

Ing. Květoslav M y š k a, VÚHU

Dosavadní výsledky řešení bočních svahů VČSA proti Krušným horám

Úvod

Problematika stability svahů hnědouhelných lomů v prostoru výchozu sloje při úpatí Krušných hor je a bude i v budoucnosti nejsložitější úlohou inženýrské geologie a mechaniky zemín v rozsahu severočeské hnědouhelné pánve. Složitost řešení stability těchto svahů je dána vlivy geologickými /úklon struktur, střídání stratigrafických, litologických a petrografických horizontů, tektonika ap./, hydrogeologickými i fyzikálně-mechanickými /smyková pevnost prostředí, pevnost na kontaktech rozličných vrstev a na plochách diskontinuit/. Tyto primární nepříznivé faktory jsou komplikovány ještě vlivy druhotnými jako je narušení nadloží hlubinnou báňskou činností.

V celé oblasti podkrušnohorských svahů přilehlé dolovému poli VČSA byl v minulosti prováděn vrtný průzkum předpolí dolu včetně úpatí Krušných hor. Tento průzkum přinesl řadu poznatků v oblasti sedimentární výplně pánve. Současný stav průzkumu však nelze považovat za ukončený, protože dosud nejsou ověřeny a vyřešeny základní problémy geologické stavby se zřetelem na jejich vliv na povrchové dobývání /Zelenka/.

Hlavní nevyřešenou otázkou zůstává chování krystalinického masivu Krušných hor při odtěžení sedimentární výplně pánve a tlakové působení skalního masivu krystalinika na pánevní sedimenty pro případ dimenzování opěrných pilířů proti úbočí krušnohorských svahů.

Dosavadní vývoj řešení bočních svahů VČSA při úpatí Krušných hor

Původní návrh řešení báňských postupů lomu VČSA uvedený ve Studii souboru staveb z roku 1971 vycházel ze "Studie určení svahů VČSA proti úbočí Krušných hor", zpracované VÚHU

Most v roce 1967. Podkladem této studie byl geologický průzkum z let 1965-66, zaměřený na doplnění geologických a hydrogeologických údajů při úpatí krušnohorských svahů v prostoru Vysoká Pec-Albrechtice.

V letech 1973-77 byl v této oblasti proveden doplňkový geologický a hydrogeologický průzkum. Na základě geologického vyhodnocení tohoto průzkumu bylo zpracováno řešení bočních svahů VČSA ve dvou alternativách:

- I. alternativa maximálního vyuhlení s obnažením strmě uloženého krystalinika pod sedimentární výplní pánve
- II. alternativa ponechání piliře při úpatí Krušných hor tak, aby v žádném případě nedošlo k obnažení krystalinického masivu hor těžbou lomu.

Ve všech případech řešení bočních svahů VČSA proti úbočí Krušných hor bylo do té doby předpokládáno, že obnažené svahy skalního masivu krystalinika budou zcela stabilní a že nebudou vyvozovat horizontální napětí na sedimentární výplň pánve.

První pochybnosti o reálnosti uvažovaného obnažení strmě uloženého krystalinika pod pánevni výplní byly vysloveny v roce 1977, kdy byla zpracována n.p. Stavební geologie inženýrsko-geologická mapa kvartérního pokryvu pánevniho okraje, úpatí hor a krystalinika úbočí Krušných hor /Dr. Marek/. V závěrečné zprávě o výsledku inženýrskogeologických prací byly zveřejněny domněnky o možnosti porušení stability krystalinika po odtěžení terciérních sedimentů, které by mohlo mít za následek katastrofické sesuvy bloků krystalinika. S ohledem na tyto závažné závěry byla zpráva podrobena oponentnímu řízení, které názory o stavbě krystalinika zpochybnilo a doporučilo převzít pro další projekční práce pouze vyhodnocení kvartérního pokryvu.

V souvislosti s požadavkem zachování zámku Jezeří jako kulturní památky v těsné blízkosti uvažované horní hrany lomu byl proveden průzkum podzákladí zámku, a to vrtným průzku-

mem a štolou z okraje pánve do krystalinika v prostoru pod zámek. Štola postupně zastihla sutě, strmě uloženou uhelnou sloj a krystalinikum. V krystaliniku nejprve prošla tektonickými brekciemi, dále pak pásmem alterovaných rul a pevných ortorul.

V roce 1980 byla vydána závěrečná zpráva výzkumného úkolu ÚGG ČSAV "Inženýrskogeologické hodnocení svahových deformací". V kapitole "Stabilita předpolí povrchových hnědouhelných dolů na úpatí Krušných hor" jsou shrnuty zejména výsledky výzkumu zaměřené na objasnění inženýrskogeologických podmínek pro dotěžení zásob hnědého uhlí ve výchozových partiích při úpatí Krušných hor. Základem je terénní mapování v prostoru velkodolu ČSA a aplikace získaných poznatků na řešení stabilitních poměrů předpolí. V této zprávě byl odvozen mimo jiné i předpoklad, že těžební činností lomu v oblasti výchozu uhelné sloje dojde k porušení stability svahů v krystaliniku. Předpoklad vychází ze skutečnosti, že morfologie svahů Krušných hor je v úseku nad projektovaným postupem VČSA velmi mladá, při vývoji strmého svahu v ortorulách jádra kateřinohorské klenby se v minulosti uplatňovaly svahové pohyby katastrofálního charakteru /sesuvy a zřícení/, přičemž z dlouhodobého geologického hlediska nelze považovat tento proces za ukončený. Z toho ČSAV usuzuje, že stupeň stability nejstrmějších úseků svahů se blíží 1,0 a i zdánlivě nevýznamný zásah lidské činnosti může způsobit porušení dynamické rovnováhy těchto svahů. Generální sklon nejstrmějších partií svahů, které leží v okolí skalního zřícení pod Jezerkou, dosahuje 30-35° /lokálně sklon až 40°. Hodnota 30-35° se považuje předběžně za kritickou pro posouzení dlouhodobého chování plánovaných skalních zářezů. Jelikož sklony plánovaných svahů v krystaliniku vycházejí podstatně strměji, je jejich vytvoření a uvažované formě nereálné. Usuzuje se, že tyto příliš strmé svahy by byly vážně ohroženy svahovými deformacemi, které by měly charakter obdobný fosilním planárním zřícením zjištěným pod Jezerkou a docházelo by zřejmě k pohybům podle systému predisponova-

ných ploch nespojitostí, přičemž by mohly sesuté skalní hmoty dosáhnout objemu až $n. 10^7 \text{ m}^3$ /J. Rybář, Z. Kudrna/. Dále byl v uvedené zprávě vysloven pro stabilitu velmi nepříznivý názor o možných vlivech zbytkových nebo recentních abnormálních horizontálních napětí tektonického původu a předpokládá se, že tato napětí by se přenášela i na části závěrných svahů vytvořených v pánevních sedimentech a ovlivňovala by jejich stabilitu.

Uplatnění všech těchto názorů při projektování VČSA by mělo značné důsledky na těžbu lomu. Proto bylo v BPT zpracováno a hodnoceno několik variant, mimo jiné též varianty s ponecháním ochranného pilíře při úpatí Krušných hor s 58 mil. tun dočasně vázaných uhelných zásob a jeho následným vytěžením malolomem i hlubinou. Dále se uvažovalo s variantou maximálního vytěžení uhelné sloje s tím, že budou respektovány všechny zásady uvedené ve zprávě ÚGG-ČSAV včetně zploštění svahů Krušných hor na požadovanou hodnotu 35° v celé délce od vrchu Jezerka až po obec Albrechtice. To však by znamenalo odtěžit v letech 1987-93 cca 12-18 mil. m^3 skalin kamenolomovou technologií při maximálním ročním výkonu až $2,5 \text{ mil. m}^3$. Uvedeným postupem by došlo k úplné devastaci svahů Krušných hor v této oblasti do výše 450-500 m n.m. bez možnosti jejich následné rekultivace a s velice negativními důsledky na ekologii a mikroklima přilehlého území. Přitom by byl odtěžen též ostroh krystalinika s chráněnou kulturní památkou-zámek Jezeří.

Pro zpřesnění znalostí o krystaliniku a jeho kontaktu s pánevními sedimenty byla provedena ražba nové štoly a jámy s rozrážkami v prostoru vrchu Jezerka, kde je sklon krystalinika pod pánevními sedimenty nejstrmější. Jde o prostor, kde se těžba VČSA prvně dostává k úpatí krušnohorských svahů a časové relace již neumožňují uskutečnit účinná sanační opatření, ani v předstihu odtěžit sutě a skalní horniny krystalinika, které by při aplikaci závěrů ÚGG ČSAV byly ohroženy sesutím při úplném odtěžení uhelné sloje. Proto bylo rozhodnuto postupovat s těžbou lomu v tomto úseku tak, aby v žádném při-

padě nedošlo k odkrytí krystalinika, ani k porušení stability šikmo uložených poloh sutí při úpatí Krušných hor. To však předpokládá ponechat pod úpatím Jezerky suťový pilíř, který váže cca 8 mil. tun uhlí.

Pro snížení báňského rizika na minimum a pro ověření stabilitního chování ponechaného pilíře Jezerka byl v tomto prostoru navržen systém kontrolního sledování - monitoring, který zahrnuje asi 30 vrtů vybavených měřicím zařízením.

Ponechání pilíře zároveň umožňuje provádět dlouhodobá měření chování krystalinického masivu ve štole, která nebude těžbou narušena. Tak budou získány poznatky, které bude možno po vyhodnocení zobecnit a aplikovat případně i na další úseky úpatí krušnohorských svahů na styku se sedimentární výplní pánve a tak upřesnit řešení svahů VČSA při postupu lomu v dalších letech.

Dopad závěrů ÚGG ČSAV na možnost vytěžení uhelné substance VČSA, ekonomiku dobývání a krajinně-ekologická hlediska vedl k zapojení renomovaných technických a vědeckých externích pracovišť do problematiky řešení stability bočních svahů VČSA ve vztahu ke krystaliniku Krušných hor. Nejvíce exponované úseky pod vrchem Jezerka a zámkem Jezeří byly řešeny metodou konečných prvků na VUT Brno /prof. Mencl a prof. Mejzlík/, na VŠB Ostrava /Doc. Aldorf/ a Hydroprojektu Praha /Ing. Doležalová/. Dále byla problematika stability krystalinika Krušných hor ve vztahu k těžbě VČSA řešena v Ústavu geologie a geotechniky ČSAV Praha na fyzikálním modelu /Dr. Kohoutek/. Do všech těchto řešení byly zavedeny jako vstupní hodnoty předpokládané pevnostní parametry pro pevné i alterované horniny krystalinika a předpokládaná původní napjatost masivu.

Řešení stability krystalinika bylo prováděno tím způsobem, že bylo postupně modelováno odlehčení sedimentární výplně pánve při úpatí krušnohorských svahů a po každém odlehčení stanovena změna průběhu napětí v masivu. Ukázalo se, že

bude-li správný předpoklad interpretace geologické stavby a použitých pevnostních parametrů, lze při projektování bočních svahů v tomto prostoru uvažovat s obnažením strmě uložené části krystalinika na výšku 50 m /Ing. Doležalová, Dr. Kohoutek/. Těchto výsledků bylo dosaženo při řešení lokality zámku Jezeří, kde úklon krystalinika pod pánevními sedimenty dosahuje hodnoty až kolem 70° . Proto se domníváme, i když tento předpoklad zatím jinde nebyl ověřen, že můžeme s obnažením krystalinika na výšku 50 m uvažovat obecně po celé délce řešení bočních svahů VČSA do roku 2004.

Návrh bočních svahů na základě dosavadních poznatků

Na základě dříve provedeného vrtného průzkumu, doplněného novými sondami odvrtnými jednak v rámci monitoringu, jednak pro provozní potřeby lomu /pasportizační vrty/, bylo v roce 1983 Báňskými projekty v Teplicích zpracováno komplexní řešení geologické stavby území předpolí VČSA v prostoru předpokládaného postupu lomu do konce první ekonomické etapy. Na podkladě tohoto nově zpracovaného geologického řešení byl proveden výpočet stability všech bočních svahů VČSA v tomto prostoru.

Řešení bočních svahů při úpatí Krušných hor bylo provedeno v šestnácti profilech, které byly převzaty z geologických podkladů BPT. Boční svahy byly řešeny ve třech alternativách, přičemž u druhé alternativy byl ještě variantně řešen piliř Jezeří pro případ ochrany zámku Jezeří jako národní kulturní památky.

Suťový piliř pod vrchem Jezerka zůstal zachován pro všechny tři alternativy. Tento piliř je v současné době tvarován a je zde již postupně budován monitorovací systém na sledování chování tělesa piliře.

V první alternativě bylo uvažováno s maximálním vytěžením uhelné sloje až po výchoz. To však vyžaduje odtěžení jak veškerých sutí, tak i terciérních sedimentů v nadloží a částečně, v podloží uhelné sloje, čímž dochází k obnažení strmě

uloženého /50°- 60° i více/ svahu krystalinika, místy až na výšku téměř 200 m. Horní hrana lomu probíhá po izolínii 5 m mocností sutí ve svahu Krušných hor a pohybuje se v rozmezí 320-380 m nadmořské výšky. Řešení varianty maximálního vyuhlení se jeví v dnešní době jako značně problematické. Zatím není dostatek geologických a geotechnických údajů o krystaliniku v uvažovaném bočním svahu. Rovněž výpočty MKP v prostoru Jezeří a zkušenosti při ražení štoly a jámy Jezerka nevedou k optimistickým závěrům. Proto aplikace této alternativy předpokládá v první řadě důkladný průzkum krystalinika Krušných hor při jejich úpatí v zájmové oblasti a stabilizaci svahů v krystaliniku kotvením již v průběhu těžby, jak budou postupně obnažovány jednotlivé horizonty krystalinického masivu. I při stabilizaci svahů v krystaliniku bude však nutno počítat s možností pádu balvanů či lokálních sesuvů.

Ve druhé alternativě řešení bočních svahů se uvažovalo s obnažením krystalinického masivu v jeho strmé části při úpatí svahů Krušných hor na výšku 50 m. Rovněž tato alternativa předpokládá odtěžení veškerých sutí při úpatí krušnohorských svahů, takže horní hrana lomu zůstává stejná jako v první alternativě. Řešením alternativy II vzniká piliř, který zabíhá do pánve do hloubky až 700 m od výchozu uhelné sloje.

Jako součást druhé alternativy byl řešen piliř Jezeří. Řešení piliře Jezeří bylo provedeno pro případ, že by bylo rozhodnuto zachovat zámek Jezeří jako národní kulturní památku. V tom případě by bylo třeba zamezit i malým deformacím podzákladí zámku, které by mohly mít za následek porušení budov popraskáním zdiva.

Řešení piliře Jezeří předpokládá pouze odtěžení sutí v tomto prostoru bez obnažení strmě uložené části krystalinika. Takto vytvořený piliř zasahuje pak do pánve na vzdálenost cca 900 m od výchozu uhelné sloje.

Alternativa II v kombinaci s piliřem Jezeří umožňuje podle dosavadních poznatků maximální přiblížení těžby uhelné slo-

je ke svahům Krušných hor bez nutnosti stabilizace krystalinika kotvením. Přesto zde zůstává nebezpečí lokálních sesuvů či pádu balvanů ze stěny krystalinika či suťových materiálů nad horní hranou lomu.

Nejbezpečnějším řešením bočních svahů je alternativa třetí. Zde se uvažuje s ponecháním veškerých sutí při úpatí svahů Krušných hor tak, aby krystalinikum v žádném případě nebylo těžbou obnaženo. Tím se horní hrana lomu posunuje směrem do pánve a její průběh je limitován stabilitou sutí ležících nad touto horní hranou lomu. Výhodou varianty III je snížení rizika při těžbě skryvky i uhelné sloje, avšak řešení bočních svahů podle této varianty značí ponechání velkého piliře nadloží a uhelné sloje dosahujícího délky až 1200 m od výchozu sloje.

Nevýhodou řešení s piliřem, a to se týká i alternativy II, je skutečnost, že uhelná sloj v dolovém poli VČSA je narušena hlubinnou těžbou. Z toho vyplývá nebezpečí prohořívání uhelné sloje v piliři, jehož důsledkem by bylo porušení stability piliře a ztráta jeho funkce. Proto bude nutno učinit účinná opatření k zamezení jeho prohořívání sanačními pracemi.

Pro porovnání ztrát uhelné substance v piliřích podle jednotlivých alternativ řešení bočních svahů VČSA byl proveden orientační výpočet blokovaných zásob. Jako přibližné hodnoty můžeme brát následující údaje:

- 1/ při aplikaci alternativy I /maximální vyuhlení/ by byly blokovány uhelné zásoby pouze v piliři Jezerka, a to kolem 8 mil. tun uhlí
- 2/ alternativa II /obnažení 50 m strmě uloženého krystalinika/ včetně piliře Jezeří předpokládá blokaci kolem 35 mil. tun uhelných zásob
- 3/ alternativa III /ponechání sutí na svazích a při úpatí Krušných hor/ znamená realizaci tzv. velkého piliře, který by blokoval cca 70 mil. tun uhelných zásob.

Výše uvedené údaje budou upřesněny na základě operativního výpočtu uhelných zásob, který se provádí na Báňských pro-

jektech v Teplicích.

Závěr

Řešení bočních svahů VČSA při úpatí Krušných hor je záležitost dlouhodobá. Geologická stavba území je v tomto prostoru značně komplikovaná a znalosti zejména o stavbě a porušení krystalinika jsou neucelené. Z toho také vyplývá složitost komplexního řešení, které je v každé době závislé na úrovni současných poznatků.

Rozhodující vliv na utváření bočních svahů VČSA v podkrušnohorské oblasti bude zřejmě mít stabilita krystalinického masivu hor a jeho působení na sedimenty pánevní výplně. Do řešení této problematiky je zapojena řada mimorezortních technických a vědeckých pracovišť, kde je stabilita řešena moderními metodami za pomoci vysoce výkonných počítačů. K úspěšnému zvládnutí úlohy však bude zapotřebí získat dostatek potřebných poznatků o stavbě zemního tělesa a charakteristikách hornin a zemin potřebných k výpočtu. Věříme však, že společným úsilím bude nalezen způsob, jak vytěžit maximum uhelných zásob s minimálním rizikem, aniž by došlo k nenapravitelným ekologickým dopadům.

S h r n u t í

Dosavadní výsledky řešení bočních svahů VČSA proti Krušným horám

V článku je ve stručnosti uvedena složitost řešení stability bočních svahů VČSA v komplikovaných geologických poměrech. Současný stav znalostí o geologické stavbě zejména krystalinika krušnohorského masivu a fyzikálně-mechanických vlastností hornin vede k řešení, které neumožňuje komplexní vytěžení uhelných zásob v oblasti úpatí Krušných hor. Problematika musí být řešena na širším základě ve spolupráci s externími vědeckými a technickými pracovišti tak, aby bylo možno s minimálním rizikem vytěžit maximum uhoelné substance.

Recenzoval: Ing. Miloslav Nesládek
GR SHD, Most