

METODOLOGIJA UPRAVLJANJA EKOLOŠKIM RIZIKOM I PROCENE RIZIKA

Bakrač T. Saša, Vojska Srbije, Vojnogeografski institut,
Beograd,

Vuruna M. Mladen, Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija,

Milanović M. Miško, Geografski fakultet, Beograd

DOI: 10.2298/vojtehg1202296B

OBLAST: geonauke

VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Uspešna zaštita životne sredine najvećim delom počiva na kvalitetnoj proceni mogućih i prisutnih rizika. Upravljanje ekološkim rizikom je kompleksan proces koji obuhvata: identifikaciju rizika, procenu rizika i kontrolu rizika, odnosno preduzimanje mera da se taj rizik svede na prihvatljiv nivo. Težište rada je na primeni metodologije procene (tri modela – koncepta), kao najvažnijeg aspekta uspešnog upravljanja ekološkim rizikom.

Ključne reči: upravljanje rizikom, procena ekološkog rizika, metodologija procene.

Uvod

Prema dosadašnjim saznanjima postoje različiti pristupi u modelovanju procesa upravljanja ekološkim rizikom i procene tog rizika. Shvatanja i metodologija postupaka uglavnom se svode na zajednički cilj, a to je: kako smanjiti postojeće ili izbeći potencijalne rizike.

Postoji više pristupa u definisanju pojmova upravljanja i procene ekološkim rizikom u životnoj sredini. Tako, prema nekim autorima, upravljanje rizikom podrazumeva aktivnost koja obuhvata donošenje odluka kako i na koji način sprovoditi određene akcije radi zaštite životne sredine, a što se prvenstveno zasniva na rezultatima procene rizika i sagledava se u ostvarivanju određenih ciljeva [3]. Upravljanje rizikom drugi definišu kao složenu i izuzetno specifičnu aktivnost koja zahteva multidisciplinarn pristup, i predstavlja kompleksan skup mera postupaka i aktivnosti koje imaju za cilj smanjenje verovatnoće nastanka rizika i mogućih posledica, radi stvaranja uslova pod kojima rizik može biti sveden na prihvatljiv nivo [7,9]. Pojam upravljanja rizikom u životnoj sredini definiše se i na način da je to optimalni izbor preventivnog delovanja koje daje minimalni rizik [1].

„U nizu aktivnosti koje čine sastavni deo zaštite životne sredine, procena rizika je strateška metoda koju čini kompleksna procedura koja neposredno i na egzaktan način opisuje svu težinu problema zagađenja životne sredine i nastale posledice koje pogađaju čoveka i prirodu“ [3]. Procena ekološkog rizika je proces koji se koristi za sistematično evaluiranje i organizaciju podataka i informacija, radi boljeg razumevanja i predviđanja odnosa između stresora i ekoloških efekata, na način koji je koristan za upravljanje životnom sredinom.

Treba imati u vidu da se i sprovođenjem adekvatnog upravljanja i procene ekološkim rizikom ne obezbeđuje garancija da se mogu izbeći rizici, kao i da će se ovi procesi uspešno sprovesti.

Metodologija upravljanja ekološkim rizikom

Jedan od najprihvatljivijih modela upravljanja ekološkim rizikom podrazumeva sprovođenje tri faze: identifikaciju rizika, procenu ekološkog rizika i kontrolu rizika.

Identifikacija rizika, kao prva od tri međuzavisne faze u procesu upravljanja ekološkim rizikom. Ova faza ima za cilj da utvrdi moguće pojavljivanje rizika ili da prepozna već postojeći rizik. Odgovarajućim praćenjem stanja životne sredine moguće je definisati parametre životne sredine koji ukazuju na rizike. Na ovaj način identifikacijom rizika u procesu upravljanja zaštitom životne sredine stvaraju se uslovi kako za prevenciju od potencijalnih rizika, tako i za kontrolu postojećih rizika.

Procena ekološkog rizika je suštinska faza procesa upravljanja. Može se reći da je to proces: sakupljanja, organizovanja, analiziranja i prezentovanja naučnih podataka radi donošenja odluka kojima se obezbeđuje zaštita i poboljšanje ekološkog stanja nekog prostora. Ovako definisana, procena ekološkog rizika predstavlja jedinstven oblik procene koji uključuje termin rizik i kojim se pretpostavlja uzročno-posledična veza (odnos) stresor – odgovor. Pod pojmom ekološki rizik podrazumeva se funkcija verovatnoće datog izvora pretnje – stresora, koja koristi određenu potencijalnu osetljivost nekog ekološkog sistema, i njegov odgovarajući odgovor na dati događaj. Pod pojmom stresor podrazumeva se bilo koji fizički, hemijski ili biološki entitet koji može da izazove, indukuje negativnu reakciju [2].

„*Kontrola rizika* predstavlja skup metoda kojima se obezbeđuje smanjivanje, minimiziranje, otklanjanje ili prihvatanje rizika“ [4]. Sprovođenje postupka kontrole rizika podrazumeva aktivnosti na organizovanju razvoja kadrovskih i materijalnih resursa, sprovođenju mera pripravnosti, izradi planova zaštite životne sredine, nadzor i sprovođenje inspekcijских poslova, primenu standarda zaštite životne sredine i dr.

Pored navedenih faza u upravljanju ekološkim rizikom potrebno je primenjivati i odgovarajuće mere koje utiču na redukciju pojave rizika, a to su:

- normativno-pravna regulativa (zakoni i propisi),
- odgovarajuća organizaciona struktura u društvu i
- uspostavljanje kvalitetnog monitoringa životne sredine.

Dobro upravljanje ekološkim rizikom može se postići smanjenjem uticaja izvora – stresora ili promenom tog uticaja na ekološke receptore.

Metodologija procene ekološkog rizika – evropski model (koncept)

Da bi se razumelo šta se podrazumeva pod procenom ekološkog rizika, koristeći se ovom metodologijom, važno je upoznati se sa konceptima dva pojma: hazarda i rizika. Prema datoj metodologiji ovi pojmovi imaju različita značenja i nisu zamenljivi. Za njih se koriste sledeće definicije:

Hazard je inherentni (bitan) potencijal da nešto nanese štetu. Hazardi mogu da sadrže materije, mašine, oblike energije, odnosno tokove koji se vrše izvan procesa rada [8].

Rizik je verovatnoća da će se šteta zaista dogoditi u toku rada ili će se tako nešto dogoditi nakon izlaganja opasnosti.

Rizik = Hazard x Izlaganje.

Ova metodologija pretpostavlja da je životna sredina fizičko okruženje koje je zajedničko svima, uključujući: vazduh, vodu, zemljište, biljke i životinje [6]. Prema tome, procena ekološkog rizika pokriva rizik na sve ekosisteme, uključujući i čoveka, izloženog na, ili pod uticajem, tih medija. Procena ekološkog rizika ne pokriva rizike na pojedince ili javnost u celini od potrošačkih proizvoda ili izloženosti na radnom mestu, gde se primenjuju drugi pristupi (posebni zakoni i sl.).

Evropski koncept procene ekološkog rizika sadrži određene faze u sprovođenju. To su:

1. Identifikacija hazarda (opasnosti). Obično uključuje identifikaciju imovine ili situacija koje bi mogle da dovedu do akcidenta. Ovaj korak je poznat i kao *formulacija problema*.

2. Identifikacija posledica (ako dođe do hazarda). Ovaj korak je poznat i kao identifikacija hazarda.

3. Procena obima posledica. Može da uključi razmatranja prostornih i vremenskih nivoa posledice i vreme početka posledice. Kada se razmatraju hemikalije kao stresori, ovaj korak se ponekad može nazvati izveštaj procene.

4. Procena verovatnoće posledica. Postoje tri komponente ovog postupka: prisustvo hazarda, verovatnoća izloženosti receptora na hazard (opasnost) i verovatnoća štete nastale usled izloženosti hazardu. Ovaj korak ponekad može biti nazvan procena izloženosti ili posledica – procena posledica.

5. Ocena rizika (često se naziva i karakterizacija rizika ili procena rizika). Ocenjivanje značaja rizika je proizvod verovatnoće hazarda koji se dešava ili se može desiti i težine posledica.

Evropski koncept često se koristi za procenu rizika u životnoj sredini kao model za rešavanje pitanja rasprostiranja stresora na liniji *izvor – putanja – receptor* (tabela 1).

U ovom modelu putanja između izvora hazarda (na primer izvor kontaminacije) i receptora (npr. određeni ekosistem) jeste istraga. Putanja je povezivanje kojim receptor može da dođe u kontakt sa izvorom (broj putanja često treba uzimati u obzir).

Rasprostiranje stresora

Tabela 1

Distribution of stressors

Table 1

Primer izvora	Primer putanje od izvora do receptora	Primer receptora
<ul style="list-style-type: none"> – kontaminirano zemljište – kontaminirana voda – curenje iz cisterni – emisije iz industr. procesa 	<ul style="list-style-type: none"> – vazduh – voda – zemljište – lanci ishrane 	<ul style="list-style-type: none"> – ljudi – ekosistemi – životinje – biljke

Ako ne postoji putanja onda ne postoji ni rizik. Ako postoji put koji povezuje izvor do receptora posledica toga je određena. Na primer, ovaj pristup se koristio u proceni kontaminiranog zemljišta, ali može se koristiti i u mnogim drugim oblastima.

Na kraju procesa procene rizika postojeće kontrole treba da obezbede dalje mere koje se moraju koristiti za smanjenje ili eliminisanje identifikovanih rizika. Završna faza procene je od značaja, jer podrazumeva da se rizik razmatra i postavi u kontekst ekoloških standarda i drugih kriterijuma definisanih zakonima ili drugim pravilima koja imaju dobru praksu.

Količina truda potrebna za procenu nekog rizika može uveliko da varira, ali je generalno proporcionalna važnosti prioriteta i složenosti postupka procene. Tako se procena rizika može sprovoditi kroz više nivoa. Na primer, relativno uobičajena i jednostavna procena zasnovana je na pristupu riziku preko tzv. rang-matrice imajući značenja visokog, srednjeg, niskog i vrlo niskog rizika ili se mogu utvrditi na različite načine, recimo koristeći opisne i numeričke skale, ili često na osnovu stručnog prosuđivanja. Kada su rizici identifikovani, matrica ima relativnu važnost koja se može lako utvrditi, a identifikovani rizik može biti prioritetan u donošenju odgovarajuće strategije ili plana upravljanja rizikom. Ostali relativno jednostavni pristupi uključuju korišćenje tzv. tabaka – lista, pri čemu su opisani navedeni materijali, aktivnosti i svi potencijalni uticaji na okolinu.

Metodologija procene ekološkog rizika – kanadski model (koncept)

Procena ekološkog rizika prema datoj metodologiji obuhvata ispitivanje rizika koji proističu iz prirodnih događaja (poplava, ekstremnih vremenskih prilika, itd.), tehnoloških procesa i proizvoda, agensa (hemijskih, bioloških, radioloških, itd.) i industrijske aktivnosti koje mogu predstavljati pretnje ekosistema, biljnom i životinjskom svetu i ljudima. Na primer, ekološka procena zdravstvenog rizika tiče se ljudskog zdravlja i procene ekološkog rizika koja se odnosi na ambijent životne sredine i organizama koji u njoj žive.

Koristeći se datom metodologijom, procena ekološkog rizika je pretežno naučne osnovanosti i obuhvata kritički pregled raspoloživih podataka radi identifikacije i kvantifikacije mogućih rizika povezanih sa potencijalnom pretnjom.

Kako se koristi i koje su bitne faze? Kanadski model (koncept) daje sledeće faze:

- prva faza procene je sistematski proces kojim procenitelj nastoji da utvrdi da li određeno mesto može biti predmet procene,
- druga faza je sistematski proces kojim procenitelj nastoji da okarakteriše nivo rizika,
- treća faza se koristi da se potvrdi ili opovrgne nalaz prve faze, prikupljanje informacija i korektivne mere ili da se uspostave osnovni uslovi za zaštitu životne sredine.

Identifikacija važnih pitanja ili prioriteta za zaštitom životne sredine (dalje delovanje) može dovesti do potrebe za procenom [5]. U tom smislu potrebno je da se utvrdi da li je inicijalni pokazatelj problema važeći ili ne! Na osnovu identifikovanih pretnji, procena obezbeđuje osnovu za većinu (domaćih i međunarodnih) zakonodavnih i regulatornih mehanizama. Treba istaći da dok približavanja znatno variraju od jedne do druge situacije, od jednog do drugog mesta, međunarodne organizacije čine napore da se dođe do zajedničkog (objedinjenog) pristupa.

Ako se pretnja ljudskom zdravlju ili životnoj sredini identifikuje kroz procenu – drugu fazu ove metodologije, onda se nameće potreba za merama kontrole i upravljanje rizikom. Dok nauka postaje značajan faktor u ovoj trećoj fazi, i drugi ključni faktori moraju se razmatrati, kao što su: društveno-ekonomski faktori, raspoloživost alternativne tehnologije, procesi i sl; međunarodna saradnja, komunikacija i konsultacije sa javnošću i zainteresovanim stranama. Na mnogo načina ova faza je najkompleksnija.

Korišćenje date metodologije procene ekološkog rizika zavisi od više uslova. To su:

- prioritet rizika. Kada je organizacija suočena sa brojem potencijalnim ekološkim rizicima, procena se može koristiti da se uspostavi njihov relativni značaj, i time pruži osnova za određivanje prioriteta, koje rizike treba prvo odabrati;

- lokacija. Određena procena rizika može se koristiti za određivanje rizika u vezi sa lociranjem objekata u određenim lokacijama ili da se utvrde rizici koji utiču na određenu lokaciju;
 - uporedna procena rizika. Procena se koristi za upoređivanje relativnog rizika na više od jednog pravca delovanja (npr. rizik od korišćenja neprečišćene vode u odnosu na rizik od hemikalija u vodi);
 - kvantifikacija rizika. Procena može odrediti nivo rizika radi uspostavljanja kontrole rizika (na primer, maksimalna prihvatljiva koncentracija za hemikalije u prostoru ili vodi za piće).
- Ukupni okvir procene razvijen po kanadskom modelu (standardu) naglašava značaj komunikacije tokom procene rizika. To se ogleda na način u kojoj meri su akteri uključeni tokom procesa, od identifikacije i prioriteta, do procene i upravljanja rizikom, i kasnije kroz monitoring i evaluaciju i implementaciju mera.

Metodologija procene ekološkog rizika – američki model (koncept)

Ovaj metodološki pristup procene ekološkog rizika razvila je američka agencija za zaštitu životne sredine U.S. EPA. Procena ekološkog rizika, data ovim modelom, jeste proces prikazan na slici 1 koji, u suštini, čine tri faze i planiranje procene.

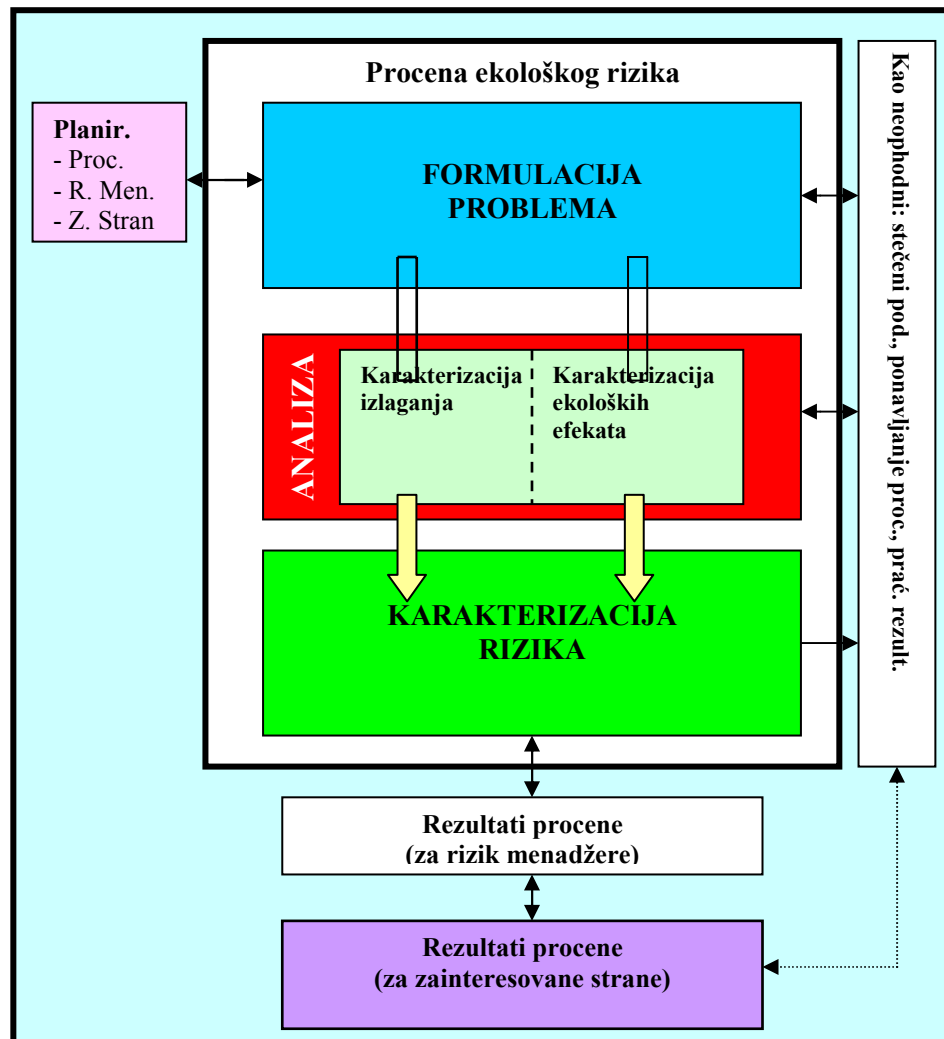
Model, pre svega, podrazumeva sprovođenje procene ekološkog rizika u uslovima antropogenog delovanja na životnu sredinu, ne upuštajući se u probleme rešavanja prirodnih ekoloških rizika, ali sa mogućnošću primene date metodologije i na taj segment životne sredine. Data metodologija jasno ocrta granicu između naučnog (faza procene) i nenaučnog (planiranja) dela procene.

Na samom početku predviđa se tzv. proces planiranja procene koji mora biti u naučnom smislu odvojen od ostatka (tri faze) procene. Nosioци ovog dela procene su tzv. menadžeri i procenitelji rizika uz poželjno učešće javnosti – zainteresovanih strana. Proizvodi procesa planiranja su: jasno ustanovljen i artikulisan cilj/ciljevi i zadaci upravljanja, opcije upravljanja u kontekstu ostvarenja postavljenog cilja/ciljeva i sporazum o delokrugu, kompleksnosti i fokusiranju procene rizika, uključujući očekivani rezultat i tehničku i finansijsku pomoć potrebnu za ostvarenje postavljenog cilja/ciljeva.

Formulacija problema je prva od faza naučnog dela procene, što podrazumeva isključivu nadležnost eksperata – procenitelja rizika. Ova faza zasniva se na tome kako su upotrebljene dostupne informacije o izvorima stresora i njihovim karakteristikama, pojedinostima vezanim za ekosistem koji je u potencijalnoj opasnosti i njegovim efektima, da bi se:

- identifikovali stresori i ekološki resursi – ključne tačke na koje će se fokusirati procena rizika,

- razvio konceptualni model o tome kako ljudska aktivnost utiče na ekološke resurse posmatranog područja ili ekološkog entiteta i
- razvio plan za fazu analize.



Slika 1 – Šematski prikaz prosečne procene ekološkog rizika U.S. EPA, 1992a
 Figure 1 – Schematic view of the average of environmental risk assessment U.S. EPA, 1992a

Analiza rizika je strateška faza u ukupnom procesu procene ekološkog rizika. Ona je po pitanjima podataka najobimnija i najzahtevnija od svih faza procene, kako u kvantitativnom, tako i u kvalitativnom smislu. Analizom se ispituju dve osnovne komponente rizika, izloženost i efekti,

njihova međusobna veza i odnos prema karakteristikama ekosistema. Završni proizvod analize rizika su objedinjeni profili izloženosti i ekoloških efekata – profil stresor – odgovor.

Od karakterizacije rizika (finalne faze procene) očekuje se da omogućiti proceniteljima rizika da razjasne veze između stresora, efekata i ekoloških entiteta i da dođu do zaključka koji se tiču izloženosti i štete izazvane postojećim ili predviđenim efektima. Zaključci prezentovani u karakterizaciji rizika treba da obezbede jasnu informaciju menadžerima rizika kako bi doneli pravilnu odluku vezanu za dati problem u životnoj sredini. Ukoliko rizici nisu dovoljno definisani i jasni da bi se donela odluka menadžmenta, tada menadžeri rizika mogu odlučiti da se ponove jedna ili više faza procene.

Zaključak

Od ovog rada očekuje se, prvenstveno, doprinos na teorijsko-metodološkom polju, a zatim i da otvori mogućnosti razrade i primene teorije i metodologije procene ekološkog rizika i upravljanja tim rizikom u konkretnim uslovima.

U radu su dominirala dva pojma – upravljanje ekološkim rizikom i procena tog rizika. Prvi, u opštem smislu te reči, predstavlja vrlo kompleksan proces sakupljanja, organizovanja, analiziranja i prezentovanja naučnih i drugih informacija kako bi bili što korisniji u donošenju i sprovođenju odluka koje se tiču zaštite i unapređenja životne sredine.

Drugi, procena ekološkog rizika, jedinstvena je forma procene, jer sadrži termin rizik. Procenom se pretpostavlja, ali i utvrđuje, postojanje odnosa između izazivača rizika (stresora) i ekoloških efekata. Taj odnos može se predstaviti pomoću krive stresor – odgovor. Važno je naglasiti da se metodologijom procene ekološkog rizika mogu sagledavati uži i širi problemi životne sredine. I za jedne i za druge zahteva se naučnost, odnosno uspostavljanje partnerskih odnosa nauke i upravljanja životnom sredinom.

Postoji više pristupa u metodologiji procene ekološkog rizika. Rad pruža uvid u tri najveća i najbitnija, a to su: evropski, kanadski i američki pristup. Svaki od navedenih pristupa je svojstven, a zajedničko im je: da započnu sa procesom planiranja, da imaju više radnih faza procene i da se procena završava donošenjem zaključnih stavova o procenjenom riziku. Primena bilo koje metodologije procene ekološkog rizika, a posebno one koja je proverena i nužno naučna, otvara mogućnost bolje zaštite i unapređenja stanja životne sredine.

Literatura

[1] Čvorović, Z., Upravljanje rizicima u životnoj sredini, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2005.

[2] Grupa autora, Ekotoksikološki rečnik, Kruševac, 2002.

[3] Gržetić, I., Upravljanje rizikom i njegova procena, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2001.

[4] Karović, S. i dr., *Upravljanje rizicima kao preduslov integrisanog me-nadžment sistema u organizaciji*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Couri-er, Vol. 58, No. 3, pp. 146-161, Beograd, 2010.

[5] Lješević, M., *Životna sredina – teorija i metodologija istraživanja*, (peto izdanje), Univerzitet Singidunum u Beogradu – Fakultet za primenjenu ekologiju FUTURA i NVO "Ekorizik", Beograd, 2010.

[6] Marković, D. i dr., *Životna sredina i njena zaštita*, Fakultet za primenjenu ekologiju – „Futura”, Univerzitet Singidunum, Knjiga I i II, Beograd, 2008.

[7] U.S. EPA., *Framework for ecological risk assessment*. EPA/630/R-92/001. Office of Water, Washington, DC, 1992a.

[8] Vujaklija, M., *Leksikon stranih reči i izraza*, Beograd, 1992.

[9] Bakrač, S., *Korišćenje geotopografskih materijala u zaštiti životne sredi-ne*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 3, pp. 177–185, Beograd, 2011.

METHODOLOGY OF ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT MANAGEMENT

FIELD: Earth Sciences

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

Successful protection of environment is mostly based on high-quality assessment of potential and present risks. Environmental risk management is a complex process which includes: identification, assessment and control of risk, namely taking measures in order to minimize the risk to an acceptable level.

Environmental risk management methodology:

In addition to these phases in the management of environmental risk, appropriate measures that affect the reduction of risk occurrence should be implemented:

- normative and legal regulations (laws and regulations),*
- appropriate organizational structures in society, and*
- establishing quality monitoring of environment.*

The emphasis is placed on the application of assessment methodologies (three-model concept), as the most important aspect of successful management of environmental risk.

Risk assessment methodology – European concept:

The first concept of ecological risk assessment methodology is based on the so-called European model-concept. In order to better understand this ecological risk assessment methodology, two concepts - hazard and risk - are introduced. The European concept of environmental risk assessment has the following phases in its implementation: identifi-

cation of hazard (danger), identification of consequences (if there is hazard), estimate of the scale of consequences, estimate of consequence probability and risk assessment (also called risk characterization). The European concept is often used to assess risk in the environment as a model for addressing the distribution of stressors along the source - path - receptor line.

Risk assessment methodology – Canadian concept:

The second concept of the methodology of environmental risk assessment is based on the so-called Canadian model-concept. The assessment of ecological risk includes risk arising from natural events (floods, extreme weather conditions, etc.), technological processes and products, agents (chemical, biological, radiological, etc.) and industrial activities that may pose threats to ecosystems, flora, fauna and humans. This model-concept gives a three-phase assessment where the assessor tries to determine whether a specific place may be subject to assessment, to characterize the level of risk and to confirm or refute the findings of the first phase, collecting information and corrective measures, or to establish basic requirements for environment protection.

Risk assessment methodology – American concept:

The third methodological approach to environmental risk assessment is developed by the U.S. Agency for Environmental Protection, "U.S. EPA". This model primarily involves the implementation of environmental risk assessment under the conditions of anthropogenic impact on environment, without aiming at solving problems of natural environmental risks, although this methodology can be applied in this environment segment as well. The methodology gives a clear distinction between a scientific (phase of estimation) and a non-scientific (planning) part of assessment. The phases of estimation given by this model are: problem formulation, risk analysis and risk characterization.

Conclusion:

Concepts and methodologies of all three models-concepts of assessment are mostly reduced to a common goal: how to reduce existing or avoid potential risks. However, it should be noted that the implementation of appropriate management and ecological risk assessment does not guarantee that risks will be avoided or that the implementation of these processes will be successful.

Key words: *risk management, environmental risk assessment, assessment methodology*

Datum prijema članka: 23. 01. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 16. 10. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 18. 10. 2011.