

Jiří Štěřba: Projekt dobývání zlata v provincii Asturias, Španělsko

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko—geologická fakulta
Institut ekonomiky a systémů řízení**

**PROJEKT DOBÝVÁNÍ ZLATA V PROVINCII ASTURIAS,
ŠPANĚLSKO
PROJECT OF GOLD MINING IN ASTURIAS
PROVINCE, SPAIN**

bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Jiří Štěřba
prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.

Ostrava 2014

Prohlášení

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§35 odst.3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne 28.4.2014

Jiří Štěrba

Summary

This Bachelor theses pursue a topic of Gold mining in Spanish province Asturias. The first part of this thesis demonstrates a geological situation of Salave area together with models of a deposit. Following part evaluate a technical and economical parameters of project, where are being described mining methods and economical difficulty of whole project. Final part is dedicated to a ecological impact of project and to precaution suggestions.

Keywords: mining industry, metals, Gold, Silver

Anotace

Bakalářská práce se zabývá projektem dobývání zlata v provincii Asturias, Španělsko. První část práce se věnuje geologické situaci dolu Salave, ve které popisuje geologické poměry ložiska včetně modelů. V další části jsou zhodnoceny technické a ekonomické parametry projektu, kde se podrobněji popisují dobývací metody a ekonomická náročnost projektu. Poslední část se zabývá sociálně – ekologickým dopadem projektu a jsou uvedeny návrhy na opatření.

Klíčová slova: hornictví, kovy, zlato, stříbro

Obsah:

1.	ÚVOD.....	1
2.	GEOLOGICKÁ SITUACE DOLU SALAVE.....	2
2.1.	Charakteristika širší oblasti.....	2
2.2.	Geologické poměry.....	4
2.3.	Geologická prozkoumanost.....	6
2.4.	Geologický model ložiska.....	9
3.	TECHNICKO-EKONOMICKÉ PARAMETRY PROJEKTU	12
3.1	Stanovení technických parametrů těžby ložiska.....	12
3.1.1.	Navržené dobývací metody.....	12
3.1.1.1.	Dobývání metodou komora a pilíř.....	13
3.1.1.2.	Dobývání metodou otevřených komor ze mezipatrových chodeb.....	15
3.1.1.3.	Dobývání se zakládkou ve vodorovných vrstvách.....	17
3.2.	Stanovení ekonomických parametrů projektu.....	19
3.2.1.	Investiční náklady.....	19
3.2.1.1.	Investice do vlastní těžby ložiska.....	19
3.2.1.2.	Investice do správních a provozních budov, infrastruktury.....	22
3.2.2.	Provozní náklady dolu.....	22
3.3.	Výše investice a ekonomické aspekty projektu.....	23
4.	SOCIÁLNÍ A EKOLOGICKÉ DOPADY REALIZACE PROJEKTU.	26
5	NÁVRHY NA OPATŘENÍ.....	28
6.	ZÁVĚR	30
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	31
	SEZNAM OBRÁZKŮ	32
	SEZNAM TABULEK.....	33
	SEZNAM MODELŮ.....	34

1. ÚVOD

Provincie Asturie na severu Španělska má obrovskou historii, a to nejen z pohledu dějin, ale také z pohledu hornického. Ekonomika Asturie byla po dobu 20. století založena převážně na zemědělství a hornictví. Byla zde velice rozšířena těžba především černého uhlí. V 80. letech však došlo k výraznému útlumu těžby, protože cena uhlí nebyla konkurence schopná cenám ze zemí mimo Evropskou unii. Došlo k výraznému nárůstu nezaměstnanosti, z přibližně 20 000 pracovníků v hornictví jich dnes zbylo necelých 1 800. Ekonomie Asturie se kvůli tomuto útlumu nachází dlouhodobě pod celostátním průměrem.

Proto, když v září roku 2011 předložila kanadská společnost ASTURGOLD plán projektu otevření dolu Salave v Asturii, vyvolal tento projekt mnoho ohlasů. Na jedné straně příznivci projektu, kteří věří, že by projekt mohl přinést ekonomické oživení, tvorbu nových pracovních míst a zahraniční investice. A na druhé straně ohlasy odpůrců projektu a ekologů, kteří se strachují o dopady projektu na sociální život a ekologii Asturie, která je nazývána „Paraíso Natural“ neboli přírodní ráj.

2. GEOLOGICKÁ SITUACE DOLU SALAVE

2.1. Charakteristika širší oblasti

Asturské knížectví, nebo-li také Asturie (španělsky Principado de Asturias) je jedno ze 17 španělských autonomních společenství (Obr.č.1). Nachází se v severní části Španělska mezi Biskajským zálivem a pohořím Cantabrico. Asturie o rozloze 10 604 km² zabírá pouze 2,1 % rozlohy Španělska, přesto se řadí spíše mezi větší společenství.

Ložisko Salave se nachází v západní části Asturie přibližně 120 km západně od hlavního města provincie Ovieda a 12 km východně od hranice s provincií Lugo. Pro upřesnění polohy se zájmové území nachází necelé 2 km východně od města Tapia de Casariego mezi silnicí N-634 a pobřežní linií. V souřadnicovém označení je to pak 43° 33' - 43° 35' severní šířky a 6° 53' - 6° 57' západní délky.



Obrázek 1

Přibližně 10 km západně se nachází město Ribadeo a ústí řeky Eo, 20 km východním směrem se nachází město Navia s ústím řeky Navia. V blízkosti areálu Salave se nacházejí řeky Porcía a Anguilero, které tuto oblast odvodňují. Porcía ústí do Biskajského zálivu necelé 3 km východně od ložiska a Anguilero přibližně 2,5 km západním směrem. Pobřeží je velice nepravidelné a vyznačuje se strmými srázy dosahujícími výšky 30 až 40 m. Převažuje horská topografie, která se směrem na jih zvedá a dosahuje výšek 1202 m. n. m. vrcholem Pico de la Bobia, který je vzdálený pouze 25 km od Tapia.

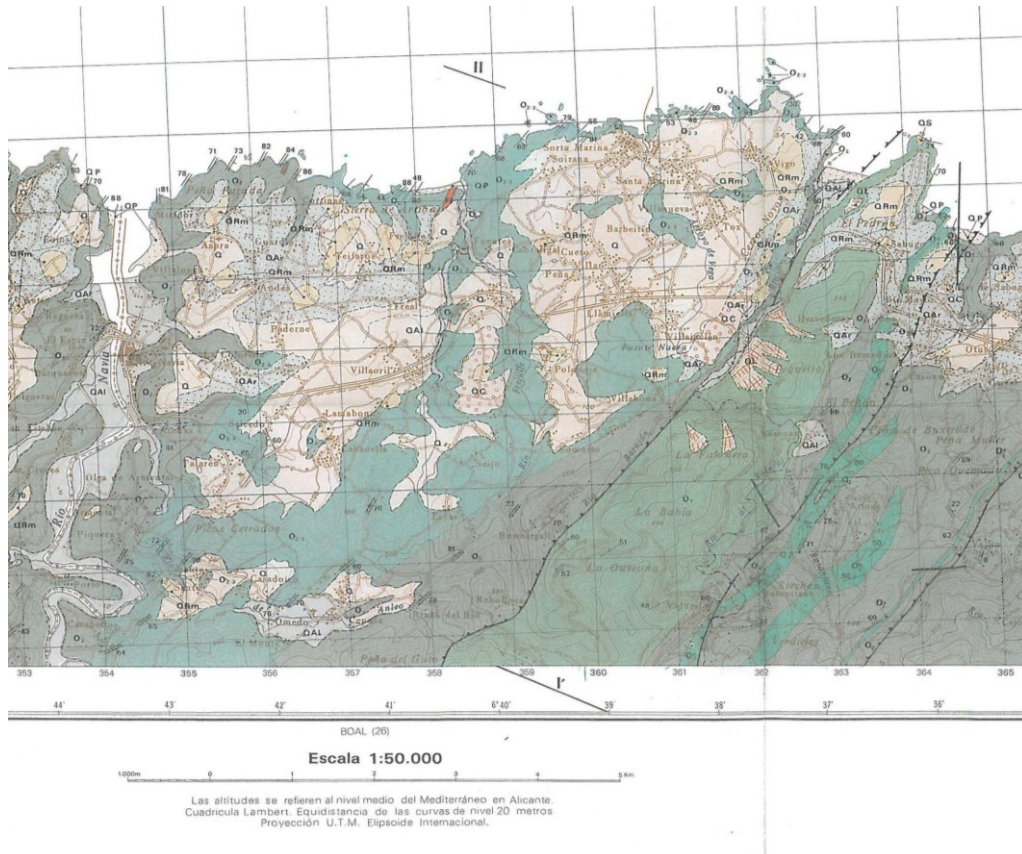
Klima je v oblasti oceánského charakteru s velkým množstvím srážek zejména v zimních měsících. Letní měsíce jsou velmi mírné s relativně stálými teplotami. V zimních měsících je maximální průměrná teplota kolem 10,5 C° a v letních měsících je to kolem 20,5 C°.

Minimální průměrná teplota je v zimních měsících je 5,3 C° a v letních 14,4 C°. Oblast se rovněž vyznačuje častými mlhami a vysokou vlhkostí vzduchu.

2.2 Geologické poměry

Ložisko Salave se nachází v geologické zóně Asturoccidental-Leonesa (ZAOL) v oblasti Hecínico-iberijského masívu. Ke vzniku této oblasti došlo v období mezi devonem a karbonem, po kolizi dvou tehdejších superkontinentů Laurasie a Godwany. ZAOL představuje přechod mezi kantábrijskými zónami umístěnými východně a zónami cetro-iberijskými umístěnými směrem do vnitrozemí. Základní geologická charakteristika je znázorněna na obr. č. 2

Jiří Štěřba: Projekt dobývání zlata v provincii Asturias, Španělsko



Obrázek 2 – Zdroj: DE ESPAÑA, MAPA GEOLOGICO, ZONA RIBADEO

LEYENDA

CUATERNARIO		QA _r	QS	QA _i	QL	QP	Q
ORDOVICICO	SUPERIOR	QRm	O _{2,3}			QC	
	MEDIO		O ₂	O _{2,3}			
	INFERIOR		O ₁				
CAMBRICO	SUPERIOR		CA _{2-O_p}				
	MEDIO		CA _{1,2}				
	INFERIOR		CA ₁				

- Q Depósitos cuaternarios indiferenciados
- QP Depósitos de playas
- QL Derrubios de ladera
- QA_i Aluviones
- QS Coladas de soliflucción de Cabo Cuerno
- QA_r Depósitos discontinuos recientes y suelos sobre la superficie de la rasa
- QC Coluviones sobre la superficie de la rasa
- QRm Depósitos de cantos marinos sobre la superficie de la rasa
- O_{2,3} Areniscas y pizarras con facies turbidítica (Formación Agueira)
- O₂³ Cuarcitas blancas
- O₂ Pizarras negras (Pizarras de Luarca)
- O₁ Cuarcitas
- CA_{2-O_p} Cuarcitas y pizarras (Serie de los Cabos)
- CA_{1,2} Calizas y dolomias (Caliza de Vegadeo)
- CA₁ Areniscas feldespáticas (Areniscas de Candana-Herrería)
- F Diques

ROCAS INTRUSIVAS



Obrázek 3

ZAOL se dále rozděluje od východu na západ do tří dílčích oblastí. První z nich je Navia-Alto Sil (DNAS), druhá pak Manto de Mondoñedo (MDD) a třetí Caurel-Truchas (DCT).

Ložisko Salave se nachází na okraji zóny manto de Mondoñedo (MDD) přiléhající k Navia-Alto Sil (DNAS). Obě tyto oblasti jsou od sebe odděleny bazální strukturou Mandoñedo pláště. Mimo jiné se Salave nachází v páse metamorfovaných a magmatických hornin Tapia - Boal - Los Ancares.

Většina území, na kterém by se měl realizovat projekt těžby, je pokryta kvartérními mořskými sedimenty. Mocnost sedimentů je většinou řádek centimetrů, avšak místy dosahuje až 10 metrů.

2.3. Geologická prozkoumanost

V minulosti bylo ložisko Salave již mnohokrát zkoumáno několika různými těžebními společnostmi. Za poslední čtyři desetiletí aktivit v této oblasti bylo uskutečněno více než 64 000 metrů průzkumných vrtů a mnoho dalších průzkumných prací odkryvných. Celkem bylo vynaloženo na tyto práce více jak 12 milionů eur, v přepočtu něco kolem 310 000 milionů korun. Následující stručná rekapitulace zobrazuje přehled uskutečněných prací:

- **Cominco International (1964)** – předběžný a základní průzkum lokality.
- **IMEBESA (1970-1971)** – Studie geochemie půdy, 32 vrtů o celkové hloubce 7026 metrů.
- **Río Tinto (1971-1972)** – Studie geochemie půdy, 10 vrtů o celkové hloubce 2014 metrů.
- **Gold Fields Consolidada (1975-1976)** – Studie geologických a mineralogických změn. Navrtání 8 vrtů o celkové hloubce 1855 metrů. Stanovení velikosti ložiska Salave na 22 milionů tun rudy o průměrné kovnatosti Au 1.88g/t.

- **Charte Exporaciones S.A. (1980-1988)** – Pobočka jihoafrické společnosti Anglo American Corporation, která uskutečnila 97 jádrových a 26 rotačně příklepových vrtů o celkové hloubce 14 886 a 116 metrů. Po ukončení metalurgických studií navrhli plán úpravny těžené rudniny. V průběhu období průzkumu ložiska byly stanoveny následující velikosti ložiska:
 - 1) rok 1982 - 10.5 miliónů tun o kovnatosti Au 3.05g/t
 - 2) rok 1986 - 19.4 miliónů tun o kovnatosti Au 2.73g/t
 - 3) rok 1988 - 26.2 miliónů tun o kovnatosti Au 2.04g/t

- **Oromet Joint Venture (1988-1989)** – Jednalo se o takzavý „Joint Venture“ neboli společný podnik. A to společností Glamis Gold Inc. ve spolupráci s Biomet Technology Inc. a Anglo American Corporation. Účelem této spolupráce bylo vyřešení louhovacích procesů za použití bio-oxidace. Oromet provedl 20 vrtů o celkové hloubce 500 metrů na vytyčeném čtverci 10x10 metrů.

- **Empresa Minera Newpon Inc y Cía S.C. (1990-1991)** – Pobočka společnosti Newmont Inc., uskutečnila 32 vrtů o celkové hloubce 5835 metrů. Stanovila velikost ložiska na 25.1 tun rudy o kovnatosti 2.35g/t Au.

- **Exploraciones Mineras del Cantábrico, S.L. (1992)** – kalkulace ložiska pro možnosti hlubinné těžby.

- **San Diego Gold Minery, S.A., Lyndex (1993-2004)** – 23 jádrových vrtů o celkové hloubce 9080 metrů a mezi roky 1996 a 1997 bylo provedeno 102 příklepových vrtů s celkovou hloubkou 5455 metrů.

- **Rio Narcea Gold Mines, S.A (2004-2010)**
 - Shromáždění, kontrola a klasifikace doposud získaných poznatků a ložisku
 - Shromáždění všech dat získaných z průzkumných vrtů výše uvedených společností. Kontrola a klasifikace starších informací (geologie, mineralogie, metalurgie, hydrogeologie, geodezie, archeologie, bibliografie)

- Vytvoření vlastní databáze, která obsahuje všechny již zmíněné informace
- Uskutečnila sérii vrtů o celkové hloubce více jak 15.500 metrů o průměru 63,5 mm v prostoru 25 x 25 metrů nad ložiskem, s cílem definovat těžitelné zásoby. Všechny získané vzorky byly analyzovány na Au, As a Sb v laboratořích RNGM. Výsledky analýz byly poté zařazeny do databáze a sloužily k přesnému stanovení ložiska.
- Geologický model a kalkulace ložiska Salave. Během celé mise, pro získání maximální přesnosti uskutečnila RNGM mnoho různých výpočtů, aby ověřila vývoj a změny na ložisku s nově získanými daty.
- Obsáhlá metalurgická studie ve spolupráci s australskou společností Ausenco Ltd. sídlící v Perthu. Pro tuto studii byly získány různé vzorky z každé části ložiska.
- Byl vytvořen plán těžby na ložisku Salave, výsypek, odkališť, těžebních zařízení a vybavení. Včetně několika alternativních řešení.
- Archeologické studie celé oblasti ložiska Salave, včetně zón, které by mohly být ovlivněny těžbou.
- Hydrogeologická studie.
- Studie o dopadu realizace projektu Salave na životní prostředí a plán revitalizace oblastí ovlivněných těžbou po jejím ukončení.

Následující tabulka zobrazuje rekapitulaci provedených průzkumných vrtů v oblasti Salave mezi roky 1970 a 2005:

Tabulka 1

ROK	SPOLEČNOST	JÁDROVÉ VRTY	M	ROTAČNĚ PŘÍKLEPOVÉ VRTY	M
1970 – 1971	IMEBESA	31	6 814,70		
1971 – 1972	RTP	10	2 014,00		
1975 – 1976	GOLDFIELDS	7	1 830,75		
1980 – 1987	AAC	99	15 412,14	26	116,00
1988 – 1989	OROMET	20	503,00		

1990 – 1991	NEWMONT	32	5 873,55	2	202,50
1996 – 1997	LYNDEX	23	9 077,65	102	5 296,70
2004 – 2005	RNGM	76	17 096,40	2	140,00
CELKEM	8	298	58 622,19	132	5 755,20

Celkem 438 vrtů o celkové délce 64.377,39 metrů

Následující tabulka zobrazuje jednotlivé odhady kovnatosti ložiska Salave dle všech společností podílejících se na průzkumných pracích:

Tabulka 2

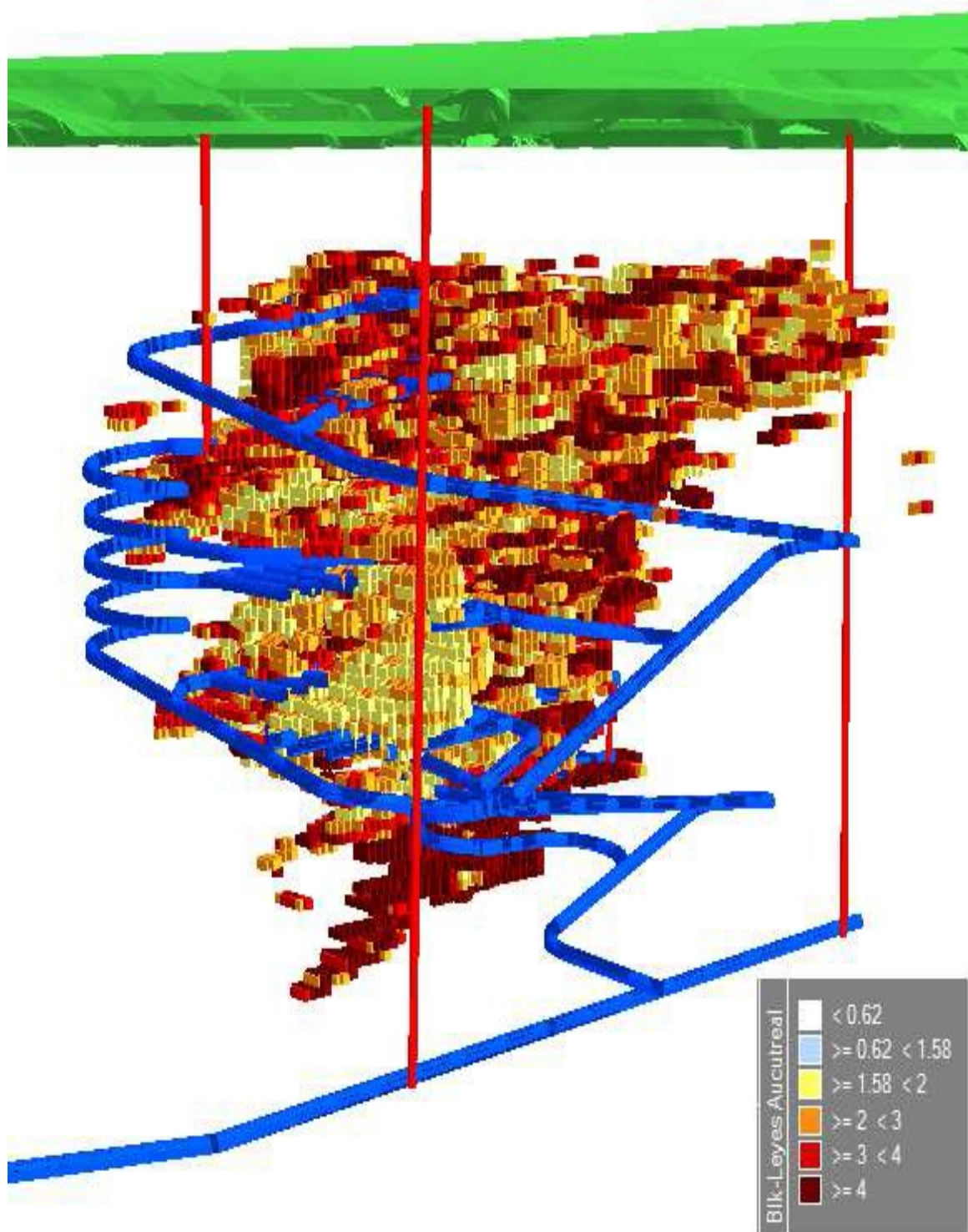
SPOLEČNOST	ROK	LOŽISKO (t)	KOVNATOST	AU (kg)	AU (unce)
GOLDFIELDS	1976	21,88	1,88	41 134	1 322 650
AAC	1982	10,47	3,05	31 939	1 026 997
	1984	10,93	2,15	23 503	755 749
	1986	19,37	2,73	52 882	1 700 413
	1988	26,24	2,04	53 537	1 721 471
NEWMONT	1991	25,08	2,35	58 940	1 895 188
ROSCOE	2004	18,01	2,91	52 380	1 684 260
RNGM	2005	22,57	2,86	64 571	2 076 254

V současné době se vychází z údajů společnosti RNGM, jejíž hodnota odhadu vytěžitelnosti je **64 571 kg Au**.

2.4. Geologický model ložiska

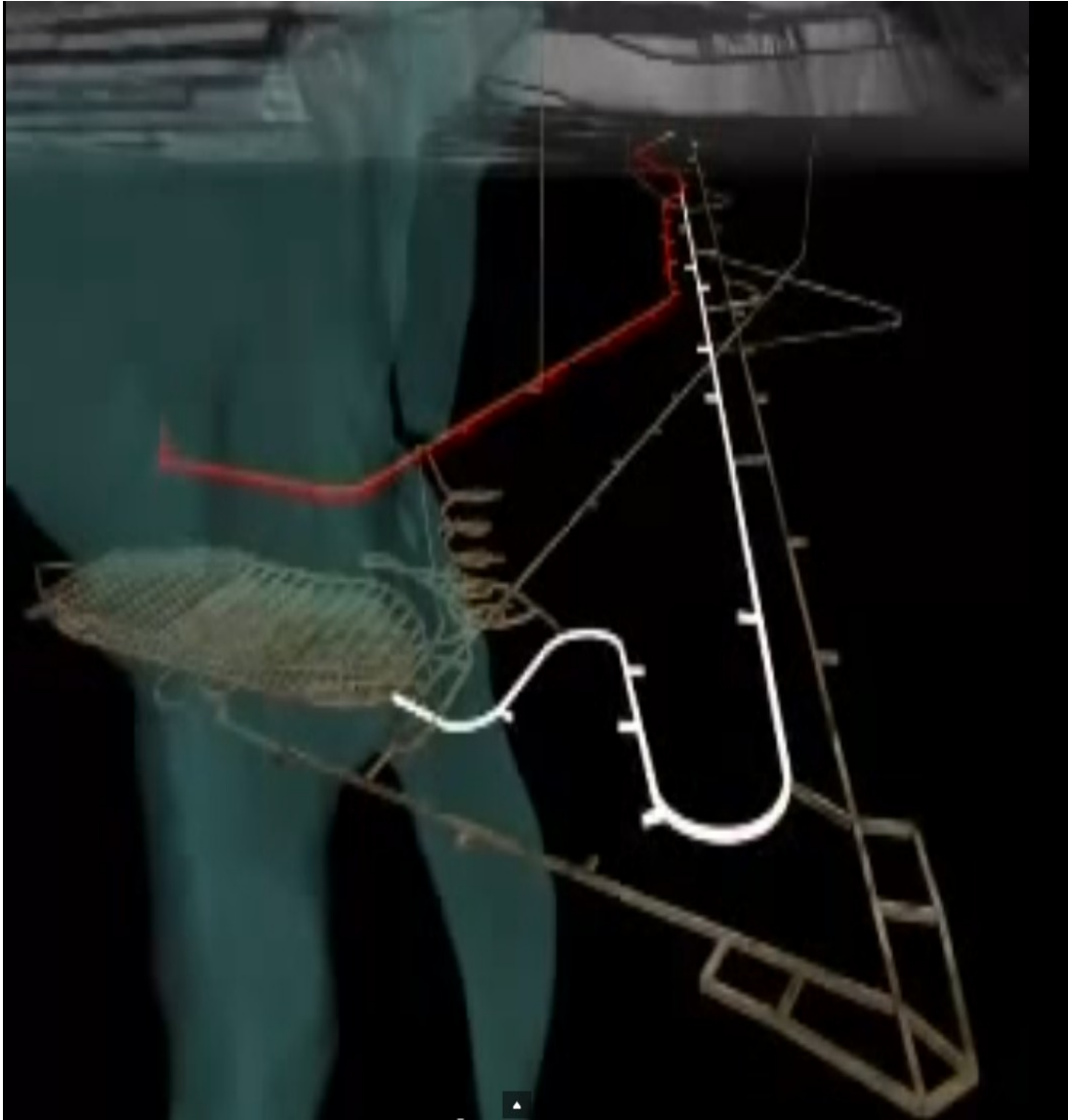
V roce 2010 společnost Scott Wilson vytvořila blokový model pomocí modelovacího programu Surpac de Gemcom, přičemž použila data stanovená RNGM ve studii projektu Salave.

Následující model zobrazuje rozložení jednotlivých bloků, a to včetně kovnatosti:



Zdroj: „Proyecto de explotacion por mineria de interior de Salave” vision final Mayo 2012

A následující model nám pak demonstruje zpřístupnění ložiska:



Zdroj: „Proyecto de explotacion por mineria de interior de Salave” vision final Mayo 2012

3. TECHNICKO – EKONOMICKÉ PARAMETRY PROJEKTU

3.1 Stanovení technických parametrů těžby ložiska

Cílem bylo stanovení metody těžby, která by byla co nejvíce efektivní. Byly analyzovány různé metody hlubinného dobývání tak, aby co nejvíce odpovídaly a vyhovovaly geologické a geotektonické stavbě ložiska. Přehled využitelných metod:

- Dobývací metoda komora a pilíř
- Dobývání otevřenou komorou z mezipatrových chodeb
- Dobývání se zakládkou ve vodorovných vrstvách

Zvolení vhodné těžební metody záleží na řadě klíčových poznatků, mezi které např. patří:

- *Geometrie ložiska*: tvar, rozměry, úklon, uložení s ohledem k povrchu a mocnosti ložiska
- *Geomechanické charakteristiky* hornin a minerálů, včetně tektonického vývoje oblasti ložiska
- *Rozložení minerálů* a upřesnění zón o největší kovnatosti
- *Časový průběh těžby*

Ve výsledku se volí metoda, případně kombinace metod těžby, které by umožnily maximální efektivitu za daných podmínek.

3.1.1. Navržené dobývací metody

Aby bylo dosaženo maximální vytěžitelnosti ložiska s ohledem na zonálnost zrudnění a kovnatosti, bylo rozhodnuto kombinovat těžbu metodou komora – pilíř pro zóny s nejvyšší kovnatostí, metodou otevřených komor z mezipatrových chodeb pro zóny se střední kovnatostí a zbývající části ložiska metodou dobývání se zakládkou ve vodorovných vrstvách. Nelze ovšem vyloučit ani tu skutečnost, že v závislosti na postupu těžby a nových poznacích zjištěných vlastní těžbou, je nutné počítat s možností případné změny či úpravy dobývací metody.

3.1.1.1. Dobývání metodou komora a pilíř

„Metodo de Cámaras y pilares“

(převzato ze španělské báňské terminologie)

Metoda spočívá v navržení série komor od sebe oddělených pilíři tak, aby bylo umožněno získání požadovaného rudy mezi pilíři, které budou podírat strop komory tvořený hlušinou nebo neužitečným materiálem. Posléze pak bude rozvolněná ruda mezi těmito pilíři přepravován dálkově ovládaným nakladačem na předem určené místo s drtičem, kde bude ruda drcena a pomocí pásového dopravníku dopravována na povrch.

Velikost komor a pilířů bude muset vždy odpovídat pevnostním charakteristikám nadložních vrstev (stabilita stropu) a také stabilitě mineralizované horniny (stabilita pilířů). Při navrhování této metody se počítá s tím, že vertikální napětí v hornině bude rovnoměrně rozloženo do jednotlivých pilířů tak, aby nedošlo k překročení limitu pevnosti hornin a jejímu porušení. Projektování pilířů vychází jednak z geometrických charakteristik (výška, délka atd.), ale také z laboratorních testů na základě empirických zkušeností.

Obecně se pilíře vyhotovují v uspořádáních pokud možno co nejvíce pravidelných. Mohou mít řez kruhový, čtvercový nebo trojúhelníkový. Naproti tomu těžební komory mají tvar čtvercový nebo obdélníkový. Po ukončení těžby na daném ložisku je pak možné pokračovat ve vyrubávání zbylých pilířů.

V případech ložisek s vysokým procentem úklonu, ve kterých by úklon důlních děl nedovoloval převoz a manipulaci s materiálem, je zapotřebí předem vytvořit horizontální patra s orientací ve směru ložiska. Tato patra mohou být propojena rampami s použitím metody přepravy rudy pro přepravu materiálu na hlavní transportní úroveň.

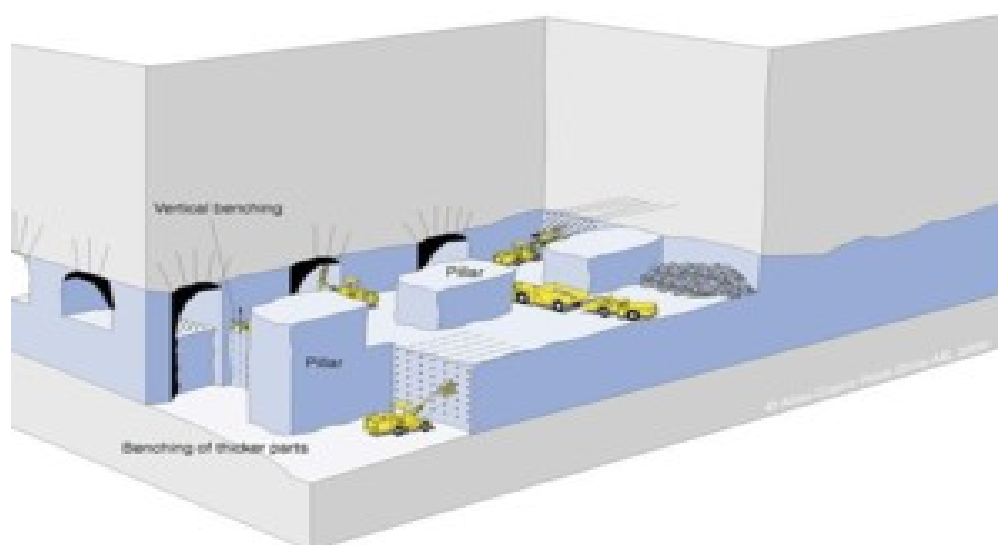
Rozpojování zrudněné horniny bude probíhat prostřednictvím vrtacích a trhacích prací, jako je v podobných postupech těžby normální. Dle těžebních plánů a v závislosti na mocnosti mineralizovaného tělesa, se pak rozhodne o druhu mechanizace, kterou bude možné v dané lokalitě použít. Může se tak jednat jak o manuální práci za použití různých nástrojů až po velké těžební stroje. Rozpojená hornina se pak bude moci nakládat pomocí speciálních nízko profilových nakladačů na pneumatikách typ LHD a bude odvážen k dalšímu zpracování. U ložisek značné mocnosti s dostatkem manipulačního prostoru,

budou užívány klasické kolové nakladače a materiál bude přepravován pomocí sklápěcích nákladních automobilů tzv. dumperů.

Hlubinný způsob dobývání vyžaduje instalaci větracího systému. Vzhledem k plánované velikosti těžby a užití strojů spalující fosilní paliva, tudíž produkujících zdraví škodlivých emisí, je tento systém naprosto nezbytný. Bude třeba vyprojektovat systém, tak aby umožnil plynulou a kompletní cirkulaci vzduchu v poměrně velkých profilech, které jsou plánovány. Zároveň bude zapotřebí vytvořit i sekundární ventilační systém s použitím flexibilních a rozšiřitelných potrubí včetně pomocných ventilátorů pro oblasti přímého kontaktu s těžbou.

Během celého procesu těžby ložiska, bude požadována přísná kontrola stability stropů, protože existuje riziko pádu hornin. Bude tak požadováno zajištění stropů, stejně tak jako pilířů za použití svorníků, ocelových sítí, pažení. Budou zvažovány následující možnosti vyztužování:

- Systematické svorníkování stropů (u kterého však dochází s postupem času k oslabení a je nutné jeho monitorování a zvyšování počtu kotvení.)
- Ocelové sítě
- Stříkané betony, tzv. torkrety



Obrázek 4 zdroj: <http://dc439.4shared.com/doc/iYEtp2Ow/preview.html>

Výhody metody

- U ložiska o velké mocnosti, může být použita těžká technika a bude tak zvýšena efektivnost těžby a produkce. Vysoká výkonnost.
- Jedná se o levnou metodu dobývání
- Metoda poměrně málo náročná na čas
- Jednoduchá plánování, postupy a práce
- Umožňuje selektivní těžbu, možnost ponechat jako pilíře oblasti s nízkou kovatostí

Nevýhody metody

- Nutnost zanechání pilířů s obsahem minerálu (možnost jejich těžby při zakládání komor)
- Nízká výrubnost nepřesahující hranici 60%
- Potřeba složitého větracího systémů
- Nákladná údržba chodeb a stropu
- Riziko závalů

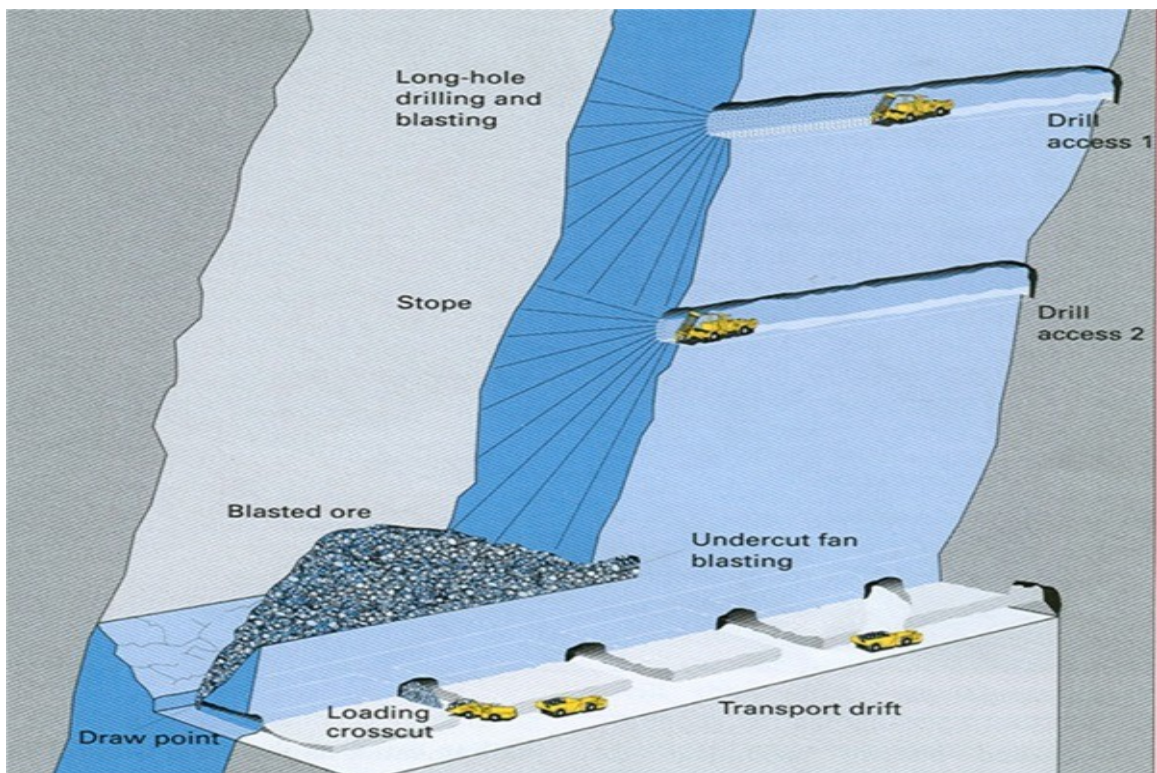
3.1.1.2. Dobývání metodou otevřených komor z mezipatrových chodeb

„Metodo de Subniveles“

(převzato ze španělské báňské terminologie)

Metoda otevřených komor z mezipatrových chodeb spočívá jak v zpřístupnění ložiska nad sebou horizontálně uloženými štolami, tak vertikálním navrtáváním a odstřely. Tomu všemu však předchází výstavba porubní základny tak, aby pak navrtaný a odstřelený materiál bylo možné pomocí příslušné techniky přepravit až na povrch. Situace dolu Salave umožňuje použití obecného uspořádání metody otevřených komor z mezipatrových chodeb.

Při využití této metody se jako první razí nejspodnější štola. Štola se razí po celé délce dobývacího prostoru. Dále se pak rozfárají boční štoly po celé šířce sloje. Dále se vystřelí komora, které slouží jako manipulační prostor a z té vede úpadnice, do které je sypána rubanina, která se vlastní vahou za pomoci gravitace soustředí v místech odběru. Současně s ražbou spodní štoly se razí dvě další štoly uložené nad sebou, které jsou propojeny důlními díly. Ze spodní štoly se zpravidla o úklonu 45 stupňů začne dovrchně navrtávat střelná komora. Při prvních odstřelech se vytvoří prostor, aby pozdější odstřely a následný pád rubaniny byl směřovaný do jedné ze štol a bylo tak možné jeho bezprostřední odtěžení.



Obrázek 5 zdroj: https://queensminedesign.miningexcellence.ca/index.php/Sub-level_open_stoping

Výhody metody

- nízké provozní náklady, vhodná metoda pro ložiska malého a středního rozsahu
- vysoká produktivita, protože všechny práce se provádějí v mineralizovaném ložisku
- kontinuita prací

- dobré větrání
- vysoká bezpečnost, personál nevstupuje do komor

Nevýhody metody

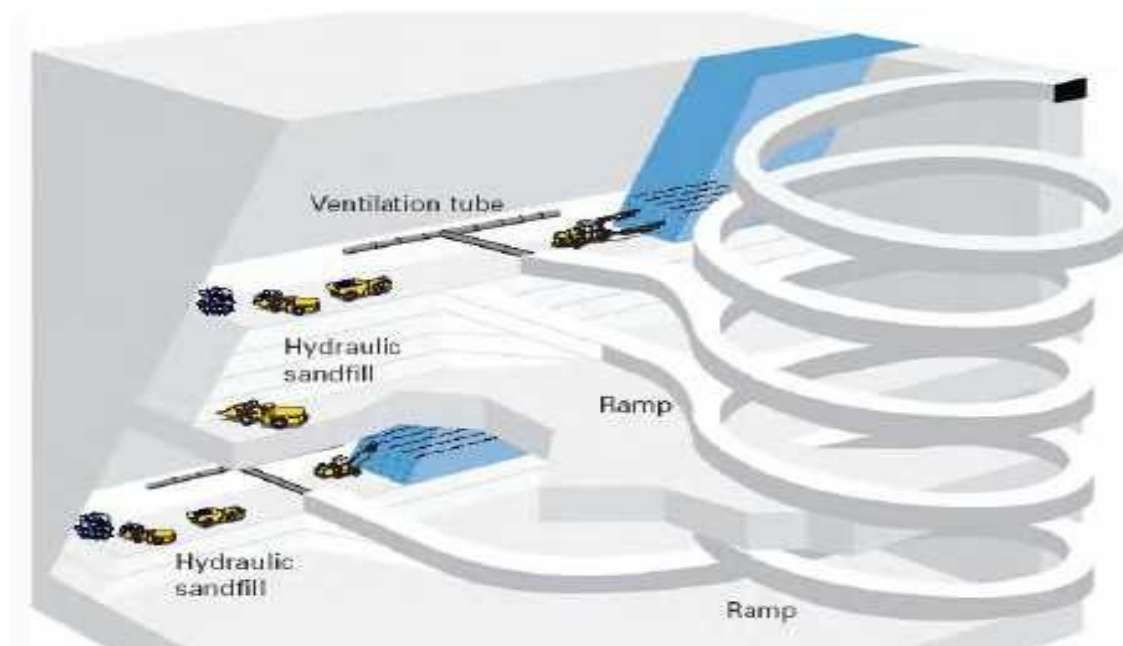
- dlouhá příprava, vysoká počáteční investice
- těžba není selektivní
- náročné odtěžení ochranných pilířů

3.1.1.3. Dobývání se zakládkou ve vodorovných vrstvách

“ Metodo de Corte y relleño “

(převzato ze španělské báňské terminologie)

Obecně patří tato metoda k jednomu z nejrozšířenějších a nejflexibilnějších v moderním hlubinném dobývání vůbec. Používá se především v případech, kdy se nacházíme ve velmi pevných horninách a ztížených podmínkách dobývání jako například: vysoký úklon ložiska. Metoda spočívá v dobývání ložiska ve dvou nad sebou uložených štolách A (výše uložená) a B (níže uložená). Jako první se razí štola A. Rubanina je vyvážena speciálním podzemní technikou do manipulačních prostor, ze kterých vede úpadnice, do které je materiál sypán a putuje tudíž až k dopravním pasům a odtud je vyvážen na povrch, obdobně jako u metody dobývání otevřenou komorou z mezipatrových chodeb. Obdobným způsobem se provádí těžba i ve štole B. Pro zajištění stěn se používají v závislosti na podmínkách ložiska pažnice. Aby byla jistěna bezpečnost personálu, je nutné vyztužit i stropy štoly, v těchto případech se používají ocelové sítě. Po ukončení rubacích prací se část této jisticí konstrukce odstraňuje a bude znovu použita v dalším patře. Následně je celá štola vyplněna cementovou směsí, která slouží jako pracovní podkladová plocha pro zahájení těžby další štoly směrem nahoru.



Obrázek 6 zdroj:

http://yahoo.brand.edgaronline.com/EFX_dll/EDGARpro.dll?FetchFilingHTML1?ID=6189341&SessionID=c64HHWvshMStNP7

Výhody metody

- velice dobrá vytěžitelnost ložiska a možnost selektivní těžby
- možnost vyhnouti se nerovnoměrnostem v ložisku
- náklady na přípravu jsou nižší než u metody otevřených komor z mezipatrových chodeb
- umožňuje velice rychlou produkci
- jednoduché větrání
- vysoká stabilita v oblastech těžby, díky opětovnému zaplnění vydobytých prostor

Nevýhody metody

- časově náročná příprava zakládání komor
- náklady na zakládání mohou dosahovat až 50% celkových nákladů

- produkce je nerovnoměrná, proto je potřeba těžít i jinou metodou tak, aby se kompenzovaly výpadky

3.2. Stanovení ekonomických parametrů projektu

3.2.1. Investiční náklady

V následující kapitole se popisují předpokládané investice pro správné fungování projektu. Jsou uvedeny investice do tří hlavních oblastí celého projektu. Investice týkající se těžby, úpravnických a pomocných instalací.

3.2.1.1. Investice do vlastní těžby ložiska

Následující investice se vztahují čistě k dobývání rudy. Předpoklad investic vychází již ze získaných informací z podobných, již realizovaných projektů, a to jak ve Španělsku, tak i v jiných zemích světa. Největšími nákladovými položkami investice týkající se těžby budou:

- **Zemní práce a povrchové úpravy** – představuje přesuny zeminy, likvidaci přírodní vegetace, příprava plochy pro zahájení konstrukčních činností. Cena se stanoví v Euro na hektar upravené půdy.
- **Zpřístupnění ložiska úpadnicemi** – v tomto případě se bude posuzovat několik nabídek různých uchazečů.
- **Příprava a ražení podzemních důlních děl** – pro tuto investici platí stejný postup jako u výše zmíněné a cena se rovněž stanoví v Euro na jeden metr.
- **Strojní vybavení, tj. dobývací, nakládací a přepravní stroje** – hodnota investice do strojního vybavení bude určena pomocí výběrového řízení z cen jednotlivých výrobců a distributorů strojního vybavení. Dle velikosti plánované těžby a finančním možnostem investora se rozhodlo o investici do strojního vybavení viz. následující tabulka:

Tabulka 3

NÁZEV A TYP STROJNÍ TECHNIKY	POČET KUSŮ
DUMPER VOLVO A30F 30 T	5
PALA TIPO LHD M3 TIPO ST1020	4
BULONADORA BOLTEC 235H-DCS	1
SIMBA ATLAS COPCO L6C	1
JUMBO ATLAS COMPCO ROCKET BOOMER 282	3
GUNITADORA SPRAYCON SC 20.7	2
ZVEDACÍ PLOŠINA GETMAN A64	1
AUTOMOBILY PRO OSOBNÍ TRANSPORT / TOYOTA	5
NÁKLADNÍ AUTOMOBIL GETMAN A6HI ABD 095	1
ČELNÍ KOLOVÝ NAKLADAČ	1

- **Větrání** – pro výpočet ceny ventilačního systému byl stanoven následující vzorec:

$$Cena\ ventilačního\ systému = Euro\ (0,74.Kw)^{0.6}$$

Kde Kw je potenciál systému určený v kilowattech

- **Čerpací systém** – vzorec pro kalkulaci čerpacího systému zahrnuje pořízení sedimentačních jámek, čerpadel, potrubí atd.

$$Cena\ čerpacího\ systému = Euro\ (0,74.Kw)^{0.7}$$

Kde Kw je potenciál čerpacího systému v Kilowatech

- **Vodovodní systém** – cena za vnitřní oběh bude určena na metrické tuny za den dle vzorce:

$$Cena\ přemístění\ a\ užití\ vody = Euro\ (2700.Q)^{0.4}$$

Kde Q je produkce v tunách za jeden den

- **Kompresory a systém přepravy vzduchu** – založeno na množství Q stlačeného a dodaného do dolu:

$$Cena\ kompresoru\ a\ systému = Euro\ (28.32.Q)^{0.7}$$

Zahrnuje cenu kompresoru, vybavení, centrální ovládání

- **Zakládání komor** – cena vyplývá z metody zahrnující množství zakládky, které bude potřeba přepravit a průměrné denní plánované produkce.

$$Cena\ zakládání\ komor = Euro\ (L.0.3)^{0.9}T^{0.6}$$

- **Elektroinstalace a elektrické rozvody** – počítá se s tím, že elektroinstalace bude zahrnutá v ceně přípravy a ražení podzemních chodeb. V tom případě se tedy zvažuje pouze dodatečné pronájmy přenosných elektrických zařízení.

3.2.1.2. Investice do správních a provozních budov, infrastruktury

Jsou to především investice do:

Tabulka 4

BUDOVOY	ZPRACOVATELSKÉ ZÁVODY	INFRASTRUKTURA
Administrativní	Mělčení	Nákup pozemků
Hlavní řídicí budova	Loužení	Vodovod
Sklad vzorků	Flotace a huštění	Komunikace
Laboratoře	Drťirna	Elektrické přípojky
Sklad chemikálií	Broušení	Čistírna vody
Elektrické rozvodny	Oxidace	
Báňská záchranná služba	Činidla	
Dílna, parkování a další		

3.2.2. Provozní náklady dolu

Náklady dolu se rozdělují na dvě skupiny, náklady fixní a náklady variabilní.

Za nejpodstatnější variabilní náklady se v zásadě považují náklady uvedené v následující tabulce:

Tabulka 5

PROCES	JEDNOTKA
Ražení dlouhých důlních děl	Metr
Trhací práce v ražbách	Tuna
Vrtné práce	Metr
Trhací práce při dobývání	Tuna
Monitorování ložiska	Tuna
Odtěžení v ražbách	Tuna
Nakládání v ražbách	Tuna
Přeprava rudy - cyklická	Tuna
Přeprava rudy - kontinuální	Tuna
Svorníkování	Kus
Stříkaný beton	Kubický metr
Zakládka komor	Tuna

Za fixní náklady pak považujeme především mzdové náklady, rezervy a pojištění, poradenství a konzultace atd.

Zatímco ve výše uvedené tabulce jsou zobrazeny náklady dolu a procesu dobývání, v tabulce následující se nám zobrazují provozní náklady zpracovatelského závodu.

Tabulka 6

PROVOZNÍ NÁKLADY ZPRACOVATELSKÉHO ZÁVODU
Mzdové náklady
Spotřebovaný materiál
Energie
Údržba a opravy
Laboratoře a výzkum
Správní režie

3.3 Výše investice a ekonomické aspekty projektu

Obecně se předpokládá investice do celého projektu okolo **125 milionů Euro**, což je v přepočtu na české koruny při kurzu 27,50 Kč/Euro přibližně **3,4375 miliardy korun**.

Životnost celého projektu je kalkulována následovně:

- Samotná doba těžby ložiska se odhaduje na **9 let**
- Veškerá práce na lokalitě se pak odhadují na **15 let**

Při odhadovaném množství zlata 64 571 kg a při převodovém poměru 1kg = 35 274 uncí dostáváme počet **trojských uncí v lokalitě 2 277 677 454**.

Hodnota zlata dle Londýnské burzy ze dne 27.4.2014 je určena na 1 301,25 dolaru za trojskou uncí. Můžeme si tedy spočítat, že hodnota zlata, které se nachází v ložisku Salave

má přibližně **hodnotu 2 963 827 787 017 dolarů (2,963 bilionů dolaru)** tj. při kurzu 19,9Kč/Dolar **58 980 172 961 638 Kč (58,98 bilionů Korun)**.

S ohledem na to, že cena zlata je pevně stanovená světovou burzou, je nutné počítat s riziky změny kurzu, a to hlavně tedy s možností poklesu hodnoty zlata. Následující graf zachycuje hodnoty zlata z minulých let, vždy k začátku daného roku. Tabulka poukazuje na změny v hodnotě oproti současnosti a změny hodnoty ložiska. Čísla jsou zaokrouhlena, slouží pouze k demonstraci problematiky.



Obrázek 7

Tabulka 7

DATUM	HODNOTA ZLATA USD/Unce	ZMĚNA OPROTI SOUČASNOSTI USD/Unce	HODNOTA LOŽISKA (biliony Kč)	%
1.1.2009	900	- 400	- 18,283	- 31
1.1.2010	1100	- 200	- 9,082	- 15,4
1.1.2011	1330	+ 30	+ 1,356	+ 2,3
1.1.2012	1690	+ 390	+ 17,694	+ 30
1.1.2013	1650	+ 350	+ 15,924	+ 27
1.1.2014	1210	- 90	- 4,128	- 7
27.4.2014	1300	0	58,98	0

Z tohoto tedy můžeme vidět, že během několika posledních let docházelo k vysokým výkyvům v cenách zlata a tudíž i hodnotě ložiska. Změny se pohybovaly až v desítkách bilionů Kč. Tyto změny tak mohou mít vysoký vliv na rentabilitu ložiska. Pokud cena dlouhodobě klesne pod kritickou hranici, ložisko tak přestává být bilanční. Proto je nutné stanovit prognózy o vývoji hodnoty zlata a do kalkulace zahrnout vždy dostatečnou výši zisku na tvorbu rezerv na pokrytí případných výkyvů cen komodity.

Vezmeme-li pak data z jiného, srovnatelného zlatého dolu ve Španělsku El Valle-Boínas/Charles, můžeme si pak zkalkulovat odhadovaný zisk z celého projektu. **Náklady na těžbu na dole El Valle-Boínas/Carles jsou na jednu unci přibližně celkem 1200 USD**, z toho jsou 750 USD náklady spojené s těžbou (45% jsou mzdové náklady) a dalších 450 USD představují náklady spojené s opotřebením a náklady na kapitál. **Zisk nám tedy vychází přibližně na 100 USD/unce v přepočtu asi tedy 1 990 Kč/unce.**

Při odhadovaném počtu uncí v ložisku 2 277 677 454 nám **vychází zisk na 227 767 745 400 USD (227,767 miliardy USD) v přepočtu 4 532 578 133 460 (4,532 bilionů Kč).**

4. Sociální a ekologické dopady realizace projektu

Sociální a ekologické dopady při realizaci projektů výše uvedené náplně jsou nedílnou součástí a rozsah vyhocení střetů zájmů je výsledkem dlouhodobého ekonomického a politického vývoje oblasti, případně celé země. Vzdávající napětí v důsledku dlouhodobé ekonomické recese se odráží velmi negativně na vnímání nových věcí místních obyvatel. Obyvatelé zájmové oblasti vnímají zásahy do přírodního ekosystému díky existenci globální komunikační technologii velmi negativně. I když těžební společnosti předkládají projekty sanace území po ukončení těžby, je velmi problematické obyvatelstvo přesvědčit o „pozitivních“ úmyslech právě proto, že skutečnosti z obdobných projektů jsou mnohdy velmi negativní a obyvatelstvo velmi citlivě vnímá následnou bezradnost.

Domnívám se, že projekty tohoto typu již v samém zrodu podceňují lidský faktor a pokud tomuto faktoru neposkytnete dlouhodobě nic pozitivního v obecné rovině, bude mít tento faktor apriori negativní postoj.

Na druhé straně nutno zdůraznit, že každý projekt je řešitelný. Je jen otázkou, jak citlivě a odborně se nakládá s argumentací, která obhajuje nebo ochraňuje zájmy zúčastněných skupin.

Z pohledu sociálního by realizace projektu přinesla do oblasti Ribadeo pracovní příležitost v podobě pracovních míst plánovaných od cca 250 okamžitých až po plánovaných 850 v průběhu exploatace ložiska. Tento aspekt se tváří v rámci Španělska jako velmi pozitivní, zejména v době kdy je ekonomika dlouhodobě v recesi a nezaměstnanost se blíží k hranici 27% a státním dluhem přesahujícím 100% HDP. Paradoxem zůstává, že tento aspekt nemá podporu v místním obyvatelstvu zájmové oblasti, jejíž existence je dlouhodobě spjata s cestovním ruchem a otevření dolu Salave by na dlouhou desítku let oblast nevratně poznamenalo.

Z pohledu ekologického hlubinný způsob těžby nezpůsobuje výraznou devastaci krajiny. Výraznější problém nastává tím, že s těžbou rudného ložiska se dostávají na povrch doprovodné horniny, které se ukládají do odvalů. Rudy nebývají bez nežádoucích příměsí a v případě zrudnění ložiska Salave se jedná o příměsí takových minerálů jako antimon, rtuť, arsen, olovo thalium apod. Při zušlechťovacích procesech v úpravkách

vzniká odpad. Zvodněný odpad (voda je zde transportním médiem) je transportován a ukládán do usazovacích nádrží. Již tento proces se stává toxickým pro okolní vegetaci. Velmi nebezpečný je případný únik těchto medií mimo sedimentační nádrže z důvodu netěsností nádrží. Takovýto únik likviduje prakticky okamžitě okolní rostlinstvo a kontaminuje podzemní vody, které jsou transportním médiem do širšího okolí

5. Návrhy na opatření

Při zpracování zlata, se používá ve velké míře kyanid, který je však velice toxický. Jak vyplývá z uvedeného, návrh na opatření by tedy měli vycházet zejména z oblasti technologie úpravy rudné směsi, zejména by se pak měli soustředit na oblasti:

- **Usazovací nádrže na flotační odpady rudné úpravny** - konkrétní návrhy by se měly zaměřit na situování nádrží do míst s relativně nepropustným horninovým podložím a to vylepšit např. jílovým nebo foliovým těsněním. Totéž platí o hrázích nádrží.
- **Rekultivace rudných zbytkových odvalů a odpadů** - tak, aby v budoucnosti nedocházelo k jejich vymývání jak v kontaktu s podzemními vodami, tak promýváním infiltrací ze srážek. Charakter rekultivace bude určen na základě toxicity vlastního odvalového materiálu.
- **Investice do vývoje nových metod zpracování zlata** – například metoda za použití roztoku thiomocoviny. Jedná se o metodu výrazně bezpečnější, ale jejímu širšímu využití, brání ekonomické faktory.

Navrhnout opatření pro řešení dané problematiky je podmíněno v tomto případě pochopením veškerých střetů zájmů zúčastněných stran. Obecně bude platit: má-li jedna strana požadavek, o kterém se ví, že zasáhne nebo poškodí zájmy stran dotčených, musí s požadavkem předložit *adekvátní návrh na opatření* a nalezení shody na každé třetí ploše. Bude věcí praktických odborníků, znalých ovšem problematiky a zdůvodněné názory všech dotčených stran, jak psychologicky účinná bude jejich argumentace, při které mnohdy nejde jen o věci striktně odborné.

Dodržování a plnění návrhů na opatření a bezpečnostních norem bude velice ostře sledovaným tématem. Vzpomeňme si na přírodní katastrofu z roku 2000, kdy v rumunském hydrometalurgickém provozu Baia Mare došlo k úniku kyanidů a následné kontaminaci řeky Dunaj. Výsledkem nebylo pouze statisíce tun mrtvých ryb a dalších živočichů, ale především zamoření krajiny na mnoho následujících let. Není tak divu že se obyvatelé dotčené oblasti, která je označována jako přírodní ráj Španělska a je závislá

z velké části na zemědělské činnosti, brání zahájení projektu. Přímo v obci Salave tak můžeme na mnoha místech vidět transparenty s nápisy s oficiálním heslem odpůrců projektu „VACAS SÍ, ORO NO“ v překladu „krávy ano, zlato ne“, které naprosto přesně vystihují problematiku.



Obrázek 8



Obrázek 9

6. Závěr

Hornictví bylo, je a bude nedílnou součástí Španělské historie. Španělské království bylo historicky po řadu desetiletí nejbohatší a nejmocnější společenské uskupení Evropy. To vše především díky schopnostem a možnostem získávání kovů, a to jak na území Pyrenejského poloostrova, tak na území Latinské Ameriky v 15. století a v období kolonizace. Vzpomeňme si například na legendární španělské stříbrné a zlaté flotily, které vozily bohatství z jižní Ameriky do Španělska v 16. století za vlády Filipa II. Ne nadarmo bylo toho období označováno jako zlatý věk Španělska. Dalším důkazem španělského působení v hornictví může být například i pojmenování kovu platina. Byli to právě Španělé, kdo tento kov objevili při hledání zlata v jižní Americe. Původně se domnívali, že narazili na stříbro, a tak nejspíše po zklamání, že se nejedná ani o stříbro, pojmenovali kov hanlivým názvem „platino“, ze španělského „plata“, v překladu stříbro.

Bakalářská práce předkládá základní představu o plánu otvírky, dobývání a využití dobývacího území dolu Salave. Otázka otevření dolu bude záviset, na schopnosti a zejména ochotě vyřešit střety zájmů v rovinně sociální a ekologické. Dobývání nerostných surovin je vždy spjato se zásahem do životního prostředí. Na druhé straně lidstvo žije ve 21. století a má dost zkušeností s tím, jak sladit potřeby civilizace s ochranou životního prostředí. Pokud se k problematice otvírky a těžby na dole Salave přistoupí velkoryse, nebudou-li se protěžovat jednostranné zájmy otvirkou dolu zainteresovaných stran, dodrželi těžební organizace obecná pravidla pro ochranu životního prostředí, bezpečnost a zdraví pracujících i dotčeného obyvatelstva, budou-li se dodržovat příslušnými zákony stanovené regule, tak otevření dolu Salave přinese obohacení nejen pro španělskou ekonomiku, ale i oživení celého zájmového regionu.

Seznam použité literatury

GEOMORFOLOGIA DE ESPANA – Mateo Gutierrez Elorza, 1994, ISBN: 84-7207-075-1, GRAFUS S.A.

GEOMORFOLOGÍA – Mateo Gutierrez Elorza, 2008, ISBN: 978-84-8322-5, Gráficas Estella S.L.

GEOLOGÍA – Jean Dercourt, Jacques Paquet, 1978, ISBN: 84-291-4612-1, EDITORIAL REVERTÉ S.A.

EXPLOTACION DE MINAS– P. Baseilhac (přeloženo: A.García Gonzáles), 1966, Deposito legal, B 6608-1966 numero registro 1072-66, EDICIONES OMEGA, S.A.

LABOREO DE MINAS – C. Hellmut Fritzche, 1962, Deposito legal B. 15273-1960 Numero Registro B. 516-1961

ELECCION Y CRITICA DE LOS METODOS DE EXPLOTACION EN MINERIA – D. Hosemann, 1963, Deposito legal B. 22857-1963 Numero registro 5887-63, Ediciones Omegas S.A.

REGISTRO DE DATOS EN SONDEOS DE RECONOCIMIENTO – José María Pernía Llera y col. 1986, ISBN: 84-505-3875-0, Industrias Gráficas MARTE S.A.

MANUAL DE ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE EN MINERIA A CIELO ABIERTO – D. Carlos Lopez Jimeno y col., 1995, ISBN: 84-7840-081-8, Cartografía Madrid S.A.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Mapa Španělska.....	3
Obrázek 2: Mapa dotčeného území – ložisko Salave.....	5
Obrázek 3: Legenda k mapě dotčeného území – ložisko Salave.....	5
Obrázek 4: Dobývací metoda komora a pilíř.....	14
Obrázek 5: Dobývací metoda otevřených komor z mezipatrových chodeb..	16
Obrázek 6: Dobývání se zakládkou ve vodorovných vrstvách.....	18
Obrázek 7: Vývoj hodnoty zlata v minulých letech.....	24
Obrázek 8: Heslo odpůrců projektu Salave.....	29
Obrázek 9: Osobní návštěva autora práce v obci Salave.....	29

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rekapitulace provedených průzkumných vrtů v oblasti Salave.....	8
Tabulka 2: Odhady kovnatosti ložiska Salave.....	9
Tabulka 3: Předpokládaná potřeba strojní techniky pro dobývání.....	20
Tabulka 4: Souhrn správních, provozních budov a infrastruktury.....	22
Tabulka 5: Provozní náklady dolu.....	22
Tabulka 6: Provozní náklady zpracovatelského závodu.....	23
Tabulka 7: Hodnota zlata a změny hodnoty ložiska.....	24

SEZNAM MODELŮ

Model rozložení jednotlivých bloků včetně kovnatosti.....	10
Model zpřístupnění ložiska.....	11