

AUTOR: Ing. Bc. Radim Lex

Metodika výběru vhodné dobývací metody pro těžbu vápenců hlubinným způsobem ložiska Kamenný Vrch

RECENZE:**prof. Ing. Ivo Černý, CSc.**

Pro výběr správné dobývací metody hlubinným způsobem ložiska Kamenný Vrch bylo nezbytně nutné provést analýzu dobývacích metod z naměřených hodnot konvergenčního měření, z provedené kompletní pasportizace důlního díla a ověření pevnosti tlaku in situ.

Pro následný výběr vhodné dobývací metody bylo nutné dále provést analýzu jednotlivých hornin dle metody RMR – Rock Mass Rating s ověřením dle metody RSS – Rock Substance Strength.

Pro ověření stability důlních děl bylo provedeno konvergenční měření, které mělo za cíl ověřit stabilitu důlních děl pro jejich eventuální využití jako přístupových důlních děl k ložisku Kamenný Vrch pro následnou hlubinnou těžbu. V části důlních děl byla zjištěná nižší stabilita, která je však z hlediska výběru vhodné dobývací metody pro hlubinnou těžbu ložiska Kamenný Vrch zanedbatelná.

Geomechanický monitoring ověřil stav důlních chodeb ve vápencích v průběhu let a posloužil k upřesnění možností vydobytí ložiska Kamenný Vrch. Vhodnost výběru správné dobývací metody byla ověřena kvantitativní nástrojem vyvinutý D. E. Nicolase (1981).

ABSTRAKT:

Pro výběr správné dobývací metody hlubinným způsobem ložiska Kamenný Vrch bylo nezbytně nutné provést analýzu dobývacích metod z naměřených hodnot konvergenčního měření, z provedené kompletní pasportizace důlního díla a ověření pevnosti tlaku in situ.

Pro následný výběr vhodné dobývací metody bylo nutné dále provést analýzu jednotlivých hornin dle metody RMR – Rock Mass Rating s ověřením dle metody RSS – Rock Substance Strength.

Pro ověření stability důlních děl bylo provedeno konvergenční měření, které mělo za cíl ověřit stabilitu důlních děl pro jejich eventuální využití jako přístupových důlních děl k ložisku Kamenný Vrch pro následnou hlubinnou těžbu. V části důlních děl byla zjištěná nižší stabilita, která je však z hlediska výběru vhodné dobývací metody pro hlubinnou těžbu ložiska Kamenný Vrch zanedbatelná.

Geomechanický monitoring ověřil stav důlních chodeb ve vápencích v průběhu let a posloužil k upřesnění možností vydobyti ložiska Kamenný Vrch. Vhodnost výběru správné dobývací metody byla ověřena kvantitativní nástrojem vyvinutý D. E. Nicolasem (1981).

KLÍČOVÁ SLOVA: hlubinná těžba vápenců, geomechanický monitoring, geologie ložiska, stabilita horninového masivu, metody hlubinné těžby.

ABSTRACT:

In order to select the correct mining method in the deep way of the Kamenný Vrch deposit, it was necessary

to perform an analysis of mining methods from the measured values of convergence measurements, from the complete passportization of the mine work and verification of the in situ compressive strength.

For the subsequent selection of a suitable mining method, it was necessary to further analyze the individual rocks according to the RMR - Rock Mass Rating method with verification according to the RSS - Rock Substance Strength method.

To verify the stability of the mine workings, a convergence measurement was performed, the aim of which was to verify the stability of the mine workings for their eventual use as access mine workings to the Kamenný Vrch deposit for subsequent deep mining. Lower stability was found in some mining works, which is, however, negligible in terms of selecting a suitable mining method for deep mining of the Kamenný Vrch deposit.

Geomechanical monitoring verified the condition of mining tunnels in limestones over the years and served to specify the possibilities of

Obr. 2 OKR - Důl Ostrava, k. p., závod Hlubina

mining the Kamenný Vrch deposit. The suitability of choosing the right mining method was verified by a quantitative tool developed by D. E. Nicolas (1981).

ÚVOD

Pro vhodný výběr dobývací metody je důležité znát geotechnický stav důlního díla a jeho stabilitu pro využití důlních děl k moderním způsobům těžby hlubinným způsobem. Cílem projektu bylo ověření stability v minulosti používaných důlních

chodeb pro přístup k ložisku Kamenný Vrch. Zároveň byla provedená podrobná geologická pasportizace důlních chodeb. Výsledky provedených měření (ověření stability, geologická pasportizace) pak posloužily k výběru vhodné dobývací metody.

Hlavním důvodem ověření hlubinných dobývacích metod je skutečnost, že v okolí ložiska Kamenný Vrch se nachází historická podzemní důlní díla, pomocí kterých se ložiska v okolí Mořiny těžila hlubinným způsobem do 50. let 20. století. Cílem je nalézt vhodnou dobývací metodu, která bude odpovídat geomechanickým parametrům horninového masivu a zároveň bude nejvíce šetrná k životnímu prostředí dané lokality, protože ložisko Kamenný Vrch se nachází v chráněné krajinné oblasti Český kras.

PODMÍNKY VHODNOSTI VÝBĚRU DOBÝVANÉ METODY

Pro ověření možnosti variant hlubinné těžby byla provedena rešerše báňsko-technických podmínek nerudných a rudných ložisek v rámci České republiky a dále v dolech (zejména vápencových) ve světě, rešerše jednotlivých dobývacích metod a metodik výběru vhodné dobývací metody.

V současné době existuje celá řada rudných a nerudných dobývacích metod, jež jsou dokumentovány v odborné literatuře. Velký počet dobývacích způsobů lze roztrždit dle různé klasifikace. Systémy klasifikací se liší dle různých autorů různými hodnotícími kritérii. Některé klasifikace zatřídí dobývací metody dle způsobu vyztužování vydobytych prostor nebo směru dobývání suroviny, dle posloupnosti dobývání pater, způsobu dopravy z dobovek apod.

Hlubinné metody dobývání lze například klasifikovat dle Agoškova, jež jsou tříděny do šesti tříd dle způsobu vyplnění vydobytého nerostu [1]:

s volným vyrubaným prostorem – charakteristickým znakem těchto metod je skutečnost, že po vydobytí bloků zůstává vyrubaný prostor volný a nezaplňuje se ani rubaninou, ani zakládkou. Strop se nepodpírá výztuží, popřípadě se podpírá dřevěnou výztuží, která slouží jako pracovní. Strop může být případně zpevňován svorníkovou výztuží a je nesen ponechanými horninovými pilíři. Tato metoda je vhodná zejména u ložisek s pevnou rudnou výplní, včetně průvodní horniny – hlavně nadložní. Tuto dobývací metod lze využít u ložisek od malé mocnosti až po ložiska velmi mocná bez ohledu na úklon ložiska. Přípravné práce spočívají v provedení rozrážek a chodeb, kterými se ložisko rozdělí na jednotlivé dobývací pruhy a bloky. Porubní fronta postupuje celým úsekem připraveném k dobývání těžní chodbou. Vyrubaný prostor se udržuje pravidelně nebo nepravidelně rozmístěnými pilíři.

dobývání na skládku – s přechodným skladováním rubaniny ve vyrubaném prostoru – princip této metody je v sestřelování horniny ve vodorovných a šikmých pásech, přičemž dobývaná hornina se okamžitě nevypouští, ale část zůstává ve vyrubaném prostoru, ve kterém plní funkci zakládky (podpírá boky komor) a tvoří pevný povrch pro práci osádky. Z odstřelené horniny se dle koeficientu nakypření vypouští po dobývání jen asi 40 % z celkově odstřeleného množství horniny. Podmínkou je zanechávat 2 m vy-

soký pracovní prostor mezi odstřelenou zásobou a neodstřelenou horninou. Vyrubaný prostor se zavaluje nebo zakládá až po vypuštění horniny z vytvořené skládky a po vydobytí mezipatrových a mezikomorových pilířů. Aby bylo možné ložisko tímto způsobem těžít, je nutné, aby byly splněny podmínky zejména musí být hornina dostatečně pevná, úklon ložiska musí být větší než 50° a mocnost těžené horniny by měla být v rozmezí 1 – 30 m, ložisko nesmí být narušeno hluchými partiemi bez jílovitých příměsí. Těžný blok ohraničují dva komíny sloužící pro přístup mužstva a větrání ložiska.

dobývání se zakládkou – hlavním znakem této dobývací metody je zajištění výplně vyrubaného prostoru základkovým materiálem ihned po provedených dobývacích pracích. Jde o náročný a poměrně drahý způsob dobývání ložiska. Touto metodou se těží zejména ložiska, která mají špatné báňsko-technické podmínky (nízká pevnost horniny, nevýrazný a nepravidelný kontakt, ochrana povrchu před projevy důlních poklesů). Při těžbě cenných rud nebo nepravidelných ložisek lze dosáhnout vysoké výrubnosti. Dále dochází ke zmenšení důlních tlaků či nebezpečí důlních otřesů.

dobývání na zával – hlavním identifikátorem této dobývací metody je skutečnost, že se vyrubané prostory dají zavalit ihned za porubem. To je výhodné zejména proto, že dochází k zvýšení efektivity trhačích prací a dále pak k vlastnímu zakládání je využita hlušina z bočních hornin. Dalším charakteristickým znakem je to, že dobývání probíhá shora dolů rozdělením ložiska na dvě

lávky. Metodu lze využít u ložisek střední a velké mocnosti do 100 m. Úklon těžných ložisek může být malý nebo i strmý. Těžná hornina by měla být středně pevná a průvodní hornina by měla být snadno zavalující. Dobývání probíhá shora dolů ve vodorovných lávkách o výšce okolo 3 m, jež se po odtěžení horniny a položení umělého stropu s postupem porubu zavalují. V další lávce se pak dobývá pod závalem předcházející lávky.

dobývání s vyztužováním vyrubaného prostoru – jde o soustavné zajišťování vyrubaného prostoru výztuží, jež se buduje současně s postupujícím výlomem horniny a ve vydobytém prostoru se trvale ponechává. Používá se u ložisek libovolného úklonu a mocnosti do 4 m. Postup dobývky je směrný a rozpojování probíhá pomocí trhačích prací. Vyrubaný prostor se zajišťuje dřevěnou výztuží.

kombinované – taková varianta, jež kombinuje nejméně dvě výše uvedené varianty

Pro správný výběr vhodné dobývací metody je důležité znát geomechanickou charakteristiku hornin nacházející se v ložisku. K tomu slouží metody RMR (Rock Mass Rating) a RSS (Rock Substance Strength) pro geomechanickou klasifikaci hornin.

GEOMECHANICKÁ KLASIFIKACE HORNIN – METODA ROCK MASS RATING (RMR)

V rámci ložiska Kamenný Vrch byla provedena geomechanická analýza RMR (Rock Mass Rating), která měla za cíl ověřit celkovou stabilitu důlního díla pro jejich následné využití v rámci připravovaného projektu hlubinné těžby

vysokoprocenních vápenců. V průběhu provedených měření byly zjištěné důležité vlastnosti horninového masivu, jež jsou uvedené v tabulce č. 1 (*příloha*).

Metoda RMR (Rock Mass Rating) je metodika, která hodnotí masiv připravovaný k těžbě jako celek. Metoda RMR oceňuje kvalitu horninového masivu pomocí šesti parametrů s využitím indexu RQD (Rock Quality Designation). Metoda RQD je jednoparametrová, směrově závislá klasifikace hodnotící horninový masiv vycházející z porušenosti vrtného jádra. Jde o první z šesti ukazatelů metody RMR. Dalším parametrem metody RMR je stanovení indexu pevnosti při bodovém zatížení představující pevnost v prostém tlaku. Z provedených laboratorních zkoušek vycházejí hodnoty prostého tlaku uvedené také uvedené v tabulce 1. Třetím a čtvrtým parametrem ovlivňující metodu RMR je rozteč diskontinuit a podmínky diskontinuit.

Pátým parametrem metody RMR je podzemní voda, jež se hodnotí dle 3 kritérií, a to podle přítoku důlní vody na 10 m důlního díla v litrech na 1 m, dále poměrem tlaku puklinové vody k maximálnímu hlavnímu napětí a v poslední řadě celkovými podmínkami v důlním díle. Posledním parametrem je orientace puklinových systémů v důlním díle, která se posuzuje v důlním díle dle jeho orientaci. Předpokládá se, že směry působících reziduálních napětí a směry os jednotlivých komponent tenzorů napětí jsou zhruba pod úhlem 45° k puklinovým plochám.

Pro výsledné hodnocení se sečtou bodová hodnocení jednotlivých parametrů a následně dojde k přiřazení kvality horninového masivu, jež se dělí do 5 kategorií – velmi nestabilní, stabilní,

dostatečně stabilní, nestabilní, velmi nestabilní [2].

Na ložisku Kamenný Vrch byla provedená analýza horninového masivu dle metody RMR ve všech druzích vápenců i přechodových partií. Z měření je zřejmé, že vápence a další horniny se v parametrech výrazně odlišují. Celkově lze však konstatovat, že dle provedené metody RMR je masiv, kterým prochází důlní díla, stabilní. Určitá nestabilita se projevuje v části kódského přesmyku, kde se průvodní hornina – diabas, naměřenými výsledky dostal do skupiny III – dostatečně stabilní.

Po strukturní stránce jsou vrstvy vápenců v důlní chodbě do ložiska Kamenný Vrch charakteristické průměrným směrem a sklonem vrstev asi 60/70 (W). Větší variabilitu přitom vykazuje sklon vrstev, který v rámci hodnoceného úseku severního křídla antiklinály ameriky kolísá v rozmezí cca 20° jak ve vertikálním směru (ve svrchních částech ložiska se jeví sklon vrstev nižší asi 60° - 70°, než v částech hlubších asi 70° - 80), tak ve směru horizontálním (ve východní části ložiska se jeví průměrný sklon vrstev vyšší cca 70°, než v západní cca 65°). Zároveň je zde charakteristické výrazné uplatnění příčné tektoniky reprezentované systémem převážně strmě ukloněných zlomů směru S-J a SZ-JV, kterými je pruh vápenců pražského souvrství rozčleněn do řady vzájemně posunutých ker. Velikost vzájemného posunu jednotlivých ker však není příliš výrazná (obvykle činí první metry, max. 25 m). Z celkového pohledu je nejvýrazněji tektonicky postižena západní třetina ložiska Kamenný Vrch, která také vykazuje nejvýraznější krasové postižení. Naměřené hodnoty jsou součástí tabulky 1, která zobrazuje výsledky měře-

ných hodnot na základě, kterých bylo stanoveno, jak jsou vápence stabilní.

Viz. příloha - Tabulka 1: Klasifikace jednotlivých typů vápenců dle metody RMR

GEOMECHANICKÁ KLASIFIKACE HORNIN – METODA ROCK SUBSTANCE STRENGTH (RSS)

Metoda RSS je založená na dalším důležitým geomechanickém parametru ovlivňující celkovou stabilitu důlních děl. Jedná se o podíl pevnosti v tlaku horniny k nejvyšší složce primárního napětí v dané hloubce. V rámci posouzení ložiska může docházet k rozdílným hodnotám mezi průvodními horninami a horninami tvořící vlastní ložisko. Proto jsou parametry této metody zadávány zvlášť pro vlastní ložisko, nadloží ložiska a podloží ložiska. Na základě zjištěných hodnot dochází k zařazení hornin do 4 kategorií, jež mohou být rozdělené na velmi měkké – méně než 5, měkké – 5–10, střední - 10–15, a velmi pevné – více než 15 [3].

Pro metodu Rock Substance Strength je charakteristické, že dochází k analýze nadloží, podloží i vlastního ložiska. Protože v případě důlní chodby k ložisku se jedná o vápence s poměrně stejnou horninovou charakteristikou, bylo v případě metody RSS zohledňovány stejné parametry pro nadloží, podloží i vlastní ložisko. Při stanovení hodnot se vycházelo z měření získaných při geologické pasportizaci a následně použité i při RMR. Kódský přesmyk s nižšími hodnotami nebyl zcela zohledňován, protože z celkové délky důlní chodby 1051,5 m byla délka kódského přesmyku pouze 78,2 m. To je 7,44 % celkové délky chodby. Pro metodu RSS byly tedy hodnoty pro nadloží, ložisko a podloží naměřeny na 12-13 bodů. Jde tedy o horniny středně

pevné, což potvrzuje i hodnoty získané analýzou RMR.

METODA VÝBĚRU VHODNÉ DOBÝVACÍ METODY

Z výše uvedeného vyplývá, že existuje celá řada dobývacích metod, které je možné použít k exploataci ložiska vápenců Kamenný Vrch. Volba vhodné dobývací metody je závislá na poměrně velkém množství ovlivňujících činitelů, mezi které lze zařadit:

geologii (generální tvar ložiska, mocnost, úklon, hloubka uložení, tektonika)

geomechanické vlastnosti hornin (pevnost, pružnost, RSS, RMR, napěťový stav)

technologii těžby (rozměry dobývky, otvirkové díla, kontrola nadloží, technologické vybavení, flexibilita, dostupnost základky)

úpravu suroviny (znečištění ložiska průvodními horninami, selektivita těžby, kapacita technologie na úpravu)

legislativu, životní prostředí a bezpečnost práce (počet a dostupnost kvalifikovaných zaměstnanců, vlivy těžby na povrch, bezpečnost práce)

ekonomiku (životnost ložiska při těžbě hlubinným způsobem, náklady spojené se sanací a rekultivací, investice na vybudování technologie, provozní náklady)

Výběr vhodné dobývací metody je z tedy poměrně složitý. Existuje však celá řada metod a postupu pro stanovení nejvhodnější dobývací metody na

konkrétní lokalitě [4].

Nejznámější metody pro výběr vhodné dobývací metody jsou:

Boshkov a Wright (1973)

Morrison (1976)

Nicolas (1981)

Hartmann (1987)

UBC metoda (1995)

Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process)

Metoda Promethee

Pro ložisko chemických vápenců Kamenný Vrch byla provedená analýza výběru vhodné dobývací metody dle Nicolase a Hartmana.

VÝBĚR VHODNÉ DOBÝVACÍ METODY METODIKOU DLE NICOLASE

Jde o kvantitativní nástroj pro výběr vhodné dobývací metody vyvinutý D. E. Nicholasem (1981), který používá jednotlivé numerické hodnoty pro výběr nejvhodnější metody těžby. Metoda se zabývá zejména charakteristikou horninového masivu, ložiska, okolních hornin, výpočtu RQD (Rock Quality Designation) pro stanovení RSS. Stanovením jednotlivých hodnot pak do-

stáváme výsledky, které nám určují konečné pořadí nejvhodnější dobývací metody pro dané ložisko.

Prvním krokem je klasifikace tvaru ložiska, vlastností mechaniky hornin v ložisku a doprovodných hornin. Součet jednotlivých hodnot této metody představuje volbu vhodné dobývací metody. Získané hodnoty pak vyjadřují vhodnou dobývací metodu k charakteristice ložiska [4].

Pro projekt ložiska vápence Kamenný Vrch byla použita aplikace ViMine18 vyvinutou School of Mineral and Energy Resources Engineering, The University of New South Wales [5]. Do používaného softwaru byly postupně vloženy jednotlivé položky geometrie ložiska. Tvar ložiska byl vybrán jako nepravidelný vzhledem rozměrům ložiska (šířka ložiska 200 m, mocnost ložiska – více než 100 m, délka ložiska 1600 m). Celkový úklon ložiska je 15° ve směru východ – západ. Zvolená byla proto varianta s nízkým celkovým úklonem ložiska. Tloušťka ložiska byla vybrána ve variantě tloušťky ložiska mezi 100-600 m. Protože je zde předpoklad, že vápenec požadovaného charakteru je i v hloubce přesahující 100 m.

Obr. 1 Výsledná tabulka zohledňující parametry ložiska s výběrem vhodné dobývací metody dle Nicolase [5]

Nicholas Algorithm		Mining Method Ranking	
Shape	Equidimensional		
Plunge	Flat	Sublevel Stoping	39
Thickness	Thick	Open Pit	36
Grade	Low	Cut and Fill	26
Depth	100-600m	Sublevel Caving	26
RMR Ore	Strong	Block Caving	25
RMR Hanging Wall	Strong	Top Slicing	20
RMR Footwall	Strong	Square Set	5
RSS Ore	Moderate	Room and Pillar	-23
RSS Hanging Wall	Moderate	Shrinkage Stoping	-73
RSS Footwall	Moderate	Longwall	-79

V rámci ložiska Kamenný Vrch bylo dosahováno takřka podobných hodnot, protože se jedná o ložisko vápence, kde se jednotlivé vrstvy ložiska liší zejména v chemismu ložiska. Je zřejmé, že z hlediska stávajících přístupových důlních děl jsou nižší hodnoty u průvodních hornin procházející kódkským přesmykem, jež tvořen diabasem, tufy a vápennými břidlicemi. Očekává se, že v rámci navrhované metody dobývání budou stávající chodby využívány i v pokračující těžbě.

Po provedení zadaných hodnot a s ohledem na skutečnost, že předpokládáme využití varianty, která bude co možná nejméně narušovat krajinný ráz chráněné krajinné oblasti Český kras, lze dle metodiky podle Nicolase vyhodnotit jako nejlepší varianty hlubinné těžby metodu Sublevel Stopping

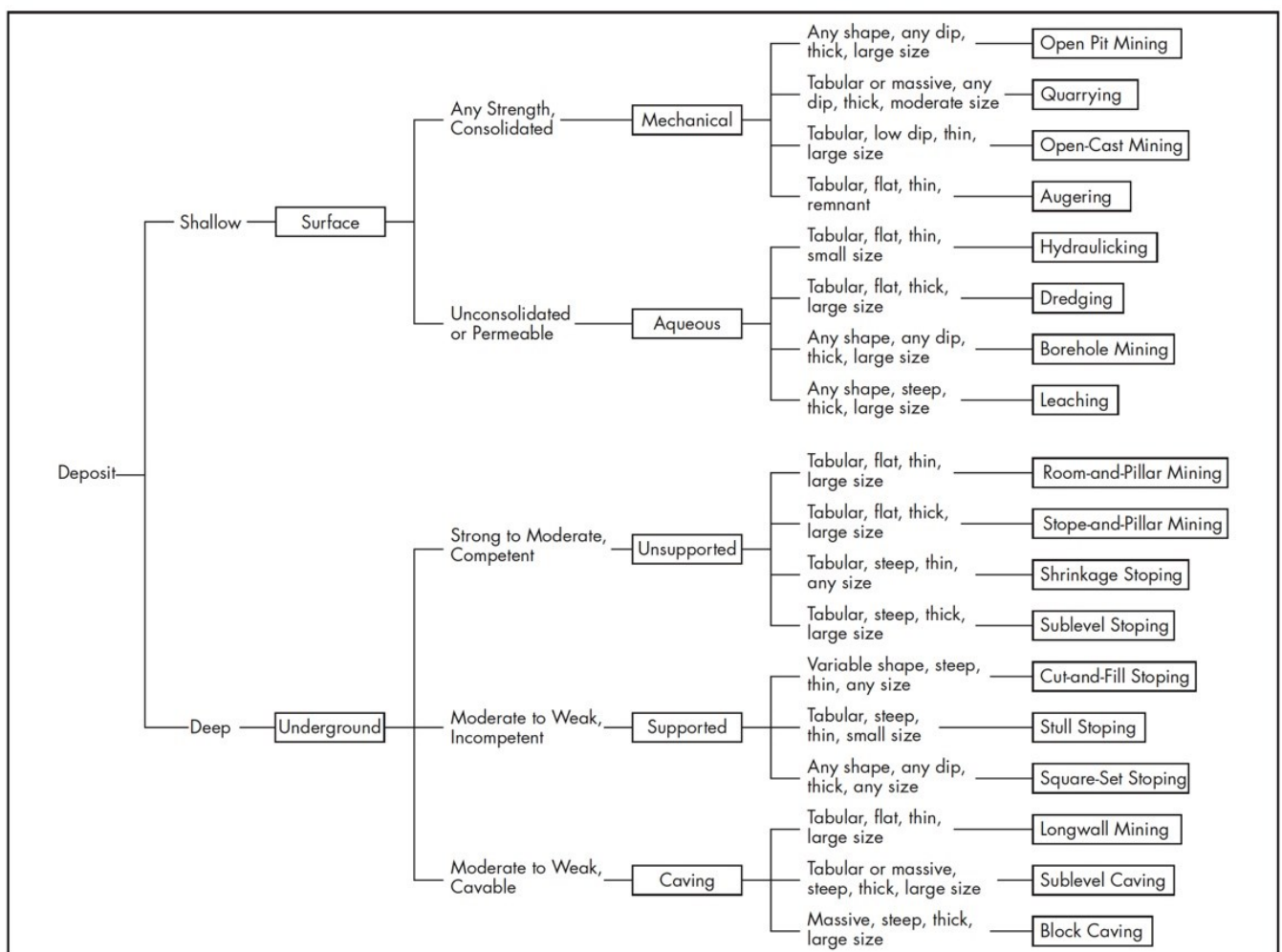
(mezipatrové komorování) a metodu Cut and Fill Stopping (výstupkové lávkování na základku).

VÝBĚR VHDNÉ DOBÝVACÍ METODY METODIKOU DLE HARTMANNA

Metodu Nicolase lze ještě ověřit jednoduchou metodou dle Hartmanna [6], která je velmi rychlá a jednoduchá. Postupuje se v podstatě dle předem daného schématu, které strukturu stromu, na jehož konci je uvedena nejvhodnější dobývací metoda pro hodnocenou lokalitu. V prvním kroku se hodnotí hloubka uložení. Zde je nutné se rozhodnout a vyhodnotit, zdali se má jednat o povrchové nebo hlubinné dobývání. I když se v našem případě jedná o poměrně mělce uložené ložisko, je nutno zvolit hlubinný způsobu exploatace ložiska vzhledem k umístění ložiska v CHKO Český kras.

Poté se hodnotí pevnost dobývané suroviny a průvodních hornin ve vztahu k samonosnosti masivu, a zda se budou vydobyté prostory ponechávat volné bez výztuže, budou vyztužovat či se nechají zavalit. Vzhledem k požadavku na bez poklesovou metodu dobývání a poměrně malé pevnosti dobývané suroviny byla zvolena varianta s vyztužováním. Následuje krok, kde se zohledňují úložní poměry ložiska (tvar, sklon, mocnost a rozměr). Zde byly vzhledem k poměrně vysoké variabilitě úložních poměrů a strmému charakteru ložiska zvoleny následující parametry – variabilní tvar, vysoký úklon a malá mocnost. Dle tohoto schématu byla doporučena za vhodnou dobývací metodu metoda komorování v lávkách se základkou (Cut and Fill Stopping).

Obr. 2 Schéma výběru vhodné dobývací metody dle Hartmanna [6]



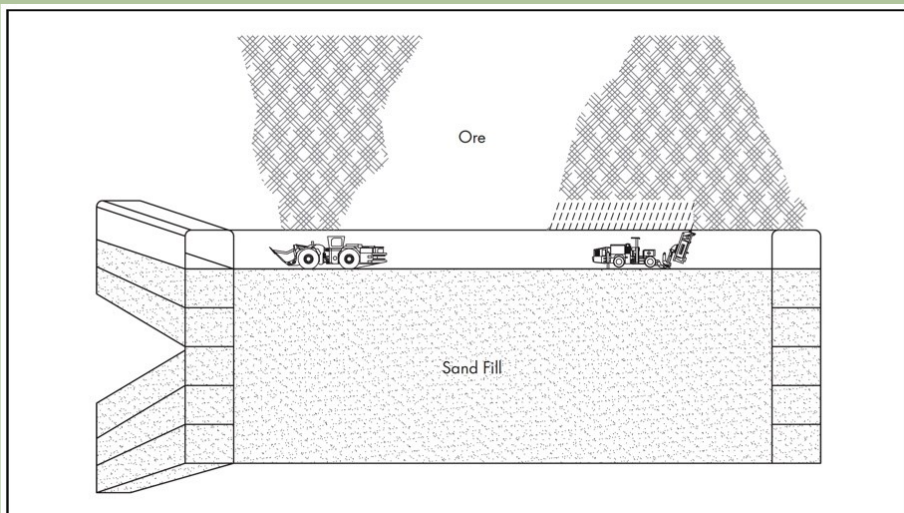
ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA VHODNÝCH DOBÝVACÍCH METOD

V následující kapitole zabývám jednotlivými dobývacími metodami, které jsou z hlediska těžby ložiska Kamenný Vrch nejvhodnější a které byly zároveň potvrzené výše uvedenými metodami.

CUT AND FILL STOPING – KOMOROVÁNÍ V LÁVKÁCH SE ZAKLÁDKOU

Jde o dobývací metodu vyžadující při provedeném vytěžení rubaniny zaplnění prostor po těžbě hlušinou nebo jiným zakládkovým materiálem. Vyplnění prostor je nutné zaplnit zakládkovým materiálem pro další postup těžby ložiska případně vytvoření dalších pracovních prostorů. Klasická těžba zahrnuje postupnou těžbu vodorovných nebo nakloněných řezů nahoru relativně úzkým, subvertikálním tvarem ložiska. Poté následuje umístění zakládkového materiálu – kamene nebo hydraulicky umístěné pískové výplně (hlušiny, popílku). Moderní varianty mohou využívat pastovou výplň.

Princip metody spočívá ve vzestupném dobývání (od spodního patra směrem k hornímu) dobývkového bloku horizontálně vedenými výstupy (lávkami) o výšce 3 metry s vyztužováním a zakládáním v dobytých prostor. Prostorové vymezení bloku je dáno výškou patra a úklonem rudné zóny (žíly) a směrné vzdálenosti mezi patrovými rozrážkami, tj. 50-60 metrů. Základní rozměry bloku tedy jsou 60 – 65 metrů (výška) krát 50 – 60 metrů (délka). V hranicích bloku jsou předraženy (nebo raženy současně s dobýváním) blokové komíny, které jsou společné vždy pro dva sousední



Obr. 3 Schéma metody dobývání Cut and Fill stoping (komorování v lávkách na zakládku) [7]

bloky, mezi nimi uprostřed bloku může být s postupem dobývání zvedán pomocný komín sloužící především k odtěžování rubaniny [7].

Metody Cut and Fill je nevhodnější metodou, jež lze pro podmínky ložiska Kamenný Vrch využít. Jde o metodu, která je ekonomicky nákladnější o technologické vybavení zajišťující zakládání vyrubaných prostorů. Dále je zde důležité využít více mechanizačních prostředků pro vlastní těžbu vysokoprocentních vápenců. Pozitivním kritériem je skutečnost snížení negativního vlivu těžby na okolní prostředí, jež je tvořeno chráněnou krajinnou oblastí.

SUBLEVEL STOPING – MEZIPATROVÉ KOMOROVÁNÍ

Rozměry blok jsou dány dobývací metodou, vlastnostmi rudní výplně a průvodních hornin. Při strmém a polostrmém uložení se bloky v ložisku rozmísťují po směru ložiska, napříč ložiskem nebo kombinovaně.

Směrně se bloky rozmísťují při mocnostech ložiska do 15 až 20 m. Napříč ložiskem se rozmísťují bloky

při mocnostech do 60 až 80 m. Kombinovaně se bloky rozmísťují při mocnostech nad 60 až 80 m.

U většiny dobývacích metod se blok neodtěžuje v celém rozsahu, ale jen v komoře, chráněné po dobu dobývání systematicky ponechanými pilíři rudy. Po stranách chrání komoru mezikomorové pilíře, ve spodní části se ponechává nadchodbový pilíř s výpustným systémem a pod vrchní výdušnou chodbou zůstává stropní ochranný pilíř. U všech variant tohoto výpustného systému je ve dně komory v nadchodbovém pilíři vytvořen systém nálevek, do kterých padá rubanina. Nálevky vyúsťují krátkou výpusti na dopravní chodbu.

Výpusti sýpů bývají opatřeny uzávěry pro snadné plnění rudy přímo do důlních vozů. Pokud jsou výpusti bez uzávěrů, ruda se nakládá z počvy dopravní chodby nakladači nebo škrabáky.

V některých případech se výpustný systém s nálevkami doplňuje ještě o roštové komory, kdy mezi výpusti z nálevky a dalším sýpem je rošt s otvory o velikosti odpovídající požadované kusovitosti rubaniny [8].

Jde o alternativní metodu těžby ložiska Kamenný Vrch, která je proti výše uvedené metodě ekonomicky méně nákladná. To je způsobené zejména skutečností, že k těžbě se využívá méně těžebních prostředků. Těžba je částečně gravitační. Nedostatkem je skutečnost, že zde může dojít vlivem snížené geomechanické stability ložiska (zkrasování, jílové poruchy) k negativnímu vlivu na vnější prostředí, tzn. mohou se zde projevit poklesové deprese na povrchu.

ZÁVĚR

Na základě výsledků stability horninového masivu byly navrženy varianty vhodné dobývací metody hlubinným způsobem. Ty zohledňují charakter a chování stávajících důlních chodeb, celkový tvar a uložení

ložiska. Jako optimální metody vyšly různé varianty komorového dobývání. Pro výběr vhodné dobývací metody byla použita analýza dle Nicolase s výběrem dvou dobývacích metod, a to mezipatrové komorování (sublevel stoping) a výstupkové lávkování na zakládku (cut and fill stoping). Pro ověření správnosti výběru vhodné dobývací metody, byla provedena kontrolní výběr metody dle Hartmana. Ten navržené varianty potvrdil.

V případě výběru dobývací metody využívající v technologii zakládkový materiál lze k zakládce využít hlušinu z vápenců, jež nejsou důležité pro těžbu z důvodu nižšího obsahu CaCO_3 nebo je nelze využít pro stavební kamenivo. Další alternativou je využití popílku, který je pro svou

konzistenci vhodný pro zaplnění vytěžených částí ložiska. Pokud je při těžbě využívána zakládka lze ložisko efektivně vytěžit i v částech, které by z důvodu zhoršeného geomechanického stavu ložiska u jiné metody nebyly možné.

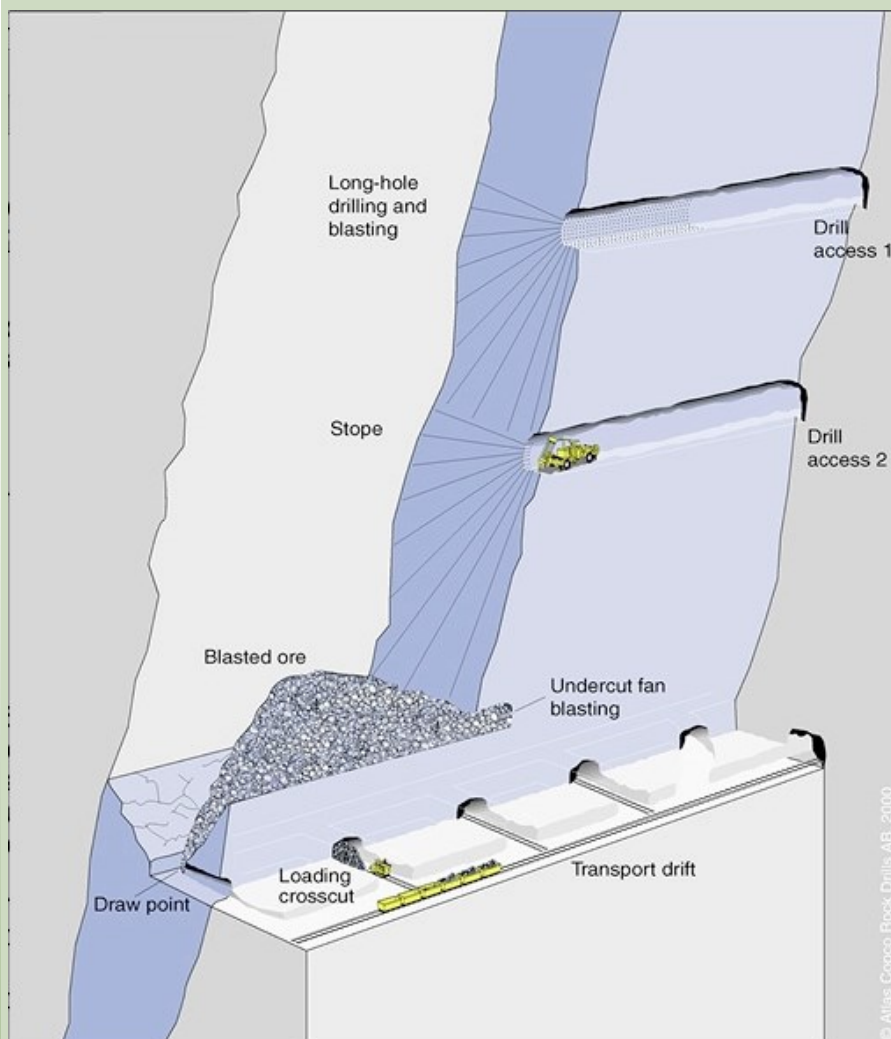
Nevýhodou dobývací metody se zakládkou je vyšší ekonomická náročnost a nižší výkon při těžbě ložiska. Obě metody lze v ložisku určitým způsobem kombinovat v případě nedostatku zakládkového materiálu.

Provedený výzkum bude dále sloužit jako podklad pro upřesnění správné dobývací metody s ohledem na stav a kvalitu důlních chodeb. Dále z něj bude čerpáno pro vlastní návrh způsobu ražení důlních chodeb a dobývání ložiska. Je však nutné tyto prvotní podklady před realizací vlastní hlubinné těžby doplnit o další měření jednak v důlním díle a dále na povrchu.

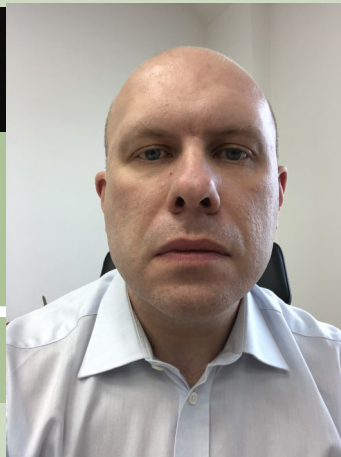
Literatura:

- [1] Hudeček VI., Šancer J., Zubiček V.: Návrh certifikované metodiky pro návrh vhodných těžebních metod a technologií na základě výstupu z WP3-8, VŠB-TU Ostrava, str. 4-12, 2019
- [2] Darling P.: SME Mining Engineering Handbook, Third Edition SME, str. 359-361, 2011
- [3] Darling P.: SME Mining Engineering Handbook, Third Edition SME, str. 363, 2011
- [4] Darling P.: SME Mining Engineering Handbook, Third Edition SME, str. 369-374, 2011
- [5] <https://www.unsw.edu.au/engineering/minerals-and-energy-resources-engineering/our-research-mere/facilities/vimine-unsws-innovative-mine-planning>
- [6] Hartman, H.L.: Introductory Mining Engineering, New York, page 187-193, 1987
- [7] Darling P.: SME Mining Engineering Handbook, Third Edition SME, page 1365-1374, 2011
- [8] Darling P.: SME Mining Engineering Handbook, Third Edition SME, page 1355-1364, 2011

Obr. 4 Schéma metody dobývání Sublevel Stopping – mezipatrové komorování [8]



Ing. Bc. Radim Lex



Narozen v roce 1979 v Opavě, vystudoval v roce 2004 magisterské studium v oboru Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin na Hornicko-geologické fakultě Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě, v roce 2010 dokončil bakalářské studium oboru Inženýrská geodézie opět na Hornicko-geologické fakultě – Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě. Od roku 2004 pracuje jako vedoucí kamenolomu Pohled u Havlíčkova Brodu, od roku 2014 do roku 2017 pracuje jako vedoucí dvou provozů – Pohled a dále Bílý Kámen u Jihlavy. Od roku 2018 pracuje jako jednatel ve společnosti LOMY MOŘINA, spol. s r.o., jež se zabývá těžbou vysokoprocenčních vápenců pro odsíření elektráren v rámci Skupiny ČEZ.