

Procjena geološke vjerojatnosti te investicijskog rizika potencijalnih otkrića ugljikovodika

Dr. sc. Tomislav MALVIĆ** ; Mr. sc. Miro ĐUREKOVIĆ*** ; Mr. sc. Željko IVKOVIĆ**** ; Igor RUSAN****

* INA-Naftaplin, Sektor za razradu, Šubičeva 29, Zagreb, e-adresa: tomislav.malvic@ina.hr ;
 ** RGN fakultet, Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo (gostujući znanstvenik) Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
 *** ED-INA, Šubičeva 29, 10000 Zagreb, e-adresa: miro.durekovic@ina.hr
 **** INA-Naftaplin, Sektor za istraživanje, Šubičeva 29, 10000 Zagreb, e-adresa: zeljko.ivkovic@ina.hr ; igor.rusan@ina.hr

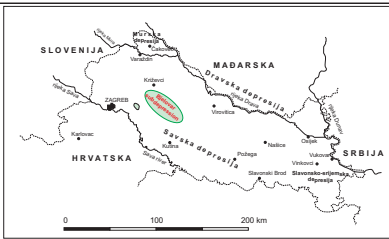
UVOD

Sadržaj procjene geološke vjerojatnosti u istraživanju i razradi ležišta nafte i plina određivanje je vjerojatnosti otkrića ugljikovodika prije bušenja na odabranom lokalitetu. Također pogov vjerojatnosti ima svoj ekvivalent u pojmu "risk", odnosno ona izražava jednaku vjerojatnost (između 0 i 1) otkrića kao "vjerojatnost" ili "risk" nekoga događaja unutar rasprostranjenog sustava. Međutim, događaji određuju mogućnost da rasprostranjeni sustav bude zasvojen uz prisutnost nafte i plina, a i brojno-ekonomski upitnim: procjena geološke vjerojatnosti može provesti i zajedničku ciljevu sa skupom metoda za procjenu investicijskog rizika potencijalnog otkrića. Ocjena sigurnosti istraživanja i bušenja uglavnom se daje na temelju neto sadržaja vjerojatnosti ("net present value") očekivane vrijednosti ("expected value") potencijalnog otkrića. Upotrebom funkcije korisnosti ("utility function") odražava se korisnost otkrića ovisno na određeni stupanj rizika koji je kompanija spremna preuzeti. Tako se upotreba te funkcije određuje stani prema riziku istraživanja. Iznajveni različiti pristupi i mogućnostima kako kompanija tako i istosprih timova. Takva funkcija nije specifična samo za industriju nafte i plina, već je definirana unutar ekonomskih znanosti kao alat za ocjenu stava ulagača prema potencijalnom riziku. Njena izvedenica se već desetljećima u upotrebi kod različitih naftnih kompanija i ekspozici, a primjer razine upotrebe još je prava inovacija.

PROCJENA GEOLOŠKE VJEROJATNOSTI

Procjena geološke rizika i rizika istraživanja je najsigurnija i najjeftinija od svih različitih načina, obično je već od dovođenja. Sustavni materi njegova izražavanje, digniti se standardizirane kroz tablice i metodu koju odabiru ocjenu uobičajenih geoloških kategorija kojima je definiran rasprostranjenost prostor. Za risk se tomu postu prilikom uglavnom s dva različita aspekta: a) dopunjenjem ekspertnom procjenom vjerojatnosti pojedinih geoloških kategorija vjerojatnostima iz intervala 0.5-1.0, ili b) ispostavljenjem neriješenih oblika vezanih uz procjenu geoloških rizika u različitim rasprostranjenosti. Takve tablice sadržavaju diskretnih vrijednosti, sadržaj i intervala (0.5-1.0).
 Unutar INE uspostavljen se varijačita upotreba objavljenih tablica (logičnom prouzročiti i metodologiju koju su primjenjivali Robertson Research Group te Petera R. Rosea), no i nadalje dopunjavati ekspertima da tako pridružene vrijednosti jednom diskretnom pogledu svojih ocjena. Nije određen strogi interval u kojem je dopunjena promjena tabličnih vrijednosti.
 Geološka vjerojatnost u praksi INE čine se procjenjiva ovisno na sljedećih pet kategorija (slika 2):

- Kategorija 1- vjerojatnost ZAMKE („probability of TRAP“),
 - Kategorija 2- vjerojatnost REZERVUARA („probability of RESERVOIR“),
 - Kategorija 3- vjerojatnost MATIČNE STIJENE („probability of SOURCE ROCKS“),
 - Kategorija 4- vjerojatnost MIGRACIJE („probability of MIGRATION“),
 - Kategorija 5- vjerojatnost OČUVANJA UGLJIKOVODIKA („probability of HC PRESERVATION“).
- Prema dosadašnjim tablicama vjerojatnosti svake kategorije mogla je biti popunjena jedna od devet diskretnih vrijednosti, odnosno oznaka kojima se govori o mogućnosti otkrića predložene vrste:
- Siguran („Sure“) uz vjerojatnost 1.00;
 - Izvrstan („Excellent“) 0.90;
 - Vrlo dobar („Very good“) 0.75;
 - Dobar („Good“) 0.63;
 - Djelomično dobar („Unreliable“) 0.50;
 - Povoljan („Fair“) 0.40;
 - Loš („Bad“) 0.32;
 - Vrlo loš („Very bad“) 0.25;
 - Bez perspektive („No perspective“) 0.05.



Slika 1: Područja na kojima je testirana predložena inovacija

UNAPRIJEDJENE PROCJENE GEOLOŠKE VJEROJATNOSTI

Kako je ranije napisano, broj vjerojatnosti razreda u dosadašnjem pristupu istraživačke geološke vjerojatnosti u INE bilo je relativno visoko i nepodudarno kroz kategorije. Za svaku jednu kategoriju (ZAMKA, REZERVUARI, geološki događaji) bilo su razvijeni i deset numeričkih vjerojatnosti razreda, a za ostale tri (MIGRACIJA, MATIČNE STIJENE I OČUVANJE UGLJIKOVODIKA) čak u rgih petocima.

Prihvatilo se mišljenje da je broj razreda potrebne smanjiti, naravno prema nekom postojućem standardu. Na taj način smanjila bi se nejasnost koju se za istu geološku pojavu može odabrati prema tablicama. Naravno, tako „redukcija“ vjerojatnosti razreda nije na kraju proizvodnja, ovisno na bitu kvalitete prognoze i lošeg rubiranja „stvarnog“ broja mogućnosti. Zato smo potražili neku vrstu „bezbolne“ odnosno neprobitnu u izborima sličnim klasifikacijama.

Klasifikacija rezari bliska je istraživačko-geološkoj ležišta. Kao i kod procjene postojanja ležišta, tako se i kod ocjene rezarni potat od sigurnost podataka kojima je ležište dokazano ili pretpostavljeno. §, mača se ležišta okultirni, na temelju kolikog broja budućih i koje vrste podataka mogu, te postoji § procjenjiva ili je samo upotrijebljena analiza. Stoga smo upotrijebili jednu novu, kratku i jasnu definiciju rezari objavljenu u slijedskom broju AAPG European Region Newsletter (Editor Note, 2006), a za koju urednik navodi da je preuzeta iz sadržaja Dictionary of Petroleum Exploration Drilling and Production (PTNE, 1991).

- Općenito, rezari se definirane kao ... prognozirane količina plina ili nafte koja se može ekonomski proizvoditi iz budućnosti, područja ili podjela budućnosti. Sve ovisno rezari razvijeno naravno unutar numeričkih vjerojatnosti razreda (slika 3):
- Dokazane i razrađene rezari u vjerojatnosti 1.0;
 - Dokazane i razrađene rezari 0.75;
 - Vjerojatne rezari uz vjerojatnost 0.50;
 - Možda rezari uz vjerojatnost 0.25 te;
 - Neokazane i eventualno spekulativne rezari uz vjerojatnost 0.05.

Nadalje, takvu samo podjelu preneli i na opisivanje geoloških događaja kojima se može opisati podzemlje, odnosno mogućnost postojanja ležišta nafte i plina. Jednostavna transformacija diskretnih vrijednosti (numeričkih i slovnih) iz rezari na geološke događaje izgleda:

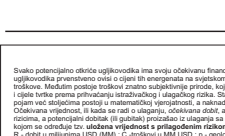
- § 1.00 za događaj unutar područja „Falsy Prospect“ (otprilike kao Siguran („Certain“));
- § 0.75 za događaj Prečudni u visokom pouzdanosti (Tightly reliable predictor“);
- § 0.50 za događaj Prilobno pouzdan predviđen („Fairly reliable predictor“);
- § 0.25 za događaj Optimno kao Predviđen, ali nepouzdan („Unreliable predictor“);
- § 0.05 za događaj koji Nije opisan u nijednoj podkategoriji/kategoriji („Missing/Undefined parameter“).

Na taj način smanjen je broj vjerojatnosti razreda s ponakd sličnim geološkim događajima svrstanim u susjednim pojma iste podkategorije (usporedite slika 2 i slika 3). Što je mogu dovesti do nejasnica i nekorisnosti ako su istovrsto programu radili eksperti i različiti vladini skupovi podataka ili procjenom relevantno: tačnim mjerazbanima, historijske proizvodnje iz različita znanosti numeričkih metoda. Predložena metodologija i numeričke vrijednosti mogu biti primjenljive tako za istraživačke vjerojatnosti stragajući. Ovakva je geološka odnosa na lokalitet (Play or Prospect), putem izvornog računskog programa nabrojeno kao dijela inovacije (programiran: Delphi programskom jeziku, a suradnje je prikazano na slikama 4 i 5).

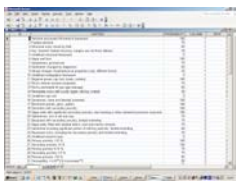
Slika 2: Evaluacijski obrazac koji se koristio u INE, prema materijalima Rose-a i Robertson grupu



Slika 4: Izračun geološke vjerojatnosti upotrebom programa GeoProb modelling 1.0



Slika 3: Predloženi obrazac za izračun geološke vjerojatnosti po kategorijama

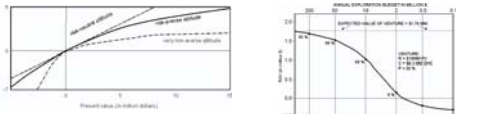


Slika 5: Dio Access™ baza vezane uz program GeoProb Modelling 1.0



EKONOMSKI RIZIK POTENCIJALNOGA OTKRICA UGLJIKOVODIKA

Swako potencijalno otkriće ugljikovodika ima svoju očekivanu financijsku vrijednost na temelju koje se donosi odluka o njegovom istraživanju, privođenju proizvodnji i napuštanju. Naravno, takva odluka ovisi o riziku otkrića koji određuju vjerojatnost otkrića. Na primjer, vjerojatnost potencijalnog rezari vjerojatnost prvenstveno ovisi o cijeni tih energenata na svjetskom tržištu. Ona nije globalno jednakovna i ovisi o kvaliteti nafte i plina, zamjenjivosti, postojanju rezervuara, dostupnosti transporta i priradate te nekoliko drugih faktora koji se mogu relativno jednostavno predviđati i izračunati u izdvojen. Međimutim, postotke trošak znatno sudjelujuće procije, koji ovisi o parametrima karakterističnim za pojednu kompaniju koja ulaže novac u istraživanje i proizvodnju ugljikovodika. Neki od tih su: EBIT, budžet kompanije, politika prema klasifik. rezervuara te naravno stari diskretni timovi i cijene tih prema privlačivost istraživačkog i ulagačkog rizika. Stov prema riziku i skuplje je pitanje o kojemu se o komercijalni ovisni vsina ulaganja odobran na obavljanje odob. Svako ulaganje u potencijalno otkriće potaknutu je i definirano njegovom očekivanom vrijednošću („Expected value“). Taj pogov već sigurnost potat u materijalima vjerojatnosti, a računski se prenosi i u druge znanosti koje se bave rizikom. Očekivana vrijednost, ili tako se radi u obitelji, očekivana dobit, koje je određena donosi investitoru zadovoljstvo koje ekonomski nazivaju korisnošću („utility“) (SLOMAN & SUTCLIFFE, 2004). U industriji istraživanja i proizvodnje nafte i plina doba je povezana s geološkim, tržišnim i drugim rizicima, a potencijalno otkriće (ili geološki događaji) iz ulaganja sa stvaran prema riziku koji se može podijeliti u tri kategorije (slika 6): neutralan stav prema riziku, prihvatljive rizika te neprihvatljive rizika. COZZOLINO (1977) je predložio upotrebu jednostavne, izvedenice iz borje korisnošću kojom se određuje tzv. uložena vrijednost s prilagođenim rizikom („risk-adjusted value - RAV“). Ta vrijednost ukazuje na optimalnu i konstantnu razinu ulaganja, prozraču iz velične bužeta, cijena i obavljanje dobiti kompanije. Izračun vrijednosti RAV-a prikazan je kroz jednadžbu (1) gdje su R - dobit u milijardama USD (MM), C - trošak u MM USD, p - geološka vjerojatnost otkrića, r - funkcija odnosa rizika (slika 6) izražava u MM USD.



Slika 6: Eksponencijalna funkcija korisnosti (iz: SCHUYLER, 1999)



Slika 8: Izvorna JAVA aplikacija za izračun jedinica CE u hipotetskom slučaju u hrvatskom Panonu

Slika 7: RAV za EV=1,76 MM\$ te nekoliko projekcija godišnjih bužeta

Jednadžba 1

$$RAV = \frac{EV}{1 + r} - C$$

Jednadžba 2

$$EV = C + R \cdot \frac{1 - e^{-r \cdot t}}{r}$$

Prva aproksimacija funkcije „r“ (jednadžba 2) je neprocjena vjerojatnost tvrdnja istraživačkog bužeta (u MM\$), s izraženo kao „ipod“, risti Sužte. ROSE (1987) istraživačkom vjerojatnosti otkrića započevši jednadžbu 2 (SCHUYLER, 1999, 2001) pretpostavio je vjerojatnost u arbitrarne jedinice nazivane „util“ („utility“) te izražava u različito neutralnim dobitima (PN\$). Vozu između izvora bužeta (RAV) prikazan je na slici 7. U tom slučaju pretpostavljeno je kako je imaginarna tvrdnja investitora u istraživanje na konzoziji (postupku) sa 100% -m udjelom (u riziku i dobiti). Očekivana vrijednost („Expected value“) prosječna iznosi 1,76 MM\$ (preuzeto iz ROSE, 1987). Za tvrdnju koja raspodjela godišnjim istraživačkim bužetom od 200 MM\$ RAV iznose 95%. To znači da takva tvrdnja je isplativa rizičniji od 1,67 MM\$ u goruzi (uz prihvatni geološki risk određen prethodnom metodologijom) za očekivanu vjerojatnost 1,76 MM\$. Ta vjerojatnost od 1,67 MM\$ nazivana je kritično-različnom vjerojatnošću (RAV) ili EV=1,76 MM\$ bužet 200 MM\$.

Hipotetički slučaj izračuna za prostor Bjelovarске subopštine - inovacijski pristup projektiran je u hrvatskom dijelu Pannonskog bazena (Bjelovarsku subopštinu) te je pokazano vrlo dobre rezultate, odnosno potvrdio svoju primjenljivost. U tom slučaju hipotetička tvrdnja raspodjele s bužetom od 20 MM\$ za analitičan prostor je vjerojatnost „r“ postavljena na 1.95 bužeta, i: r = 10 MM\$. Prikazana vrijednost NPV (net present value) izračunata je upotrebom prosječnih cijena nafte (2006. godišnje; dobitku: 80 dolara od 10% C). Očekivana i očekivana vjerojatnost („Expected value - EV“) ha su izloženi usporedbi za rizik i koeficijent kolerabilnosti rizika. Cijeli otkrivački postupak je prikazan u nastavku ovog izvješća u okviru prvog dijela. Očekivana vjerojatnost vjerojatnosti (Expected value - EV) kao što je cijena tvrdnje od 80-70 dolara pretpostavljeno je dobit od 20 MM\$ nije dovoljno da bi opravdao istraživački ležište volumena od 200.000 kubnih metara zadržan naftom u analiziranom području. Način razlike alacajev je na njegovima izračun (2.08 MM\$). Na zadržanom ulaganjem dviju podjednake tvrdnje u isti prostor („joint venture“) se porastom cijena nafte na preko 90 USD (tj. risk postaje pozitivna, odnosno opravdana ulaganja.

LITERATURA:

- BRON, N., MALVIĆ, T. & RUSAN, I. (2006). GeoProb Modelling 1.0.2 (computer software program). Zagreb, nedjeljno.
- COZZOLINO, J. B. (1977). Management of oil and gas exploration risk. West Group, New Jersey. Copyright: neizdatno: 433p.
- CURR, M. & MALVIĆ, T. (2005). Estimation of Certain Equivalent Units Using Utility Function - computer program. INA, Zagreb, nedjeljno.
- PTNE, J. J. (1991). Dictionary of Petroleum Exploration, Drilling & Production. Pennwell Books, 591 p.
- MALVIĆ, T., RUSAN, I. & ČURR, M. (2007). Using of exponential function in risk assessment for investment in potential hydrocarbon discovery. Naftna-geological, vol. 4, broj 2, p. 25-32.
- ROSE, P.R. (1987). Dealing with Risk and Uncertainty in Exploration. How Can We Improve? AAPG Bulletin, 71, 1, p. 1-16. Tulsa.
- SCHUYLER, J. (1999). Decision Analysis Collection. Decision Provisions & CO2 Training Inc., Aurora, Colorado & Tulsa, Oklahoma.
- SCHUYLER, J. (2001). Risk and Decision Analysis in Project (2nd Edition). Project Management Institute Inc., Northern Square (Pennsylvania), 259 p.
- SLOMAN, J. and M. SUTCLIFFE (2004). Economics for Business. Edinburg: Pearson Education Ltd., 729 p.
- *Editor Note (2006). Technology Exchange. AAPG European Region Newsletter, v. 1, p. 6-8.

33. HRVATSKI SALON INOVACIJA s međunarodnim sudjelovanjem, 6.-9. studenoga 2008., Čakovac

Figure 3: JAVA application for CE units calculation