih je ve srovnání s uhlím formace Balingian jen matně lesklé a relativně měkké. Na vzduchu rychle větrá.

V zájmovém území bylo zatím zjištěno pět hlavních a sedm vedlejších slojí [3].

3.5.1 Hlavní uhelné sloje

Jako hlavní sloje byly identifikovány sloje G, I, K, Q a S, které jsou dobře vyvinuté na většině území pánve a byl u nich zjištěn větší počet výchozů. U těchto slojí byly předběžně zjištěny zásoby [3].

Sloj G

Celkem bylo identifikováno 14 výchozů této sloje, z toho 2 severně od antiklinály Teres-Bakau. Sloj byla navrtána vrtem MPD 5 v hloubce 53,8 m. Vrtem bylo prokázáno její rozštěpení na 2 lávky o mocnosti 1,4 m (svrchní) a 0,62 m (spodní), které jsou odděleny břidlicovým proplástkem o mocnosti 0,4 m. Maximální zjištěná mocnost sloje dosahuje 2,31 m. Ze stratigrafického hlediska je sloj G uložena cca 50 m nad slojí I.

Celkové geologické zásoby uhlí ve sloji G činí 126,1 mil. tun. (což je 22,8 % celkových uhelných zásob pánve). Průměrný obsah popela v sušině činí cca 6,6%, průměrná výhřevnost cca 20,22 MJ.kg⁻¹ a obsah síry kolísá v rozmezí 0,29 – 0,56 %.

Sloj I

Celkem bylo identifikováno 18 výchozů této sloje, všechny jižně od synklinály Bedengan. Celkem se sloj podařilo navrtat 3 vrty. Vrtem MPD 4 byla sloj nalezena v hloubce 47,82 m. Její maximální zjištěná mocnost činí 2,55 m, přičemž mocnost svrchní lávky dosahuje 0,75 m a mocnost spodní lávky 0,98 m. Lávky jsou odděleny jílovcovým proplástkem. Sloj dosahuje vyšší mocnosti na jihu.

Celkové geologické zásoby uhlí sloje I činí 125,8 mil. tun, což je 22,8 % zásob uhelné pánve. Vlastnosti sloje jsou velmi proměnlivé. Obsah popela kolísá v širokém rozmezí 1,8 – 35,2 %, celkový obsah síry činí 0,26 – 0,82 % a průměrná výhřevnost cca 19,8 MJ.kg⁻¹.

Sloj K

Přítomnost sloje byla potvrzena identifikací celkem 26 výchozů a jedním pozitivním vrtem. Tímto vrtem MPD 7 byla sloj navrtána v hloubce 23,7 m. Mocnost sloje kolísá v rozmezí 1,14 – 1,86 m. Výchozy jsou hojné zejména v oblasti synklinály Bedengan, kde je jejich výskyt dobře zmapován. V nadloží sloje se zpravidla vyskytují jílovce. Ve sloji se kromě

uhelné hmoty vyskytují tenké proplásky uhelných břidlic, prachovců a jílovců.

Celkové geologické zásoby uhlí sloje K činí 142,5 mil. tun, což je 25,8 % zásob uhelné pánve. Obsah popela je nízký, kolísá v rozmezí 1,3 – 6,7 %, celkový obsah síry kolísá v rozmezí 0,21 – 0,34 %. Průměrná výhřevnost činí cca 20,33 MJ.kg⁻¹.

Sloj Q

Všech 7 identifikovaných uhelných výchozů a několik pozitivních vrtů je lokalizováno v jižním křídle antiklinály Teres – Bakau. Linie výchozu sloje vede na severu oblastí močálů, ve které nemohou být žádné výchozy patrné. Vrtem MPD 8 byla sloj navrtána v hloubce 33,92 m. Mocnost sloje kolísá v rozmezí 1,54 – 2,24 m. Ve sloji se kromě uhelné hmoty vyskytují tenké proplásky uhelných břidlic, prachovců a jílovců.

Celkové geologické zásoby uhlí sloje Q činí 87,9 mil. tun, což je 15,9 % zásob uhelné pánve. Průměrný obsah popela činí cca 5,7 %, průměrný celkový obsah síry cca 0,24 % a průměrná výhřevnost cca 20,32 MJ.kg⁻¹.

Sloj S

Všech 6 identifikovaných výchozů a několik pozitivních vrtů je lokalizováno v jižním křídle antiklinály Teres – Bakau. Linie výchozu sloje vede na severu oblastí močálů, ve které nemohou být žádné výchozy patrné. Vrtem MPD 3 byla sloj navrtána v hloubce 19,91 m. Její mocnost je poměrně stálá, pohybuje se v rozmezí 1,40 – 1,74 m. Sloj je tvořena výhradně uhelnou hmotou, pouze na jednom vrtu byl zjištěn 4 cm mocný proplástek jílovce. Nadloží sloje je tvořeno obvykle jílovcem, místy jemnozrnnými pískovci.

Celkové geologické zásoby uhlí sloje S činí 69,6 mil. tun uhlí, což je 12,6 % zásob uhelné pánve. Průměrný obsah popela činí cca 5,4 %, celkový obsah síry kolísá v rozmezí 0,32 – 0,41 %. Průměrná výhřevnost činí 19,95 MJ.kg⁻¹.

Dle aktuálních výsledků průzkumu činí předběžně zjištěné celkové geologické zásoby pánve Mukah cca 552 mil. tun hnědého uhlí. Jde tedy o podstatně větší ložisko než je pánev Merit Pila.

3.5.2 Vedlejší sloje

Mezi vedlejší sloje bylo zatím na základě geologického průzkumu zařazeno celkem 7 slojí. Jde o sloje E, F, M, O, P, R, V. Jejich mocnost většinou nepřesahuje 1 m. Většinou byly identifikovány pouze na základě výchozů. Jejich prozkoumanost je minimální, ekonomické a kvalitativní parametry nejsou známy a zásoby zatím nebyly ani předběžně spočítány.

4. Závěr

Příspěvek přehledně uvádí základní informace o hnědouhelné pánvi Mukah na ostrově Borneo. Je zde shrnuta stratigrafická situace lokality, její tektonika, petrologický popis hlavních zastoupených horninových typů a některé údaje o dobývaných uhelných slojích.

Na rozdíl od pánve Merit Pila neměli autoři příspěvku možnost oblast Mukah navštívit, podílet se na průzkumných pracích a zhodnotit

výskyt případných geologických a mineralogických zajímavostí.

Jde tedy v podstatě o rešeršní práci vycházející z dostupné malajské literatury. Přesto snad tento článek přispěje alespoň k základnímu seznámení českých geologů s tímto pozoruhodným ložiskem.

Literatura:

- [1] Osvald, P.: *Report of possibilities of an underground mine development of Merit Pila coalfield Report, 1996, VDO, Malaysia*
- [2] Sia S., Dorani B.: *Evaluation of coal resources of the Mukah coalfield Sarawak, Malaysia Report, 2000, Minerals and Geoscience Department, Malaysia*
- [3] Sia S., Alexander U.: *Coal evaluation of the Mukah coalfield Report, 1995, Geological Survey of Malaysia, Sarawak*

Informace autorům

Zpravodaj HNĚDÉ UHLÍ je odborný časopis, který je svým obsahem zaměřen na prezentaci výzkumných sdělení, teoretických studií a odborných prací, vztahujících se k problematice hornictví (těžby, úpravy a užití uhlí), rekultivací a revitalizace krajiny (zahlazování důlní činnosti), energetiky a ekologie.

Posláním časopisu je vytvořit prostor pro publikaci původních prací a pro diskusi o řešených otázkách ve výše uvedených oblastech a zároveň přinášet specializované informace i pro širší zainteresovanou veřejnost, zprostředkovávat zkušenosti a přehledy z domova i zahraničí.

Redakce vítá všechny rukopisy, které obsahově odpovídají vymezeným oblastem. Rukopisy přijímáme na adrese redakce.

**Pokyny pro autory článků naleznete na webových stránkách vydavatele:
www.vuhu.cz – Publikační činnost – Zpravodaj**