

Ing. Milan Větrovský, Severočeské doly, a.s. – Doly Nástup Tušimice

Problematika stability výchozů uhelné sloje při úpatí Krušných hor na Dolech Nástup v Tušimicích

Problematik der Stabilität der Aufschlüsse des Kohlenflözes bei dem Fuß des Erz- gebirges im Tagebau Doly Nástup Tušimice

Die Problematik der Stabilität der Aufschlüsse beim Fuß des Erzgebirges erschwert die Förderbedingungen bereits vom Anfang der übertägigen Bergbautätigkeit. Eine Reihe von Instabilitäten der Aufschlüsse des Kohlenflözes beeinflusste die Förder- und Projektierungsorganisationen zu radikalen Veränderungen beim Abbau der restlichen Kohlensubstanz.

Die Neigung der Schichtstrukturen der produktiven Schichtengruppe übersteigt 10 – 15°, auch 20° gerade beim Ausstreichen der Lagerstättenabschnitte. Dieses Gefälle übersteigt die residuale Festigkeit der lehmhaltigen tercialen Ablagerung und betrifft auch den Kontakt des Kohlenflözes mit den Grundschichten. Die ganze Problematik ist durch eine zahlreiche Tektonik und Aufgliederung der Oberfläche, welche durch Elevationen und Absenkungen charakterisiert ist, kompliziert. Die Kombination verschiedener tektonischer Streichrichtungen verursachte eine Bewegung der einzelnen Schollen gegeneinander. Es entstanden damit verschieden orientierte Böschungsstrukturen – ein sogenannter "Parkettaufbau". Die sandiglehmigen Grundschichten sind durch redeponiertes Material gebildet, welches beim Aufschluss des Kohlenflözes einen kontinuierlichen Gewässer-Kollektor bildet. Dieser Kollektor wurde auch vom Quartär dotiert, deshalb entstand stellenweise ein artesischer Aufbau.

The problems of coal seam outcrop stability at the foot of The Ore Mountains in Doly Nástup in Tušimice

The problems of coal seam outcrop stability at the foot of The Ore Mountains has made the exploitation conditions difficult since the beginning of opencast mining activity. Many unstabilities of coal seam outcrops has influenced exploitation and projection organizations to radical changes in finishing

exploitation of coal substance. Stratal structure slopes of productive strata group stand over 10 – 15° even 20° just at outcrop parts. These bends stand over residual firmness of claystone tertiary sedimentation and even contacts of coal seam with footwall layers. All the problems are being complicated by numerous tectonics and surface articulation characterized by elevations and depressions. Combination of varied tectonic directions caused motion of individual floes towards each other. Differently orientated structures of declination arose – so-called „parquet structure“. Basal argillo-arenaceous layers are created by redeposited material forming a continuous reservoir rock at the coal seam outcrop. This reservoir rock is stocked even by Quarternary, therefore artesian basins arose in some places.

Проблематика устойчивости выходов угольного пласта у подножия Крушных Гор на горных разработках ДНТ

Проблемы, связанные с устойчивостью выходов угольного пласта у подножия массива Крушных Гор усложняют условия угледобычи уже с самого начала открытой системы разработки. Целый ряд неустойчивостей зон выходов угольного пласта оказал влияние на угледобывающие и горнопроектные организации в смысле радикальных изменений по завершиванию добычи угольной субстанции.

Уклоны структур наложения продуктивного свита пластов превышают 10 - 12° а даже 20° именно у зон выхода пласта. Данные уклоны превышают избыточную прочность илстой седиментации третичной системы и контактов угольного пласта с подстилающими слоями. Проблема-тика в целом скомплицирована многочисленными тектоническими явлениями и расчлененной поверхностью, которая характеризуется возвышениями и опусканиями. Комбинация различных

тектонических направлений вызвала взаимное движение отдельных глыб. Таким образом возникли различно ориентированные структуры откосов - так наз. "паркетная укладка". Базальные слои супесков образованы вновь укладываемым материалом, который образует у выхода угольного пласта сообщающийся коллектор воды. Этот коллектор дотирован также из четвертичной системы и поэтому местами возникли артезианские структуры.

Problematika stability výchozů uhelné sloje při úpatí Krušných hor na Dolech Nástup v Tušimicích

Problematika stability výchozů uhelné sloje při úpatí Krušných hor ztěžuje těžební podmínky již od počátku povrchové těžební činnosti. Rada nestabilit výchozů uhelné

sloje ovlivnila těžební a projekční organizace k radikálním změnám v dotěžování uhelné substance.

Sklony vrstevních struktur produktivního souvrství převyšují 10 – 15° i 20° právě u výchozových partií. Tyto úklony převyšují reziduální pevnost jílovité terciární sedimentace i kontaktů uhelné sloje s podložními vrstvami. Celá problematika je komplikována četnou tektonikou a členitostí povrchu, která je charakterizována elevacemi a depresiemi. Kombinace různých tektonických směrů způsobila pohyb jednotlivých ker vůči sobě. Vznikly různé orientované svahové struktury - tzv. "parketová stavba". Bazální písčitojílovité vrstvy jsou tvořeny redeponovaným materiálem, který vytváří u výchozu uhelné sloje spojitý kolektor vod. Tento kolektor je dotován i z kvartéru, proto místy vznikly artézské struktury.

Tyto nepříznivé geomechanické a hydrogeologické podmínky pro stabilitu výchozové partie vypovídají o tom, že jakýkoliv těžební zásah do těchto struktur je velice komplikovaný. Obnažené výchozové struktury nemohou být stabilní a proto je nutné je bezesbýtku odtěžovat.

S těmito poznatky částečně probíhalo douhlování severních svahů lomu Merkur tzv. Severním lomem. Ne vždy však bylo dotěžování výchozů uhelné sloje provedeno důsledně. Proto na severních svazích zůstaly sporadicky nedotěženy výchozové partie, a to především v geologických anomáliích, kde čekaly na svůj čas. Bezsbýtku naplnily očekávání a časem se po extrémních klimatických podmínkách – především nadprůměrných srážkách, sesuly. Co nedotěžil lom, to vykonala příroda sama.

Dne 15.6.1997došlo při severním okraji sedimentační pánve k sesutí ponechané uhelné sloje. Plošný rozsah byl vymezen souřadnicemi y – 816350-816800 a x – 993500-9938000 (S-JTSK). Článek popisuje výsledky zpětné parametrické stabilitní studie a výsledky kontrolního sledování – monitoringu výchozové partie.

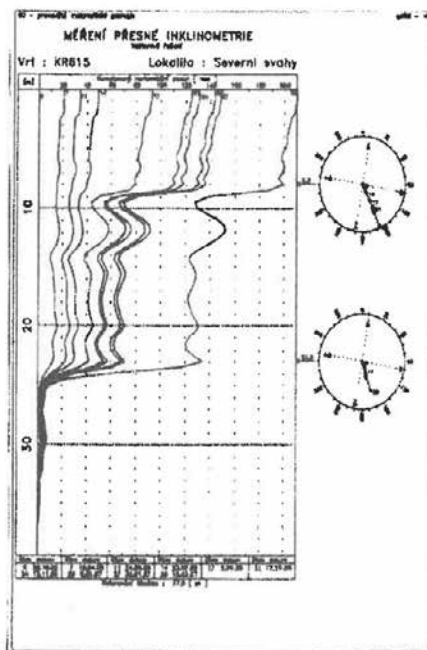
Pro posouzení stability před sesuvem byly používány hodnoty smykové pevnosti získané z velkorozměrových polních smykových zkoušek, které byly prováděny v předstihovém Severním lomem Merkur /Seyček J. – DNT, Merkur – smykové zkoušky, SG- Geotechnika, a.s., 10/91). Výsledky těchto zkoušek na kontaktu uhelné sloje a podloží byly následující :

- a) Smykové parametry vrcholové – úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 13^\circ$
soudržnost $c_{ef} = 48 \text{ kPa}$
- b) Smykové parametry reziduální – úhel vnitřního tření $\phi_{rez} = 6.5^\circ$
soudržnost $c_{rez} = 18 \text{ kPa}$

Vrcholových hodnot smykové pevnosti bylo dosaženo u jednotlivých zkušebních bloků při posunu 3 – 10 mm, ustálených hodnot reziduální pevnosti pak při posunu 40 - 80 mm. Tyto informace je důležité dávat do souvislosti s absolutními

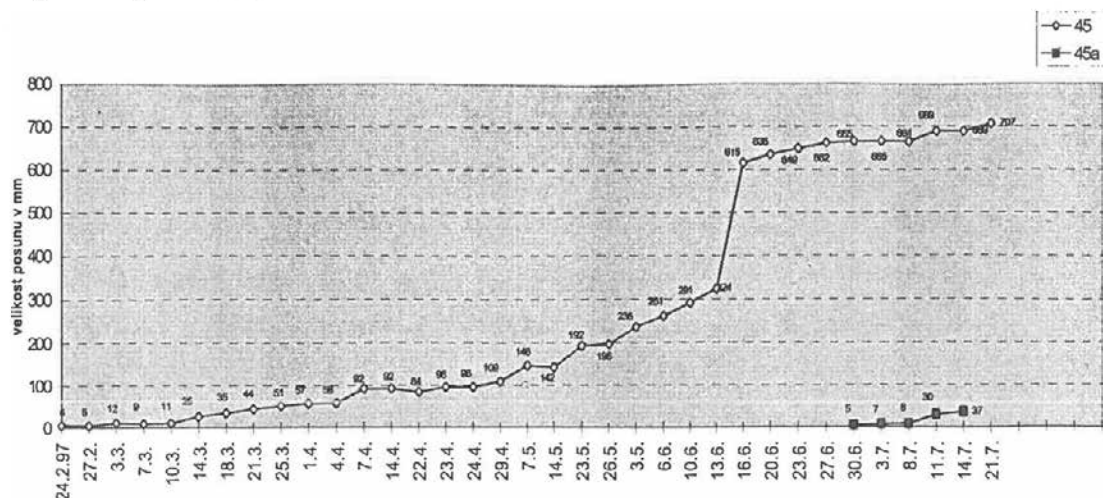
velikostmi měřených deformací v inklinometrických vrtech na smykové ploše, které v daném profilu dosahovaly před sesutím až druhé desítky centimetrů.

K sesuvu došlo po diskrétní smykové ploše (viz obr. 1), vytvořené bezprostředně pod patou uhelné sloje (viz foto 1) na kontaktu s rulovými splachy nebo v horních partiích rozloženým krystalinikem.

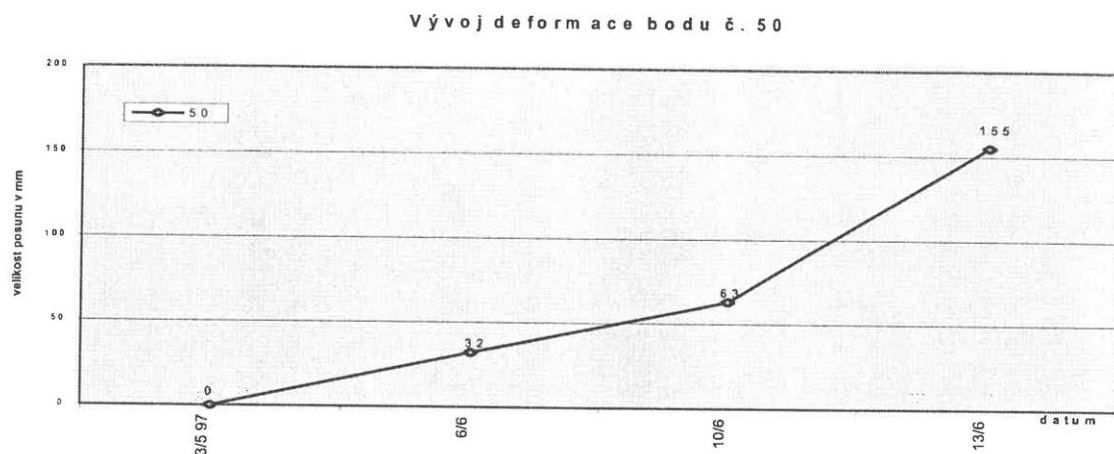


Obr. 1 Diskrétní kluzná plocha měřená přesnou inklinometrií na bázi sloje a meziložním proplástkou

Výpočtový profil (viz obr. 2), v němž je provedena inverzní stabilitní analýza, byl převzat z měřické dokumentace sesuvu. Jeho poloha je dána souřadnicí $y = 816\,500 - S-JTSK$. V této části byl dokumentován za pomoci inklinometrických vrtů i průběh smykové plochy a vývoj povrchových deformací geodetickým měřením. Rychlost sesouvání měřená na kluzné ploše se pohybovala od října 1996 do ledna 1997 cca 6-7 mm za měsíc. Potom se rychlost sesouvání zvýšila až 40 mm za měsíc. Inklinometrický vrt v období mezi 18. 3. a 25. 3. 1997 se po deformaci cca 180 mm uzavřel a následující monitorování převzalo geodetické sledování. Geodetické měření bylo prováděno totální stanicí Leica TCA 1800 v denních až týdenních intervalech. Měřená ustálená rychlost deformování svahu před sesuvem činila 1 – 4 cm za týden (geodetické body č. 45 a č. 45a viz graf 1). Tento vývoj rychlosti probíhal od počátku roku 1997 až do 13. června 1997, kdy došlo k nárůstu rychlosti na cca 3 cm za den (geodetický bod č. 50 viz graf 2). Další měření již neprobíhala. V neděli dne 15. června 1997 ve 21.⁴⁵ hod. došlo k sesuvu (viz foto 2 a 3). Sesuté uhlí bylo možné odtěžovat (foto 3 až 5).



Graf 1 Vývoj deformace bodu č. 45 a 45a



Graf 2 Vývoj deformace bodu č. 50

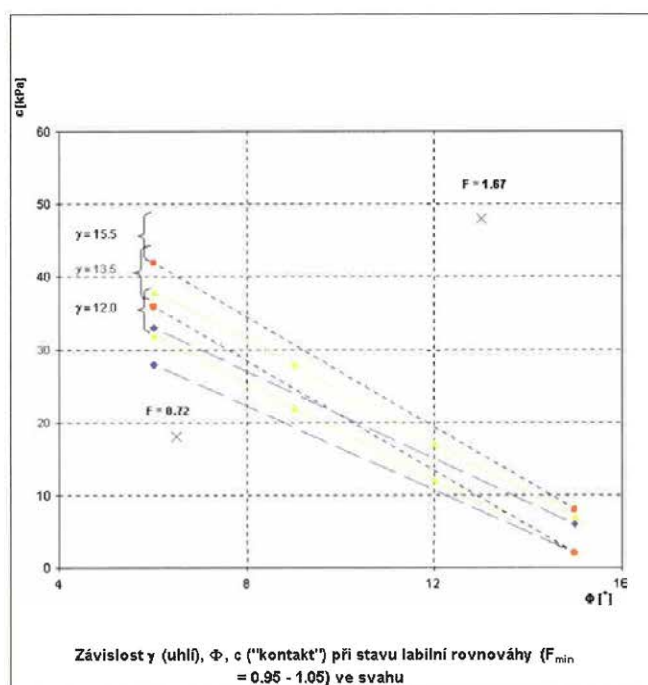
Celý sesuv byl dostatečně dokumentován. Proto bylo možné provést zpětnou stabilitní analýzu smykových pevnostních parametrů.

Při výpočtu byly pro zvolený úhel vnitřního tření určeny takové hodnoty soudržnosti, aby se výsledný stupeň bezpečnosti přibližně rovnal hodnotě $F_{\min} = 0.95 - 1.05$. Materiál uhelného pilíře byl přitom modelován jako zcela odvodněný (saturace = 0), podložní zeminy pak plně zvodněné (saturace = 1). Současně byl sledován vliv přesnosti stanovení objemové tíhy uhlé substance na výsledek stabilitních řešení.

Výpočty byly prováděny metodami mezní rovnováhy sil programovým systémem "GEOSTAR", konkrétně metodou EOP (E – efektivní parametry smykové pevnosti, O – obecná smyková plocha, P – matematicky přesná výpočtová metoda, tj. metoda splňující vnější i vnitřní silové i momentové výminky rovnováhy sil). Při výpočtech se vzhledem ke konkrétním okrajovým podmínkám neuvažoval vliv přídatného vodorovného napětí ani vliv seismických účinků nářasných trhacích prací. Ze stejných důvodů nebylo modelováno ani progresivní porušování na smykové ploše.



*Foto 1 Výchoz kluzné plochy
na patě sloje*



Graf 3



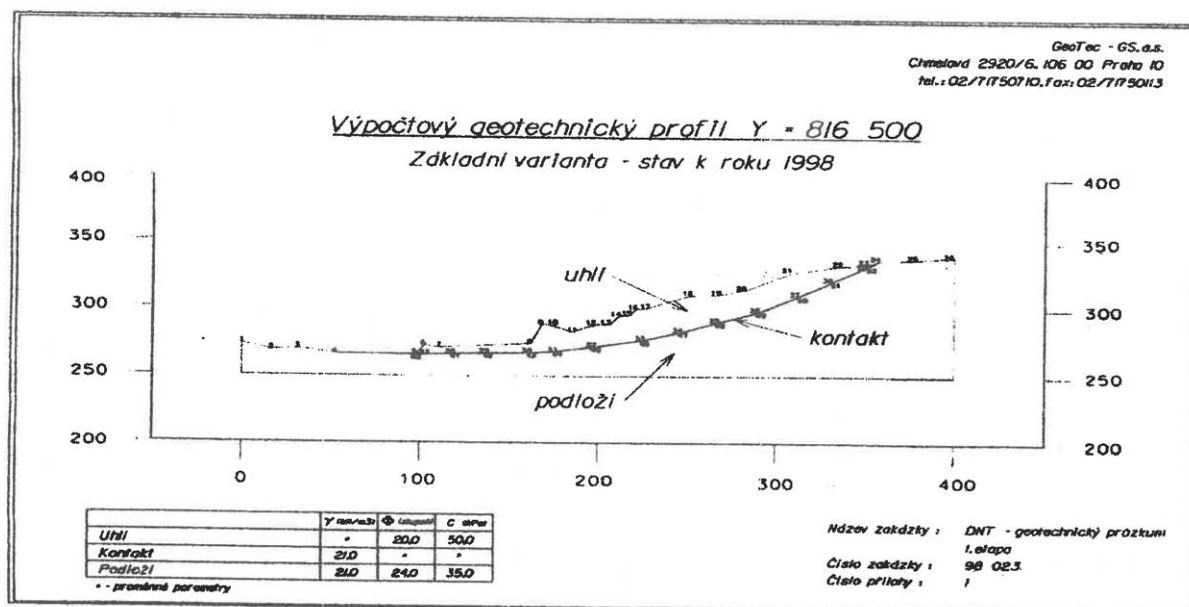
Foto 2, 3 Sesuv z 16. 6. 1997



Foto 4 Dotěžování stabilizované uhelné substance po sesuvu



Foto 5 Dotěžování stabilizované uhelné substance po sesuvu



Tabulka 1

Přehled výsledků stabilitní studie				
úhel vnitřního tření [°]		Objemová hmotnost [kNm ⁻³]		c ₁ (F=0.95) [kPa]
$\Phi_{2a} = 15$		$\gamma_{11} = 12.0$		2
$\Phi_{2a} = 15$		$\gamma_{12} = 13.5$		2
$\Phi_{2a} = 15$		$\gamma_{13} = 15.0$		2
$\Phi_{2b} = 12$		$\gamma_{12} = 13.5$		12
$\Phi_{2c} = 9$		$\gamma_{12} = 13.5$		22
$\Phi_{2d} = 6$		$\gamma_{11} = 12.0$		28
$\Phi_{2d} = 6$		$\gamma_{12} = 13.5$		32
$\Phi_{2d} = 6$		$\gamma_{13} = 15.0$		36
				c ₂ (F=1.05) [kPa]
				6
				7
				8
				17
				28
				33
				38
				42

Z grafu na obr. 3 je zřejmé, že celé stabilitní řešení je velmi málo citlivé na zavedení objemové tíhy uhelného pilíře. Pro zvolené rozmezí labilní rovnováhy svahu je graficky vymezena oblast možných dvojic úhlů vnitřního tření a soudržnosti, které z matematického hlediska splňují zadané podmínky výpočtů.

Z umístěných bodových údajů pro vrcholové a reziduální hodnoty získané z polních smykových zkoušek, uvedených v úvodu, je patrné, že použití těchto hodnot vede k extrémním hodnotám výsledného stupně bezpečnosti $F_{\min} = 0.72$ pro reziduální parametry, resp. $F_{\min} = 1.67$ pro vrcholové hodnoty.

Z provedené zpětné výpočtové analýzy, která vycházela ze skutečného modelového případu, vyplývají následující smykové parametry kontaktu uhelné sloje s podložními vrstvami :

úhel vnitřního tření $\phi_{\text{rez}} = 15^\circ$

soudržnost $c_{\text{rez}} = 0 - 5 \text{ kPa}$.

Uvedené hodnoty mají platnost ve stabilitních podmínkách, s obdobnými nebo podobnými okrajovými parametry. To znamená, že úplné zobecnění výše uvedených hodnot pro další stabilitní výpočty je možné jen s určitou mírou opatrnosti.

Závěr

V blízké budoucnosti bude probíhat těžba uhlí na SD, a.s., DNT u výchozů uhelné sloje na úpatí Krušných hor. S ohledem na výsledky kontrolního sledování a závěry provedené inverzní stabilitní analýzy, je v současné době rozhodováno o koncepci báňských postupů při dotěžování a tvorbě závěrných svahů na lokalitě Libouš - západ. Získané zkušenosti z nestability, vzniklé v roce 1997, jsou využívány při projektování závěrných svahů tak, aby bylo umožněno vytěžení rozhodujícího objemu uhelných hmot, aniž by byla podstatným způsobem ohrožena celková stabilita vytvořených a dlouhodobě odkrytých svahů.

Literatura

1. Libus J., Vitásek P.: Sesuv uhelného pilíře na severních svazích lomu Merkur - Parametrická stabilitní studie – GeoTec GS Praha – 12/1998
2. Zmítka J.: Lom Merkur - upřesnění geologie pro 6. stavbu - inženýrskogeologická studie, Báňské projekty Teplice – 12/1984