



Davor Škrlec  
FER  
davor.skrlec@fer.hr

Filip Mužinić  
Končar – KET d.d.  
filip.muzinic@koncar-ket.hr

Miroslav Mađerčić  
Končar – KET d.d.  
miroslav.madercic@koncar-ket.hr

## MODELIRANJE RIZIKA U PROJEKTIMA VJETROELEKTRANA

### SAŽETAK

Projekti izgradnje i eksploatacije vjetroelektrana složeni su projekti u kojima je nemoguće sagledati sve rizike bez sistematičnog pristupa. Modeliranje rizika izvršeno u referatu temelji se na suvremenim metodama numeričke analize kod kojih su rizici predstavljeni matematičkim varijablama. Takav pristup omogućava egzaktan opis svakog rizika te procjenu projekta koja se temelji na jasnim (brojčanim) odrednicama. Predstavljeni model koristi Monte Carlo tehniku kao temeljni postupak pri proračunu gustoće vjerojatnosti pojedinih varijabli, a izrađen je u Microsoft Excelu koji je relativno raširen i poznat programski paket.

Rizici u projektima vjetroelektrana identificirani su kao projektni, tržišni, tehnički, politički i administrativni, a vremenski su raspoređeni na pripremnu fazu, fazu građenja, fazu eksploatacije i fazu razgradnje.

**Cljučne riječi:** vjetroelektrana, modeliranje rizika, Monte Carlo tehnika, kvantitativna analiza rizika

## RISK MODELLING OF WIND POWER PROJECTS

### SUMMARY

Wind power plant projects are complex projects consisting of construction and exploitation, which makes it impossible to view all the risks without systematic approach. Risk modeling presented in this paper is based on modern numerical analysis methods, which represent risks as mathematical variables. Such an approach enables exact description of each risk and makes project evaluation clear (based on numbers). Model uses Monte Carlo method as a basic technique of probability density calculation.

Wind Power Plant project risks are identified as project, market, technical, political and administrative, while their time division has preparation, construction, exploitation and de-commissioning phase.

**Key words:** Wind Power Plant, Risk modeling, Monte Carlo method, quantitative risk analysis

### 1. UVOD

#### 1.1 Rizik

Rizik je neizbježan dio poslovanja, a upravljanje rizikom (*risk management*) postalo je ključno kako za dobavljače, tako i za mušterije. Aktivnosti vezane za rizike zahtijevaju razumijevanje izvora rizika

te sve kompleksnije metode mjerenja i upravljanja rizicima koje opet podrazumijevaju visoko obrazovane i usko specijalizirane zaposlenike.

Postoje brojne definicije rizika koje u prvom redu ovise o promatranom području poslovanja te o struci autora definicije. Rizik je posljedica nesigurnosti, a u nekim je područjima (npr. teorija portfelja u financijskoj struci) definiran kao mjera nesigurnosti te kao takav može biti pozitivan i negativan. U tom je slučaju, matematički gledano, rizik moguće definirati kao standardnu devijaciju funkcije promatrane varijable. ISO/IEC 73 – 2002. definira rizik kao kombinaciju vjerojatnosti nekog događaja i njegovih posljedica. Ipak, potreba za analizom i upravljanjem rizicima pojavila se zbog njihovog negativnog učinka, a to je ujedno i prva asocijacija koju kod većine ljudi stvara pojam rizika.

U [1] je rizik definiran kao: „Rizik su negativna odstupanja od očekivanih rezultata zbog varijabilnosti mogućih ishoda.“.

Rizik je za potrebe ovdje provedene analize najbolje definirati kao mogućnost ostvarivanja neželjene, negativne posljedice nekog događaja, a kvantitativno se izražava preko izraza:

$$\text{RIZIK} = \text{VJEROJATNOST} \times \text{POSLJEDICE} [2]$$

Ljudi su se na različite načine nosili s rizicima od početka svoje povijesti. Ono što se promijenilo razvojem matematike, a pogotovo računalne znanosti, jest način na koji se s rizicima postupa. Danas je moguće umjesto procjena temeljenih na iskustvu koristiti instrumente moderne teorije vjerojatnosti i statistike kako bi se usporedili različiti rizici te predvidjele i procijenile posljedice pojedinih odluka.

Projekt izgradnje vjetroelektrane je višegodišnji (početak je traženje lokacije), složeni projekt tijekom kojega su sve zainteresirane strane izložene brojnim rizicima od kojih su neki dovoljno značajni da mogu upropastiti projekt. Procjenjivati vrijeme trajanja faza projekta i troškove na temelju osjećaja nije samo neprofesionalno, već i opasno. Analiza rizika je potrebna da bi investitor i voditelj projekta što bolje predvidjeli i izbjegli buduće probleme. S druge strane, institucije koje daju kredite za projekte vjetroelektrana i same vrše analizu rizika pa dobra priprema može značiti razliku između dobivanja i nedobivanja kredita.

S gledišta voditelja projekta i investitora, analiza rizika trebala bi biti neizostavan dio pri donošenju odluka i u projektu vjetroelektrane.

## 1.2 Analiza rizika

Određena vrsta upravljanja rizicima odvija se u svakoj organizaciji, bez obzira na njezinu veličinu ili djelokrug. Rizici su sastavni dio svakog poslovanja i projekta pa ih je nemoguće zanemariti, ali u većini slučajeva s njima se ne postupa organizirano. Navedena definicija podrazumijeva metodično upravljanje rizicima, nasuprot nasumičnom rješavanju problema i upravljanju rizicima kada se oni već manifestiraju. Organizirano upravljanje rizicima obično se sastoji od sljedećih koraka [3], [4]:

- a) Identifikacija rizika
- b) Analiza rizika
- c) Određivanje reakcija na rizike
- d) Promatranje rizika
- e) Izvještavanje

Navedeni popis nije konačan i pojedini se dijelovi manje ili više razlažu, ovisno o kvaliteti upravljanja rizicima i potrebama organizacije. Ovaj se referat primarno bavi analizom rizika pa su ostali dijelovi procesa zanemareni.

Analiza rizika može biti više ili manje složen postupak. Načelno ju je moguće podijeliti na kvalitativnu i kvantitativnu analizu, iako navedene etape variraju u detaljima, ovisno o odabranoj metodi analize rizika.

## 2. KVALITATIVNA ANALIZA RIZIKA ZA PROJEKTE VJETROELEKTRANA

Osnovna podjela rizika kod investicija u projekte izgradnje vjetroelektrana je [5]:

- a) Projektni
- b) Tržišni
- c) Tehnički
- d) Politički
- e) Administrativni

Svaka kategorija uključuje nekoliko podkategorija.

Načini klasifikacije rizika su uistinu različiti i mnogobrojni. Podjele u prvom redu ovise o gledištu s kojeg se vrši analiza. Tako će se razvrstavanje i procijenjeni utjecaj rizika razlikovati za financijske

institucije, voditelje projekata ili npr. državnu administraciju. U ovom je radu prednost dana gledištu koje se u literaturi obično pridjeljuje voditelju projekta, ali se pojedini komercijalni (investitorski) utjecaji ne mogu zanemariti pa su uključeni.

Utjecaj većine navedenih rizika ovisi o specifičnostima projekta pa je ovdje dana dovoljno općenita analiza. Ipak treba napomenuti da su projektni i tehnički rizici većinom zajednički svim projektima vjetroenergije, budući da ne ovise o političkoj situaciji ili uređenju tržišta. S druge strane, tržišni i politički rizici se bitno razlikuju za pojedine zemlje.

## 2.1 Projektni rizici

Projektni rizici su rizici vezani uz projekt te se samim time njihov utjecaj razlikuje ovisno o zemlji, lokaciji i, konačno, projektu. Međutim, dok pojedini politički ili tržišni rizici za pojedine zemlje ili tržišta uopće neće postojati, projektni su uvijek prisutni kod svih projekata. Tipično se radi o rizicima vezanim uz sljedeće elemente projekta [6]:

- a) Vrijeme trajanja projekta
- b) Građenje
- c) Proizvodnja
- d) Privlačenje kapitala
- e) Lokacija (Država)
- f) Priključak na elektroenergetski sustav

## 2.2 Tržišni rizici

Tržišni rizici se pretežno odnose na cijenu energije i ovise o načinu poticanja razvoja iskorištavanja vjetroenergije, odnosno formiranju cijene energije iz vjetroelektrane. Kod analize rizika konvencionalnih elektrana treba uzeti u obzir cijenu energenta. Za vjetroelektrane ta stavka ne postoji, budući da je vjetar besplatan<sup>1</sup>, ali je zato cijena proizvoda, tj električne energije, rizičnija. Sustav poticanja čiste energije zakonom regulira cijenu energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije (u daljnjem tekstu OIE) pa se radi o djelomično reguliranom tržištu.

## 2.3 Tehnički rizici

Tehnički rizici mogu se podijeliti u tri kategorije [8]:

- a) rizici vezani uz vjetar (vjetropotencijal) i opremu za mjerenje vjetropotencijala
- b) rizici vezani uz opremu za proizvodnju električne energije
- c) rizici vezani uz integriranje vjetroelektrana u elektroenergetski sustav (pričuvna snaga i balansiranje, kratkotrajno predviđanje proizvodnje, prijelazna stabilnost, kvaliteta električne energije, proširenje mreže zbog prihvaćanja energije iz vjetroelektrana)

Naravno da osim navedenih postoje i brojna druga pitanja, ali ova se najviše pojavljuju u stručnoj javnosti i često su argument u prilog protivnicima vjetroenergetike. Ovdje se javlja velika razlika u stavovima. Na jednoj su strani zainteresirani za razvoj vjetroenergetike koji su skloni zanemariti sve opasnosti, a na drugoj nekadašnji monopolisti koji su ih skloni preuveličavati.

## 2.4 Politički rizici

Političke rizike u Hrvatskoj treba promatrati na dvije upravne razine: državne i lokalne uprave.

Na razini države postoji načelni stav koji ide u prilog razvoju vjetroenergetike, temeljen uglavnom na želji za praćenjem europskih trendova i nastao kao dio politike pridruživanja EU [9]. Nažalost, aktivnosti su prilično neusklađene, a s druge strane ne postoji čvrst politički plan razvoja vjetroenergetike pa su politički rizici u Hrvatskoj još uvijek prilično veliki. Jedan od primjera nestabilnosti ove politike je donošenje Uredbe o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog pojasa [10] koja je zaustavila neke već započete projekte i uzrokovala gubitke investitorima.

---

<sup>1</sup> Produblivanjem ove usporedbe postaje očito da, iako ne postoji rizik od poskupljivanja cijene energenta, itekako postoji rizik od „nepouzdana isporuke“.

Rizici na razini lokalne uprave slični su u Hrvatskoj i u inozemstvu, s tom razlikom da su u Hrvatskoj nešto veći zbog neinformiranosti lokalnog stanovništva. To znači da voditelj projekta mora posvetiti veliku pažnju odnosima sa stanovništvom, ali i preuzeti na sebe zadaću obrazovanja i lobiranja za vjetroenergetiku kao granu. Bilo kakav potez koji daje razloga za sumnjičavost organa lokalne uprave ili stanovništva rezultirat će negativno po projekt. Po novom tarifnom sustavu je jedan dio prihoda od vjetroelektrane predviđen za lokalnu zajednicu pa se može očekivati poboljšanje situacije za projekte vjetroelektrana.

## 2.5 Administrativni rizici

Rizici zbog opsežnih birokratskih procedura koje su nužne za ostvarenje projekta, ali zbog kompleksnosti i nedefiniranosti nije moguće predvidjeti njihovo trajanje i ishod. Uglavnom se odnose na rizik od produženja ove faze projekta, ali su prisutni i rizici od zaustavljanja projekta. Ovi su rizici specifični za tranzicijske zemlje koje su još uvijek u fazi organiziranja upravno-pravnih postupaka. Mnogi navedeni rizici su u razvijenim zemljama zanemarivi, budući da su administrativne procedure transparentne i njihovo trajanje lako predvidivo. Dugo očekivani podzakonski akti za vjetroenergetiku trebali bi olakšati i ubrzati administrativni postupak.

Najznačajniji administrativni rizici vezani su za slijedeće dijelove projekta:

- a) Prostorno-planska situacija
- b) Imovinsko-pravni odnosi
- c) Ishođenje dozvola

## 3. UTJECAJ RIZIKA NA PROJEKTE VJETROELEKTRANA

U prethodnom poglavlju navedeni su rizici koje je potrebno analizirati pri analizi rizika u projektu vjetroelektrane. Dakle, izvršena je identifikacija rizika i jednim dijelom kvalitativna analiza. Da bi ona bila potpuna, potrebno je odrediti kada se pojedini rizici u projektu pojavljuju, kako bi bilo moguće napraviti model za kvantitativnu analizu.

Način podjele nije toliko važan koliko pravilno razmještanje rizika s obzirom na njihovo pojavljivanje u projektu. Projekt vjetroelektrane može se podijeliti u četiri faze [11]:

- a) Pripremna faza
- b) Faza građenja
- c) Faza eksploatacije
- d) Faza razgradnje (*de-commissioning*)

Prihod nastaje samo u fazi eksploatacije. Ostale faze ne donose prihod, već naprotiv, samo troškove i rizike. Prva faza projekta je najzahtjevnija i najrizičnija.

### 3.1 Pripremna faza

Većina rizika pojavljuje se u pripremnoj fazi projekta, što je logično budući da projekt mora biti jasno definiran prije početka građenja. Aktivnosti koje se odvijaju u ovoj fazi projekta (i koje sadrže rizike) su: grubo određivanje potencijalnih lokacija, analiza prostornih planova, analiza vlasničkih odnosa na planiranom području obuhvata, izrada elaborata mogućnosti priključka na elektroenergetsku mrežu, kontakti s lokalnom upravom, analiza ekoloških pitanja, mjerenje vjetropotencijala, pokretanje monitoringa faune (ptice, šišmiši, gušteri itd.) za izradu SUO, izmjena prostornih planova, analiza mjernih podataka, određivanje parametara vjetroagregata, izrada idejnog projekta, procjena utjecaja na okoliš, rješavanje imovinsko-pravnih pitanja, ishođenje lokacijske dozvole, izrada glavnog projekta, ishođenje građevinske dozvole.

Navedene aktivnosti ne moraju se nužno odvijati predloženim redoslijedom, ali bi sve trebale biti obuhvaćene u pripremi za izgradnju vjetroelektrane.

### 3.2 Faza građenja

Ako je pripremna faza napravljena dobro, ovdje ne treba očekivati nikakve posebne rizike u odnosu na bilo koji građevinski projekt. Statistike za EU govore da se vrijeme građenja kopnene

vjetroelektrane kreće između pola godine i godinu dana. Najrizičnije aktivnosti u ovoj fazi su izgradnja putova i temelja te doprema i montaža vjetroatregata.

### 3.3 Faza eksploatacije

U fazi rada vjetroelektrane javljaju se većinom tehnički i tržišni rizici. Svi rizici u ovoj fazi vezani su za rizike u proizvodnji i isporuci električne energije. Problemi nastaju kada vjetroelektrana ne radi ili kada proizvodnja energije ne ostvaruje planiranu zaradu.

### 3.4 Razgradnja (*de-commissioning*)

Ovo je još jedno od pitanja koje nije jasno definirano hrvatskim zakonima pa u načelu ovisi o dogovoru s lokalnom zajednicom. Cilj je da investitor nakon što istekne vijek trajanja (20 do 25 godina) iza sebe ostavi prijašnje stanje u okolišu. Nema posebnih rizika vezanih uz ovu fazu projekta. Čak se može pretpostaviti da će oprema vjetroelektrane nakon vijeka trajanja još uvijek vrijediti dovoljno da pokrije dio troškova razgradnje.

## 4. KVANTITATIVNA ANALIZA RIZIKA

Kvantitativna analiza rizika se vrši na rizicima koji su odabrani kvalitativnom analizom kao najznačajniji za projekt. Odabrana metoda kvantitativne analize rizika je numeričko modeliranje. U ovom dijelu postupka detaljno se analiziraju ti rizici i svakom se dodjeljuju numeričke vrijednosti kako bi se numeričkim modeliranjem ustanovio izgled kriterijske varijable. Kriterijska varijabla je ona koja je odabrana za evaluaciju projekta. Budući da je za projekt vjetroelektrane najvažnija njegova isplativost, kriterijska varijabla je obično neki ekonomski pokazatelj. U dinamičkom pristupu ocjeni ekonomskog doprinosa projekta korištene su sljedeće metode [12], [13]:

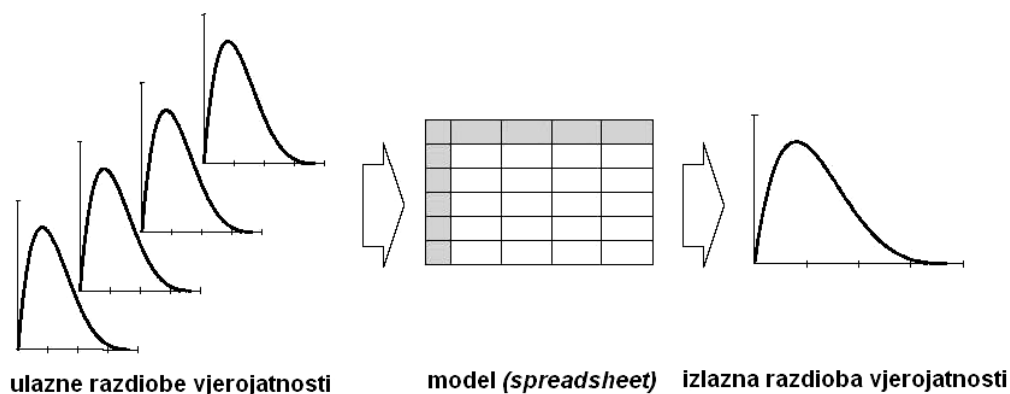
- a) (1) metoda razdoblja povrata investicijskih ulaganja
- b) metode diskontiranih tokova novca, i to nakon oporezivanja ((2) interna stopa povrata i (3) čista sadašnja vrijednost).

Model analize rizika za projekte vjetroelektrana u Republici Hrvatskoj koristi Monte Carlo tehniku kao temeljni postupak pri proračunu gustoće vjerojatnosti pojedinih varijabli. Ova metoda podrazumijeva dodjeljivanje razdioba vjerojatnosti varijablama modela koje predstavljaju rizike te zatim generiranje slučajnih brojeva u okviru odabranih razdioba vjerojatnosti kako bi se simulirali budući događaji.

Koraci pri simuliranju su sljedeći:

- a) Definiranje ulaznih varijabli
- b) Definiranje izlaznih (promatranih) varijabli
- c) Unošenje korelacijskih koeficijenata (proizvoljan korak)
- d) Simuliranje
- e) Prikaz rezultata

Model je izrađen u Microsoft Excelu i testiran na primjeru 20 vjetroatregata jedinične snage 1MW sa životnim vijekom od 25 godina. Slika 1 prikazuje princip rada primijenjenog modela.



Slika 1. princip rada modela za kvantitativnu analizu rizika

#### 4.1 Definiranje ulaznih varijabli

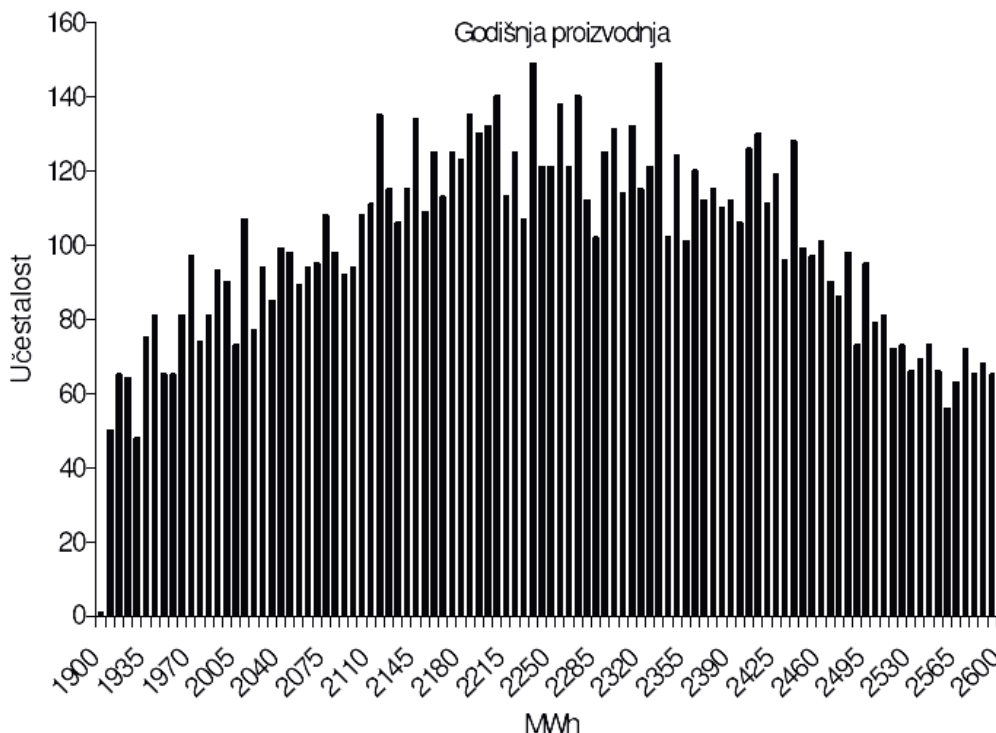
Ulazne varijable modela su rizici za koje se vjeruje da će u budućnosti imati utjecaj na projekt. Svi rizici su pretvoreni u novčane jedinice kako bi se njihov utjecaj mogao prikazati promjenama financijskih pokazatelja projekta. Svakom od navedenih rizika pridružena je razdioba vjerojatnosti.

Ulazne varijable modela su kako slijedi:

- a) Godišnja proizvodnja
- b) Mjerenje vjetro potencijala
- c) Promjena prostornog plana
- d) Geodetska snimka
- e) Lokacijska dozvola
- f) Građevinski radovi
- g) Priključak na mrežu
- h) Priključna TS

Godišnja proizvodnja po jedinici (MWh) koja se kasnije množi s cijenom MWh i brojem instaliranih agregata kako bi u proračunu bila izražena kroz novčane jedinice. Za Godišnju proizvodnju odabrani su sljedeći parametri: normalna razdioba, s intervalom 1900MWh-2600MWh, srednja vrijednost  $\mu=2250$ ; standardna devijacija  $\sigma=250$ . Pretpostavljena je godišnja proizvodnja između 1900 i 2600MWh, što su odlike prilično dobre lokacije. Svjetska praksa računa lokaciju s iznad 2000h nazivnog rada kao vrlo dobru.

Slika 2 prikazuje razdiobu vjerojatnosti *Godišnje proizvodnje* prema primijenjenom modelu na temelju 10000 pokušaja. Ostale ulazne varijable određene su po istom načelu.



Slika 2. razdiobu vjerojatnosti varijable Godišnja proizvodnja

#### 4.2 Definiranje izlaznih varijabli

Izlazne varijable su rezultat simulacije u kojoj se 10000 puta odabiru slučajne vrijednosti ulaznih varijabli te se prema modelu proračunavaju izlazne varijable. Rezultati simulacija služe da bi se Monte Carlo metodom odredile razdiobe vjerojatnosti izlaznih varijabli. Odabrane su sljedeće izlazne varijable:

- a) Razdoblje povrata investicije (RPI)
- b) Čista sadašnja vrijednost (ČSV)
- c) Interna stopa rentabilnosti (ISR)

#### 4.3 Financijski dio modela

Investicija se namiruje dijelom iz vlastitih sredstava, a dijelom iz kredita. Omjer vlastitog kapitala i kredita postavljen je na 0,2/0,8. U prvoj godini prikazane su sve investicije koje se događaju do puštanja vjetroelektrane u pogon, osim troškova opreme i one se namiruju iz vlastitog kapitala. Ti su troškovi nazvani Troškovi lokacije. Trošak opreme (vjetroatregati, transformatorske stanice i ostala oprema vezana za njih) namiruje se iz kredita. Trošak montaže uključen je u cijenu vjetroagregata, budući da te radove osigurava proizvođač.

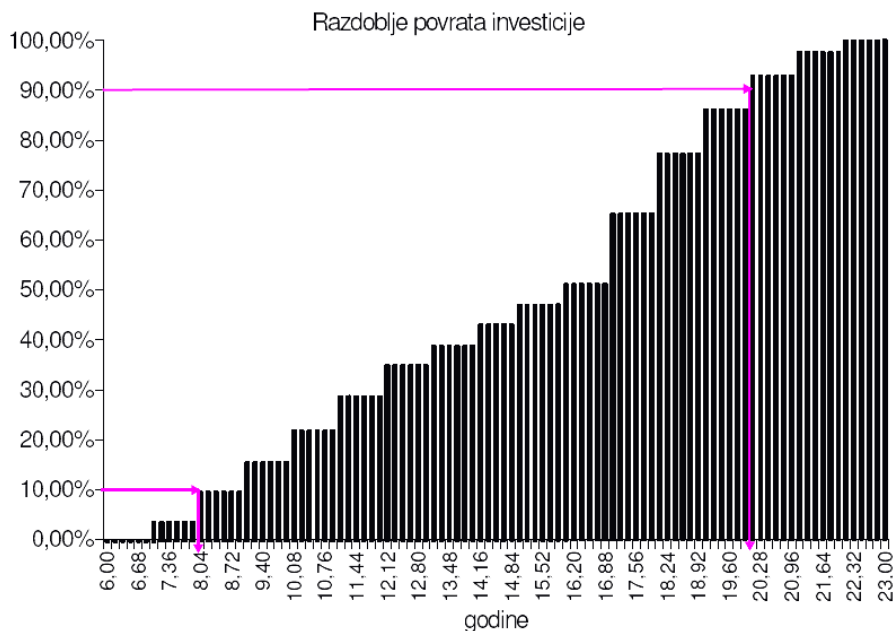
Investiranje u opremu modelirano je kao cijena 20 vjetroagregata jedinične snage 1MW. Cijena jednog komada je 6.570,000 kn, odnosno 900,000 €, što je prosječna cijena takve jedinice s montažom i transformatorskom stanicom. Investiranje u opremu je stoga 131.400,000 kn, i to je nepromjenjiva varijabla u modelu. Ukupna investicija se mijenja ovisno o rizicima lokacije.

Ukupni troškovi lokacije uz ulazne varijable uključuju i neke fiksne troškove kao što su: mjerenje vjetropotencijala, geodetska snimka, idejni projekt, glavni projekt i sl. Podatci kredita su: kamata 5 %, rok otplate 15 godina, početak 2 godine. Jedini prihod je prihod od proizvedene energije koji varira ovisno o godišnjoj proizvodnji. Rashode čine anuitet, zakup zemljišta, održavanje i servis, osiguranje, amortizacija i sl.

### 5. REZULTATI (IZVJEŠĆE O ANALIZI RIZIKA)

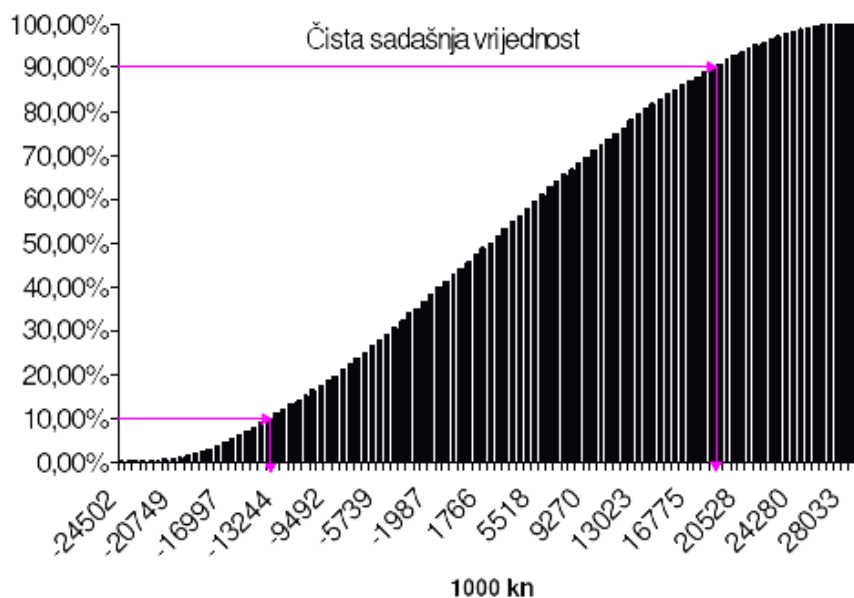
Vjerojatnost se računa integriranjem po funkciji gustoće vjerojatnosti, to jest integral za bilo koju vrijednost daje vjerojatnost da konačna vrijednost projekta bude manja od zadane. Ovaj je podatak ključan za analizu rizika. Rezultirajuća funkcija je kumulativna funkcija vjerojatnosti varijable (u ovom slučaju vrijednosti projekta). [14]

Pomoću kumulativne funkcije vjerojatnosti moguće je prilično dobro prikazati neku rizičnu varijablu. To se obično čini određivanjem granica pouzdanosti na 10 i 90 %. Dakle, 80 %-tni interval pouzdanosti je uobičajeni podatak u izvještajima o riziku, a u ovom slučaju je to  $[4 < V < 17,48]$ . [[14]]



Slika 3. kumulativna funkcija vjerojatnosti varijable RPI

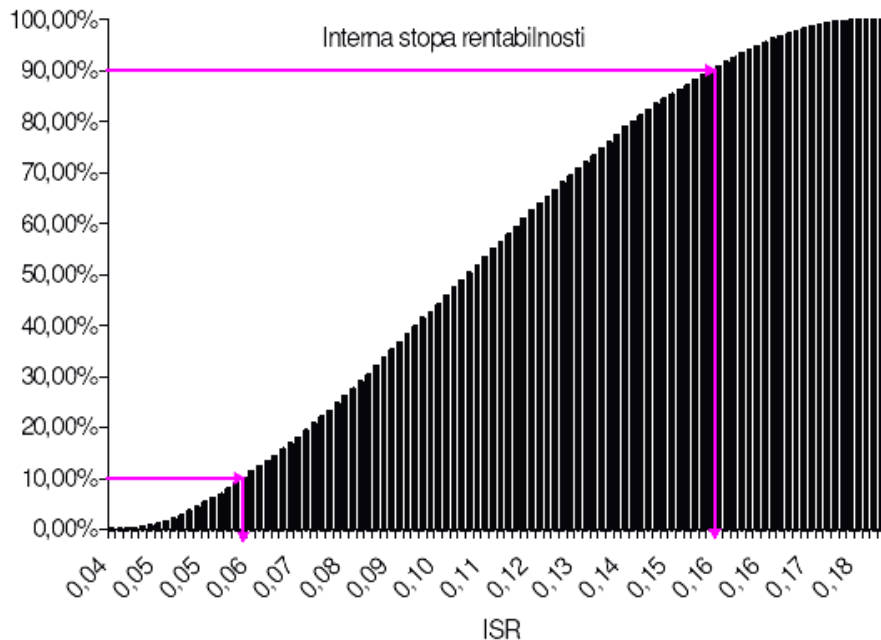
80 %-tna granica pouzdanosti je  $(8 \text{ god} < RPI < 20 \text{ god})$ . Dakle, s 80 %-tnom pouzdanošću se može utvrditi da će se period povrata investicije kretati u tom intervalu. To i nije loše ako se uzme u obzir srednja vrijednost razdiobe vjerojatnosti koja je oko 15 godina, ali ne predstavlja mamac za ulagače.



Slika 4. kumulativna funkcija vjerojatnosti varijable ČSV



80 %-tna granica pouzdanosti je ( $-13\,780\,460\text{ kn} < \text{ČSV} < 18\,919\,730\text{ kn}$ ). Dakle, s 80 %-tnom pouzdanošću se ne može utvrditi da će čista sadašnja vrijednost biti pozitivna. Kriterij procjene projekta na temelju ČSV traži da ona bude pozitivna, što se po kumulativnoj krivulji dešava na iznosu vjerojatnosti od 43 %. To znači da je vjerojatnost uspješnog projekta 57 %.



Slika 5. kumulativna funkcija vjerojatnosti varijable ISR

80 %-tna granica pouzdanosti je ( $0,06 < \text{ISR} < 0,15\text{ kn}$ ). Kriterij procjene projekta temeljem interne stope rentabilnosti zahtijeva da *ISR* bude veća ili jednaka zadanoj diskontnoj stopi (10 %). Taj je kriterij zadovoljen vjerojatnošću od 49 %, što je blizu vrijednosti dobivene za čistu sadašnju vrijednost (43%).

## 6. ZAKLJUČAK

Numeričko modeliranje rizika je suvremena metoda analize rizika koja daje lako mjerljive i usporedive podatke, budući da svaki rizik pretvara u funkciju razdiobe vjerojatnosti mogućih ishoda. Rezultat analize je graf koji predstavlja egzaktnu informaciju o rizičnosti projekta.

Najosjetljiviji dio modela je određivanje razdioba vjerojatnosti ulaznih varijabli. U ovom radu je to učinjeno uz korištenje postojećih (svjetskih i hrvatskih) iskustava u projektima vjetroenergetike.

Na temelju provedene analize rizika može se zaključiti sljedeće:

- Projekti vjetroelektrana u Hrvatskoj su isplativi, ali uz umjerene financijske pokazatelje. Radi se o relativno sigurnoj investiciji koja se isplaćuje nakon 10 do 15 godina, ovisno o vjetro potencijalu lokacije i kvaliteti vođenja projekta.
- Najutjecajniji rizici su vezani uz mjerenje vjetro potencijala, budući da o tome ovisi proizvodnja (zarada) vjetroelektrane. Mjerenje vjetro potencijala je osnovni pokazatelj isplativosti projekta pa ga i financijske institucije vrlo ozbiljno shvaćaju tako da o kvaliteti mjerenja ovisi dobivanje kredita za izgradnju vjetroelektrane. Zahtjevi vezani za mjerenje se konstantno dorađuju i proširuju pa je za sudionike u projektu važno praćenje preporuka mjerodavnih institucija.
- U Hrvatskoj su prilike još uvijek nesigurne sa aspekta administrativnih rizika (ishođenje dozvola i suglasnosti), što može znatno povećati vrijeme potrebno za pripreme radove (prije početka gradnje). Ova situacija će se u budućnosti poboljšavati, ali to na žalost neće biti dovoljno brzo za projekte koji su danas u fazi mjerenja. Za sam projekt to znači predviđanje produženog trajanja pojedinih radnji i usku suradnju s nadležnim administrativnim tijelima kako bi se proces mogao pratiti i eventualno ubrzati.

## 7. LITERATURA

- [1] Alexandar Carol: „Risk Management and Analysis Volume 1: Measuring and Modelling Financial Risk“, New York, John Wiley & Sons, 2000.
- [2] Vesna Bukarica: „Usporedba metoda za ocjenu pouzdanosti“, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, lipanj, 2001.
- [3] KEMA (Hans Cleijne, Walter Ruijgrok), Nizozemska: „Modelling Risks of Renewable Energy Investments“, Report of the Green-X Project within the 5th framework programme of the EC, July 2004.
- [4] ECN Policy Studies - NL (co-ordinator): RISØE, Denmark; ZEW, Germany; CSIC, Spain; Observer, France; SERVEN, Italy (until December 2002): „Renewable electricity market developments in the European Union“, Final report of the ADMIRE REBUS project, listopad, 2003.
- [5] *RETScreen International Clean Energy Decision Support Centre*: „Wind Energy Project Analysis“, CANMET Energy Technology Centre u suradnji s NASA-om, UNEP-om i GEF-om, 2003.
- [6] Marsh&McLennan Companies: „Scoping Study Financial Risk Management Instruments for Renewable Energy Projects; Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) United Nations Environment Programme“, 2004.
- [7] *United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics*: „Scoping Study on Financial Risk Management Instruments for Renewable Energy Projects“, UNEP, 2004.
- [8] K.Skytte (RISØ), P.Meiborn (RISØ), M.A.Uyterlinde (ECN), D.Lescot (Observer), T.Hoffmann (ZEW), P.del Rio (CSIC): „Challenges for Investment in Renewable Electricity in the European Union“, Background report in the ADMIRE REBUS project, studeni, 2003.
- [9] Energetski Institut Hrvoje Požar: „Strategija energetskeg razvitka“, u okviru projekta „Strategija razvitka Republike Hrvatske – Hrvatska u 21 stoljeću“, 2002.
- [10] Vlada Republike Hrvatske: „Uredba o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog područja mora“, Narodne Novine, 2004.
- [11] Al Howatson, Jason L. Churchill: „International Experience With Implementing Wind Energy“ *The Conference Board of Canada*, veljača, 2006.
- [12] Dr.sc.Stipe Belak: „Terotehnologija“, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, Šibenik, 2005.
- [13] Mr. sc. Vedran Uran: „Isplativost ulaganja vlastitog kapitala u projekt za zajedničku proizvodnju toplinske i električne energije“, *Energija*, Br. 3, Zagreb, 2005.
- [14] Jakob Bernasconi (ABB Switzerland Ltd., Corporate Research): „Risk Tutorial“, *ABB Review*, travanj, 2004.