

Видове риск и методи за оценка на риска при инвестиционни проекти в минния отрасъл

Веселин Мумев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ: В настоящия доклад са идентифицирани основните фактори, влияещи върху икономическата оценка на риска в инвестиционните проекти от минния отрасъл. Обособени са четири категории рискови фактори, отклоняващи икономическата оценка на минните проекти. Тези категории фактори са: природни (геоложки и минно-технически); геоикономически; политически и макроикономически. На базата на качествените и количествените методи за оценка на риска при инвестиционни проекти от минния отрасъл са разграничени ниска, средна и висока степен на отчитане на риска при инвестиционните проекти.

TYPE OF RISK AND METHODS FOR RISK EVALUATION IN INVESTMENT PROJECTS FOR A MINING INDUSTRY

ABSTRACT: In this paper the main factors that influence on economic assessment of the investment projects in mining sector are identified. Four categories of these factors are described: natural (geological and geotechnical), geoeconomic, political, and macroeconomic factors. On the base of the quantitative and qualitative methods for risk evaluation low, middle and high degree of incorporating of the risk in the investment analysis are distinguished.

Въведение

Важен въпрос при вземането на решения за инвестиране освен икономическата оценка на инвестиционните проекти е и отчитането на риска, който инвеститора поема с възприемането на активна инвестиционна позиция. В областта на инвестиционната дейност рискът има икономически измерения и се свежда до възможността изразходваните средства да не бъдат възстановени и да не се получат очакваните доходи от инвестицията.

Инвестиционни анализи се извършват при следните случаи: оценка на запасите и ресурсите на находищата на подземни богатства на етап геолого-икономическа оценка, на етап предварителна технико-икономическа оценка и на етап технико-икономическа оценка; разработване и избор на проектни варианти на цялостен инвестиционен проект за експлоатация на находища или обособени участъци от находища; при изготвянето на концесионни анализи за придобиване на концесии за добив на подземни богатства и определяне на концесионното възнаграждение и при окончателно вземане на решение за инвестиране в минни обекти.

Инвестиционният анализ на проекти от минно-добивния отрасъл включва извършването на оценка на инвестиционните проекти по методите за оценка на инвестиционни проекти и анализ на риска по съществуващите методи и техники за оценка на риска.

Целите на този доклад са: да се идентифицират основните фактори, влияещи върху икономическата оценка и риска; да се оцени приложимостта на съществуващите методи и техники за оценка на риска при инвестиционни проекти в минния отрасъл; да се предложи методика за избор на цялостен проектен вариант на

инвестиране, моделиране на бортовото съдържание чрез итеративни процедури и вземане на решение за инвестиране.

Рискът при инвестиране в инвестиционни проекти от минния отрасъл се поражда от причини от различен характер. Основните причини за възникване на риск са:

- * времево несъответствие между момента на оценяване на инвестиционните проекти и периода, за който се отнасят тези оценки;
- * недостатъчна определеност и голям обем на входящата информация, а също и пристрастно отношение при нейното интерпретиране (висок субективизъм);
- * некоректно дефиниране на връзката между факторите, оказващи влияние върху ефективността на проекта;
- * липса на минал опит в аналогични проекти;
- * недостатъчна квалификация на мениджърският екип, оценяващ проектите, по отношение на технически, технологични, икономически, правни, организационни и управленски познания.

Неотчитането на риска при инвестиционните проекти от минния отрасъл води до надценяване на тяхната ефективност и крие висока степен на риск от неоткупуване на инвестициите.

Видове риск при инвестиране в инвестиционни проекти от минния отрасъл. Рискови фактори

Неопределеността и рискът при анализа на инвестиционните проекти оказват негативно въздействие върху величината на основните икономически показатели за оценка на инвестициите в минни обекти. Рискът за тях се крие в следните фактори:

а) *природни*:

- геоложки фактори – неправилно изчислени или непотвърдени количествени (обеми руда и метал) и качествени (съдържания на полезни и вредни компоненти) показатели от запаси на подземни природни богатства;

- минно-технологични – непредвидено влошаване на условията за разкриване, разработване, подготовка, добив и транспорт на запасите и откритката, поради недооценяване и утежняване на минно-технологичните условия за добив в находището;

б) *геоикономически* – непредвидено влошаване на цените на крайните произведени продукти на международните пазари, въз основа на изменение на търсенето (потребностите) и предлагането (производството) им в световен мащаб;

в) *политически* – политическа нестабилност на района или висока динамика в законодателството и фискалната политика на дадена национална икономика, в която ще се реализира инвестиционния проект;

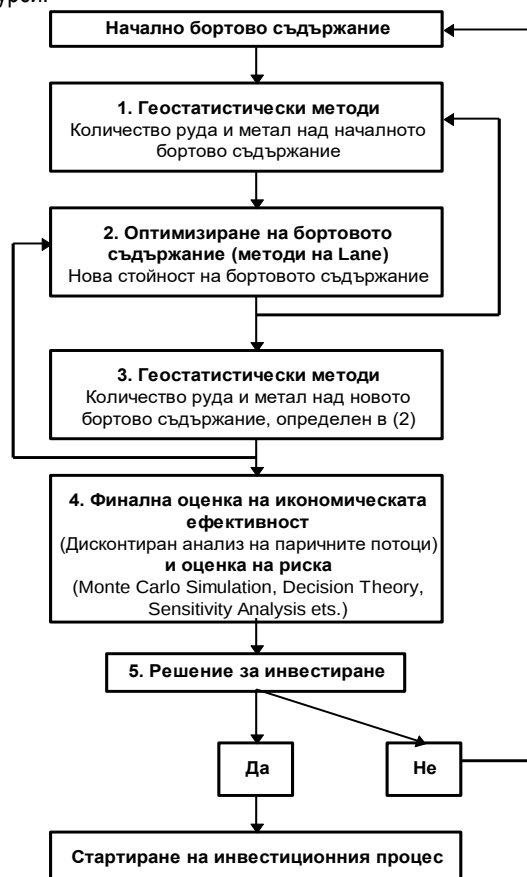
г) *макроикономически* – влошаване на макроикономическите показатели на региона или на дадената национална икономика.

Неправилно изчислените запаси е най-често срещана група от рискове в минния отрасъл. Серия от финансови катастрофи на редица златодобивни и други компании в Австралия, САЩ, Канада и др. в края на 80-те години на XX век са свързани главно с непотвърждаване на изчислените запаси на руда и метал в находищата. Това се дължи основно на следните групи фактори: ниска степен на геоложка изученост; некоректно използване на геостатистическите методи и технологии за съставяне на геоложкия модел на находището; ниска технологична и икономическа изученост на находищата. Прилагането на остарели ръчни процедури допълнително повишава риска за минните инвестиции.

Методите за анализ на паричните потоци са крайно чувствителни към оценеността на обеми руда и средните съдържания на полезни компоненти в тях. Получаването на множество варианти на оконтуряване на находището (относно обеми руда, средни съдържания и количества метали) при различно бортово съдържание с геостатистическите методи и при конкретен блоков модел за изземване на дадено находище са отправна точка в модерните методи за анализ на паричните потоци (фиг. 1). Този подход е публикуван от (Йорданов, 1998) и е основан на приложението на методите на Lane за оптимизиране на бортовото съдържание, публикувани в Lane (1991). При това тази многовариантност е достъпна само за геостатистическите технологии, като по такъв начин прилагането им като инструмент за изчисляване на запаси е почти без алтернативи.

Недостатък на тази методика е, че тя се основава единствено на базата на геоложката изученост на находищата и не отчита технологичната изученост по отношение избор на оптимална технология за добив и преработка на запасите. Многократно е дискутирано дали трябва да се променят стойностите на бортовото съдържание във времето или те да останат постоянни. Целесъобразно е бортовото съдържание да отразява динамиката на геоложката информация, развитието на технологиите за добив и преработка, пазарът на

икономически перспективните и потенциално перспективните продукти от наличните минерализации в находището и други фактори. Това може да се извършва непрекъснато, а за относително дълги периоди от време или само при необходимост (нова геоложка информация, усъвършенстване на добивните и обогатителни технологии и техника или резки трайни изменения в търсенето и цените на продукцията или цените на производствените ресурси.



Фиг. 1 Блок-схема на алгоритъма за определяне на бортовото съдържание и вземане на инвестиционно решение на основата на икономическата ефективност на проекта чрез итеративни процедури

Определянето на бортовото съдържание е итеративен процес и се извършва по няколко количествени метода. Основни параметри в тях са количествата руда и метал над предварително зададено бортово съдържание (наричано в етапа на първата фаза инициращо – бортово съдържание на първоначална фаза на икономическа оценка, определено по аналогия със сходни в геолошко отношение находища), изчислени с геостатистически методи по приет блоков модел за изземване на находището, т.е. при дадена геометрична база. Итерациите се повтарят многократно при съществена промяна на основните параметри като геометрична база, цени на металите и др.

Геоикономическият риск е обусловен от промените в цените на крайните продукти, които оказват право-пропорционално влияние върху крайните икономически показатели на инвестиционния проект. Спадът на цените на медта през периода 1998 - 2003 година и на златото през периодите: 1972 - 1973; 1979 - 1980 и 1997 - 2003

година, оказаха негативно въздействие върху възвръщаемостта на инвестициите при добив на златото и медта.

Политическият риск се поражда от стабилността на политическата система в района на инвестицията и на промените в законодателството. Честите промени в нормативната уредба, касаеща инвестиционните проекти от минния отрасъл (Конституция, Търговски закон, Закон за концесиите, Закон за подземните богатства, Закон за корпоративно подоходно облагане и поднормативни документи, регламентиращи проучването добива и преработката на минерални суровини) подлагат финансовия успех, на който и да е инвестиционен проект, на голям често пъти непредсказуем риск. Това е валидно и за случаите, свързани с изменения в срока и клаузите на концесията и/или финансовия и фискален режим на минните инвестиции.

Макроикономическият риск е в резултат на влошаване на макроикономическите показатели на региона или на дадената национална икономика. Най-вече цените на ползваните ресурси (материални, нематериални, финансови и трудови) при реализирането на инвестиционния проект водят до възникването на този риск.

Оценка на приложимостта на съществуващите методи и техники за оценка на риска при инвестициите от минния отрасъл

Методите за оценка на инвестиционни проекти служат като критерии за тяхното приемане или отхвърляне, но само когато икономическите условия са напълно предвидими. В такива условия финансовите аналитици определят "най-вероятните стойности" на променливите за да се получи решение на инвестиционния анализ. Класификацията на методите за оценка на инвестиционни проекти в минния отрасъл са публикувани в Митев (2003) като при оценка на инвестиционните проекти основно място заемат динамичните методи, ползващи осъвременяващи стойности. За основен икономически показател при дисконтовия анализ на паричните потоци служат следните критерии: Нетна осъвременена стойност (NPV); Вътрешна норма на възвръщаемост (IRR); Дисконтиран (динамичен) срок на откупуване на инвестицията (DPBP), Индекс на рентабилността (PI). Определянето на допълнителни критерии позволява да се получи по-обширна информация, която може да послужи при окончателния избор на вариант на инвестиционен проект или на проектен вариант за инвестицията.

Публикуваните от (Rudawski, 1988; Велев, 1988 и Георгиев, 1999) методи и техники за анализ и оценка на риска при инвестиционни проекти са:

- * анализ на чувствителността на оценката (Sensitivity analysis);
- * метод на равновесната точка (Break-even Point Method);
- * измерване на несигурността и риска с вероятностното разпределение (Measuring Risk with Probability Distribution);
- * Монте Карло симулация (Monte Carlo Simulation);
- * метод на безрисковия еквивалент (Certainty-Equivalent Approach);

* метод на рисковия дисконтов фактор (Risk Discount Factor Method);

* теория на очакваната полезност и избягване на риска (Utility Theory and Risk Aversion);

* дърво на решение за инвестиране (Decision Tree for Investment);

* критериите максимин и минимакс (The Maximin Criterion and Minimax Regret Criterion);

* критерият на Бейс-Лаплас, критерия на Валд, критерия на Лаплас, критерия на Севидж, критерия на Хурвиц, и критерия на Беляев (The Bayes-Laplace Criterion, Wald Criterion, Laplace Criterion, Savage Criterion, Hurwicz Criterion and Beliaev Criterion).

Анализът на чувствителността на оценката е най-често използвания метод за количествено измерване на рискът, с който се характеризират инвестиционните проекти от минния бранш. Той може да бъде извършен на базата на прогнозиране на две, три или повече оценки (или сценария на развитие) на входящите параметри.

Приложението на метода на равновесната точка не намира приложение в минния отрасъл, поради това, че при него рискът се измерва с широчината на интервала между производствената програма (годишния добив и преработка) и производствената мощност на минния обект, т.е. коефициентът на резерв по производствена мощност. Осигуряването на по-голям резерв от производствена мощност на обекта се характеризира с влагането на значителни допълнителни инвестиции, което влошава икономическата ефективност на инвестиционните проекти.

Методите измерване на несигурността и риска с вероятностното разпределение, Монте Карло симулация и измерване на несигурността и риска чрез показателите за разсейване изискват предварително да са известни плътностите на разпределение на вероятностите (диференциалната функция на разпределението) за всяка от входящите променливи в модела за оценка. Определянето на вероятностното разпределение за всяка от входящите променливи е сложна задача, която води до прекалено усложняване на анализа на риска, поради значимия брой входящи променливи и динамичният им характер през дългия срок на икономически живот на минните инвестиции.

Методът на безрисковия еквивалент не намира приложение при оценката на минните инвестиции, поради големия живот на инвестиционните проекти от минния бранш и значимия брой входящи променливи, което води до усложняване и висок субективизъм при определяне на годишните стойности на коефициентът на безрисковия еквивалент за трансформиране на рисковите парични потоци в еквивалентни безрискови. По този начин колкото по-далеч в бъдещето се намира даден нетен паричен поток, толкова по-ниско се оценява по две причини. От една страна, поради дисконтовата норма, а от друга страна, понеже коефициентът на безрисковия еквивалент за трансформиране на рисковите парични потоци в еквивалентни безрискови с времето намалява.

Методът на рисковия дисконтов фактор намира широко приложение при икономическата оценка на инвестиционните проекти. Той основно се прилага при определяне на икономическата ефективност на разработените проектни варианти на инвестиционния проект. Тук рискът

се вгражда в дисконтовата норма като самата тя се повишава с цел вграждане на риска в нея и застраховане на инвеститора с размера на рисковата премия, заложена в дисконтовата норма.

Методът дърво на решението за инвестиране и сценарийният подход намират широко приложение при разработването и икономическата оценка на отделните етапни проектни варианти на инвестиране и изборът на цялостен проектен вариант на инвестицията.

Теорията на очакваната полезност и избягване на риска и критериите минимум, максимум, на Бейс-Лаплас, на Валд, на Лаплас, на Савидж, на Хурвиц и на Беляев са техники за вземане на решение в условията на риск, но те не могат да бъдат самостоятелни критерии при оценката на риска при инвестиционните проекти от минния отрасъл. Те могат да бъдат използвани само като допълнителни критерии при анализа на риска и избора на инвестиционен вариант на проект за инвестиции от минния отрасъл.

Количествената оценка на рискът при инвестиционните проекти от минния отрасъл се извършва основно на базата на приложението на анализа на чувствителността на оценката. Неговата цел е да се определи количествено или качествено риска по отношение на факторите (т.нар. "стратегически променливи"), които оказват влияние върху икономическите критерии за оценка на инвестиционните проекти. Като се изхожда от приоритета на икономическите цели е необходимо рискът да се оцени преди всичко по отношение на икономическите показатели, които са със синтетичен характер.

Степени на отчитане на риска при инвестиционните проекти

Поради трудностите при дефинирането и измерването на риска се различават различни степени на отчитане на риска при инвестиционните оценки. Степените по отношение на отчитане на риска са три и се подреждат в следния ред: ниска, средна и висока степен. Тази категоризация е публикувана в Георгиев (1999).

Ниската степен е качественото описание на риска. При нея се определят само източниците на риск, силата и степента на влияние на рисковите фактори върху икономическата оценка на проекта.

Средната степен е характеризирането на риска чрез някои косвени характеристики: вероятностното разпределение на някой основен икономически показател (**метод на симулацията**); установяване на променливите с най-голям принос за варирането на стойността на избран икономически показател (**анализ на чувствителността на оценката**); определяне на равновесната точка на обема на продажбите (**метод на равновесната точка**).

Високата степен е количествено измерване на риска чрез показатели за разсейване на стойността на избран икономически показател (метод на средната оценка, стандартното отклонение и коефициента на вариация, сценарийен анализ или неговата разновидност – дърво на решенията).

Вероятните стойности на основните икономически показатели почти винаги се определят с известна несигурност.

Затова анализът на инвестиционните проекти задължително включва и оценка на риска.

Методика за избор на цялостен проектен вариант за инвестиране, моделиране на бортовото съдържание чрез итеративни процедури и вземане на решение за инвестиране

Практиката при оценката и изборът на базов вариант на инвестиционните проекти от минния отрасъл се основава на метода на вариантите. Това е най-старият, най-простият и най-универсалният метод в инженерното дело. Всяка задача - малка или голяма, локална или комплексна, статична или динамична, качествена или количествена, може да бъде решена по метода на вариантите. Същността на метода на вариантите се състои в сравнителна оценка на няколко технически варианта (алтернативи) по един или няколко критерия на оптималност, които зависят от вариращите параметри.

Методът на вариантите се основава на следната етапност:

- 1/ анализ на изходните условия и формиране на множество от допустими варианти;
- 2/ предварителна оценка, предимно по качествени показатели и подбор на ограничен брой предпочитани варианти;
- 3/ определяне на количествените параметри и показатели на предпочитаните варианти;
- 4/ сравнителна оценка предимно по количествени показатели на предпочитаните варианти, и избор на оптимален и евентуално близки до него варианти.

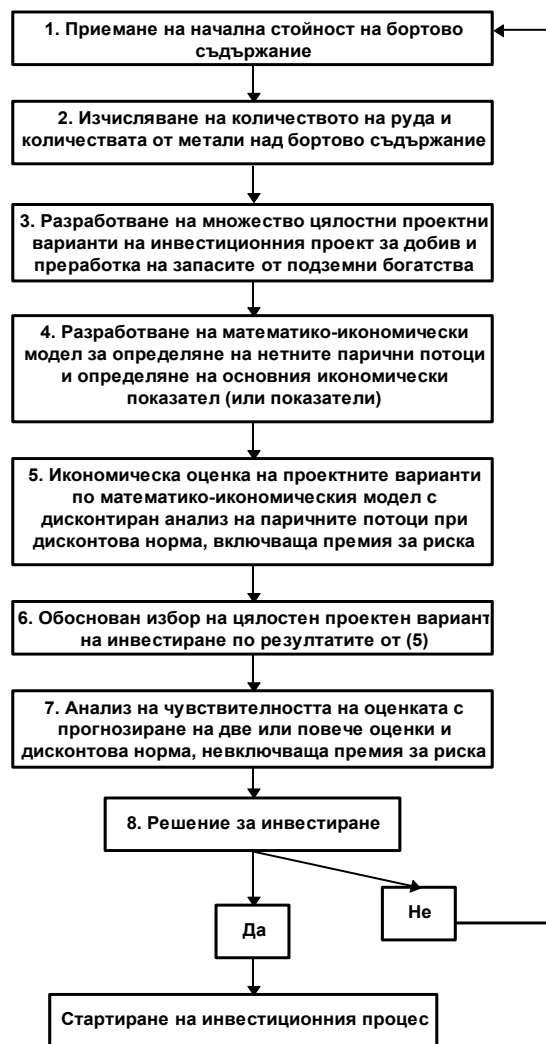
Методът на вариантите е комбинация от евристични и строги методи. При него се търсят оптимални решения за основните елементи от рудничната и преработвателната технологична схема и техните параметри: производствена мощност; начин на разкриване и подготовка на рудничното поле; система на разработване; добивна технология; транспортна схема и др. Този метод е основен и задължителен в практиката на рудничното проектиране.

Разработването на множество цялостни проектни варианти на разкриване, експлоатация и преработка на базата на съществуващите добивни и обогатителни технологии и основни инженерни решения е първата стъпка в методиката за избор на оптимален цялостен проектен вариант на минните инвестиционни проекти и вземане на решение за инвестиране. След това се разработва математико-икономически модел за определяне на стойностите на годишните нетни парични потоци и изчисляване на основния икономически показател (или основните икономически показатели). Този модел се разработва на базата на описание и включване в него на математико-икономическите и математико-технологичните връзки между входящите параметри на инвестиционния проект и резултативните стойности на наблюдаваните основни икономически показатели.

След изготвяне на модела, по който ще се оценяват проектите варианти на инвестицията, за входящи параметри се взимат техните най-вероятни стойности, а

рискът се вражда чрез приспособяване на нормата на дискотиране по метода на рисковия дисконтов фактор чрез включване на риска в дисконтовата норма. Проектните варианти се оценяват и подреждат въз основа на получените резултати от оценката на икономическите показатели. На тази основа са прави обоснован избор на цялостен проектен вариант на инвестицията. Въз основа на направеният избор на проектен вариант е необходимо да бъде изготвен анализ на риска, с който се характеризира избраният цялостен проектен вариант на инвестицията.

Най-популярния метод за измерване и включване на несигурността и риска в икономическия анализ на находищата е анализът на чувствителността на оценката, въз основа на сценарийния подход и разработване на две, три или повече прогнози и дисконтова норма, невключваща премия за риска, за да не бъде същият надценен. Чрез моделиране на бортовото съдържание и на други технико-икономически показатели като годишна производителност по метода на итерациите може да се определят оптималните им стойности за приетия цялостен проектен вариант.



Фиг. 2. Блок-схема на методиката за избор на цялостен проектен вариант на инвестиране, оценка на риска, моделиране на бортовото съдържание чрез итеративни процедури и вземане на инвестиционно решение

Предложената методика за избор на цялостен проектен вариант на инвестиране, моделиране на бортовото съдържание чрез итеративни процедури и вземане на инвестиционно решение е показана на фиг. 2. Тази методика е разработена за условията на икономическата оценка и анализ на риска при извършването на инвестиционен анализ и оценка на находища на полиметални руди.

Заклучение

В световната практика съществуват много методи, техники, методики, методични подходи, алгоритми и други за оценка и избор на цялостен проектен вариант, оценка на риска, моделиране на бортовото съдържание и вземане на инвестиционно решение в условия на неопределеност и ограниченост на входящата информация. Предложената методика отговаря на изискванията при разработване на методики за оценка на инвестиционни проекти: простота; гъвкавост; икономичност; съпоставимост на резултатите; своевременност; възможност за бърза актуализация на резултатите на базата на трайни изменения на геоложката, техноложката и икономическата информация за инвестиционния обект, а също и за адаптивност.

Литература

- Велев М., 1988. *Проектиране на подземни рудници*. С., Техника, с. 103 - 104.
- Георгиев Ив., 1999. *Основи на инвестирането*. С., Стопанство, с. 248 - 274, 249.
- Йорданов М., 1998. Оценка на находищата на етап Pre-feasibility study и Feasibility study с анализ на паричните потоци - *Минно дело и геология*, 1, 10 с.
- Митев В., 2003. Класификация на методите за оценка на инвестиционни проекти в минния отрасъл. - *Год. МГУ*, 46, св. IV - Хуман. и стоп. науки, с. 55 - 60.
- Lane K., 1991. *The Economic Definition of Ore*. London. *Mining Journal Books Ltd.*
- RUDAWSKI ODED., 1986. *Mineral Economics. Development And Management Of Natural Resources*. Elsevier, Amsterdam - Oxford - New York - Tokio, P. 542 - 571.