



EVALUATION OF TRANSPORTATION SYSTEM PROJECTS IN UNDERGROUND MINES

EVALUACIJA PROJEKATA TRANSPORTNIH SISTEMA U RUDNICIMA SA PODZEMNOM EKSPLOATACIJOM

Čedomir BELJIĆ¹

¹Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Djusina 7

Abstract: The paper describes one simple method for evaluation of projects of transportation systems in underground mines. Common way of estimation net present value (NPV) was estimated by assuming a higher discount rate to adjust for risk..

Key words: method for evaluation, transport

Apstrakt: U radu je opisana jednostavna metoda za evaluaciju projekata transportnih sistema u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom. Uobičajeni postupak izračunavanja neto sadašnje vrednosti (dalje NPV) je izračunavan diskontnom stopom prilagodjenoj tretiranju rizika.

Ključne reči: metoda za evaluaciju, transport

1 INTRODUCTION

Each mine, open pits or underground mines, present specific, significant productions system.

Take in to consideretion specific mining problems, mining plans characteristic are often complex and controversial structure and solution.

It is consequences of delicacy situation in the mining production, especially in the underground mines. We are taking in to consideration facts that only 40-50% of mining plans was realized in production process (in our county). That are, by the way, results of conservative approach in mine planning and design.

Conclusion can be drawn, that's necessary to advance design procedure and provide evaluation of project.

1 UVOD

Svaki rudnik, bez obzira na to da li se radi o podzemnom ili površinskom načinu eksploatacije, predstavlja manje ili više složenu proizvodnu jedinicu.

Uzimajući u obzir složenost problema koji se susreću i rešavaju u rudarstvu, jasno je da su projekti neminovno kompleksne, često i kontraverzne strukture.

Posledica, pored ostalog, i konzervativnog pristupa procesu projektovanja rezultuje činjenicom da se to javlja kod složenijih uslova eksploatacije, a podzemni način svakako to jeste. U radu je uzeto u obzir da se realizuje samo 40-50 % projektovanih i predloženih rešenja.

Navedeno upućuje na zaključak da treba insistirati na unapređenju postupaka i metoda u procesu projektovanja i evaluacije projekata.

The principal purpose of the paper is to suggest better foundations for analyzing underground mining systems, especially take in to consideration problems of design the transportation complex of mines.

This article attempts to show one simple, empirical based, approach for mines investment evaluation. Also, provided an alternative support system for investment decision-making.

Provision of a proposed approach can be recognized that uncertainty exists and that the management is able to adjust these uncertainties as needed.

2 PROJECTS EVALUATION

The technical and technological project solutions, received by using common and proper methodology, before implementation, must be economically analyzed. That process is evaluation of projects. "The process of investigation the economic feasibility of a project that requires a capital investment" - Torries (1988) defines project evaluation.

Realistic planing and design are non imaginable without evaluation. Conclusion is simple; projects evaluation is one important element and necessary phase in process of planning and design.

The first step in the evaluation is investigation of comercial efests of the project. It is financial feasibility valuation.

Investment analyses refer to make study of worthwhile of the project resources and direct yields of the financial sources and models. Or, the estimation of potential yields from the project resources, regardless financial transactions during the project execution.

All types of projects who require investment decision making, can be evaluated with one or more commonly used methods.

In the article we are especially interested for the criteria NPV, and the criteria will be described.

Cilj ovoga rada je predlaganje boljih osnova za analizu rudarskih sistema u podzemnoj eksploataciji, posebno u slučajevima razmatranja transportnog kompleksa rudnika.

Namera je da u radu prikažemo jednostavan, empirijski zasnovan postupak za evaluaciju investicionih rudarskih projekata. Takođe, nameravamo da prikažemo alternativni sistem za podršku odlučivanju.

Korist od ovog pristupa bi se mogla ogledati u konstatovanju činjenice da je neizvesnost u rudarstvu izuzetno prisutna, ali da menadžment može da svoje akcije prilagodi potrebama

2 EVALUACIJA PROJEKATA

Tehnička i tehnološka projektna rešenja dobijena primenom odgovarajućih metodoloških postupaka (neki od njih su pomenuti u prethodnom tekstu) pre implementacije moraju proći proveru ekonomske isplativosti. Taj proces nazivamo evaluacijom projekta. Torries (1988) definiše evaluaciju kao: "Proces istraživanja ekonomskih mogućnosti onih projekata koji zahtevaju kapitalne investicije".

Realistično planiranje i projektovanje je nemoguće izvesti ako ne postoji odgovarajuće ekonomsko vrednovanje. Zaključak se nameće sam, evaluacija projekta je bitan element i nezaobilazna faza u procesima planiranjia i projektovanjia.

Prvi korak u procesu ekonomske ocene projekta je utvrđivanje komercijalne isplativosti. Ona predstavlja procenu izvodljivosti projekta sa stanovišta finansijskih rezultata.

Analiza isplativosti investicija podrazumeva merenje isplativosti resursa zaposlenih na projektu, direktnih prinosa na uloženi kapital, bez obzira na izvore i oblike finansiranja. Odnosno, procena potencijalnih prinosa resursa vezanih za projekat, bez obzira na finansijske transakcije koje su se desile tokom životnog veka projekta.

Različite metode mogu poslužiti kao osnova za procenu isplativosti investicija.

Kako je predmet interesovanja ovog rada *neto sadašnja vrednost* - NPV, u daljem tekstu će biti date neke informacije o ovom kriterijumu.

The NPV of an investment is the present value of its net inflows minus the initial capital expenditure (Neveu 1989)

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI_t - CO_t) \times a_t \quad (1)$$

where:

- n** - Project life
- CI_t** - Inflow
- CO_t** - Outflow
- a_t** - Discount rate

The investment project is accepted if it has a positive NPV, and is rejected if it has negative NPV.

3 RISK ANALYSIS

The mines finance analysis are founded on most important inputs:

- Total investment;
- Return;
- Production period.

No mineral industry project is completely safe, and success completely certain. So, criteria, such as NPV, estimated on the basis of uncertain values of technical and economic variables. Any calculation of NPV would take into account the fact that they are estimated with a certain degree of accuracy.

Assessing reliability is possible by to assess the sensitivity of the calculated value of criterion to changes variables. This approach is based on concept of the effect of errors or uncertainties on values of financial variables .

In general there is two ways

- Sensitivity analysis (systematic change one variables)
- Risk analysis (simultaneously change all variables)

Risk analysis takes sensitivity analysis step further. The analysis use probability for quantifies the likelihood of variations in the variables. Result of risk analysis is a set of probabilities or likelihood's.

NPV je razlika izmedju sadašnjih vrednosti budućih priliva i odliva gotovine projekta (Neveu 1989).

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI_t - CO_t) \times a_t \quad (1)$$

gde je:

- n** - Broj godina projekta
- CI_t** - Gotovinski priliv u godini, t
- CO_t** - Gotovinski odliv u godini, t
- a_t** - Diskontni faktor u godini, t

Investicioni projekat je prihvatljiv ako je NPV pozitivan i obrnuto.

3 ANALIZA RIZIKA

Finansijska analiza projekata bazira na tri najvažnija inputa i to:

- ukupne investicije,
- povraćaj kapitala i
- vek rada rudnika.

Ni jedan rudarski projekat nema zagantovanu uspešnost. Sledi da se kriterijumi za ocenu ekonomske isplativosti, (jedan od njih je na primer neto sadašnja vrednost-NPV), sračunavaju sa odredjenim stepenom tačnosti.

Jedan od načina definisanja pouzdanosti je odredjivanje osetljivosti izračunatih vrednosti kriterijuma na izmene promenljivih. Ovaj pristup u osnovi ima *koncept tretiranja efekata grešaka*.

Generalno uzevši, tu postoje dve vrste analiza, i to:

- analiza osetljivosti (sistematski se menja vrednost samo jedne varijable) i
- analiza rizika (simultano se vrši promena vrednosti svih varijabli).

Analiza rizika bazira na analizi osetljivost, ali ide i korak dalje. Ona simulira neizvesnost u vrednostima promenljivih i izračunava efekte na sračunate finansijske kriterijume. Neizvesnost se izražava statističkim ili formama koje tretiraju verovatnoću.

For feasibility estimation of the project three important points must be made (Dowds 1994):

- Mining project is either capital sensitivity or capital insensitivity;
- The most significant single factor, on the finance side is usually prices.
- Most sensitivity factor is the ore reserve (grade and tonnage).

In consideration of previously, we can set sources of risk.

Some elements of risk are describe as "systematic" which are not in company's control (Tinsley 1985):

- Market risk
- Mineral reserve risk
- Operating risk (result in change in operating costs or disruption in the flow of minerals)
- Politically risk
- Environmental risk.

"Unsystematic" risk include:

- Operating risk (result of cost overrun, equipment breakdown, labor strikes...)
- Participant's risk
- Engenering risk
- Risk in delays in construction and development of the project.

One common way of measuring risk is by using of probabilities attached to possible outcomes.

Each outcome or value v_i of the variable V , has probability of occurrence p_i .

The probability of certain outcome is 1, impossible outcome is 0:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1. \quad (2)$$

The set of probabilitiestic defines a probability distribution

There is two statistic used to describe a probability distribution - *expected value* and *variance*.

Za ocenu izvodljivosti projekta najbitnija su tri momenta (Dowd 1994), i to:

- Većina rudarskih projekata ili ima izraženu ili u opšte nema kapitanu osetljivost.
- Sa finansijskog stanovišta, najznačajniji faktor su cene.
- Sa tehničko-tehnološkog stanovišta, najznačajniji faktor su rudne rezerve (kvantitet u kvalitet).

Na osnovu prethodnog možemo izdvojiti izvore rizika.

Neke od njih opisujemo kao "sistemske", oni nisu pod kontrolom kompanija (Tinsley 1985), a to su:

- rizik tržišta,
- rizik rudnih rezervi,
- operativni rizici (promene tržišnih uslova i cena tokom procesa proizvodnje),
- politički rizici,
- rizici koji imaju izvor u neposrednom okruženju.

"Ne sistemski" izvori rizika su:

- operativni rizici koji su rezultat porasta troškova proizvodnje, otkaza opreme, štrajkova,
- rizici partnerskih odnosa,
- inženjering – rizici,
- rizici loših projektnih rešenja.

Jednostavan način merenja rizika je korišćenjem pridruživanja stepena verovatnoće mogućim ishodima.

Generalno svaki ishod ili vrednosti v_i promenljive V ima verovatnoću p_i .

Verovatnoća sigurnog događaja je 1, nemogućeg 0, sledi:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1. \quad (2)$$

Takav set verovatnoća definiše distribuciju verovatnoća.

Dva statistički jednostavna načina da se opiše verovatnoća distribucije je očekivana vrednost i varijansa.

Expected value

$$\mu = \mathbf{E}(\mathbf{V}) = \sum_{i=1}^n \mathbf{v}_i \mathbf{p}_i \quad (3)$$

Variance

$$\sigma^2 = \mathbf{Var}(\mathbf{V}) = \sum_{i=1}^n (\mathbf{v}_i - \mu) \mathbf{p}_i \quad (4)$$

It is easier to use standard deviation

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (5)$$

More useful measure of risk is coefficient of variation. The coefficient is represent of the standard deviation to the expected value or risk per unit of value.

$$\frac{\sigma}{\mu} \quad (6)$$

In risk analysis this is often cooled *risk factor*. The analysis can be applied to cash flows, which are result of uncertain variables.

Possible cash flow is based on estimated variables.

In each time period we have many cash flows with known or unknown probability of occurrence. The cash flows could be described by statistical measures.

The distribution of NPV could be described by mean and variance.

Grater interest is to know the likelihood that the project will yield positive NPV.

The distribution of NPV depends of the individual cash flows. The probability that the project will be profitable depends of NPV distribution.

4 NPV CRITERION

The article to lay special emphasis that is the project of transportation complex is integral part of the projects of opening and development phases.

Očekivana vrednost :

$$\mu = \mathbf{E}(\mathbf{V}) = \sum_{i=1}^n \mathbf{v}_i \mathbf{p}_i \quad (3)$$

Varijansa:

$$\sigma^2 = \mathbf{Var}(\mathbf{V}) = \sum_{i=1}^n (\mathbf{v}_i - \mu) \mathbf{p}_i \quad (4)$$

Umesto varijanse jednostavnije je koristiti standardnu devijaciju, odnosno:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (5)$$

Još jednostavnija i korisnija mera rizika je koeficijent varijacije. On predstavlja odnos standardne devijacije prema očekivanoj vrednosti ili rizik po jedinici verovatnoće:

$$\frac{\sigma}{\mu} \quad (6)$$

U analizi rizika ova mera se zove *faktor rizika*. Analiza može biti primenjena na novčani tok koji je rezultat neizvesnih promenljivih.

Novčani tok bazira na pretpostavljenim veličinama.

U svakom trenutku imamo veliki broj novčanih tokova od kojih svaki ima poznatu ili nepoznatu verovatnoću događanja. Ovi mogući tokovi mogu biti u određenom vremensakom periodu opisani njihovim statističkim veličinama.

U slučaju korišćenja NPV kriterijuma promene u tokovima novca će se odraziti i na vrednosti istog.

Prilikom analize rizika od velike važnosti je znati da li projekat ima pozitivan NPV ili ne.

Mogućnost da projekat ne bude profitabilan zavisice od distribucije NPV-a, koja opet zavisi od distribucije individualnih tokova novca.

4 KRITERIJUM NETO SADAŠNJA VREDNOST (NPV)

U radu se posebno naglašava, da je projekat transportnog sistema rudnika sastavni deo širih projekata faza otvaranja i pripreme. Ovo je slučaj

It is the case even we talk about opening of new ore body, reopening or reconstruction of system.

We are taken in to consideration that the investment requirements mostly include phase of opening and transportation system, at the same time.

In using risk adjusted rate (*rar*) the required discount rate can be described by the following formula:

$$r' = r + \beta_i * (r_m - r) \quad (7)$$

r' risk ajusted rate
r risk free rate
r_m market returne
 β beta coefficient
 $\beta=1$ average risk
 $\beta<1$ low risk
 $\beta>1$ high risk

Using *rar* we can solve NPV as shown below:

$$NPVRAR = NCF_0 + (NCF_1 \times r'_1) + (NCF_2 \times r'_2) + \dots + (NCF_n \times r'_n)$$

Depending on the state of the project, NPV-s is calculated for each project cycle.

These are:

- Period of investment decision-making. The project is risky. Higher *rar* (discount rate) has been used to calculate NPV.
- Reopening. The degree of the risk is lower than the one for previous stage.
- Production period. The degree of the risk is lower than that of investment and reopening stage.

5 CONCLUSION

The shown calculation method of NPV, suggested in this article, can be used in the case of project evaluation with small and meddle requirements if investment.

Values calculated in this way, in our opinion, can be recommended for pre-feasibility level of studies.

bilo da govorimo o otvaranju novih rudnih tela ili rekonstrukciji sistema.

Takodje, uzeto je u obzir da zahtev za investicijama obično u isto vreme ispostavlja i za faze otvaranja i za transportni kompleks.

Za odredjivanje visine diskontne stope opterećene rizikom (*rar*) korišćen je sledeći postupak (saglasno Brigham and Gapenski 1990 i Sarkarat 1997):

$$r' = r + \beta_i * (r_m - r) \quad (7)$$

r' *Rar*,
r Diskontna stopa – bez rizika,
r_m Stopa povraćaja na tržištu
 β Koeficijent kretanja tržišnih cena proizvoda,
 $\beta=1$ za srednje rizične projekte,
 $\beta<1$ za projekte sa malo rizika,
 $\beta>1$ za visoko rizične projekte.

Tretiranje rizika korišćenjem *risk adjusted rate* (*rar*) priključne NPV-u se može definisati kao:

U zavisnosti od statusa projekta NPV kalkulacija se izvodi:

- U periodu donošenja investicionih odluka. Projekat je visokog rizika. Veća *rar* se koristi.
- Rekonstrukcija. Nivo rizika je niži od prethodnog perioda.
- Produkcija. Nivo rizika je niži u odnosu na prethodna dva slučaja.

5 ZAKLJUČAK

Predloženi način obračuna NPV-a može efikasno biti upotrebljen u slučajevima evaluacije projekata koji imaju mala ili srednja investiciona potraživanja.

Procena vrednosti projekata ovim načinom, po našem mišljenju preporučuje se za nivo pre fizibiliti studije.

The presented methodology is simple, but even that is very useful. With other evaluation methods, in combination, can be reliable support for the investment decision-making.

Prezentovana metodologija je jednostavna, ali korisna i veoma upotrebljiva. Sa drugim metodama evaluacije, u kombinaciji, može biti veoma korisna podrška donošenju investicioih odluka.

REFERENCES / LITERATURA

- [1] Beljić, Č. (2004) *Model izbora optimalne varijante otvaranja i pripreme u podzemnoj eksploataciji*, Doktorska disertacija, RGF Beograd.
- [2] Brigham, F.E. and Gapenski, L.C. (1990) *Intermediate Financial Management*, Chicago IL.
- [3] Dowd, P.A. (1994) *Mine Finance and Valuation*, University of Leeds
- [4] Grujić, M., (1992) *Izbor transportnih sistema u rudnicima uglja*, RGF Beograd
- [5] Neveu, R.R. (1989) *Fundamentals of Managerial Finance*, Cincinaty
- [6] Tinsly, R.C. (1985) *Analzsis of Risk Sharing*. SEM/AIME, New York
- [7] Torries, T.F. (1988) *Competetive cost analysis in the mineral industry, the example of nickel*, Butterworth &Co.
- [8] Žižić, M., Lovrić, M., Pačičić, D., (1996) *Metodi statističke analize* Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Reviewal / Recenzija: prof. dr Miloš Grujić