

ANALIZA RIZIKA INTEGRITETA KONSTRUKCIJA RISK ANALYSIS IN STRUCTURAL INTEGRITY

Professional paper/Stručni rad
UDC/UDK: 65.012.32
Paper received/Rad primljen: 1.7.2011

Author's address/Adrese autora:
1) EPS, Vojvode Stepe 412, Belgrade, Serbia,
2) NIS, Narodnog fronta 12, Novi Sad, Serbia
3) Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Serbia, asedmak@mas.bg.ac.rs
4) Innovation Center of the Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia

Ključne reči

- analiza rizika
- integritet konstrukcija
- kontrola na bazi rizika
- matrica rizika

Izvod

Prikazana je analiza rizika kao nov pristup rešavanju problema procene integriteta konstrukcija. Opisani su koncepti kontrole zasnovane na rizicima (RBI) i održavanja zasnovanog na pouzdanosti (RCM) sa posebnim osvrtom na kompanije gde su procesi i oprema od suštinskog značaja za proizvodnju i gde je rizik integriteta u centru upravljanja rizikom, kao savremenog načina poslovanja.

UVOD

Upravljanje rizicima u okviru procesa poslovanja predstavlja izazov svake savremene kompanije, posebno u industrijskim procesima gde pojedini rizici mogu biti na izuzetno visokom nivou, a njihove posledice velike. Nove procedure donošenja odluka zasnovanih na rizicima predstavljaju efikasno operativno sredstvo, ukoliko se koriste na ispravan način /1/. Postoji veliki broj primenjenih koncepata zasnovanih na rizicima, kao što su Kvantitativna procena rizika (QRA), Kontrola zasnovana na rizicima (RBI), Kontrola i održavanje na bazi rizika (RBMI), Održavanje zasnovano na pouzdanosti (RCM), Upravljanje vekom na bazi rizika (RBLM), ili jednostavno, Upravljanje zasnovano na rizicima (RBM). Ove procedure se u razvijenim industrijskim zemljama nalaze u naprednoj fazi primene, posebno kada je reč o radu, kontroli, održavanju i upravljanju sredstvima, i čine dobro uspostavljeni deo savremene prakse, /2-4/. Zbog namere da se poveća raspoloživost i efikasnost industrijskih postrojenja javlja se velika potreba za definisanjem tehničkog sadržaja i povezanosti sa lokalnim zakonskim propisima i daljom integracijom pristupa zasnovanih na rizicima u okviru rada postrojenja. Nacionalne vlasti su počele da produžuju intervale kontrole u slučaju da sigurnost bude zagarantovana na odgovarajući način. Kontrola na osnovu rizika nudi ovakav koncept, procenjujući rizike koji uključuju određivanje verovatnoće, dok je posledice moguće definisati kroz nivo rizika rada postrojenja, i shodno tome prilagoditi intervale kontrole bez ugrožavanja sigurnosti rada.

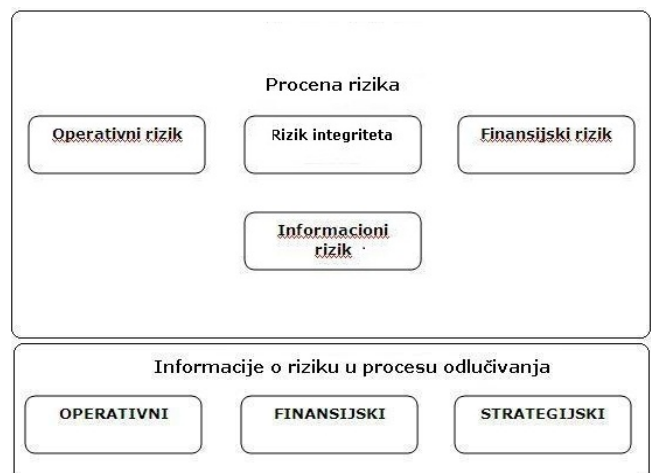
Keywords

- risk analysis
- structural integrity
- risk based inspection
- risk matrix

Abstract

Risk analysis has been presented, as the new approach for solving problems in structural integrity assessment. The inspection concepts have been described, based on risk (RBI) and reliability (RCM), focused on companies with processes and equipment being its production essence, where integrity risk is the core of risk management, as the crucial part of modern business performance.

Na sl. 1 je dat shematski prikaz procene rizika u čijem centru se nalazi rizik integriteta. Ovakav pristup je opisan u svim kompanijama u kojima su posledice gubitka integriteta opreme takve da bi bila ugrožena njena egzistencija (npr. termo i hidro elektrane, naftne kompanije, hemijska i petrohemijska industrija). Tipični primer takve opreme su posude pod pritiskom, kod kojih je verovatnoća gubitka integriteta veoma mala, ali je moguća posledica toliko velika da se rizik integriteta mora postaviti u centar procesa upravljanja rizikom.

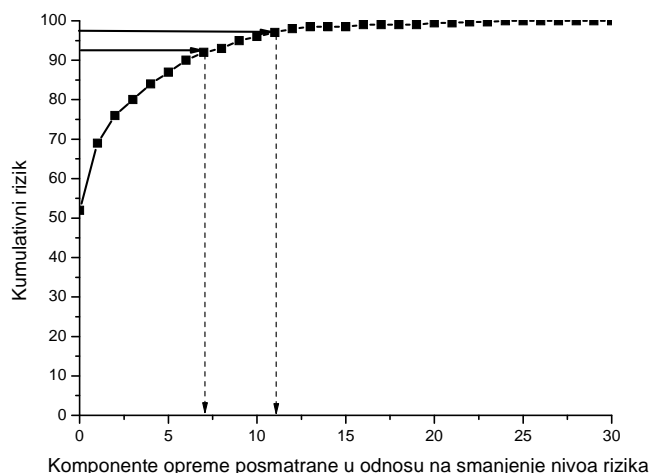


Slika 1. Rizik integriteta kao centralni deo ukupnog procesa upravljanja rizicima

PRISTUPI ZASNOVANI NA RIZIKU

Integritet opreme je obezbeđen dobrim projektom, kao i njenim radom i održavanjem, /5-7/. Trenutna praksa kontrole i planiranja održavanja, u većini industrija se zasniva na tradiciji preskriptivnih pravila, pre nego na optimizaciji procedure u kojima su integrisane mere za upravljanje rizicima za bezbednost i ekonomiju. Tradicionalno, kontrola se zasniva na iskustvu, i u pojedinim slučajevima na odgovorima u slučajevima otkaza. U opštem slučaju, oni ne prihvataju rizik u potpunosti. Kao rezultat, neke kompanije ne bi izvodile dovoljan broj kontrola i izazvale bi otkaze koje je moguće izbeći, dok bi druge preterano trošile, što bi imalo za rezultat značajan gubitak sredstava.

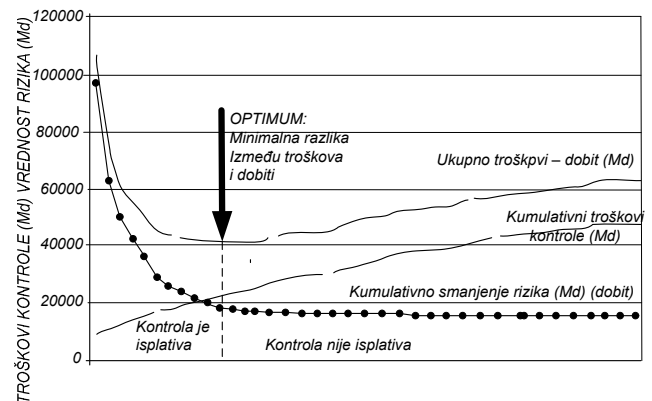
Na profitabilnost u značajnoj meri utiču isplativosti strategije i programa kontrole i održavanja. Oprema je izložena propadanju i potencijalnim otkazima tokom radnog veka. Potrebno je sa sigurnošću biti upoznat sa trenutnim stanjem opreme da bi se odredio datum sledeće kontrole. Fizički je nemoguće i finansijski besmisleno kontrolisati svaki deo opreme. Stoga je uveden pristup zasnovan na riziku (RBI) koji omogućava procenu verovatnoće i potencijalne posledice otkaza opreme, koji daje kompanijama priliku da odrede prioritete za kontrolu. Visoko rizične komponente opreme treba često kontrolisati, dok se ostale komponente kontrolišu znatno ređe, srazmerno njihovom riziku. U skladu sa doprinosom komponenti celokupnom riziku opreme, moguće je odrediti koje bi komponente trebalo da se kontrolišu u skladu sa nivoom rizika. Na osnovu toga, može se ustanoviti odgovarajući program kontrole koji podrazumeva optimizaciju načina kontrole, učestalost i resurse. Tako npr. obim neophodne kontrole za prihvaćen nivo rizika: npr 98% prihvatljivog nivoa rizika zahteva kontrolu 11 najkritičnijih komponenti, pri čemu prihvatajući 90% nivoa rizika samo 7 najkritičnijih komponenti treba da bude kontrolisano, sl. 2.



Slika 2. Obim neophodne kontrole

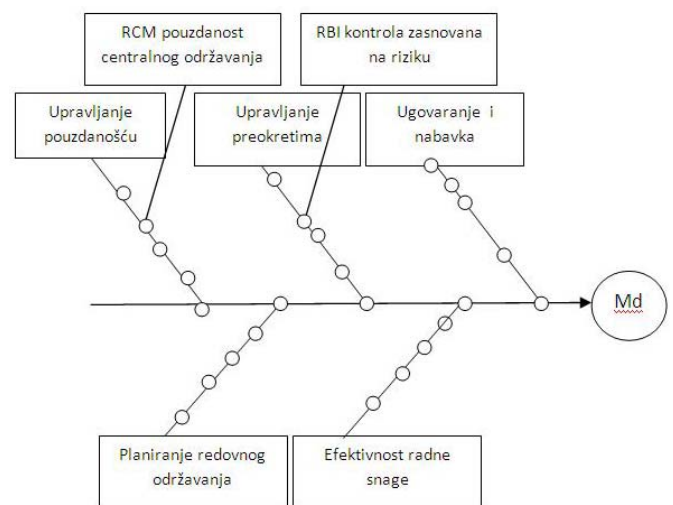
Na sl. 3 je prikazana shematski isplativa kontrola RBI metodom: Povećavanjem broja izvršenih kontrola, povećavaju se neophodni troškovi; ali ne znači da se rizici moraju smanjiti; na dijagramu je prikazana isplativa kontrola jedino kontrolom prvih 6 kritičnih komponenti.

Pristup RBI omogućava razvoj specifične kontrole opreme postrojenja i realizaciju Pouzdanosti usmerene održavanjem. Potencijal RBI za smanjenje troškova kontrole na određeni obim je prikazano na slici 3; ovo smanjenje se zasniva na određivanju prioriteta za kontrolu kao i potpuno ispunjenim pitanjima bezbednosti. Uključivanje i realizacija RBI/RCM metoda, kao što je prikazano na slici 4, konačno rezultira poboljšanim nivoom bezbednosti, manjim rizicima od štete, i smanjenim operativnim troškovima koji doprinose celokupnom boljem poslovanju kompanije.



KOMPONENTE OPREME POSMATRANE U ODNOSU NA SMANJENJE NIVOA RIZIKA

Slika 3. Potencijal RBI za smanjenje troškova kontrole



Slika 4. Proizvodnja, efikasnost i ušteda kao glavni cilj RCM i RBI (Md - milioni dinara)

Primena metoda zasnovanih na rizicima može biti regulisana različitim prilikama za poboljšanje celokupnog sistema poslovanja. U svakom slučaju, prednosti i koristi primene RBI/ RCM u pogledu kontrole i održavanja sistema industrijskih postrojenja mogu biti sledeće:

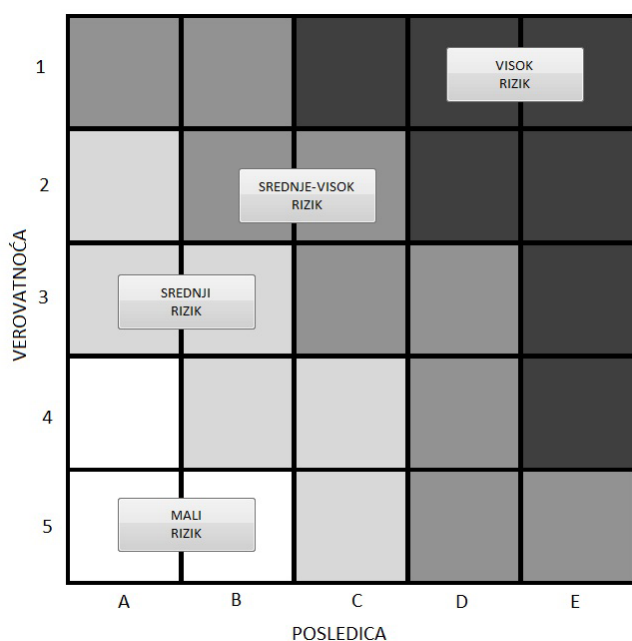
- precizna definicija zone opasnosti kod rada postrojenja u skladu sa standardima, smernice i/ili pravila koja predstavljaju pitanja bezbednosti rada postrojenja transparentnim i za nadležne organe i za javnost,
- smanjenje nivoa potencijalnih opasnih situacija efektivnijom i blagovremenom kontrolom i održavanjem, što bi rezultiralo povećanim poverenjem u rad postrojenja,

- ušteda 5–20% troškova održavanja na osnovu programa optimizacije kontrole i dalje uštede troškova kao što je osiguranje,
- sistem kontrole i održavanja se lako može uporediti sa sličnim postrojenjima.

Kvalitativan pristup RBI je namenjen za:

- skrining jedinica u okviru lokacije u cilju selekcije nivoa potrebne analize i konstatovanja koristi budućih analiza,
- rangiranje stepena rizika u okviru jedinice i njihovo dodeljivanje pozicije u okviru matrice rizika, sl. 5, i identifikovanje oblasti potencijalnih interesa u postrojenju.

Ovakav pristup zahteva manje detalja i znatno više vremena. Rezultati ove analize nisu precizni, kao rezultati kvantitativne analize, ali ovaj metod omogućava osnovu za određivanje prioriteta kod programa kontrole zasnovanog na rizicima.



Slika 5. Matrica rizika

KONTROLA ZASNOVANA NA RIZIKU (RBI)

Cilj RBI je poboljšanje efikasnosti kontrole i procesa održavanja na osnovu analize svih raspoloživih podataka u vezi sa opremom. Primena RBI obezbeđuje dobru osnovu za realizaciju racionalnog i isplativog procesa donošenja odluke što, istovremeno, osigurava zahtevani nivo bezbednosti, jer:

- Moguće je identifikovati najviše i najmanje rizičnu komponentu opreme,
- Omogućava razvoj strategije za smanjenje rizika,
- Može biti određeno šta će se kontrolisati, kada će se kontrolisati i kako će kontrola biti vršena,
- Mogu biti određeni osnovni zahtevi vezani za metode kontrole.

Osnovno načelo RBI metodologije je da je potrebno uzeti u obzir verovatnoću gubitka integriteta, tj. otkaza (PoF) i njegovu posledicu (CoF) svake komponente opreme, a rizik je definisan kao njihov proizvod ($PoF \times CoF$).

CoF uključuje moguće štete po zdravlje, životnu sredinu, bezbednost i proizvodnju.

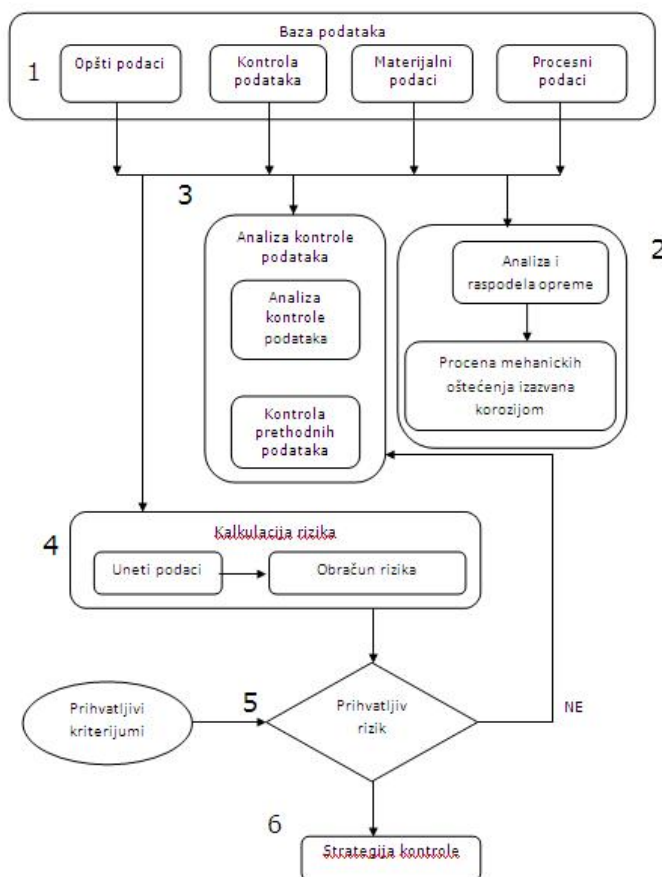
Za analizu operativnih uslova opreme i karakteristika mogućih otkaza, mehanizmi moraju biti uzeti u obzir. Jedna od najbolje ustanovljenih metodologija je opisana u dokumentu API581 (Kontrola na osnovu rizika) za petrohemijsku industriju, /3/. Analiza može biti izvedena na različitim nivoima, uzimajući u obzir različite detalje i količinu podataka.

Analiza rizika u sistemu se obavlja u dva koraka:

1. Faza kvalitativnog skrininga – uključujući veliku količinu opreme sa ciljem identifikovanja one najkritičnije. Zasniva se na RBI, nivo 1.
2. Kvantitativna faza ograničena na prethodno selektovane stavke.

Kvantitativna RBI je metoda procene rizika na osnovu nivoa opreme koji dozvoljava proračun rizika, a koji je povezan sa svakim delom operativne opreme u procesnoj jedinici. Ovaj metod integriše proces kontrole u verovatnoći definisanja otkaza putem PoD (verovatnoća detekcije).

Za detaljnu analizu opštih podataka opreme, potrebni su podaci prethodno izvršene kontrole, materijalni i procesni podaci. Dijagram analizirane procedure je prikazan na sl. 6. Rezultati analize izvršene na osnovu rizika mogu se doneti odlike u vezi sa sledećim merama: broj, metode i obim neophodnih zadataka kontrole, u vezi sa privremenom kontrolom i srodnim troškovima, i kao posledica modifikacije kategorije rizika date opreme u budućnosti.



Slika 6. Dijagram procedure RBI

ODRŽAVANJE ZASNOVANO NA POUZDANOSTI

Održavanje zasnovano na pouzdanosti (RCM) nudi strukturisanu tehniku koja obuhvata proces logičkog donošenja odluka u cilju analize i definisanja zahteva za održavanje opreme, na osnovu posledica razmotrenih mogućih otkaza i inherentnih karakteristika opreme ili komponente.

RCM metodologija predstavlja dopunsku tehnologiju RBI tehnici, pošto su obe zasnovane na verovatnoći pojave otkaza i njegove posledice. RBI se prevashodno primenjuje na delove opreme sa primarnom funkcijom skladištenja i transporta, a sastoji se iz četiri zasebne faze:

- Identifikacija otkaza i analiza posledica (FMEA)
- Klasifikacija otkaza (FCn)
- Analiza karakteristika otkaza (FCA)
- Odabir strategije održavanja (MSS)

FMEA predstavlja prvu fazu RCM analize. U okviru ove faze razmatra se koji se otkaz može javiti na određenom delu opreme ili komponenti i način na koji ovaj otkaz utiče na sistem koji se razmatra. Ova faza zasnovana je na sledećim osnovnim pitanjima:

- Koja funkcija opreme je predmet razmatranja?
- Na koji način oprema ili komponenta ne obavljaju svoju funkciju u odnosu na definisan standard učinka?
- Šta izaziva funkcionalne otkaze?
- Koje se posledice javljaju usled otkaza?

Cilj održavanja kada je u pitanju bilo koja oprema je očuvanje njene funkcije u okviru određenih unapred definisanih standarda učinka, kao što su bezbednost ili zaštita životne sredine, kapacitet, kvalitet proizvoda, usluga korisnika i operativni troškovi. Standarde učinka utvrđuju službe koje se bave projektovanjem i radom opreme, a oprema sama po sebi mora da bude u mogućnosti da ispunji te standarde. Kod navođenja otkaza, potrebno je uzeti u obzir sledeće glavne smernice:

- Otkazi koji su se javljali na ovoj opremi ili komponenti ili sličnoj opremi koja se razmatra.
- Otkazi koji se nisu javljali na ovoj opremi ili sličnoj opremi koja se razmatra, ali za koje analitičar zna da su se javljali na drugim sredstvima ili da postoje izveštaji o tome u okviru sektora.

Uobičajeni izvori podataka o otkazima obuhvataju:

- Rukovaoce ili majstore koji su upoznati sa opremom i njenim operativnim kontekstom
- Poslovođe koje rade na održavanju sa velikim iskustvom u radu sa određenim sredstvom
- Tehnička evidencija službe za održavanje
- Proizvođač opreme
- Ostali korisnici slične opreme
- Objavljeni podaci u okviru literature o održavanju i pouzdanosti

Potrebno je definisati uticaj bilo kog otkaza po opremu ili komponentu. Drugim rečima, šta se zapravo dešava kada dođe do otkaza na određenom delu opreme ili komponenti?

Kod razmatranja posledice otkaza potrebno je uzeti u obzir:

- Koji dokazi postoje (ukoliko postoje) da je došlo do otkaza?
- Na koji način otkaz utiče (ako utiče) na proizvodnju ili rad?

- Kakvo fizičko oštećenje je prouzrokovao sam otkaz (ako je do njega došlo)?

Sva pitanja koja se postavljaju u toku FMEA faze zasnovana su na zdravom razumu i u suštini predstavljaju jedan uobičajeni mentalni proces za definisanje mogućnosti pojave otkaza opremi ili komponenti i njenih posledica po sredstvo. O pitanjima kao i odgovorima na ista vodi se evidencija u cilju postizanja konzistentnosti pristupa i buduće provere.

ZAKLJUČCI

U ovom radu je pokazano da primenom kontrole zasnovane na rizicima (RBI) i održavanja zasnovanog na pouzdanosti (RCM) mogu bitno da doprinesu efikasnom upravljanju rizikom, posebno u kompanijama gde su procesi i oprema od suštinskog značaja za proizvodnju i gde je rizik integriteta u centru upravljanja rizikom.

LITERATURA – REFERENCES

1. Kirin, S., Upravljanje rizikom u savremenim industrijskim sistemima, doktorska teza, Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2011.
2. Jovanovic, A., Renn, O., Salvi, O., Eds. (2010), 2nd iNTeg-Risk Conference: New Technologies & Emerging Risks / Dealing with multiple and interconnected emerging risks, iNTeg-Risk, Stuttgart (Germany), Steinbeis Edition 2010.
3. API 581, standard for quantitative Risk Based Inspection, 2010
4. Bredan, A., Kurai, J., Zahtevi, praksa i dileme pri tehničkom nadzoru nad opremom u eksploataciji, Structural Integrity and Life, Vol.1, No1 (2001), pp.19-22.
5. Maneski, T., Sedmak, A., Integritet konstrukcije, Structural Integrity and Life, Vol.1, No2 (2001), pp.107-110.
6. Sedmak, A., Anyiam, H.A., Primena mehanike loma na procenu integriteta konstrukcija, Structural Integrity and Life, Vol.1, No1 (2001), pp.67-73.
7. Agatonović, P., Različite strategije određivanja preostale čvrstoće i veka, Structural Integrity and Life, Vol.1, No1 (2001), pp.75-89.