

UDK:502.58:368.021.1:368.025.4:368.025.61:368.02:368.028  
DOI: 10.5937/tokosig2103037D

**Dr Jelena V. Doganjić<sup>1</sup>**  
**Dr Marija V. Paunović<sup>2</sup>**

## **UPRAVLJANJE RIZICIMA OD PRIRODNIH KATASTROFA**

PREGLEDNI RAD

### **Apstrakt**

Osiguranje i reosiguranje svrstavaju se među ključne oblike finansijske zaštite od katastrofalnih događaja. U savremenom dobu sve veći značaj za procenu rizika od prirodnih katastrofa imaju probabilistički modeli, koji se koriste za kreiranje usluga osiguranja i reosiguranja namenjenih zaštiti građana, pravnih lica, ali i zaštiti budžeta države i lokalnih samouprava. Alternativni oblici reosiguranja od prirodnih katastrofa, povezani sa tržištem hartija od vrednosti, mogu takođe dati značajan doprinos unapređenju tržišta (re)osiguranja od prirodnih katastrofa.

**Ključne reči:** prirodna katastrofa, koncept otpornosti na prirodne katastrofe, upravljanje rizicima, osiguranje i reosiguranje od prirodnih katastrofa, probabilistički modeli za procenu rizika, Nat CAT XL, Cat Bonds

### **I. Uvod**

Prirodna katastrofa je događaj izazvan prirodnim silama, odnosno realizacijom primarnih ili sekundarnih rizika,<sup>3</sup> koji državu izlaže značajnim ekonomskim gubici-

---

<sup>1</sup> Dr Jelena Doganjić, dipl. ek, rukovodilac Službe za aktuarske poslove i poslove upravljanja rizicima, „Milenijum osiguranje“ a. d. o, Beograd  
imejl: doganjić.jelena75@gmail.com

<sup>2</sup> Dr Marija Paunović, ovlašćeni aktuar, „Milenijum osiguranje“ a. d. o. Beograd  
imejl: majap@rcub.bg.ac.rs

Rad je primljen: 13. aprila 2021.

Rad je prihvaćen: 21. aprila 2021.

<sup>3</sup> Tipični primeri primarnih rizika jesu tropski cikloni, zemljotresi i zimske oluje, za koje se vezuju najveće prirodne katastrofe u svetu, sa štetama ekstremno visokih razmera. Sekundarni rizici, poput poplava,

ma i zbog kog hiljade ljudi stradaju, a nekada desetine ili čak stotine hiljada ljudi ostaju bez posla i doma. Budući da prirodna katastrofa podrazumeva širok spektar ljudskih, socioloških, finansijskih, ekonomskih i ekoloških uticaja, sa potencijalno dugotrajnim višegeneracijskim efektima, finansijsko upravljanje tim uticajima ključni je izazov za pojedince, preduzeća i vlade država. Osiguranje i reosiguranje, podržani sveobuhvatnim pristupom procene rizika, svrstavaju se među ključne oblike finansijske zaštite od katastrofalnih događaja.

Poslednjih decenija uočava se tendencija rasta ekonomskih gubitaka od prirodnih katastrofa. Period od dve uzastopne godine s najvišim iznosima šteta izazvanih prirodnim katastrofama u svetu je bio period 2017/2018. godine, kada su štete od prirodnih katastrofa pokrivene osiguranjem iznosile čak 219 milijardi USD,<sup>4</sup> od čega se više od polovine tog iznosa odnosilo na štete nastale realizacijom sekundarnih rizika. Međutim, postoji velik jaz između stvarno nastalih šteta i dela tih šteta koje su pokrivene osiguranjem. Primera radi, procene su da je od ukupnog iznosa šteta od prirodnih katastrofa iz 2017. i 2018. godine, čak oko 280 milijardi USD<sup>5</sup> ostalo nepokriveno osiguranjem.

Primeri nedovoljne pokrivenosti osiguranjem šteta nastalih u prirodnim katastrofama javljaju se i na ovim prostorima. Tako u katastrofalnim poplavama koje su pogodile Srbiju, Bosnu i Hercegovinu i Hrvatsku 2014. godine, izazvanim velikim kišama indukovanih poljem niskog vazdušnog pritiska („lvet“) koje se formiralo iznad Jadranskog mora, najveći deo šteta nije bio pokriven osiguranjem. Od ukupnog iznosa šteta iz tog događaja u Srbiji, koji se procenjuje na oko 1,7 milijardi evra, svega 2% do 3% je, prema procenama, bilo pokriveno osiguranjem.

Najčešće navođena objašnjenja zašto je osiguranjem nepokriven značajan deo šteta iz prirodnih katastrofa su sledeća: (1) nedovoljna upoznatost građana, ali i države, sa osiguranjem od prirodnih katastrofa, (2) nedostatak svesti potencijalnih osiguranika o riziku, jer oni i dalje često osiguranje smatraju dodatnim troškom, (3) shvatanje građana i pravnih lica da država ima obavezu da pokrije štetu nastalu usled prirodne katastrofe i dr. S druge strane, osiguravači oklevaju da obezbede pokriće tamo gde je procena rizika otežana i, kao tradicionalno konzervativni, nude uži opseg pokrića za prirodne katastrofe.

---

oluja sa grmljavinom, snežnih i ledenih oluja, suše, požara i dr. realizuju se češće od primarnih rizika i uzrokuju manje štete nego one nastale usled realizacije primarnih rizika, ali su i te štete katastrofalnih razmera. Često se sekundarni rizici realizuju kao posledica primarnih rizika od prirodnih katastrofa (na primer požar nakon zemljotresa), ali sekundarni rizici, razume se, mogu se realizovati i nezavisno od realizacije primarnih rizika.

<sup>4</sup> Najveće prirodne katastrofe su u 2017. godini izazvali uragani Harvi, Irma i Marija, a u 2018. godini tajfun Jebi i požar „Kamp fajer“.

<sup>5</sup> Swiss Re Institute, „Natural catastrophes and man-made disasters in 2018: secondary perils on the frontline“, *Sigma* 2/2019, Swiss Re Institute, 2019, p. 8.

Ipak, postojeći jaz u osiguravajućoj zaštiti može se smatrati i kao prilika za osiguravače da povećaju prodaju usluga osiguranja koje pomažu pri upravljanju finansijskim poteškoćama koje izazivaju prirodne katastrofe. Prepoznajući osiguranje kao jedno od ključnih sredstava finansijske zaštite od katastrofalnih događaja, UN, Svetska banka, GEF, SECO, G7 i mnoge druge međunarodne institucije poslednjih godina pokrenule su niz inicijativa i projekata. Cilj tih inicijativa je pružanje zaštite od prirodnih katastrofa na međunarodnom, državnom, regionalnom ili na individualnom nivou.

## **II. Upravljanje rizicima od prirodnih katastrofa**

Obim šteta izazvanih prirodnom katastrofom zavisi od intenziteta delovanja prirodnih sila, ali i od faktora na koje utiče čovek (npr. konstrukcija građevinskih objekata, infrastruktura i dr.), kao i od spremnosti društva da efikasno reaguje na području pogođenom katastrofom.

Katastrofalne štete izazvane prirodnim katastrofama i njima dalje izazvane krize mogu se desiti u bilo koje vreme i na bilo kom mestu u svetu. Kao vodič za zaštitu, upravljanje krizama i za ograničenje visine šteta koje potencijalno mogu nastati, razvijen je „Koncept otpornosti na prirodne katastrofe“. Taj koncept obuhvata sinhronizovanu **pripremu** za katastrofalne događaje (kroz analizu vrsta i intenziteta potencijalnih događaja i pripreme za te događaje), **prevenciju** (kroz preventivne aktivnosti za, koliko je moguće, ublažavanje posledica prirodnih katastrofa), **zaštitu** (aktivnosti zaštite života, zdravlja i imovine), **reakciju** na prirodne katastrofe (aktivnosti ograničavanja visine štete nakon nastanka katastrofe), i, na kraju, mere finansijske zaštite i **obnovu** nakon katastrofalnih događaja, radi povratka na normalan nivo aktivnosti.<sup>6</sup>

U poslednjim decenijama, države suočene s rizicima od prirodnih katastrofa moderne ere ulažu sve veće napore na poboljšanju otpornosti na katastrofalne događaje. Ipak, države iz grupe siromašnijih, koje imaju lošu infrastrukturu i spor javni sektor, nisu u stanju da uspostave adekvatan koncept otpornosti na prirodne katastrofe. Dugoročne posledice ranjivosti siromašnijih zemalja u tom pogledu su neizbežne, a statistika šalje jasnu poruku: u siromašnijim državama od prirodnih katastrofa umire veći broj ljudi nego u bogatim državama, posmatrano kako u apsolutnim brojevima tako i u relativnim odnosima, kroz učešće broja nastradalih u odnosu na ukupno stanovništvo. To se objašnjava time što, u siromašnim delovima sveta, ekstremne vremenske prilike, poput poplava i suša, predstavljaju veću opasnost i za život ljudi i za ekonomiju i uslove života čitavih zajednica nego za razvijene delove sveta.

---

<sup>6</sup> Munich Re, "Natural catastrophes 2016 Analyses, assessments, positions", *Topics Geo*-2017 Issue, Munich Re, 2017, pp. 12–13.

Mitigacija rizika jedna je od najvažnijih vrsta alata koje država može da koristi u upravljanju rizikom od prirodnih katastrofa. Jer, iako država mora učiniti sve što može da smanji posledice prirodnih katastrofa (npr. tako što će zabraniti gradnju u zonama poplava) ipak, nakon što se uradi sve što je moguće na prevenciji, ona mora da ima i mogućnosti prenosa dela rizika.

Mnoge nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju imaju ograničenu finansijsku sposobnost da reaguju na prirodne katastrofe, i to iz sledećih razloga: (1) imaju mali fiskalni prostor za diskrecionu potrošnju, (2) imaju ograničene mogućnosti za dobijanje sredstava neposredno nakon prirodnih katastrofa i (3) imaju relativno nizak kreditni potencijal. Takve zemlje se uglavnom oslanjaju na spoljnu pomoć i zajmove za oporavak u slučaju katastrofe. Ali takva *ex-post* politika može biti neefikasna, s nepredvidivim rezultatima, ali i skupa ako se zemlja zadužuje.

Jedan od najboljih načina mitigacije rizika prirodnih katastrofa jeste osiguranje, odnosno reosiguranje. Tu činjenicu, čak i formalno, na najvišem nivou, potvrđuju, pored ostalog, i Pariski sporazum (*Paris Agreement*<sup>7</sup>) i Sendajski okvir za smanjenje rizika od katastrofa u periodu 2015–2030. godine (*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*<sup>8</sup>) koji su, kao ključne prioritete, izdvojili ulaganje u prenos rizika od katastrofa i osiguranje na globalnom, nacionalnom i lokalnom nivou.

### III. Procena rizika od prirodnih katastrofa

Upravljanje rizicima osiguranja od prirodnih katastrofa sprovodi se kroz tri osnovna principa: agregacija individualnih rizika, segregacija individualnih rizika u posebne grupe i kontrola moralnog hazarda. S obzirom na visok intenzitet katastrofalnih šteta, opšti je zahtev i da kapital osiguravača koji nude usluge osiguranja od prirodnih katastrofa mora biti visok i takav da obezbedi visoku stopu preživljenja. Kao veoma važan oblik upravljanja rizicima izdvaja se i reosiguranje, tj. prenos viška rizika iznad kapaciteta osiguravača na reosiguravača.

Kod osiguranja standardnih rizika (koji nisu rizici od katastrofa) i koji nisu u korelaciji, ukupan agregatni rizik je manji od sume pojedinačnih rizika, jer se ovi rizici ne realizuju na istom mestu i u isto vreme (čime se obezbeđuje disperzija rizika). S druge strane, kod rizika od prirodnih katastrofa, prednosti klasičnog agregiranja rizika se gube, jer su individualni rizici zavisni (međusobno korelisani) i ukupan agregatni rizik se povećava. To dalje znači da osiguravači koji, kroz pul rizika, osiguravaju jedan tip prirodne katastrofe moraju da ispune veoma visoke zahteve za kapitalom, ukoliko nemaju adekvatno reosiguranje. Da bi to obezbedili, oni moraju da povise

---

<sup>7</sup> United Nations, Framework Convention on Climate Change, Decision 1/CP.21, Adoption of the Paris Agreement, 2016.

<sup>8</sup> United Nations Office for Disaster Risk Reduction, "Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030", *Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction in Sendai, Japan*, 2015.

premiju osiguranja od određenog tipa prirodne katastrofe i, ako je to povećanje značajno, potencijalni osiguranici mogu odustati od kupovine te usluge. Ipak, i dalje je moguće da osiguravači učine katastrofalne rizike osigurljivim. Najčešći način jeste vezivanje osiguranja više vrsta prirodnih katastrofa u jednu uslugu. Na primer, poplava i zemljotres mogu biti pokriveni jednim ugovorom o osiguranju (polisom osiguranja), i dok god su ovi pojedinačni tipovi prirodnih katastrofa međusobno nekorelisani, udruživanje rizika vodi manjem agregatnom riziku nego što svaki od tih tipova individualno nosi. Takođe, disperzija rizika se postiže i pružanjem usluge osiguranja od prirodnih katastrofa, na različitim geografskim područjima.

Pored pozitivnih efekata, koji se postižu vezivanjem više vrsta prirodnih katastrofa u jednu uslugu osiguranja, osiguranje od prirodnih katastrofa najbolje funkcioniše kada postoji segregacija između visoko i nisko rizičnih osiguranika. Kroz ovu tehniku osiguravači umanjuju očekivane štete, kao rezultat dva procesa. Prvo, ako u svom portfelju osiguravač, kroz postupak osiguravanja, izvrši podelu na visokorizične i niskorizične osiguranike, varijanca rezultata tog portfelja biće niža nego varijanca portfelja u kome osiguranici nisu bili podeljeni prema rizičnosti. To umanjeње varijabilnosti umanjuje rizik od gubitaka na strani osiguravača. Drugo, podelom osiguranika prema rizičnosti osiguravači adekvatnije procenjuju premiju, tako da ona bolje odražava doprinos svakog individualnog osiguranika pulu rizika. Takav pristup ima brojne prednosti, a i sami osiguranici postaju svesni troškova svog rizičnog ponašanja.

Treći način na koji osiguravači umanjuju nivo katastrofalnih rizika (šteta), kojima mogu biti izloženi, jeste kontrola moralnog hazarda, to jest promene ponašanja osiguranika prema imovini koja je predmet osiguranja (zato što je svoj lični rizik preneo na društvo za osiguranje). Primera radi, osiguranik može biti manje zainteresovan da zaštiti svoje domaćinstvo kada je poplava neizbežna, jer zna da će osiguravač nadoknaditi štetu.

Osiguravači primenjuju različite tehnike kako bi umanjili efekte moralnog hazarda, a najčešća je primena franšize. Za razliku od osiguranja od događaja koji su povezani s relativno malim štetama, kod kojih se dobri efekti ostvaruju primenom nominalne (fiksne) franšize, kod osiguranja od prirodnih katastrofa delotvornije je ugovaranje procentualne franšize. Ta tehnika podrazumeva da osiguravač i osiguranik srazmerno učestvuju u šteti i da osiguranik ima poseban interes da se ponaša na način koji će umanjiti potencijalnu štetu od katastrofalnog događaja. Takođe, značajna tehnika za umanjeње moralnog hazarda jeste uvođenje određenih isključenja iz osiguranja, na primer kod osiguranja poplava isključenje objekata koji se nalaze u blizini rečnih korita ili vodenih basena.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Jelena Doganjić, Živorad Ristić, "Catastrophe insurance – contemporary trends", *Insurance in the post-crisis era*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2018, pp. 275–290.

## **IV. Modeli za utvrđivanje premije osiguranja i reosiguranja od prirodnih katastrofa**

Ne postoji jedinstvena metodologija utvrđivanja premije osiguranja od prirodnih katastrofa, ali je opšti zahtev da ona bude procenjena na osnovu svih očekivanih budućih troškova vezanih za transfer rizika šteta na osiguravača, odnosno reosiguravača, uz ispunjenje uslova profitabilnosti.

S obzirom na kompleksnost osiguranja od prirodnih katastrofa, obračun riziko-premije ovog osiguranja sve se ređe vrši tradicionalnim determinističkim metodama, jer su one nedovoljne i neprilagođene ovom tipu rizika. U slučaju nedostatka reprezentativnih statističkih podataka, u praksi se često koriste raspoloživi statistički podaci koji mogu da budu upotrebljivi uz određene rezerve, ograničenja i odstupanja. Ti podaci zasnivaju se na intuiciji ili znanju eksperata. Primenom teorije fazi sistema mogu se dobiti zadovoljavajuća rešenja u slučajevima kada postoji problem neizvesnosti, nepouzdanosti, višeznačnosti i neodređenosti.<sup>10</sup> U segmentu ocene rizika u osiguranju ona se koristi kada ne postoje jasni, precizni ili dovoljni podaci neophodni za pouzdanu kvantifikaciju rizika. Fazi sistemi i fazi tehnologija predstavljaju matematički pristup na osnovu koga se određene neprecizne informacije mogu matematički modelirati, što predstavlja osnovu za računarsku obradu informacija pomoću brojnih modela i vrsta softverskog alata iz ove oblasti.<sup>11</sup> Razvoj tehnologija omogućava formiranje naprednijih, hibridnih modela, kao i primenu simulacija u određenim fazama modeliranja.

Simulacije u postupku modeliranja omogućavaju analizu efekata primene različitih uslova osiguranja (npr. franšize i limita pokrića), kao i analizu osetljivosti rezultata na primenu različitih parametara distribucija frekvencije i intenziteta šteta.<sup>12</sup>

Premija osiguranja od prirodnih katastrofa u savremenim uslovima procenjuje se modelovanjem – putem stohastičkih metoda tj. primenom teorije verovatnoće, korišćenjem statističkih raspodela, koje aproksimiraju kretanje šteta. Za modeliranje intenziteta šteta često se koristi neka od neprekidnih raspodela, sa „teškim repom“.

Raspodela verovatnoća šteta, koja se još naziva i kriva verovatnoće prekoračenja (*exceedance probability curve*), odražava verovatnoću da će se određeni iznos štete prekoračiti u određenom periodu. Na primer, za period simulacije od 10.000 godina, prvorangirana šteta po visini ima verovatnoću prekoračenja 1/10.000, odnosno 0,01%. Druga šteta po veličini ima verovatnoću prekoračenja od 0,02%, stota šteta po veličini ima verovatnoću prekoračenja od 1% itd. Te verovatnoće se takođe mogu

---

<sup>10</sup> Više o ovoj oblasti u Lotfi A. Zadeh, "Fuzzy sets", *Information and Control*, (8), 1965, pp. 338–353. i Hans-Jürgen Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and its Applications*, 4<sup>th</sup> Edition, Springer, 2001.

<sup>11</sup> Vladimir Gajović, Marija Paunović, "Applying fuzzy mathematics to risk assessment in insurance industry", *Tokovi osiguranja*, vol. 1, 2018, pp. 23–38.

<sup>12</sup> Jelena Kočović, Marija Koprivica, "An internal model for measuring premium risk when determining solvency of non-life insurers", *Economic Annals*, Vol. LXIII, No.217, Faculty of Economics, Belgrade, 2018, p. 109.

iskazati i kroz „povratne periode“ (*return periods*). Tako iznos štete kojoj odgovara povratni period od 100 godina ima verovatnoću od 1% da bude prekoračena u toku godine. Povratni period od npr. 100 godina ne znači da će se, ukoliko dođe npr. do poplave sa tim povratnim periodom, sledeća poplava dogoditi za oko sto godina, već to znači da u bilo kojoj godini postoji verovatnoća od 1% da će se takva šteta dogoditi, bez obzira na to kada je poslednji sličan događaj nastao.

Konveksan oblik krive verovatnoće prekoračenja u nižim povratnim periodima (visoke verovatnoće prekoračenja) ukazuje na to da je prosečna godišnja šteta (*Average annual loss - AAL*) visoko zavisna od vrednosti u nižim povratnim periodima. Takva kriva je tipična za katastrofalne štete koje imaju učestaliju frekvenciju, kao što su npr. oluje ili poplave. I obratno, konkavan oblik krive u nižim povratnim periodima ukazuje na to da je prosečna godišnja šteta više zavisna od šteta u višim povratnim periodima. Takav oblik krive tipičan je za katastrofalne štete koje imaju manje izraženu frekvenciju, kao što su, na primer, zemljotresi. Raspodele verovatnoća šteta mogu se formirati za bilo koju geografsku regiju, za određeni portfolio objekata ili za jedan pojedinačan objekat.

Zbog brojnosti i složenosti faktora rizika, pri formiranju tarife premije osiguranja prirodnih katastrofa moraju se rešiti sledeći problemi:

- među brojnim mogućim faktorima rizika treba izabrati najznačajnije, koji će biti sastavni deo tarife
- u okviru svakog faktora rizika treba opredeliti podgrupe faktora rizika
- potrebno je formirati adekvatan model obračuna premije za faktore rizika i njihove podgrupe.<sup>13</sup>

S obzirom na princip personalizacije rizika u osiguranju, s jedne strane, i zahtev za agregiranje rizika, s druge strane, raspodele verovatnoća se najčešće utvrđuju za homogene grupe rizika, za koje se onda utvrđuje premija osiguranja. U Tabeli br. 1 dat je primer faktora rizika koji se mogu koristiti za utvrđivanje premije u osiguranju od zemljotresa i poplave.

**Tabela 1. Primer faktora rizika koji utiču na visinu premije osiguranja od zemljotresa i poplave<sup>14</sup>**

Faktor rizika	Primer	Zemljotres	Poplava
Geografska lokacija – regija	CRESTA visoke ili niske rezolucije	Da	Da <sup>15</sup>
Geografska lokacija – detaljna	Precizna geografska širina i dužina posmatrane lokacije	Ne	Da

<sup>13</sup> Jelena Doganjić, Živorad Ristić, „Diferenciranje premija kao preduslov za zaštitu od premisske nestabilnosti i negativne selekcije rizika“, *Tokovi osiguranja 4/2011*, 2011, str. 27–31.

<sup>14</sup> Jelena Doganjić, Živorad Ristić, „Catastrophe insurance - contemporary trends“, *Insurance in the post-crisis era*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2018, p. 286.

<sup>15</sup> U primeni, mada je poželjnija detaljnija geografska lokacija.

Faktor rizika	Primer	Zemljotres	Poplava
Tip objekta	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stambeni</li><li>▪ Poslovni</li></ul>	Da	Da
Klasa konstrukcije	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Drvena konstrukcija</li><li>▪ Zidana konstrukcija</li><li>▪ Armirani beton</li><li>▪ ...</li></ul>	Da	Da
Spratnost objekta	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1-2</li><li>▪ 3-5</li><li>▪ 6+</li></ul>	Da	Ne ili retko
Godina izgradnje	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1941–1962</li><li>▪ 1963–2006</li><li>▪ &gt; 2006</li></ul>	Da	Ne
Lokacija stana/kancelarije	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Prizemlje</li><li>▪ Prvi sprat</li><li>▪ Ostali spratovi</li></ul>	Ne	Da
Podrumske prostorija	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Objekat ima podrum</li><li>▪ Objekat nema podrum</li></ul>	Ne	Da
Evaluacija prizemlja	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ &lt; 0.50m</li><li>▪ 0.50m - 1.00m</li><li>▪ &gt; 1.00m</li></ul>	Ne	Da

Ipak, pri utvrđivanju premije osiguranja od katastrofalnih rizika, ne sme se zanemariti činjenica da je upotrebljivost istorijskih podataka o katastrofalnim događajima ograničena, s obzirom na njihov mali opseg (katastrofe se retko događaju), kao i s obzirom na to da se portfolio objekata neprestano menja. Menjaju se broj i vrednost objekata osiguranja, materijali od kojih su izgrađeni, metode gradnje, troškovi popravke i dr. Posledično, istorijski podaci nisu pogodni za direktnu procenu očekivanih šteta i premije osiguranja.

Kao odgovor na te probleme, u savremenom dobu sve značajniju ulogu u osiguranju katastrofalnih događaja dobijaju probabalistički modeli (*probabalistic risk assessment models*), kao što su profesionalni softverski paketi poput *RMS*, *AIR*, *ERN*, *ARA*, *Risk Frontiers*, *RED* i dr, a poneki osiguravači ili veće brokerske kuće samostalno razvijaju svoje modele osiguranja od katastrofalnih rizika. Ti modeli (softveri) rezultat su rada multidisciplinarnih timova koje čine eksperti iz oblasti meteorologije, klimatologije, seizmologije, geofizike, hidrologije, aktuarstva, ekonomije i dr, koji primenjuju najsavremenija naučna znanja u proceni rizika.

Po pravilu, ti modeli sadrže sledeće elemente: Baza podataka o objektima, Generatori događaja, Modul za procenu intenziteta štete, Modul za procenu fizičkog oštećenja i Modul za procenu iznosa šteta pokrivenih osiguranjem:

- **Baza podataka** o objektima (*exposure database*) sadrži informacije o lokaciji objekata, njihovim tipovima (klasa konstrukcije, visina objekta, godina izgradnje, prisustvo podruma i dr.) i njihovoj zamenskoj vrednosti;



- **Generatori događaja** su katalozi simuliranih događaja, koji obuhvataju učestalost, jačinu, lokaciju i druge karakteristike čitavog spektra verovatnih katastrofalnih događaja. Ti katalozi sadrže desetine hiljada kompjuterski simuliranih katastrofalnih događaja, reprezentujući širok spektar mogućih događaja;
- **Modul za procenu intenziteta štete** simulira realizaciju katastrofalnog događaja, za svaku lokaciju za koju se očekuje da može biti pogođena, i simulira intenzitet opasnosti. Na primer, za zemljotres se intenzitet opasnosti izražava po skali očekivanih potresa tla i/ili po broju i intenzitetu požara koji mogu pratiti zemljotres;
- **Modul za procenu fizičkog oštećenja** simulira stepen oštećenja za svaki objekat na posmatranoj lokaciji koji može biti pogođen, i to primenom intenziteta simuliranih događaja na portfolio (objekte) koji su izloženi tim događajima. Stepem oštećenja koji se očekuje na objektima različitih tipova konstrukcije i namene izražava se kroz simulirane raspodele verovatnoća šteta;
- U okviru **Modula za procenu šteta pokrivenih osiguranjem** vrši se simulacija potencijalne visine šteta po uslovima koji su dati u ugovoru osiguranja – deo ukupne štete procenjene modulom fizičkog oštećenja, koji je pokriven osiguranjem.

Krajnji rezultat tih softvera jeste simulacija šteta za deset ili čak nekoliko desetina hiljada stohastičkih godina, za posmatrani portfelj. Ti podaci, uz bazu podataka o objektima, predstavljaju ulazne parametre za utvrđivanje premije osiguranja.

Prosečna očekivana godišnja šteta (AAL), koja se dobija na osnovu krive prekoračenja štete obično se uzima kao mera rizika, za posmatrani broj simulacija. Dalje, riziko-premijska stopa, pre dodatka za sigurnost, može se utvrditi kao količnik prosečne očekivane godišnje štete i vrednosti objekta iz baze podataka o objektima. Dodatak za sigurnost, za slučaj odstupanja od očekivane vrednosti prosečne štete, u praksi se izračunava pomoću modela standardne devijacije, modela varijance ili, najčešće, pomoću modela očekivanog gubitka. Pri utvrđivanju ukupne premije osiguranja treba uzeti u obzir i očekivane troškove i očekivanu dobit.<sup>16</sup>

U narednoj tabeli prikazan je primer rezultata stohastičkog modela – krive verovatnoće prekoračenja za pojedinačne štetne događaje (*Occurence exceeding probability* – OEP) i za kumulativne godišnje iznose šteta, za sve štetne događaje (*Aggregate exceeding probability* – AEP).

---

<sup>16</sup> Jelena Doganjić, „Upravljanje rizikom adekvatnosti premije u neživotnom osiguranju“, Ekonomski fakultet Univerziteta u Prištini, *Ekonomski pogledi* 1/2015, Kosovska Mitrovica, ISSN 1450-7951, 2015, str. 85–98.

Tabela 2. Primer rezultata stohastičkog modela

Verovatnoća	Iznos pojedinačne štete	Povratni period	Verovatnoća prekoračenja	Iznos pojedinačne štete	Kumulativni iznos šteta
0.01%	<b>170.952</b>	10000	0,01%	<b>170.952</b>	178.140
0.01%	<b>151.691</b>	5000	0,02%	<b>151.691</b>	159.838
0.01%	141.571	2000	0,05%	<b>122.701</b>	130.936
0.01%	133.451	1000	0,10%	<b>101.167</b>	109.357
0.01%	<b>122.701</b>	500	0,20%	81.644	90.336
0.01%	117.579	250	0,40%	61.882	70.270
0.01%	112.923	100	1,00%	41.887	50.470
0.01%	108.707	50	2,00%	29.353	37.623
0.01%	104.891	25	4,00%	18.941	26.176
0.01%	<b>101.167</b>	20	5,00%	16.429	25.800
0.01%	99.001	10	10,00%	9.306	15.002
...	...	5	20,00%	5.466	10.211
...	...	2	50,00%	1.554	3.123

Izvor: Autori – na osnovu prakse u korišćenju stohastičkih modela

## V. Vrste osiguranja od prirodnih katastrofa

Adekvatna osiguravajuća zaštita ublažava uticaj prirodnih katastrofa (1) motivisanjem osiguranika da preduzmu preventivne mere kako bi platili nižu premiju osiguranja (osiguravači utvrđuju premiju prema visini rizika, i nude nižu premiju kada osiguranik sprovodi mere na umanjenju rizika) i (2) isplatom naknada šteta nakon katastrofe, čime se vrši finansijska zaštita oštećenih, tako da se s obnovom oštećene imovine može započeti bez odlaganja.

Tržište osiguranja može dati važan doprinos upravljanju rizicima od prirodnih katastrofa, podsticanjem pravilnog upravljanja rizicima i obezbeđivanjem izvora finansiranja za oporavak i obnovu nakon katastrofe. Isplata naknade štete, koja se nakon prirodne katastrofe vrši od strane osiguravača osiguranim oštećenim licima, obezbeđuje tim licima da se brže oporave, što smanjuje finansijski pritisak na domaćinstva, preduzeća i državu.

Postoji nekoliko osnovnih podela vrsta osiguranja od prirodnih katastrofa:

- osiguranje koje pokriva jednu opasnost od prirodnih katastrofa ili osiguranje koje pokriva više opasnosti od prirodnih katastrofa;
- dobrovoljno ili obavezno (propisano zakonom) osiguranje prirodnih katastrofa i

- standardno osiguranje od prirodnih katastrofa, mikroosiguranje od prirodnih katastrofa ili osiguranje budžetske zaštite.

Osiguranje prirodnih katastrofa obično pokriva nekoliko opasnosti (npr. poplava i zemljotres ili neka druga kombinacija). Kombinovanjem različitih opasnosti od prirodnih katastrofa u jednoj usluzi osiguranja, osiguravači povećavaju disperziju rizika. Ali postoje i slučajevi kada osiguranje od prirodne katastrofe pokriva samo jednu opasnost (npr. od poplave). Pored toga, ti rizici su u funkciji velikog broja parametara i određuju se za svaki receptor zasebno.<sup>17</sup> Predloženi su i razvijeni brojni modeli višekriterijumske analize rizika, koji se mogu prilagoditi i koristiti za analizu i simulaciju rizika od prirodnih katastrofa.<sup>18</sup>

Dobrovoljno osiguranje od prirodnih katastrofa, kao osiguranje od jedne ili više opasnosti, obično se nudi zajedno sa drugim osiguranjima ili kao njihov dodatak. Takvom ponudom osiguravači nastoje da izbegnu nepovoljnu selekciju rizika, to jest slučaj da osiguranje kojim se pokriva prirodna katastrofa kupuju samo osiguranici smešteni u zonama visokog rizika, izloženim prirodnim katastrofama. Kao primer može se navesti usluga osiguranja namenjena osiguranju stanova i kuća od požara i drugih opasnosti, kojim se, uz pokriće standardnih rizika (požar, eksplozija, oluja i dr.) pokriva npr. i rizik od poplave.

Obavezno osiguranje od prirodnih katastrofa mehanizam je koji, pored ostalog, ima za cilj i smanjenje pritiska na budžet države kada prirodna katastrofa nastane. Za razvoj obaveznog osiguranja od prirodnih katastrofa (najčešće kroz fondove više osiguravača ili države) vezuju se brojni izazovi. Poseban izazov je da se definiše odgovarajuća uloga javnog sektora, jer takav model mora uskladiti interese i privatnog i javnog sektora i to mora biti kombinacija u kojoj svi dobijaju. Tipični primeri obaveznog osiguranja od prirodnih katastrofa jesu pokrića koja pruža Turski fond za osiguranje od katastrofa (*TCIP – Turkish Catastrophe Insurance Pool*), sa oko 9,5 miliona domova osiguranih od zemljotresa u 2020 godini,<sup>19</sup> i Osiguravajući fond od prirodnih katastrofa u Rumuniji (*PAID – Insurance Pool against Natural Disasters of Romania*), sa više od 1,7 miliona domova osiguranih od poplave, zemljotresa i klizišta.<sup>20</sup>

Osiguranja od prirodnih katastrofa međusobno se razlikuju i po tome da li se prodaju kao standardna osiguranja – kada se pokriva vrednost osiguranih objekata, ili se prodaju kao mikroosiguranja – kada se po pristupačnoj ceni obezbeđuje zaštita obično nižeg obima ili se prodaju kao osiguranje budžetske zaštite. Standardno osiguranje od prirodne katastrofe je osiguranje koje pokriva štete

---

<sup>17</sup> M. Kerkez, V. Gajović, G. Puzić (2017), "Flood risk assessment model using the fuzzy analytic hierarchy process", *Progress in Economic Sciences*, Instytut Ekonomiczny Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Staszica w Pile, 4, pp. 271–282.

<sup>18</sup> Gajović, V., Kerkez, M., Kočović, J., "Modeling and simulation of logistic processes: risk assessment with a fuzzy logic technique", *SAGE Journal. Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, Vol. 94(6), 2018, pp. 507–518.

<sup>19</sup> <https://dask.gov.tr/tcip/zorunlu-deprem-sigortasi-istatistikler.html> – pristupljeno 8. 4. 2021.

<sup>20</sup> The Insurance Pool against Natural Disasters, "Raportul privind solvabilitatea si situatia financiara 2020", *PAID*, 2021, p. 3.

izazvane realizacijom prirodne katastrofe do osigurane sume (koja zavisi od vrednosti osiguranog predmeta), ali ne iznad limita koji dozvoljava osiguravač. Mikroosiguranje od prirodnih katastrofa je osiguranje sa niskim iznosima osiguranih naknada (npr. 1 do 2 hiljade evra ili neka druga, relativno niska vrednost). Ciljna grupa za tu vrstu osiguranja obično su domaćinstva sa niskim primanjima to jest umereno siromašna domaćinstva (ona iznad granice siromaštva, ali podložna da, u slučaju neočekivanih izdataka, skliznu ispod granice siromaštva). Ciljna grupa za mikrousluge osiguranja od prirodnih katastrofa ponekad su i mala i srednja preduzeća.

Osiguranje budžetske zaštite države ili lokalnih samouprava od šteta koje izazivaju prirodne katastrofe jeste osiguranje namenjeno zaštiti budžeta usled nepredviđenih isplata za pomoć preduzećima, stanovništvu, poljoprivrednicima i drugim oštećenim licima, ili usled sprovođenja neplaniranih popravki oštećene infrastrukture nakon katastrofalnih događaja.

## **VI. Vrste reosiguranja od prirodnih katastrofa**

Međunarodna tržišta reosiguranja, kako tradicionalna tako i alternativna, podržana razvojem i inovacijama poslednjih godina, mogu doprineti upravljanju rizicima kroz jačanje kapaciteta osiguravača i kroz profesionalnu podršku pri kvantifikaciji rizika od prirodnih katastrofa. Globalna priroda međunarodnog tržišta reosiguranja omogućava da se deo šteta nastalih od prirodnih katastrofa nadoknadi na međunarodnom tržištu, čime se umanjuje pritisak na finansijski sistem jedne države. Udruživanje rizika od strane reosiguravača omogućava dodatnu diverzifikaciju, pored diverzifikacije rizika koju ostvaruju primarni osiguravači, pružajući dodatni kapacitet za apsorpciju rizika po nižoj ceni nego što bi to osiguravač mogao sam da obezbedi.<sup>21</sup> Kako je prethodno objašnjeno u ovom radu, ako su rizici koncentrisani u visokoj izloženosti jednom ekstremnom događaju ili nizu takvih događaja, primarni osiguravač treba da poseduje velik kapital da bi pokrio veliku nestabilnost potencijalnih šteta. Međutim, ako su rizici diverzifikovani, kroz reosiguranje, tada je osiguravaču za pokrivanje izloženosti ekstremnim događajima potrebno manje kapitala. Reosiguravači takođe mogu kupiti retrocesiju za svoje izloženosti, obično pokrivajući ekstremne rizike, to jest događaje koji imaju nisku potencijalnu frekvenciju, ali ekstremno visok intenzitet.

Uobičajeno je da tradicionalni ugovori o reosiguranju, koji ne pokrivaju prirodne katastrofe, imaju prioritet nad ugovorima o reosiguranju kojima se pokrivaju prirodne katastrofe. Naime, najčešće se ugovori reosiguranja od prirodnih katastrofa primenjuju na iznos štete preostale nakon primene tradicionalnih reosiguranja, kao što su kvotno reosiguranje, ekscedentno reosiguranje i dr. Ali ponekad se dešava

---

<sup>21</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development, "The Contribution of Reinsurance Markets to Managing Catastrophe Risk", *OECD*, 2018, p. 3.

da se dogovori i primeni reosiguravajuće pokriće od prirodnih katastrofa čak i bez prethodnog tradicionalnog reosiguranja.<sup>22</sup>

Uobičajeni oblici reosiguravajućeg pokrića za štete nastale kao posledica prirodnih katastrofa jesu pokrića koja se obezbeđuju kroz *Nat CAT XL (Natural catastrophe excess-of-loss)* ugovore i *Aggregate Stop Loss* ugovore.

*Nat CAT XL* reosiguranje koristi se kada je potencijal akumulacije šteta visok i kad ovo osiguranje pokriva agregirane/akumulirane štete iznad ugovorenog odbitka (*layer-a*), do ugovorenog maksimalnog limita. Ta vrsta reosiguranja može se ugovoriti za određeni štetni događaj (*per occurrence*) ili za niz štetnih događaja (*per aggregate*). *Per occurrence Nat CAT XL* pokriće štiti osiguravača od veoma visokih katastrofalnih šteta po jednom štetnom događaju, dok se *Aggregate Nat CAT XL* pokriće koristi za češće katastrofalne događaje koji imaju niži intenzitet.

Na primer, pretpostavimo da osiguravač pruža osiguravajuće pokriće svom osiguraniku koji ima objekte na nekom području i da taj osiguravač, radi svoje zaštite, ima i reosiguranje sa kvotom 40% : 60%, kao i *Nat CAT XL* reosiguranje 10.000.000 XS i 1.500.000 za dodatnu zaštitu, nakon primene kvotnog reosiguranja, u slučaju prirodne katastrofe od zemljotresa određenog intenziteta. U slučaju da takav zemljotres pogodi područje na kom se nalaze osigurani objekti, većina tih objekata će pretrpeti štetu. Osiguravač će, u okviru granica ugovora o osiguranju, nadoknaditi štetu osiguranicima, a deo štete će refundirati od reosiguravača, prvo realizacijom kvotnog ugovora o reosiguranju, a zatim primenom ugovora o reosiguranju kojim je pokriven rizik od zemljotresa, do limita ugovora o reosiguranju.

U Tabeli br. 3 dat je primer funkcionisanja takvog pokrića rizika.

**Tabela 3. Primer transfera rizika od prirodne katastrofe putem *Nat CAT XL* ugovora (iznosi u 000)**

Broj ugovora osiguranja	Iznos štete koju pokriva osiguravač	Iznos štete koju pokriva reosiguravač (60%) primenom kvotnog reosiguranja	Iznos štete koji zadržava osiguravač nakon primene kvotnog ugovora o reosiguranju ( <i>Net Pre Nat CAT</i> )	Iznos štete koju pokriva reosiguravač po osnovu <i>Nat CAT XL</i> (10M XS 1,5M)	Iznos šteta koje zadržava osiguravač nakon primene <i>Nat CAT XL (Net Post Nat CAT)</i>
1	10	6	4	6.500	1.500
2	1	0,6	0,4		
3	7,5	4,5	3		
...	...	...	...		
3.000	2,5	1,5	1		
Ukupno	20.000	12.000	8.000		

<sup>22</sup> Jelena Doganjić, "Natural catastrophe risk management", *Insurance market after Covid 19*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2020, pp. 329–344.

Kao i bilo koji XL ugovor o reosiguranju i Nat CAT XL ugovor o reosiguranju može biti ugovoren kroz nivoe (*Layer-e*), čime se omogućava lakše plasiranje rizika u reosiguranje, jer reosiguravači koji učestvuju u reosiguravajućem pulu mogu da odaberu koji nivo rizika žele da pokriju. Ako osiguravač iz prethodnog primera kupi Nat CAT XL ugovor sa dva nivoa (*layer-a*):

Nivo 1: 2.500.000 XS 1.500.000 i

Nivo 2: 7.500.000 XS 4.000.000,

on će primiti naknadu po osnovu oba nivoa reosiguravajućeg pokrivača, a iznos štete koju će zadržati biće jednak ugovorenom nivou odbitka (*samopridržaja*) koji je utvrđen ugovorom o reosiguranju.

U Tabeli br. 4 prikazani su rezultati navedenog primera.

**Tabela 4. Primer transfera rizika prirodne katastrofe putem Nat CAT XL ugovora sa više nivoa (iznosi u 000)**

Broj ugovora osiguranja	Iznos štete koju pokriva osiguravač	Iznos štete koju pokriva reosiguravač (60%) primenom kvotnog reosiguranja	Iznos štete koji zadržava osiguravač nakon primene kvotnog ugovora o reosiguranju ( <i>Net Pre Nat CAT</i> )	Iznos štete koju pokriva reosiguravač po osnovu Nat CAT XL Nivo 2 (7,5M XS 4 M)	Iznos štete koju pokriva reosiguravač po osnovu Nat CAT XL Nivo 1 (2,5M XS 1,5M)	Iznos šteta koje zadržava osiguravač nakon primene Nat CAT XL ( <i>Net Post Nat CAT</i> )
1	10	6	4	4.000	2.500	1.500
2	1	0,6	0,4			
3	7,5	4,5	3			
...	...	...	...			
3,000	2,5	1,5	1			
Ukupno	20.000	12.000	8.000			

*Aggregate stop loss* reosiguranje pokriva deo ukupnih šteta cedenta (nekatastrofalnih i katastrofalnih) tokom perioda (obično godinu dana) iznad dogovorenog samopridržaja (obično se dogovara kao procenat ukupne neto premije ili kao unapred utvrđeni racio šteta). To pokriva pomaže u zaštiti od ozbiljnih šteta izazvanih katastrofalnim događajima, iako se pruža na osnovu iskustva sa štetama u određenom periodu (uobičajeno u određenoj godini), a ne kao pokrivač vezano za pojavu određenih događaja. Ta vrsta ugovora se koristi za zaštitu ukupnih rezultata osiguranja (pogotovo velikih kolebanja šteta), uobičajeno takođe nakon primene drugih tipova ugovora o reosiguranju.

**Alternativni ugovori o reosiguranju** svrstavaju se među najinovativnija pokrivača za prirodne katastrofe koja su dostupna na svetskom tržištu danas. Prema procenama kuće „Swiss Re“, tim ugovorima pokriveno je oko 25% osiguranih rizika

od katastrofalnih događaja. Međutim, taj tip reosiguravajućeg pokrića i dalje nije dozvoljen u regulativama mnogim državama. Najčešći alternativni ugovori reosiguranja su *ILS* ugovori (*Insurance Linked Securities*), a postoje i brojne druge vrste alternativnog reosiguranja (poput kolateralizovanog reosiguranja) koje su takođe široko zastupljene na međunarodnom tržištu.

Najčešći oblik *ILS*-a su *CAT* obveznice (*CAT Bonds*). Te obveznice su dužnički instrumenti uobičajeno visokog prinosa (u poređenju s ostalim obveznicama sa fiksnim prinosom – jer uključuju i rizik katastrofalnih događaja) za kupce tih obveznica, smišljeni da obezbede novac za re/osiguravače u slučaju prirodne katastrofe. *CAT* obveznica omogućava re/osiguravaču da prima sredstva po osnovu obveznice samo ako se realizuju određeni uslovi – katastrofalan događaj i određena vrednost ugovorenog okidača za isplatu naknade. Ako se realizuje ugovoreni okidač (pokretač) za isplatu re/osiguravaču, obaveza plaćanja kamate i otplate glavnice odlaže se ili se potpuno povlači.

Transakcija sa *CAT* obveznicom započinje osnivanjem nezavisnog Entiteta za posebne namene (*special purpose entity – SPE*). Sponzor (osiguravač ili reosiguravač) koji želi da obezbedi pokriće za svoju izloženost riziku od katastrofalnog događaja zaključuje ugovor sa Entitetom za posebne namene i plaća premiju. *SPE* je zadužen za izdavanje obveznice i njeno plasiranje na finansijskom tržištu. Sredstva koja se prikupe plasiranjem te obveznice deponuju se na zaseban račun i po pravilu bi dalje trebalo da se investiraju u visoko likvidne hartije od vrednosti, sa stabilnim rejtingom. Ako se katastrofalni događaj ne realizuje u periodu definisanom ugovorom, obveznice se isplaćuju u celosti. Ako se ugovoreni događaj dogodi i postignu se predviđeni pokretači u ugovoru, sva sredstva se povlače sa bilateralnog računa u korist sponzora koji ih koristi za plaćanje dospelih potraživanja. Vrednost obveznice prilagođava se shodno tome.<sup>23</sup> Ako je ukupna šteta iz katastrofalnog događaja veća od vrednosti obveznice, investitori se odriču svojih prava na naplatu po osnovu obveznice koju su kupili (kamata i glavnica). Ako je ukupan gubitak od osiguranog slučaja manji od vrednosti obveznice, saldo nakon isplate sponzoru vraća se investitoru.

Poslovi povezani sa *CAT* obveznicama vezuju se za brojne rizike, poput kreditnog rizika, rizika likvidnosti, rizika modeliranja itd. Ipak, razvoj alternativnog tržišta reosiguranja pozitivno je uticao na dostupnost pokrića reosiguranja, olakšao ulazak dodatnog kapitala i ublažio rast i volatilnost cena reosiguranja, koje su se istorijski javljale posle velikih katastrofalnih događaja,<sup>24</sup> što se smatra važnim doprinosom ovog oblika reosiguravajućeg pokrića upravljanju rizicima od prirodnih katastrofa.

<sup>23</sup> N. Tešić, B. Paunović, P. Katanić, P. "Alternative mechanisms of transferring catastrophe risks to the capital market", *Insurance Market After Covid – 19*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2020, str. 344.

<sup>24</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development, "The Contribution of Reinsurance Markets to Managing Catastrophe Risk", *OECD*, 2018, str 16.

## VII. Zaključak

Upravljanje rizicima od prirodnih katastrofa predstavlja veliki izazov za pojedince, preduzeća i vlade, kako u razvijenim zemljama tako i u zemljama u razvoju. Usluge osiguranja i reosiguranja imaju važan doprinos upravljanju rizicima od prirodnih katastrofa, i to obezbeđenjem izvora finansiranja oporavka i rekonstrukcije nakon katastrofe. Globalno tržište reosiguranja, tradicionalno i alternativno, pruža dodatni izvor kapitala za ublažavanje finansijskih uticaja prirodnih katastrofa, diverzifikovanjem rizika i jačanjem kapaciteta osiguravača da obezbede pristupačno osiguranje za rizike od katastrofe.

Upravljanje rizicima od prirodnih katastrofa složen je problem i uključuje multidisciplinarna znanja. Imajući u vidu da ne postoji jedinstvena metodologija utvrđivanja premije osiguranja od prirodnih katastrofa, te da primena tradicionalnih, determinističkih metoda nije odgovarajuća, u radu su razmatrane savremene metode utvrđivanja premije. Premija osiguranja od prirodnih katastrofa u savremenim uslovima procenjuje se modelovanjem i simulacijama. Putem stohastičkih metoda tj. primenom teorije verovatnoće, korišćenjem statističkih raspodela, vrši se aproksimacija kretanja šteta. Značajnu ulogu ima raznovrstan softverski alat koji pruža dragocenu podršku stručnjacima u odlučivanju i upravljanju rizicima.

## Literatura

- Claude Lefebvre, „Capital - Reinsurance Strategy Under Solvency II“, Guy Carpenter, 2011.
- Eugene Gurenko, Olivier Mahul, „Turkish Catastrophe Insurance Pool“, *Disaster risk financing&Insurance case study*, GFDRR, World Bank, 2011, p.1.
- Gajović, V., Kerkez, M., Kočović, J. „Modeling and simulation of logistic processes: risk assessment with a fuzzy logic technique“, *SAGE Journal. Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, Vol. 94(6), 2018, pp. 507–518.
- Hans-Jiirgen Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and its Applications*, 4<sup>th</sup> Edition, Springer, 2001.
- Jelena Doganjić, Živorad Ristić, „Diferenciranje premija kao preduslov za zaštitu od premijske nestabilnosti i negativne selekcije rizika“, *Tokovi osiguranja 4/2011*, 2011, str. 27-31.
- Jelena Doganjić, „Natural catastrophe risk management“, *Insurance market after Covid 19*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2020, pp. 329-344.
- Jelena Doganjić, „Upravljanje rizikom adekvatnosti premije u neživotnom osiguranju“, *Ekonomski fakultet Univerziteta u Prištini, Ekonomski pogledi 1/2015*, Kosovska Mitrovica, 2015, str. 85-98.



- Jelena Doganjić, Živorad Ristić, „Catastrophe insurance - contemporary trends“, *Insurance in the post-crisis era*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2018, pp. 253-274.
- Jelena Kočović, Marija Koprivica, „An internal model for measuring premium risk when determining solvency of non-life insurers“, *Economic Annals*, Vol. LXIII, No.217, Faculty of Economics, Belgrade, 2018, pp. 99-127.
- Junaid Seria, „Solvency II&CAT Models“, SCOR, 2015.
- Lotfi A. Zadeh, „Fuzzy sets“, *Information and Control*, (8), 1965, pp. 338–353.
- M. Kerkez, V. Gajovic, G. Puzić (2017). „Flood risk assessment model using the fuzzy analytic hierarchy process“, *Progress in Economic Sciences*, Institut Ekonomiczny Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Staszica w Pile, 4, pp. 271 – 282.
- Michael Gloor, „Insurance in a world of climate extremes: what latest science tells us“, Swiss Re Institute, 2019.
- Munich Re, „Natural catastrophes 2016 Analyses, assessments, positions“, *Topics Geo -2017 Issue*, Munich Re, 2017, pp. 12-13.
- N. Tešić, B. Paunović, P. Katanić, P., „Alternative mechanisms of transferring catastrophe risks to the capital market“, *Insurance Market After Covid – 19*, University of Belgrade, Faculty of Economics Publishing Centre, 2020, p. 344.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, „The Contribution of Reinsurance Markets to Managing Catastrophe Risk“, *OECD*, 2018, pp. 3. i 16.
- Swiss Re Institute, „Natural catastrophes and man-made disasters in 2018: secondary perils on the frontline“, *Sigma 2/2019*, Swiss Re Institute, 2019, p. 8.
- The Insurance Pool against Natural Disasters, „Raportul privind solvabilitatea si situatia financiara 2020“, *PAID*, 2021, p. 3
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction, „Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030“, *Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction in Sendai*, Japan, 2015.
- United Nations, Framework Convention on Climate Change, Decision 1/CP.21, Adoption of the Paris Agreement, 2016
- Vlada Republike Srbije, „Poplave u Srbiji 2014“, *Izveštaj Vlade Republike Srbije, podržan od strane Evropske unije, Svetske banke i Ujedinjenih nacija*, 2014.
- Vladimir Gajović, Marija Paunović, „Applying fuzzy mathematics to risk assessment in insurance industry“, *Tokovi osiguranja*, 2018, vol. 1, pp. 23-38.
- <https://dask.gov.tr/tcip/zorunlu-deprem-sigortasi-istatistikler.html> – pristupljeno 8.4. 2021.