

ПРЕЛИМИНАРНО РАЗМАТРАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПОЗИЦИЈЕ ЕКОЛОШКИХ ТРОШКОВА У ЕКСПЕРТСКОЈ ЕКОНОМСКОЈ ОЦЕНИ МИНЕРАЛНИХ РЕЗЕРВИ У МИНЕРАЛНОМ СЕКТОРУ

Радуле Тошовић¹

e-mail: rdtosovic@yahoo.com, radule.tosovic@rgf.bg.ac.rs

¹Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

Апстракт

Савремени услови пословања предузећа у минералном сектору и минералној економији захтевају прилагођавање актуелним еколошким захтевима минералне производње у складу са савременим трендовима менаџерског и економског рада. У склопу економског вредновања минералних сировина доминантна је примена економске оцене, као савременог методолошког поступка и сложеног система фактора и показатеља оцене, који обухватају и геоеколошке факторе и показатеље са еколошком димензијом. У менаџерско-економским активностима у минералном сектору интегрално се примењују менаџерски методи у пословним активностима уз коришћење одговарајућих економских података и информација, као и пратећих економских калкулација и прорачуна, међу којима су посебно значајни еколошки трошкови. У условима нарочито јачајућег еколошког тренда, као и обавезујуће примене принципа одрживог развоја, практично је посебно важно дефинисање износа еколошких трошкова и њихово укључивање у цену коштања минералне сировине, а све у склопу евалуације минералних резерви и њихове економске оцене. Економски, стратегијски, али и оперативно посматрано посебно је значајно сагледавање функционалне позиције еколошких трошкова, односно њиховог места и улоге, кроз троструку моделску функционалну позицију и начин третирања еколошких трошкова. Генерални циљ је сагледавање одговарајућих еколошких аспеката минералне производње, кроз експертски приступ адекватног укључивања еколошких трошкова у експертску економску оцену и трошковано позиционо обухватање у економском вредновању минералних резерви у савременој и одрживој минералној производњи

Кључне речи: експертска економска оцена, еколошки трошкови, минералне резерве, минерална производња, минерални сектор.

Тема скупа: Геологија и геолошка истраживања и заштита животне средине-актуелна питања и дилеме

Увод

Минерални сектор и минерална економија у савременим условима привредно-

економског и друштвеног развоја, као делови привредне целине, показују веома испољене економске, финансијске и производне везе са другим привредним, производним и економским гранама, делатностима и областима (Тошовић, 2025b). Економски, односно привредни систем земље одликује велика разноврсност и комплексност, у коме систем минералне економије, представља веома важан део (Тошовић, 2024d). Економски систем чини сложени сет системских елемената, који директно или индиректно делују на целокупну привредну активност и њене резултате (Mankiw, 2021; Тошовић, 2024d), укључујући и разноврсну минералну производну структуру. Анализа економског система, као специфичне економске категорије, укључује проучавање припадајућих пословних система, у које спада и минерални сектор са одговарајућом минералном производњом (Тошовић, 2024e) металичних, неметаличних и енергетских минералних сировина у структури минерално-сировинске базе земље (Тошовић, 2025b).

Успешно функционисање минералног сектора у савременим условима стратегијски значајне производње минералних сировина и растућих потреба бројних привредних грана, праћено је тржишним условима минералне производње и економским критеријумима вредновања минералних резерви (Тошовић, 2024a, 2026). Специфичности геолошко-економских карактеристика рудних лежишта се анализирају кроз различите врсте оцене, међу којима је посебно важна експертска економска оцена. Она обухвата сет од девет фактора и три сета показатеља оцене, који са различитих аспеката економски анализирају предметно лежиште у циљу експертске оцене његове тржишне вредности (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). С обзиром на целовити процес третирања минералних сировина током минералне производње, експлоатација и технолошки третман представљају еколошки најосетљивије делове предметног процеса, са највећим утицајем на животну средину (Тошовић, 2025a, 2026; Buchanan & Davis, 2025).

Економска оцена минералних резерви се традиционално заснива на квантификацији и економском изражавању геолошких, техничко-експлоатационих, технолошких и тржишних фактора и из њих изведених показатеља, док су еколошки аспекти углавном третирани маргинално кроз регулаторне обавезе (Тошовић, 2025a, 2026; Chen et al., 2025). Савремене услове пословања предузећа минералног сектора, карактерише растући еколошки тренд, строжа законска регулатива и примена принципа одрживог развоја, који намећу потребу за актуелним унапређењем позиције еколошких трошкова у економским моделима вредновања минералних ресурса (Тошовић, 2025a, 2026; Bastianin et al., 2025). При томе еколошки трошкови нису само спољни фактори, који се појављују у основној калкулацији, већ у савременом еколошком тренду постају интегрални и структурно значајни елементи, који битно утичу на економску вредност минералних резерви и оправданост њихове

валоризације (Тошовић, 2025а, 2026; Lodhi & Thamprapillai, 2024). Практична искуства показују да необухватање, потцењивање или погрешно позиционирање еколошких трошкова у експертској економској оцени може довести до прецењивања економске вредности резерви, приказа непостојећих актива и одређеног нивоа каснијих финансијских губитака (Тошовић, 2024а; Mudd, 2010; Lagos et al., 2018)

Основни циљ научно-истраживачког разматрања у овом раду је прелиминарно методолошко одређење функционалне позиције еколошких трошкова у експертској економској оцени минералних резерви, што подразумева место, улогу и значај еколошких трошкова у одговарајућем економском моделу лежишта, кроз експертску економску оцену. Обухватање ових еколошких трошкова је нарочито значајно у актуелним тржишним и еколошким условима минералне производње и функционисања минералног сектора, по једном од три издвојена модела функционалне позиције, у разматрању успешног финансијског менаџмента, као и еколошки одрживог пословања предузећа минералног сектора.

Експертска економска оцена и еколошки трошкови

У савременим турбулентним условима пословања предузећа минералног сектора дешавају се геополитичке и тржишне промене на посебно специфичном тржишту минералних сировина, које се директно одражавају на трошкове минералне производње, економске резултате и финансијску успешност пословања ових предузећа. При томе се могу издвојити два кључна аспекта пословног производно-финансијског разматрања (Тошовић, 2024b, 2025c, 2026): (а) Материјална производња минералних сировина; и (б) Финансијски резултат минералне производње.

Полазећи од општег економског приступа (Mankiw, 2021; Тошовић, 2024b, 2025b, 2026) оцене профитабилности пословања, повезаног са условима и начином примене финансијског менаџмента (Brigham & Ehrhardt, 2016; Тошовић, 2010, 2026; Bizmanualz, 2014), кроз пратећу експертску економску оцену се разматра покривање трошкова минералне производње. Без обзира на сложеност процеса минералне производње и комплексан утицај производних фактора (Тошовић, 2026; Kesler&Simon, 2016), међу евидентним и све значајнијим трошковима, у савременом еколошком тренду посебно место заузимају еколошки трошкови, са својом структуром, обимом и растућим износом. У складу са принципима менаџмента трошкова (Blocher et. al., 2018; Hansen&Mowen, 2002; Тошовић, 2026), посебна аналитичка пажња се посвећује односу еколошких трошкова са другим трошковима минералне производње. Економски посматрано нарочито је важан однос према цени коштања и

продајној цени минералне сировине, јер од тога зависи конкурентност предузећа и износ будуће добити/профита од минералне производње.

Експертска економска оцена, као специфичан облик геолошко-економске оцене, има развијену и методолошки јасно дефинисану структуру, коју чини мултидисциплинарни сет фактора (металогенетски, геолошки, техничко-експлоатациони, технолошки, регионални, тржишни, социјално-политичко-економско-стратегијски, геоеколошки и законодавно-правни), као и сет природних, сет вредносних и сет синтетских показатеља (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). У таквој мултифакторској експертској економској оцени могу се издвојити четири нарочито важна аналитичка аспекта, и то: (а) геолошки; (б) рударски; (в) економски; и (г) еколошки. У потпуној анализи прва два аспекта су базична, трећи је кровни, а четврти је актуелан у садашњем еколошком тренду и аналитички-позиционо паралелан са три претходна (Тошовић, 2025b, 2026).

У актуелним условима имплементације стратегије одрживог развоја у домену минералне економије Србије изузетно је велики значај експертске економске оцене минералних ресурса, нарочито њеног дела, који обухвата еколошку проблематику аналитички разматрану кроз геоеколошке факторе (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). Најважнији вредносни показатељ, који је позициониран и проистиче из анализе геоеколошких фактора, представљају еколошки трошкови.

Еколошки трошкови су посебна врста трошкова, који оптерећују 1 t минералне сировине у економској калкулацији цене коштања. Еколошки трошкови, као укупни трошкови, које предузеће има по основу екологије, у најзначајнијем обухватају (Тошовић, 2025b, 2026): (а) Одговарајуће еколошке таксе; (б) Трошкове накнаде штете власницима земљишта за нарушавање стања земљишта током геолошких истраживања; (в) Трошкове предузетих мера на превентивној заштити медијума животне средине; (г) Трошкове накнаде евентуално проузроковане штете током експлоатације, припреме и прераде минералне сировине; и (д) Трошкове рекултивације по завршетку експлоатационог процеса.

Експертска економска оцена као савремени стручно-методолошки алат применљив у минералној економији, омогућује, између осталих бројних вредносних показатеља, одређивање: (а) Цене коштања; и (б) Продајне цене минералног производа. У експертском аналитичком разматрању посебно је интересантно упоређивање еколошких трошкова са износом других врста трошкова у калкулацији цене коштања (Тошовић, 2025a, 2025b, 2026). Уколико је у питању еколошки „негативна“ минерална сировина, која има значајан утицај на медијуме животне средине, као и утицаје по којима треба предузимати већи обим мера превенције или смањења загађења, еколошки

трошкови ће расти и на тај начин утицати на повећање цене коштања јединице минералног производа. То ће економски посматрано смањивати износ добити/профита по јединици минералног производа, додатно утицати на економску исплативост и уједно оптерећивати економско-финансијско-менаџерско одлучивање о прихватљивости предметне инвестиције у минералну производњу одређене минералне сировине.

Економска анализа еколошких трошкова и њихове позиције у експертској економској оцени указује на трошкове еколошких мера и активности, које је неопходно предузети у минералној производњи, ради адекватне заштите медијима животне средине и примене принципа одрживог развоја у минералној економији.

У минералном сектору у савременим условима појављује се низ утицајних фактора везаних за пратеће еколошке аспекте минералне производње, и то: (а) Растући еколошки стандарди, посебно у Европској унији; (б) строжији еколошки захтеви финансијских институција (EBRD - European Bank for Reconstruction and Development и IFC - International Finance Corporation, World Bank Group); и (в) све већи еколошки значај друштвене лиценце за рад SLO (Social License to Operate), као концепта описа неформалног, континуираног одобрења и поверења, које локална заједница и шира јавност дају компанији и њеним минералним пројектима. У вези утицаја наведених фактора посебно се намеће позиционо питање оправданости традиционалног третирања еколошких трошкова као маргиналних трошкова и његовог унапређења у складу са савременим економским трендовима у минералној економији.

Предметно економско разматрање, у најједноставнијој практичној варијанти и позицији еколошких трошкова, може се илустровати на уобичајеном примеру експертске економске оцене на домаћем лежишту опекарске сировине (Тошовић, 2025с, 2026), у активној производњи цигле, црепа и шупљих блокова. У питању је мало лежиште са билансним резервама опекарске сировине од 420.725 t и годишњим капацитетом од 20.000 t, што значи век експлоатације од око 21. године. Трошкови извршених геолошких истраживања износе 8,98 дин/t (0,076 EUR/t), трошкови експлоатације су 209,13 дин/t (1,772 EUR/t), док су трошкови рудне ренте 20,07 дин/t (0,170 EUR/t), а укупни трошкови производње 261,60 дин/t (2,217 EUR/t). У делу са еколошким трошковима појављују се трошкови рекултивације од 3,00 дин/t (0,025 EUR/t), док су трошкови очувања и унапређења животне средине 6,35 дин/t (0,054 EUR/t). Иако је у питању опекарска сировина без додатних еколошких утицаја, еколошки трошкови су већи од трошкова геолошких истраживања за 4,12%, већи од трошкова радне снаге за 224,65%, чине 46,57% рудне ренте, 4,47% трошкова експлоатације, а учествују са 3,57% у укупним трошковима производње. С обзиром на нето добит од 55,14 дин/t (0,467 EUR/t) еколошки

трошкови износе 16,96 % предметног износа, а у продајној цени учествују са 2,83% (Тошовић, 2025с, 2026).

Износ еколошких трошкова се разликује од лежишта до лежишта, али и за различите минералне сировине. Еколошки трошкови су посебно високи за поједине металичне минералне сировине са нарочито израженим утицајем на животну средину, ради предузимања еколошких заштитних мера. Анализа еколошких трошкова и утицаја на минералну производњу је била присутна од почетних корака развоја савремене економске геологије и економске оцене рудних лежишта код нас (Тошовић, 2014, 2026), али је регулативним мерама посебно интензивирана, нарочито кроз обавезне заштите мере и рекултивацију (Тошовић, 2025а, 2026), како би се довела до нивоа савременог еколошког приступа у земљама са развијеним минералним економијама и производно интензивним минералним секторима.

Три модела функционалне позиције еколошких трошкова

У сложене минералне производне процесу, који се односи на различите металичне, неметаличне и енергетске минералне сировине, непосредно евидентирање и изражавање еколошких трошкова није довољно за комплетност експертског разматрања. Са стратегијског, оперативног, менаџерског и нарочито економског становишта, посебно је важно функционално позиционирање еколошких трошкова, које се односи на посебно специфицирање места, улоге и значаја предметних еколошких трошкова у сложене поступку њиховог: (а) идентификовања; (б) квантитативног изражавања; и (в) укључивања у одговарајуће делове економских прорачуна у склопу експертске економске оцене.

Комплексно разматрајући сложеност типа, услова и начина појављивања еколошких трошкова, на основу полазног аналитичко-синтетичког разматрања, имајући у виду парцијалне аналитичке ставове (Tilton, 2003; Crowson, 2003; JORC, 2012; CIMVAL, 2003; Lagos et al., 2018), генерално посматрано са становишта функционалне позиције прелиминарно се могу издвојити три карактеристична позициона модела, и то:

- (1) Резидуални позициони модел;
- (2) Интегративни позициони модел; и
- (3) Стратегијско-ризични позициони модел.

Резидуални позициони модел

Резидуални модел функционалне позиције еколошких трошкова се може назвати и традиционалним, односно маргиналним позиционим моделом.

Његова основна карактеристика је да се еколошки трошкови третирају као линеарна одбитна економска ставка на самом крају економске калкулације, односно одређивања укупног новчаног тока. Код овог модела се претходно дефинишу сви најважнији показатељи експертске економске оцене, као што су средњи садржај корисне компоненте, гранични садржај, минералне резерве и др. Формално, у оквиру стандардног економског модела, што може обухватити и групу DCF економских метода, еколошки трошкови су саставни део цене коштања јединице минералних резерви, тако да се заједно са осталим оперативним трошковима одузимају од тржишне цене минералне сировине. Таквим приступом еколошки трошкови се заправо појављују као део укупних расхода, односно економски се једноставно одузимају од укупних прихода, што нема повратног утицаја на полазне прорачунске показатеље значајне за лежиште минералних сировина и минералне резерве. Нпр. еколошки трошкови немају утицај на одређивање граничног садржаја, који је веома важан за оконтуривање рудног лежишта и одређивање предметних минералних резерви. Маргиналност овог модела се сагледава са становишта позиције еколошких трошкова, који утичу на смањење добити, односно профита од минералне производње, при чему директно не утичу на доношење одлуке о минералној производњи, односно експлоатацији предметне минералне сировине.

Функционална позиција еколошких трошкова код овог модела је заправо на крају ланца одлучивања о минералној производњи, а еколошки трошкови се појављују као трошковни износ, који се додаје на остале трошкове у цени коштања, односно одбија од тржишне цене. При томе ови еколошки трошкови немају утицај на гранични садржај (остаје исти без обзира на еколошке трошкове), немају утицај на минералне резерве (остају исте без обзира на еколошке трошкове), а једино имају утицај на статичку вредност резерви (без узимања временског фактора у обзир) и на динамичку вредност (са узимањем у обзир временског фактора) изражену кроз NPV (Net Present Value - Neto sadašnja vrednost) и IRR (Internal Rate of Return - Interna stopa povraćaja), које се линеарно смањују са порастом еколошких трошкова.

Критичка анализа (Tilton, 2003; Crowson, 2003) показује да овај резидуални позициони модел методолошки није најпотпунији, из више разлога: (а) прво, не обухвата чињеницу да еколошки трошкови нпр. везани за одлагање јаловине или третман отпадних вода зависе од количине руде која се експлоатише, односно прерађује. Уколико се ови трошкови не урачунавају у одређивање граничног садржаја (cut-off grade), руда која је на граници билансности, односно економске исплативости може постати ванбилансна, односно економски неисплатива када се додају еколошки трошкови; (б) друго, омогућују стварање илузије да су еколошки трошкови фиксни или релативно фиксни, што није тачно у већини рударских операција (Lagos et al., 2018); (в) треће, у пракси овај модел често доводи до прецењивања резерви и приказа

непостојећих актива, које се касније не могу искористити. Овај позициони модел је присутан у интерним смерницама или у рударским пројектима у земљама са ниским еколошким стандардима. У савременој експертској пракси према JORC-у (2012) и CIMVAL-у (2003), овај позициони модел се не препоручује.

Интегративни позициони модел

Интегративни модел функционалне позиције еколошких трошкова се може назвати и техничко-економским, односно граничним позиционим моделом. Његова основна карактеристика је да се еколошки трошкови третирају као саставни део оперативних трошкова по јединици производа, односно по тони руде или тони концентрата и директно улазе у поступак израчунавања граничног садржаја. Формално, гранични садржај се прорачунава узимајући у обзир збир трошкова експлоатације, трошкова припреме и прераде, трошкова транспорта и еколошких трошкова. Управо укључивање еколошких трошкова у одређивање граничног садржаја је основна разлика у односу на први резидуални модел функционалне позиције.

Функционална позиција еколошких трошкова у овом интегративном моделу је таква да економским прорачуном обухваћени еколошки трошкови имају исти третман као трошкови експлоатације, припреме, прераде и транспорта. При томе је утицај на кључне показатеље економске оцене различит. Повећање еколошких трошкова утиче на повећање граничног садржаја, док је утицај на минералне резерве обрнуто пропорционалан, јер мањи део лежишта улази у контуру минералних резерви. Утицај еколошких трошкова на статичку и динамичку вредност резерви се одражава не само кроз њихово линеарно смањење, већ и додатно смањење кроз смањење минералних резерви.

Критичка анализа овог интегративног модела показује да је методолошки исправан и представља минимум, који се очекује од савремене експертске оцене, како по принципима домаће експертске економске оцене, тако и према међународним захтевима JORC-а (2012). Овај позициони модел економски исправно третира еколошке трошкове као варијабилне, односно зависне од минералних резерви и омогућује реалну процену граничног садржаја и минералних резерви, а додатно је усклађен са стандардном рударском праксом у земљама са развијеном еколошком регулативом.

Међутим, овај интегративни модел има изражено ограничење, јер не узима у обзир временску дистрибуцију еколошких трошкова и ризик од промене регулативе. Наиме, овај модел претпоставља да су еколошки трошкови линеарно распоређени кроз димензију времена, што је неодговарајуће, јер су највећи еколошки трошкови везани за крај животног циклуса рудника.

Стратегијско-ризични позициони модел

Стратегијско-ризични модел функционалне позиције еколошких трошкова се може назвати и савременим, односно критеријумским позиционим моделом. Његова основна карактеристика је да се еколошки трошкови третирају на два нивоа. Први ниво је оперативни ниво, као у другом интегративном позиционом моделу у коме еколошки трошкови директно утичу на одређивање граничног садржаја, односно минералних резерви. Други ниво је стратегијско-ризични, који обухвата прилагођавање одговарајуће дисконтне стопе (r) и формирање потребног финансијског обезбеђења за будуће обавезе због ризика.

Формално посматрано, дисконтна стопа се дефинише кроз укључивање важеће каматне стопе, тржишног ризика пројекта, очекиваног приноса на тржишту капитала, уз додатно увећање премије за еколошки ризик (Тошовић, 2018, 2019). Последње наведено представља додатак дисконтној стопи, који одражава неизвесност будућих еколошких обавеза, везаних за непредвиђене еколошке инциденте, могућност поштравања еколошке регулативе и трошкове финансијског обезбеђења везаног за капитал.

Функционална позиција еколошких трошкова код овог стратегијско-ризичног позиционог модела је на два карактеристична места, и то: (а) у граничном садржају и минералним резервама, као делу оперативних трошкова према другом интегративном позиционом моделу; и (б) у дисконтној стопи кроз премију за еколошки ризик. При томе утицај на кључне показатеље гранични садржај и минералне резерве исти је као у другом интегративном моделу. Утицај на дисконтну стопу је такав да она расте са порастом еколошких ризика. Утицај на динамичку оцену дату кроз NPV је са двоструким смањењем, прво кроз смањење минералних резерви, као у другом интегративном моделу, а друго кроз вишу дисконтну стопу која смањује садашњу вредност будућих новчаних токова. Посебно је изражен утицај на класификацију резерви, јер висок еколошки ризик може довести до прекласификовања из доказаних у вероватне резерве, или чак искључење из категорије минералних резерви у категорију минералних ресурса (JORC, 2012).

Критичка анализа овог стратегијско-ризичног модела показује да је практично и методолошки најисправнији и у складу је са савременом праксом економског вредновања минералних пројеката у високоризичним околностима (CIMVAL, 2003; Roscoe, 2003; Nyer & Wu, 2024; McCombe, 2003). Овај стратегијско-ризични позициони модел узима у обзир временску дистрибуцију еколошких трошкова, по којој највећи трошкови настају на крају експлоатације, па је њихов утицај на садашњу вредност минералних резерви мањи, иако је и даље значајан, али се дисконтовање врши вишом дисконтном стопом. Осим тога позициони модел рефлектује реалност финансијског обезбеђења везаног капитала, који има опортунитетни трошак и додатно омогућава упоредивост

пројекта са различитим еколошким ризицима, нпр. рудника у EU vs. рудника у земљи са слабијом еколошком регулативом. Надасве модел је усклађен са савременим захтевима финансијских институција (EBRD и IFC), које све више траже експлицитно укључивање еколошког ризика у дисконтну стопу. Основни недостатак је сложеност квантификације премије за еколошки ризик, јер не постоји јединствена формула њеног одређивања, тако да се процена врши експертски, на основу упоредних пројеката и анализе осетљивости (Lagos et al., 2018).

Временско дислоцирање еколошких трошкова

Минерални сектор за разлику од већине индустријских сектора, има јединствену карактеристику везану за еколошке трошкове, а то је да највећи део ових трошкова не настаје током фазе минералне производње, већ након затварања рудника, понекада и деценијама након престанка процеса експлоатације (Otto, 2010). Ова временска дислокација ствара значајне потешкоће у експертској економској оцени, јер се такве будуће финансијске обавезе отежано економски прецизно квантификују и дисконтују.

Један од значајних аспеката за разумевање функционалне позиције еколошких трошкова јесте њихова асиметрична временска дистрибуција. Еколошки трошкови су ниски током фазе минералне производње (углавном еколошки мониторинг и текуће мере еколошке заштите), а веома велики еколошки трошкови у фази затварања и пост-затварања (рекултивација, ремедијација и дугорочни мониторинг). Оваква дистрибуција има две важне импликације за експертску економску оцену. Прва импликација је на проблем дисконтовања, јер се будући трошкови (затварања) дисконтују и свде на садашњу вредност, што их чини наизглед нижим. Међутим, уколико су довољно високи (нпр. реда величине 100 мил. EUR), њихова садашња вредност и даље значајно утиче на NPV. Друга импликација је на проблем обезбеђења потребних финансијских средстава, јер регулаторна тела често захтевају да предузеће још током минералне производње формира финансијско обезбеђење (гаранције, депозите и банкарске гаранције) за будуће затварање (Otto, 2010). Ово обезбеђење представља опортунитетни трошак капитала, односно финансијски износ, који је пасиван, и не може се улагати.

Интернализација екстерних еколошких трошкова

Извршено разматрање функционалне позиције еколошких трошкова у научно-истраживачком, методолошком и оперативном смислу неопходно је наставити посебно у делу класификације и појединачног издвајања карактеристичних еколошких трошкова, како у делу са геолошким истраживањима, тако нарочито у делу са минералном производњом, односно експлоатацијом,

припремом и прерадом минералних сировина. При томе је посебно специфично питање издавања (Тошовић, 2003):

- (а) Интерних еколошких трошкова; и
- (б) Екстерних еколошких трошкова.

Интерни еколошки трошкови се издавају према фазама животног циклуса рудника и њих је дужно да сноси рударско предузеће по закону или концесионом уговору. Екстерни еколошки трошкови су трошкови које, према ранијем приступу, директно не сноси рударско предузеће, већ друштво у целини, односно локална заједница, држава или будуће генерације. У класичној економској теорији, ови трошкови представљају негативне екстерналије, које на тржишту треба оцењивати економски адекватно (Tilton, 2003).

Посебан проблем екстерних трошкова је у томе што нису укључени у стандардну експертску економску оцену минералних резерви (Crowson, 2003; Tilton, 2003). То значи да пословање рудника може бити економски оправдано са становишта инвеститора, али неоправдано са становишта друштва у целини. Оваква ситуација може довести до прекомерне експлоатације и стварања „зелених дугова“, које плаћају будуће генерације (Valero & Valero, 2014). У савременој минералној економији, посебно у земљама Европске уније, све је израженији тренд интернализације екстерних трошкова кроз одговарајуће еколошке таксе, накнаде за емисије, обавезне гаранције и строже стандарде извештавања (Lagos et al., 2018). У савременој експертској економској оцени овакав приступ интернализације екстерналија, последично методички значи преусмеравање екстерних трошкова у категорију интерних трошкова. На тај начин и ови трошкови економски оптерећују трошкове минералне производње, како би исте сносио инвеститор који улаже у геолошка истраживања и минералну производњу, односно експлоатацију, припрему и прераду минералне сировине, чиме ће бити мотивисанији на смањење утицаја на животну средину и мање изазивање еколошких последица минералне производње.

Предметно експертско разматрање проблематике еколошких трошкова, као и прелиминарно експертско-економско разматрање функционалне позиције еколошких трошкова је посебно значајно у актуелним условима минералног сектора Србије и Републике Српске и присуства већег броја страних компанија, које се баве истраживањем и потенцијалним разматрањем експлоатације минералних сировина. Исто је посебно значајно код разматрања еколошких аспеката одређене минералне производње, нарочито у светлу еколошко-политичких протеста против експлоатације на појединим

подручјима са одређеним минералним резервама. С друге стране предметно разматрање је важно због потребе предочавања научно-стручних геолошких, рударских, економских и еколошких аргумената о неопходним условима минералне производње, посебно са становишта очувања животне средине и обезбеђења услова одрживог развоја минералног сектора и даљег привредног развоја земље.

Закључак

Савремено функционисање минералног сектора захтева интеграцију тржишних критеријума и економског вредновања минералних резерви, узимајући у обзир њихов растући стратегијски, тржишни и економски значај, али и одговарајуће еколошке аспекте. Експертска економска оцена представља кључан аналитички метод и алат за економску оцену тржишне вредности минералних резерви лежишта, кроз мултидисциплинарни сет фактора и показатеља. Традиционални модели вредновања су фокусирани на геолошке, техничке и тржишне факторе, а еколошки аспекти су класично били представљени наметнутом регулаторном потребом и обавезом. У актуелном еколошком тренду и уз примену принципа одрживог развоја, еколошки трошкови више нису маргинални, већ постају интегрални елемент, који битно утиче на економску вредност минералних резерви.

Експертска економска оцена представља развијен методолошки систем оцене у коме су геоеколошки фактори издвојени као један од четири кључна аналитичка аспекта, паралелан геолошком, рударском и економском. Еколошки трошкови, као директан позициони резултат анализе геоеколошких фактора, представљају посебну врсту трошкова, који оптерећују цену коштања минералне сировине и тиме директно утичу на профитабилност и конкурентност предузећа минералног сектора. Раст еколошких трошкова повећава цену коштања и смањује профит по јединици производа, што додатно компликује економску исплативост и инвестиционе одлуке у геолошким истраживањима.

Са становишта функционалне позиције еколошких трошкова генерално се могу издвојити три позициона модела, и то: (а) Резидуални; (б) Интегративни; и (в) Стратегијско-ризици позициони модел. По првом моделу еколошки трошкови су одбитна ставка на крају експертске економске анализе, други модел се укључује у прорачун граничног садржаја и минералних резерви и представља минимум у савременој експертској пракси, а трећи модел поред интеграције уводи и премију за еколошки ризик у дисконтну стопу, методолошки је најисправнији и препоручује се нарочито за пројекте са израженим еколошким ризицима. Свеобухватна експертска позициона економска анализа, којом се еколошки трошкови економски, менаџерски и производно третирају на савремен начин, служи као основ за процену еколошких ризика и нарочито за дефинисање нивоа еколошке безбедности, чиме се стварају

предуслови за економски и производно успешну минералну производњу и одрживи развој минералног сектора, као основе даљег привредног развоја земље.

Захвалност

Рад је настао као резултат научно-истраживачког пројекта финансираног од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација по основу Уговора бр. 451-03-34/2026-03/ 200126.

Референце/Литература

- Badakhshan, N., Shahriar, K., Afraei, S., & Bakhtavar, E. (2023). Determining the environmental costs of mining projects: A comprehensive quantitative assessment. *Resources Policy*, 82, 103561.
- Bastianin, A., Del Bo, C.F., & Shamsudin, L. (2026). The geography of mining and its environmental impact in Europe. *Regional Science Policy & Practice*, 100256.1-100256.16.
- Bizmanualz. (2014). *Finance Policies and Procedures Manual*. New Content Edition, Bizmanualz, Inc.; New Content edition, 616 pp., St. Louis, Missouri.
- Blocher, E., Stout, D., Juras, P. & Smith, S. (2018). *Cost Management: A Strategic Emphasis*. 8th Edition, McGraw Hill, 976 pp., New York.
- Brigham, E.F. & Ehrhardt, M.C. (2016). *Financial Management: Theory & Practice*. Cengage Learning, 15th edition, 1200 pp., Boston, Massachusetts.
- Buchanan, D.L., & Davis, M.H.A. (2025). Constraints on mineral resource development. *U Metals and Energy Finance: Interrelationship between Technical and Financial Risk in Mineral Projects* (pp. 77-104).
- CIMVAL (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum). (2003). *Standards and guidelines for valuation of mineral properties (CIMVAL)*. CIM.
- Chen, J., Wang, J., Liu, J., & He, Z. (2025). A preliminary study on dynamic technical and economic evaluation of mineral deposits. *Geology of Mineral Deposits*, 44(2), 259-278.
- Crowson, P. (2003). Mine size and the structure of costs. *Resources Policy*, 29(1–2), 15–36.
- Hansen, D.R., & Mowen, M.M., (2002). *Cost Management: Accounting & Control*. South-Western College/West, 4th Edition, 1056 pp., Texas, Georgetown.
- JORC (Joint Ore Reserves Committee). (2012). *The Australasian Code for reporting of exploration results, mineral resources and ore reserves (The JORC Code, 2012 Edition)*. JORC.
- Kesler, S.E., & Simon, A.C. (2016). *Mineral Resources, Economics and the Environment*. Cambridge University Press, 2 edition, London, 446 pp.
- Lagos, G., Peters, D., Videla, A., & Jara, J. J. (2018). The effect of mine aging on the evolution of environmental footprint indicators in the Chilean copper mining industry 2001–2015. *Journal of Cleaner Production*, 174, 389–400.
- Lodhi, I.A., & Thampapillai, D.J. (2024). A Knetsch proposition and a due process for the evaluation of mining projects in ecologically sensitive areas: An illustration through two Australian case studies. *Singapore Economic Review*, 69(4), 1361-1378.
- Mankiw, G. (2021). *Principles of Macroeconomics*. Cengage Learning; 8th edition, 576 pp., Boston.

- McCombe, D. (2003). Canadian standards for valuation of mineral properties. *Proceedings of the CIM 2003 Conference and Exhibition*, Vancouver, Canada.
- Mudd, G. (2010). The ultimate sustainability of mining-linking key mega-trends with 21st century challenges. In *Sustainable mining conference* (pp. 351-373). Australasian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM).
- Nyer, D. & Wu, X. (2024). Valuation of non-producing mineral properties. The Guide to Mining Arbitrations - Second Edition, *Global Arbitrations Review*, Law Business Research, 18 pp., Palo Alto, United States.
- Otto, J. M. (2010). Global trends in mine reclamation and closure regulation. In *Mining, society, and a sustainable world* (pp. 289–321). Springer.
- Roscoe, W. E. (2003). Valuation of non-producing mineral properties. *Proceedings of the CIM 2003 Conference and Exhibition*, Vancouver, Canada.
- Tilton, J. E. (2003). *On borrowed time: Assessing the threat of mineral depletion*. Resources for the Future / Routledge.
- Tošović, R. (2003). Economic Considerations of the Relationship of National Income, Mineral Reserves and Environmental Accounting, *Proceedings of the VII International Scientific and Professional Conference POLITEHNIKA-2023, Academy of Applied Technical Studies Belgrade*, 124-129, Belgrade.
- Tošović, R. (2010). Management in Modern Conditions of Serbian Mineral Economy. *Proceeding of MISKO 10*, Belgrade, pp. 411-434.
- Tošović, R. (2014). Ekonomska geologija. Poglavlje 3.3. u monografiji: Srpsko rudarstvo i geologija u drugoj polovini XX veka, Glavni urednik Vujić S., Urednik Jelenković R., Akademija inženjerskih nauka Srbije, Matica Srpska, Rudarski institut d.o.o., pp. 131-144, Beograd.
- Tošović, R. (2018). Generalne vrste rizika pri geološko-ekonomskoj oceni rezultata geoloških istraživanja mineralnih sirovina. *Zbornik radova Simpozijuma „Nikola Pantić – čovek i priroda u spirali vremena, Srpsko geološko društvo*, pp. 50-56, Belgrade.
- Tošović, R. (2019). Economic and Ecological Risks in the Economic Evaluation of Mineral Reserves of Tailings as Technogenic Mineral Deposits. *International Scientific Conference: Effects of Natural and Technological Disasters on Environment and Economy, Book of abstracts*, pp. 155-156, Belgrade.
- Tošović, R. (2024a). Financial Policy of Companies in the Mineral Sector as a Factor of Financial Management in the Modern Business Conditions of the Mineral Economy. *Proceeding of MG 2024*, pp. 263-276, Beograd.
- Tošović, R. (2024b). Financial Policy of Companies in the Mineral Sector as a Factor of Financial Management in the Modern Business Conditions of the Mineral Economy. *Proceeding of Mining and Geology Today III International Symposium MG 2024*, Beograd, 28-29 November 2024, pp. 263-276, Beograd.
- Tošović, R. (2024c). Financial Decisions in Enterprises of the Mineral Sector as Part of Financial Management. *Proceeding of 27th International Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2024*, Research Center of Dependability and Quality Management DQM, pp. 251-262, Belgrade.
- Tošović, R. (2024d). Financial Policy of Companies in the Mineral Sector as a Factor of Financial Management in the Modern Business Conditions of the Mineral Economy. *Proceeding of Mining and Geology Today III International Symposium MG 2024*,

- Beograd, 28-29 November 2024, pp. 263-276, Beograd.
- Tošović, R. (2024e). Financial Decisions in Enterprises of the Mineral Sector as Part of Financial Management. *Proceeding of 27th International Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2024*, Research Center of Dependability and Quality Management DQM, pp. 251-262, Belgrade.
- Tošović, R. (2025a). Managerial-economic Aspects of the Participation of Environmental Costs in the Cost Price of Mineral Raw Materials in the Mineral Sector. *Conference Proceedings, International Scientific and Professional Conference POLITEHNIKA-2025*, pp. 224-229, Belgrade.
- Tošović, R. (2025b). Ekspertska ekonomska ocena mineralnih rezervi, ekološki troškovi i cena mineralnih sirovina u mineralnoj ekonomiji. *Zbornik radova Okruglog stola/stručnog savetovanja, Rudarstvo kao prilika za ekonomski razvoj i ekološki izazovi*, Univerzitet u Banjoj Luci, 87-101 pp., Banja Luka.
- Tošović, R. (2025c). Ekspertska ekonomska ocena opekarskih mineralnih resursa. Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 37 pp., Beograd.
- Tošović, R. (2026). Current Position of Environmental Costs in the Expert Economic Evaluation of Mineral Reserves in the Mineral Economy. Book of extended abstracts, 19th Serbian Geological Congress "Geology for Sustainable Solutions", 6 pp. (in print), Bor-sko Jezero.
- Valero, A., & Valero, A. (2014). *Thanatia: The destiny of the Earth's mineral resources – A thermodynamic cradle-to-cradle assessment*. World Scientific.