



RISK ASSESMENT IN UNDERGROUND MINE PLANS

RIZIK U PROJEKTIMA PODZEMNE EKSPLOATACIJE

Čedomir BELJIĆ¹, Mirjana LAZOVIĆ²

¹Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Djušina 7

²Ministry of the Mining and Energy of the RS, Belgrade, Nemanjina 22-26, Yugoslavia

Abstract: Different sources of risk and uncertainty appear during the whole underground exploitation process, including planning phase, laying out phase to the realization phase itself. Analysis, quantification and risk managing are necessary. The purpose of project risk management is to reduce negative effects that disturb planned courses of project development. This paper presents procedure, methods and techniques for risk quantifications for underground projects.

Key Words: mining, risk assesment analysis, quantification

Apstrakt: Tokom čitavog perioda razvoja procesa podzemne eksploatacije, od faze planiranja i projektovanja pa do same realizacije kao i tokom iste, susrećemo se sa najrazličitijim izvorima rizika i neizvesnosti.

Analiza, kvantifikacija i upravljanje rizicima su neohodni, a imaju za cilj da u što većoj meri smanje negativne uticaje koji mogu da poremete planirane toškove razvoja samog projekta.

U radu su prezentovane procedure, metode i tehnike za kvantifikaciju i analizu rizika projekata podzemne eksploatacije mineralnih sirovina

Ključne reči: rudarstvo, rizici, ocena analiza, kvantifikacija

1. INTRODUCTION

Generally, one of the main characteristics of underground mining, is:

- Difficult natural and working conditions,
- Low level of mineral deposit prospecting
- Variable market conditions.

Different sources of risk and uncertainty appear during the whole underground exploitation process, including planning phase, laying out phase to the realization phase itself.

Analysis, quantification and risk managing are necessary. The purpose of project risk management is to reduce negative effects that disturb planned courses of project development.

1. UVOD

Generalno, karakteristike rudarske produkcije, posebno podzemne eksploatacije, mogle bi se opisati kao :

- složeni prirodni i radni uslovi
- poslovično nedovoljan stepen istraženosti ležišta i
- promenljivi ekonomsko i politički uslovi.

Tokom čitavog perioda razvoja procesa podzemne eksploatacije, od faze planiranja i projektovanja, pa do same realizacije kao i tokom iste, susrećemo se sa najrazličitijim izvorima rizika i neizvesnosti.

Analiza, kvantifikacija i upravljanje rizicima su neohodni, a imaju za cilj da u što većoj meri smanje negativne uticaje koji mogu da poremete planirane troškove razvoja samog projekta.

2. RISK MANAGEMENT

In much mineral investment decision, the manager does not know the exact outcome of investment decision making. The mining firm faces risk or uncertainty.

No underground mining project is completely safe or its success completely certain. Risk cannot be eliminated. The best that can be done is to reduce it to a minimum, than manage the residual risk.

Taking the remarks given above into consideration and by observing project management process as a system, we can draw a conclusion that a subsystem, regarding risk management, is necessary to be established.

The concept of a project implies technical, technological, organizational, financial and other activities and actions related to underground exploitation. Reaching the aims of the project in the time period planned and with costs and product quality given should be the purpose of project management.

Risk management subsystem consists of several phases. Authors recognized the following ones:

- identification of risk sources,
- risk quantification and analyses,
- defining of activities that eliminate negative effects and
- Control.

3. SOURCES OF RISK

Risk refers to the situation in which there is more than one possible outcome to an investment decision and the probability of each specific outcome is known or is estimated.

In the event that the probabilities are not known and cannot be estimated, than there is an uncertainty with respect to given course of action.

In underground project some risk described as "systematic". This category of risks is not in company's control, and includes:

2. UPRAVLJANJE RIZICIMA

Potpuna procena posledica investiranja u mineralnu industriju u velikom broju slučajeva nije moguća. Investitori moraju imati na umu činjenice da rudarske kompanije rade sa rizikom i u uslovima neizvesnosti.

Ni jedan projekat u podzemnoj eksploataciji nije kompletno siguran. Rizik ne može da bude kompletno eliminisan. Najbolje što može biti učinjeno je da se rizici redukuju na minimum. Preostalim rizicima se, potom, upravlja.

Ako proces upravljanja projektima posmatramo kao sistem, onda, uzimajući prethodne navode u obzir, dolazimo do zaključka da je neophodno izgraditi podsistem koji će se odnositi na upravljanje rizicima.

Pojam projekta ovde podrazumeva tehničko-tehnološke, organizacione, finansijske i druge aktivnosti i poduhvate u oblasti podzemne eksploatacije. Upravljanje projektom treba da rezultuje ispunjenjem ciljeva projekta u određenom vremenskom periodu sa predviđenim troškovima i kvalitetom proizvoda.

Podsistem upravljanja rizicima može biti raščlanjen na nekoliko faza. Autori su se opredelili za podelu na sledeće:

- identifikacija izvora rizika,
- kvantifikovanje i analiza rizika,
- definisanje aktivnosti za eliminisanje negativnih uticaja i
- kontrola izvođenja istih.

3. IZVORI RIZIKA I RIZIČNI DOGAĐAJI

Kada govorimo o riziku, podrazumevamo da za određeni problem može postojati više rešenja, a da verovatnoće svakog od ishoda znamo ili možemo sračunati.

U situacijama kada verovatnoća ishoda nije poznata, kažemo da preduzimamo akcije respektujući neizvesnost.

Prva faza u procesu upravljanja rizicima je identifikacija izvora rizika.

U projektima podzemne eksploatacije neke od elmenata rizika možemo opisati kao systemske. Ova kategorija rizika nije pod kontrolom kompanija i uključuje :

- The market risk.
- Mineral reserve risks,
- Operating risk include those risk elements that result in changes in operating costs or disruption in the flow of minerals.
- Political risks.
- Environmental risks.

Other group of risks described like "unsystematic", and can be reduced by diversification. Some "unsystematic" risks include:

- Operating risk, which arises from, cost overrun, equipment breakdown, labor strikes etc.
- Participants risk arises if there is a weak or inexperienced participant in joint venture.
- Engineering risks can arise from poor professional advice.
- Completion risk can be result of delays in construction and development of the project.

Whether real or imagined, however, perceived risk have to be taken into account in decision making and there is an inescapable need for methods of analysis and assessment.

4. RISK QUANTIFICATION

Method to apply should carefully be chosen, considering the fact that each method has its advantages and faults. The appropriate method and technique for risk assessment and evaluation will be elected if project characteristics are reviewed closely.

Large number of methods and techniques is used in risk quantification analyses. We will now present one of the typical methods.

In valuing and comparing investment project that the subject to risk, we use the concepts of the

- mean,
- standard deviation,
- variants,
- Coefficient of variation on net present value of the project.

One simple way of measuring risks by the use of probabilities attached to possible outcomes.

- tržišne uslove,
- rizike nastale kao posledica promenljivih prirodnih uslova, kako po pitanju kvaliteta rudnih rezervi, tako i kvaliteta radne sredine,
- operacione rizike koji su rezultat promene operativnih troškova ili poremećaja u materijalnom snabdevanju,
- političke rizike (razne odluke vlada, promene u poreskoj politici i sl.) i
- rizike vezane za probleme narušavanja životne sredine.

Druga grupa rizika se opisuje kao nesistemska i pod kontrolom su kompanija, čine je:

- operativni rizici koji proističu zbog kvarova opreme, štrajkova i sl.,
- rizici zbog neiskusnih ili nekvalifikovanih saradnika,
- "inženjerski" rizici, proističu od lošeg planiranja, projektovanja, savetovanja i
- rizici vezani za kašnjenje u izvođenju pojedinih, uglavnom, konstruktivnih faza projekta.

Lista izvora rizika ovim ni u kom slučaju nije zaključena, ali, s obzirom na karakter ovog rada neće se ići u dalju elaboraciju.

Bili stvarni ili imaginarni, prepoznati rizici treba da budu uzeti u razmatranje i proračun prilikom donošenja odluke. Oni su neizbežna potreba pri svakoj metodi analize i procene.

4. KVANTIFIKACIJA RIZIKA METODE I TEHNIKE

Postoji veliki broj metoda i tehnika kvantifikacije i analize rizika. Izbor primenjene metode trebalo bi da bude rezultat pažljivog odabira, s obzirom na činjenicu da svaka od metoda ima svoje prednosti i nedostatke. Uvažavajući specifičnosti projekta bira se i metoda i tehnika za procenu i ocenu rizika.

Na ovom mestu će biti prezentovan jedan od jednostavnijih pristupa.

U procenama projekata čiji je subjekat rizik, često se kao kriterijumi koriste:

- srednja vrednost,
- varijansa,
- standardna devijacija i
- koeficijent varijacije, npr.: NPV projekta.

Jednostavan način merenja rizika je korišćenje verovatnoće koju pridružujemo mogućim ishodima.

In statistical terms much mining value is regarded as a random variable and not a fixed value, it is variable which can take on any of set of values each with a specific probability.

In general, each outcomes or value v_i of the variable, V , has an associated probability of occurrence, p_i .

The probability of a certain outcome is 1 and that of an impossible outcome is 0.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1. \quad (1)$$

Such a set of probabilities defines a probability distribution.

The statistics used to describe a probability distribution are

- the expected value

$$\mu = E(v) = \sum_{i=1}^n v_i p_i \quad (2)$$

- The variance σ^2 .

$$\sigma^2 = Var(V) = \sum_{i=1}^n (v_i - \mu) p_i \quad (3)$$

But, easier way is to work with standard deviation σ

$$\sigma = \sqrt{(\sigma^2)} \quad (4)$$

The greater the standard deviation, greater risk.

Another, more useful measure of risk is the coefficient of variation, c. It is the ratio of the standard deviation to the expected value or the risk per unit of value. In risk analysis this is also called risk factor.

$$c = \sigma / \mu \quad (5)$$

The same analysis can be applied to cash flow which are the result of uncertain variables. Cash flows are based on estimated ore reserves and many other estimated variables.

These possible cash flows in a given period could be described by their mean and variance. The distribution of net present values could also be described by its mean variance.

Statističkim rečnikom govoreći, mnoge vrednosti kojima operišemo u projektima u podzemnoj eksploataciji su *random variable*, i nisu fiksirane veličine.

Generalno, svaki ishod ili vrednost ishoda v_i , varijable V_i ima verovatnoću p_i .

Verovatnoća sigurnog događaja je 1, a nemogućeg 0, tj.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1. \quad (1)$$

Takav set verovatnoća definiše i distribuciju verovatnoća.

Statistički način da se opiše distribucija verovatnoće može biti

- očekivana vrednost μ

$$\mu = E(v) = \sum_{i=1}^n v_i p_i \quad (2)$$

- Varijansa σ^2 .

$$\sigma^2 = Var(V) = \sum_{i=1}^n (v_i - \mu) p_i. \quad (3)$$

Međutim, lakše je raditi sa standardnom devijacijom σ

$$\sigma = \sqrt{(\sigma^2)} \quad (4)$$

Zaključak je da, što je veća standardna devijacija, veći je i rizik.

Još korisnija mera rizika je koeficijent varijacije, c. On predstavlja odnos standardne devijacije prema očekivanoj vrednosti.

$$c = \sigma / \mu \quad (5)$$

Predstavljena analiza može biti primenjena na tok novca, koji se dobija kao rezultat korišćenja neizvesnih varijabli, kao, na primer, tok koji bazira na pretpostavljenim rudnim rezervama.

Mogući novčani tokovi mogu biti opisani njihovim srednjim vrednostima ili varijansama. Distribucija NPV može, takođe, biti opisana srednjom vrednošću i varijansom.

Let $E(X_i)$ and $Var(X_i)$ be, respectively, the mean, or expected, cash flow and the variance of the cash flow for time period i :

$$E(X_0 + X_1 + \dots + X_n) = E(X_0) + E(X_1) + \dots + E(X_n) \quad (6)$$

Provided that the X_i are statistically independent:

$$Var(X_0 + X_1 + \dots + X_n) = Var(X_0) + Var(X_1) + \dots + Var(X_n) \quad (7)$$

$$E(cX) = cE(X) \quad (8)$$

$$Var(cX) = c^2 Var(X) \quad (9)$$

The mean of the distribution of present values is (PV):

$$E(PV) = E\left(\sum_{i=1}^n (1+r)^{-i} X_i\right) = \sum_{i=1}^n (1+r)^{-i} E(X_i) \quad (10)$$

The variance distribution of PV is:

$$Var(PV) = (1+r)^0 Var(X_0) + (1+r)^{-2} Var(X_1) + \dots + (1+r)^{-2n} Var(X_n) \quad (11)$$

5. CONCLUSION

Realization of projects in underground exploitation depends a great deal on adequate approach to risk evaluation and management.

Projects may be questioned if matters regarding risk management are neglected, i.e. not taken into consideration. It should be emphasized that mining projects differ from most technical and technological projects. Careful analyses and risk quantification are recommended due to specialty and significant particularity of every single case.

Unfortunately, risk management of underground mining projects was not practiced in FRY. Without pretensions to analyze the causes of existing condition, we sincerely hope that such approaches to project risk management will effectuate in our practice as well.

Neka $E(X_i)$ i $Var(X_i)$ budu respektivno, srednja vrednost ili očekivani tok novca za vremenski period i .

$$E(X_0 + X_1 + \dots + X_n) = E(X_0) + E(X_1) + \dots + E(X_n) \quad (6)$$

Pod uslovom da je X_i statistički nezavisna, onda

$$Var(X_0 + X_1 + \dots + X_n) = Var(X_0) + Var(X_1) + \dots + Var(X_n) \quad (7)$$

$$E(cX) = cE(X) \quad (8)$$

$$Var(cX) = c^2 Var(X) \quad (9)$$

Srednja vrednost distribucije sadašnje vrednosti (PV):

$$E(PV) = E\left(\sum_{i=1}^n (1+r)^{-i} X_i\right) = \sum_{i=1}^n (1+r)^{-i} E(X_i) \quad (10)$$

Varijansa distribucije sadašnje vrednosti:

$$Var(PV) = (1+r)^0 Var(X_0) + (1+r)^{-2} Var(X_1) + \dots + (1+r)^{-2n} Var(X_n) \quad (11)$$

5. ZAKLJUČAK

Projekti u podzemnoj eksploataciji u velikoj meri mogu biti dovedeni u pitanje ako se problematika upravljanja rizicima prenebregne, odnosno ne uzme u obzir.

Posebno treba istaći činjenicu da se rudarski projekti razlikuju od većine drugih tehničkih i tehnoloških projekata. Netipičnost, izražena osobenost svakog pojedinačnog slučaja, sugerise pažljivu analizu i kvantifikovanje rizika.

Na žalost, mora se konstatovati da upravljanje rizicima projekata podzemne eksploatacije nije bilo primenjivano u praksi u SRJ. Bez namere da se udubljujemo u analizu razloga nadamo se da će ovaj rad biti skromni doprinos ideji da se ovakvi pristupi upravljanju projektima ostvare i u našoj praksi.

REFERENCES / LITERATURA

- [1] Jovanović P. Upravljanje projektima, FON, Bgd 1995.
- [2] Costa F.J., Simarro G. , Zingano A.C., Koppe J., Mining risk mitigation by incorporating uncertainty into planning, Federal University of Rio Grande do Sul, Brasil 1997.
- [3] Sarakat S. , Evolution of mineral project using simulation and expert system, 1996 USA
- [4] Van Leuven M. Risk analysis-an aid in selecting mining method, Mine planing and equipment Selection 1998.
- [5] Petrović D., Jovanović P., Jaško O., Proces kvantifikacije i analize rizika, SYMOPIS 98.
- [6] Dowd P.A. Mining finance and valuation, University Leeds, GB, 94.