

Gigantické ložisko uhlí Sheeve Ovo v Mongolsku, část I: Stratigrafické podmínky výskytu uhlí na ložisku

Mgr. Jindřich Kynický, Ph.D., Hana Cihlářová

Ústav geologie a pedologie, Mendelova univerzita v Brně, jindrak@email.cz

Přijato: 3. 2. 2011, recenzováno: 10. 2. 2011, 12. 2. 2011, 15. 5. 2011

Abstrakt

Sheeve Ovo je nejdůležitějším těženým ložiskem uhlí Choirské pánve a zároveň i celého Mongolska, s roční produkcí přes 5 Mt. Na základě provedeného detailního průzkumu v letech 2006-2007 přináší tento článek nové informace o sedimentární uhlonosné formaci. Vlastní ložisko se nachází na severovýchodním okraji rozsáhlé Choirské pánve (protažena ve směru SV-JZ, ložisková struktura na ploše 10 x 15 km), na jejíž pestré geologické stavbě se podílí prakticky výhradně sedimenty, které nasedají na starší metamorfované horniny. V rámci pánve je možné odlišit tři hlavní prekambriická souvrství dle litologické náplně: (1) svrchní jílovcové souvrství, (2) kvarcit-pískovcové souvrství a (3) spodní kvarcit-jílovcové souvrství. Na tato stará souvrství nasedají mladší spodnopaleozoické sedimenty, na které navazuje pravděpodobně nepřerušovaný horninový sled mesozoika a kenozoika. Produktivní uhlonosné horizonty křídového stáří jsou reprezentovány 8 hlavními slojovými horizonty.

Sheeve Ovo – a gigantic coal deposit in Mongolia, part I: Stratigraphy of coal deposit

Sheeve Ovo is one of the largest coal deposits in Mongolia where the largest coal mine is operated with a designed capacity of more than 5 Mt annually. This paper brings information about the sedimentary host rock associations supported mainly by detail geological research and survey field work. The Sheeve Ovo district is situated at the edge of the north-east end of the Choir depression enclosed on metamorphic bedrock. The host syncline is more than 10 km wide and extends about 15 km across NE-SW direction. Within the basin, 3 main Precambrian strata can be distinguished in accordance to their lithologic contents: (1) upper mudstone strata, (2) quartzite sandstone strata, (3) lower quartzite-mudstone strata. The Precambrian rocks are overlaid with later Lower-Paleozoic sedimentary rocks which are followed with a continuous rock sequence of Mesozoic and Cenozoic age. There are 8 main coal seams between clastic rocks of cretaceous age.

Gigantische Kohlelagerstätte Sheeve Ovo in der Mongolei, Teil I: Stratigraphische Bedingungen des Kohleaufkommens auf der Lagerstätte

Sheeve Ovo ist die wichtigste abgebaute Kohlelagerstätte des Choir-Beckens und zugleich der Mongolei, mit einer jährlichen Produktion von mehr als 5 Mt. Aufgrund einer in Jahren 2006-2007 vorgenommenen detaillierten Untersuchung bringt dieser Artikel neue Informationen über die sedimentäre kohleführende Formation. Die eigene Lagerstätte befindet sich auf dem nordöstlichen Rand des umfangreichen Choir-Beckens (ausgedehnt in Richtung NO-SW), Lagerstättenstruktur auf der Fläche 10 x 15 km), auf deren bunten geologischen Struktur beteiligen sich praktisch ausschließlich Sedimenten, die auf ältere metamorphe Gesteine aufsitzen. Im Beckengebiet können drei präkambrische Hauptschichtengruppen unterschieden werden: (1) obere Tonsteinschichtengruppe, (2) Quarzit-sandsteinschichtengruppe und (3) untere Quarzit-Tonsteinschichtengruppe. Auf diese alten Schichtengruppen sitzen jüngere untere Paleozoik-sedimenten, auf welche wahrscheinlich ununterbrochene Gesteinsfolge des Mesoikum und Kenosoikum anknüpfen. Die produktiven kohleführenden Horizonte des Kreidealters sind von 8 Hauptflözenhorizonten repräsentiert.

Klíčová slova: uhlí, ložisko, Sheeve Ovo, křída, Mongolsko.

Keywords: coal, deposit, Sheeve Ovo, Cretaceous, Mongolia.

1 Úvod

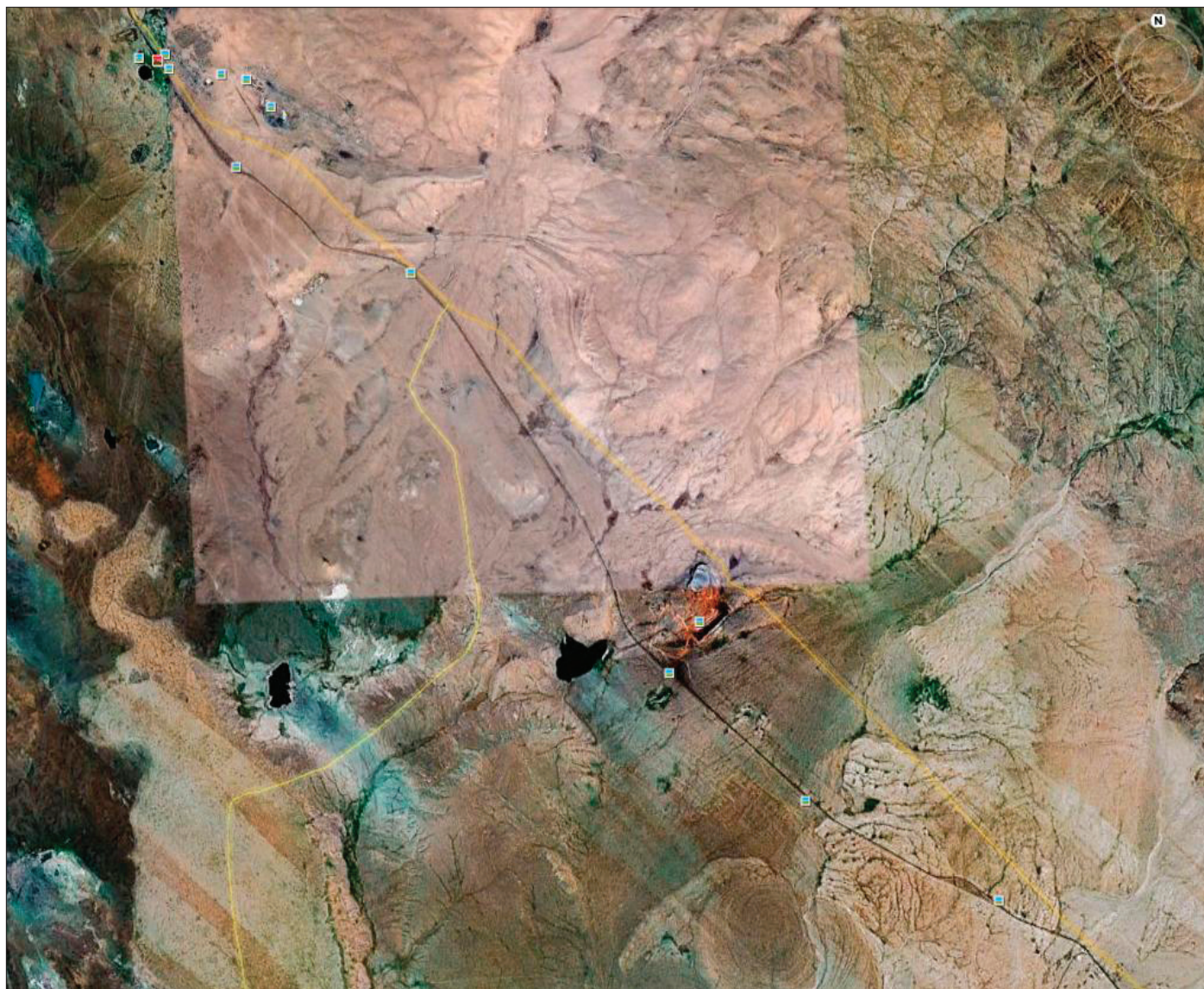
Součástí projektu rozvojové spolupráce Slovenské republiky „Development of power generation infrastructure based on combustion of local coal“ v letech 2006 a 2007 byl geologický průzkum Choirské deprese (obr. č. 1) se zaměřením na litologii pánve, uhelná ložiska z pohledu kvalitativních parametrů, inženýrsko-geologické poměry a možnosti výstavby elektrárenských bloků v těsné blízkosti dolů stávajících i těch, jejichž otvorka je plánována v blízké budoucnosti. Dominantní pozici záměru zaujímá hlavní hnědouhelné ložisko Sheeve Ovo [1].

Vzhledem k strategické pozici, mocnosti, přístupnosti slojí (obr. č. 2 a 3) a zejména k hospodářskému významu tohoto ložiska, přesahujícího svými bilančními zásobami 10 mld. t uhlí, mu byla v minulosti věnována značná pozornost [1,2,3,4,5].

Studovány byly ložiskové parametry, nicméně s tím, že téměř všechny dostupné materiály v ruském jazyce byly zcela povrchní, a v minulosti ruskými expedicemi připravené studie mají i v současnosti nejvyšší stupeň utajení a nejsou veřejně dostupné.

2 Geologická situace Choirské deprese

Choirská pánev reprezentuje v Mongolsku jednu z 10 významných vnitrokontinentálních pánví [1,4,5], viz obr. č. 4. Její geologický vývoj byl dlouhodobý a iniciální fáze založení pánve spadá pravděpodobně již do proterozoika, které je podloží pro devonské vulkanosedimentární formace [5]. Subsidence pánve byla řízena extenzní tektonikou, která je reprezentována zejména poklesovými zlomy směru SV-JZ, podřízeně pak SZ-JV. Pánev je protažena ve směru SV-JZ (cca 200 x 130 km)



Obr. 1: Družicový snímek Choirské pánve a ložiska Sheeve Ovo [6].

a její hlavní produktivní část zaujímá plochu 15 x 10 km. Pestrá litologická výplň pánve vypovídá o značné tektonické aktivitě během sedimentace uhlonosných formací. Tato aktivita výrazně ovlivňovala přínos terigenního materiálu do pánve, jak z pohledu množství, tak směru přínosu do pánve. Tomu odpovídala i centra uhlotvorby. Vlastní uhlotvorba jednotlivých slojových horizontů probíhala prakticky nepřerušně, významně jsou přítomny sedimenty povodňových eventů.

2.1 Prekambrium

V rámci Choirské pánve jsou vyčleněna 3 hlavní prekambrická souvrství dle litologické náplně:

- svrchní jílovcové souvrství,
- kvarcit-pískovcové souvrství,
- spodní kvarcit-jílovcové souvrství.

Na tyto prekambrické horniny, které je možné studovat na samostatných výchozech v širším okolí Choirské deprese, nasedají mladší spodnopaleozoické sedimenty. Paleozoikum konformně přechází do mladších uhlonosných křídových sedimentů.

2.2 Paleozoikum

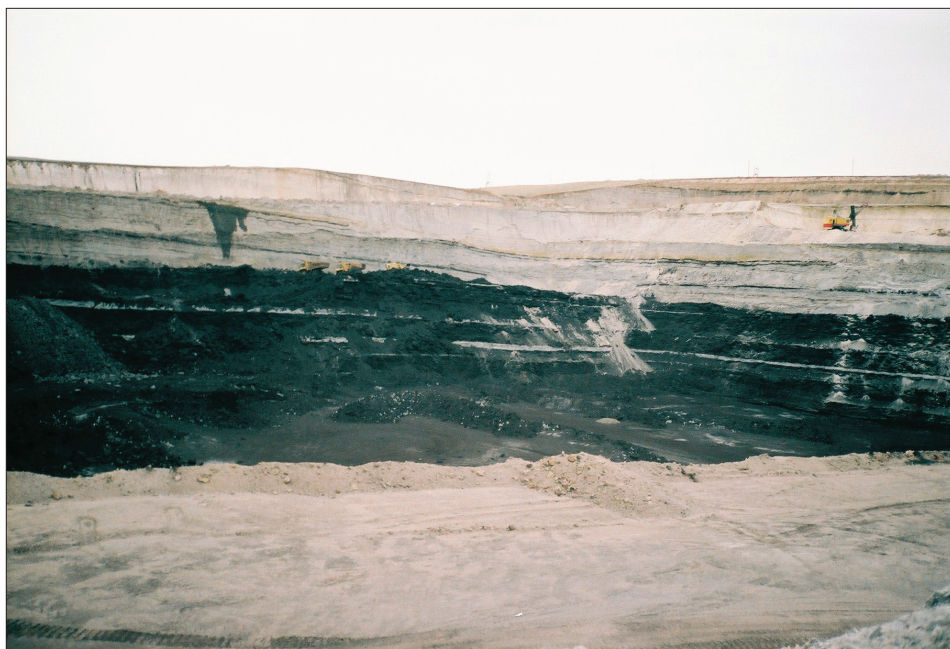
V tomto období vznikl vulkanosedimentární komplex hornin svrchně devonského až spodně karbonského stáří o mocnosti až 1 100 m, na jehož horninové asociaci se podílejí především tufy.

Depozice vulkanosedimentárních sledů pokračovala i během celého karbonu, přičemž vulkanity jsou reprezentovány zejména lávovými proudy. Pozoruhodná je bazicita vulkanických hornin, která je prezentována jak kyselými, intermediárními, tak bazickými efuzivy. Mocnost karbonské vulkanosedimentární formace činí pouze 400 m.

Extenze pánve v paleozoiku kulminovala v permu. Během tohoto období byl deponován vulkanosedimentární komplex o mocnosti až 1 200 m. Litologickou náplň tvoří především tufity a psamity a aleurity (prachovce) s vulkanickou příměsí.

2.3 Mesoziikum

V průběhu spodního až svrchního triasu byly deponovány opět převážně vulkanosedimentární horniny, v jejichž stavbě



Obr. 2: Ukázka mocnosti hlavní sloje a rozsahu ložiska.

dominují především asociace kyselých až bazických vulkanických hornin, které reprezentují především lávové proudy. Mocnost triasu dosahuje až 400 m.

V jurském období vznikl mohutný komplex převážně sedimentárních hornin, na jehož horninové skladbě se podílejí především pískovce, slepence a konglomeráty. Tyto sedimenty, zejména pískovce, jsou spjaty s podružnými prachovci a tuftickými horninami, jejichž geneze je spojena s činností jurských sopek kontinentálního riftu. Mocnost jurských sedimentů však nepřesahuje 300 m.

V okrajových partiích Choirské deprese jsou rozvinuty i asociace alkalických vulkanických hornin převážně bazického

složení. Místy jsou vyvinuty i intermediární alkalické vulkanity, které však spadají již na hranici svrchní jura – spodní křída.

Sedimenty křídového stáří tvoří hlavní objem výplně centrální části deprese Choirské pánve. Jsou zastoupeny nepřerušným vrstevním sledem. Zcela dominují svrchně křídové sedimenty, které svou mocností několikanásobně převyšují sedimenty spodní křída. Spodně křídové sedimenty jsou řazeny k Dzunbaynské sérii, v jejímž sledu zcela dominují 2 hlavní horninové suity:

- spodní Bajannerchentsinské souvrství dosahuje mocnosti přes 500 m,



Obr. 3: Pohled na největší pásový exkavátor na světě (výška 43 m) těžící nadložní hlušinu ložiska Sheeve Ovo.

- svrchní Tevšingobijské uhlonosné souvrství je výrazně mocnější (cca 2 000 m).

Sedimentární horniny obou souvrství nasedají transgrezivně na povrch starších svrchnojurských sedimentů přerušovaných hiátem.

3 Tevšingobijské uhlonosné souvrství a hlavní uhlonosné horizonty

Tevšingobijské uhlonosné souvrství reprezentuje souvrství složené převážně z vrstev a slojí tvořených zejména aleurity (prachovci) a pelity (jílovci). Na ložisku lze v rámci vyčlenit 5 hlavních horizontů:

- poduhelný horizont,
- spodní uhelný horizont,
- střední uhelný horizont,
- svrchní uhelný horizont,
- naduhelný horizont.

3.1 Poduhelný horizont

Podložní horizont Tevšingobijského souvrství reprezentuje bazální člen a zároveň je jediným neproduktivním horizontem na ložisku. Vlastní horizont je výrazně anizotropní a zahrnuje více než 200 samostatných vrstev. Vychází na povrch na severu (SV-SZ), v rámci severních okrajových partií deprese. Horizont je typický přítomností šedozelených prachovců s vložkami světle hnědých jílovců a šedých pískovců, které vytvářejí horninový sled mocný přes 100 m.

3.2 Spodní uhelný horizont

Tento první uhelný horizont vychází na povrch v severovýchodní části pánve. Většina jeho výchozů je překryta sedimenty svrchní křídly, raného terciéru i kvartéru. Litologické složení je v porovnání s ostatními horizonty ložiska a celého Tevšingobijského souvrství nejvíce monotónní (málo vytříbené hrubozrnné klastické sedimenty) a mocnost horizontu nepřesahuje 50 m.

3.3 Střední uhelný horizont

Střední uhelný horizont je tvořen hlavně šedými až tmavě šedými, středně až jemně zrnitými pískovci, písky, pestrobarevnými prachovci. Jeho spodní část je tvořena zejména vrstvou tmavých jílovců o celkové mocnosti až 37 m.

3.4 Svrchní uhelný horizont

Nejmocnější uhelný horizont obsahuje přes 120 vrstev a jeho mocnost jen ojediněle přesahuje 100 m. Uzavírá v sobě 3 mohutné (mocnost až 35 m) a 7 středních uhelných slojí (mocnost až 10 m). Mezilozí slojí tvoří zejména šedé jemnozrnné jílovce, prachovce a pískovce.

3.5 Naduhelný horizont

V nadložním horizontu zcela dominují pískovce (slabě zpevněné) a aleurity světlé i tmavě šedé barvy. Mocnost horizontu se pohybuje okolo 110 m.

4 Charakteristika vybraných hornin Tevšingobijské suity

4.1 Hnědé uhlí

Uhlí v rámci Tevšingobijského souvrství nese znaky prouhelnění v úrovni hnědouhelné ortofáze (měření Ri), tedy tvrdé, křehké, nerozpadavé, v různých odstínech hnědé až černé barvy.

Nejvíce prouhelněná, někdy až metafázní uhlí jsou přítomna v podobě tenkých proplástků, jen ojediněle nad 1 m mocných slojí, nejčastěji v okrajových partiích souslojí.

Uhelné horizonty obsahují až 2 % konkréci pelosideritů, jakož i polohy a samostatné kusy prokřemenělých dřev, stejně jako polohy jemnozrnného sideritu.

Na ložisku je rovněž přítomno měkké černě zbarvené uhlí jemně vláknité stavby. Toto uhlí má velký otěr, malou soudržnost, takže se snadno roztírá na prach. Rovněž je zejména v nižších horizontech silně markazitizované (což dává předpoklad vzniku za vysoké aktivity síry v cirkulujících fluidech v redukčním prostředí). Celkově uhlí na ložisku Sheeve Ovo podléhá relativně rychlému zvětrávání, to se projevuje snadným rozpadem velkých vytěžených kusů na menší a změnou barvy z tmavě hnědé na černou, a to již po víceleté expozici uhlí na vzduchu, kdy je vystaveno povětrnostním vlivům.

4.2 Jílovce

Jílovce jsou zpravidla tmavě šedé někdy až černé (zvýšená přítomnost uhelné hmoty). Zpravidla se nevyskytují samostatně. Obvykle obsahují i složku pískovcového a gravelitového materiálu, ale i jiné složky. Často se vyskytuje v podobě prachovitých jílovců. Typická je pro ně zejména nepravidelná mocnost. Jsou přítomny jak v rámci samotných slojí, tak v jejich nejtěsnějším nadloží a podloží. Ve velkém množství obsahují příměs rostlinných zbytků, a to zejména v případech pravidelných mocnějších poloh v rámci uhelných slojí.

4.3 Prachovce

Prachovce představují světle až tmavě šedě zbarvené jemnozrnné horniny, které jsou obvykle zastupovány přechody do jílovců, méně často obsahují ve zvýšeném množství i jemnozrnnou slídu (až 8 obj. %). Nejčastěji vystupují jako samostatné čočky a vrstvičky a jsou rozšířeny v centrální části ložiska – původní deprese s neklidnějším vývojem sedimentace ve stojaté vodě (jezírka, bažiny), a proto neobsahují uhelnou hmotu.

4.4 Pískovce

Pískovce jsou na ložisku zastoupeny světle i tmavě šedými varietami a mají velmi variabilní zrnitost a jílovitý, slabě vyvinutý tmel, méně často tvrdý kalcitový tmel. Tento tvrdý kalcitový tmel je vyvinut u pískovců přítomných v rámci nižších horizontů.

Přítomné pískovce lze klasifikovat jako arkózové, neboť se na jejich minerálním složení, vyjma křemene, nejvíce podílí draselný živce (nejčastěji 10-15 obj. %). Draselné živce jsou silně kaolinizované. V podružném množství přistupují akcesorické minerály jako granát, zirkon, apatit, turmalín a rutil.

4.5 Písky

Křemen-živcové písky jsou nejčastěji šedé až šedožluté, méně jsou zabarvené do hněda či oranžova. Zrnitost písků je velmi variabilní od jemnozrnných až k hrubozrnným varietám. Písky na ložisku představují nejhojněji zastoupený horninový materiál. Jejich hlavní vznik je vázán na facií „Rusel“ (mongolské pojmenování). Písky jsou rozšířeny prakticky mezi všemi meziuhelnými horizonty a stejně jako pískovce mají rozšíření i v okrajových faciích ložiska, kde se faciálně zastupují s jemnozrnnějšími sedimenty a navzájem do sebe přecházejí.

4.6 Slepence, štěrkopísky a konglomeráty

Slepence a štěrkopísky představují významnou petrografickou složku sedimentů. S ohledem na délku transportu mají vysoký stupeň zralosti. Zpravidla mají psamitickoaleuritický, méně často karbonátový tmel.

Ve složení valounů dominují silicifikované jílovce, leukokratní granity a granitoidy nejrůznějšího stáří (od proterozoika až do svrchního paleozoika), pískovce, žilný křemen a efuzivní horniny. Rozměry valounů jsou nejčastěji v rozpětí 1-30 cm, ojediněle jsou i větší. Hlavní zastoupení mají konglomeráty v poduhelném horizontu a v okrajových partiích deprese.

4.7 Terciární a kvartérní sedimenty

Terciární sedimenty jsou zastoupeny červenohnědými nevytřídněnými písky a štěrkopísky s variabilním množstvím přimíšených oblázků a valounů proluviálního původu. Mocnost

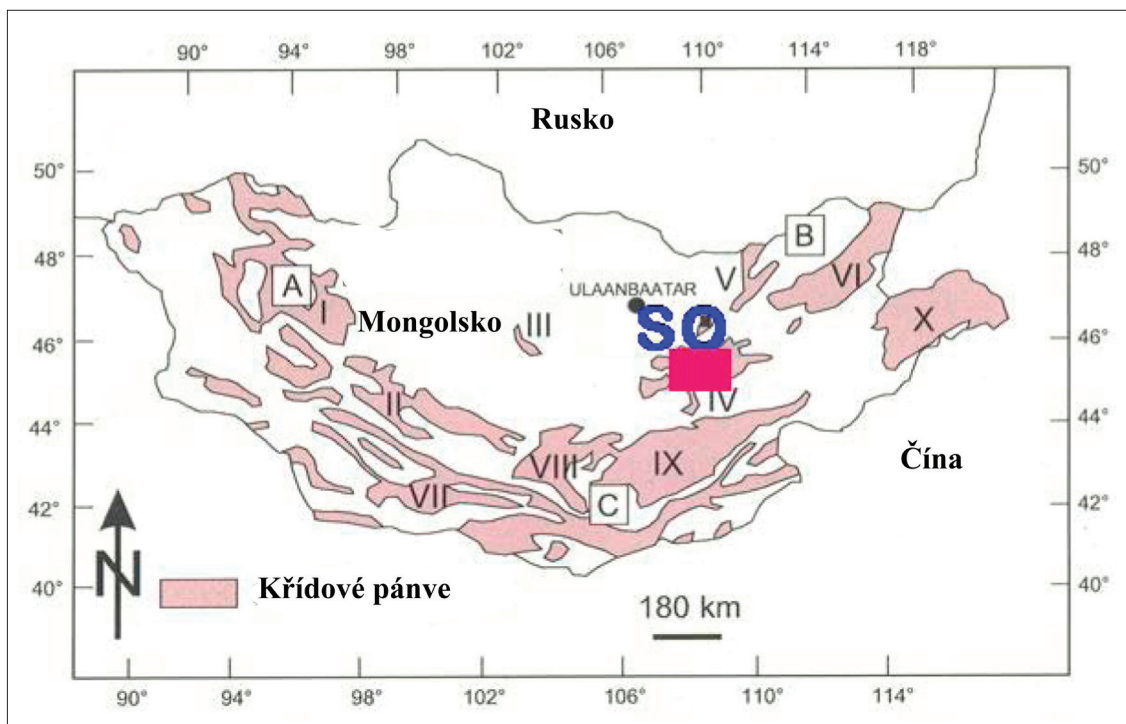
těchto sedimentárních vrstev dosahuje 3-12 m. Pod nimi se nachází vrstva světlých arkózových písků s velkými valouny granitických hornin o průměru až 5 m (zpravidla 0,3-2 m). Tato vrstva nasedá na denudovaný povrch hornin Bayannerchentského a Tevšingobijského souvrství. Mocnost sedimentů se pohybuje v rozměrech od 1 do 30 m.

Kvartérní sedimenty jsou na vlastním ložisku zastoupeny stejně jako v celé Choirské depresi velmi různorodě a nesouměrně. V hlavní míře jsou představovány asociacemi a přechody žlutě zbarvených jemnozrnných eolických písků a splachových (původně sprašových) hlín, a dále také hrubozrnnými písky a hlínami s vysokým obsahem štěrkovitého materiálu – zejména pak valounů. Hrubozrnnější recentní sedimenty mají široké spektrum barev od žlutých až po rezavě a tmavě hnědé odstíny. Mocnost kolísá v rozpětí 1-10 m.

5 Produktivní uhelné horizonty

V průběhu průzkumných prací byly na ložisku v letech 2005 a 2006 odkryty a zpracovány dva hlavní uhelné horizonty (svrchní a spodní). Oba mají relativně podobnou stavbu, příhodnou pro těžbu povrchovým velkolomem.

Spodní horizont je tvořen 30 vrstvami uhlí, oddělenými proplásky velmi jemnozrnných sedimentů (prachovce a jílovce), o celkové průměrné mocnosti až 60 m, z nichž hlavní uhlonosné souvrství má běžně 17 m (max. 55 m). Mocnost centrální uhelné sloje (na úrovni střední slojové vrstvy) se pohybuje v intervalu 3-38 m. Kolísání a menší mocnost sloje, jakož



Obr. 4: Hlavní deprese a pánve s výskyty a ložisky uhlonosných horizontů v Mongolsku [5].

A – Provincie Altaj (I – Velká jezera, II – Údolí jezerních pánví), B – Provincie Khangai–Khenetii (III – Arkhangai, IV – Onon (Choirská pánve), V – Chor-Nykla, VI – Choibalsanské pánve), C – Provincie Gobi (VII – Transaltajská Gobi, VIII – Umnogobi (Jižní Gobi), IX – Dornogobi (Východní Gobi), X – Pánevní deprese Tamtsag.

Studovaná oblast Choirské pánve je označena obdélníkem a zkratkou SO (Sheeve Ovo).

i její štěpení a vykliňování, jsou typické pro okrajové části ložiska, kde lze samostatný horizont rozčlenit na 3 dílčí vrstvy:

V centrální části pánve se tyto 3 vrstvy natolik sbližují, že tvoří společně jednu mohutnou uhelnou sloj. Zejména směrem na SV až JV se tato sloj s relativně jednoduchou a monotónní stavbou dělí na řadu dílčích slojí a proplástků, které po 4–5 km začínají vykliňovat.

Mimo centrální část, v níž dominuje jediná mocná sloj, je většina uhelné hmoty soustředěna do 3 hlavních slojí. Zde je faciálně zastupují neproduktivní aluviální sedimenty. Severozápadním směrem k okraji pánve dochází rovněž k redukci až vykliňování slojí, které je však podstatně pozvolnější než směrem k jihu. Sedimenty vycházející na povrch již představují většinou neproduktivní facie aluviálních a proluviálních sedimentů podobně jako na východní straně deprese. V okrajových partiích pánve se navíc uhelná hmota zachovala v méně prouhelněném stavu a zachovala si stavební znaky dřevní hmoty.

Svrchní horizont představuje na straně jedné 12 hlavních vrstev, které tvoří běžně přes 80 m (max. 100 m) mocný profil, na straně druhé po morfologické stránce a vzhledem k velikosti dílčích souvrství oproti spodnímu podstatně složitější horizont. Tento horizont obsahuje 5 hlavních uhlonosných horizontů složitější stavby.

Horninovou náplní jsou sedimentární horniny povodňových hlín a pískovců, velmi časté jsou i sideritové jílovce s konkrémi a přepálená silicifikovaná dřeva. Mocnost dílčích slojí je 10–38 m.

6 Závěr

V rámci projektu rozvojové spolupráce Slovenské republiky „*Development of power generation infrastructure based on combustion of local coal*“ byl vzhledem k nedostatku dostupných informací proveden geologický průzkum Choírské deprese se zaměřením na uhelná ložiska, inženýrsko-geologická šetření potenciálně vhodných lokalit pro výstavbu tepelných elektráren, jakož i revize hnědouhelného ložiska Sheeve Ovo.

Terénní šetření dle předběžných odhadů odhalilo přítomnost mnoha tektonických poruch a zlomů a potvrdilo předpoklady zadavatele projektu o nesprávných a nedostatečných podkladech dostupných v letech 2005–2006, jedné z podmínek pro výstavbu sítě elektrárenských bloků o výkonu 500 MW. Bližší charakteristika vývoje těžby na ložisku v posledních 10 letech bude součástí následujícího článku „Gigantické ložisko uhlí Sheeve Ovo v Mongolsku, část II: Kvalita těženého uhlí dílčích horizontů a budoucnost těžby v místech s napjatou hladinou podzemní vody“.

Literatura

- [1] MARINOV, N.A., ZONENSHAIN, L.P., BLAGONRAVOV V.A.: *Geology of the Mongolian People's Republic*, v. 3, Mineral Resources, Nedra, Moscow, p. 703, 1977.
- [2] DUGARJAV J.: *Properties of Sheeve Ovo coal*, Report of the Institute of Chemistry, Mongolian Academy of Sciences, p. 22, 1995.
- [3] TSEDEVSUREN TS, TITOVA TA, DEMBAVSKAYA EA.: *Hydrogenation of Sheeve Ovo bayanteeg coal of Mongolia*, Chemistry of Solid Fuels (Russian Academy of Science), vol. 6, p. 17–19, 1981.
- [4] UEDA SH.: *Preliminary survey on the Mongolian coal*. 1994 Annual Summary of Coal Liquefaction and Gasification, vol. 19, p. 140–150, 1995.
- [5] JOHNSON, C. L. *Polyphase evolution of the East Gobi basin: sedimentary and structural records of Mesozoic - Cenozoic intraplate deformation in Mongolia*. Basin Research 16: p. 79 – 99, 2004.
- [6] Google Earth. Google Earth User Guide [online]. <<http://www.google.com/earth/index.html>> [cit. 2008-04-12].