

dr. sc. ANTUN BENČIĆ, mr. sc. KREŠIMIR BUNTAK
Centar za strateško upravljanje d.o.o. Zagreb
antun.bencic@inet.hr kresimir.buntak@inet.hr

STATISTIČKE METODE ZA DONOŠENJE ODLUKA U PODRUČJU UPRAVLJANJA RIZICIMA

Sažetak

U procesu procjene rizika pojedine djelatnosti potrebno je procijeniti izvore opasnosti, osjetljivost i otpornost sustava, vjerojatnost pojave opasnosti i posljedice djelovanja izvora opasnosti. Nažalost, u procesu procjene nemamo dovoljno podataka za egzaktno vrednovanje pojedinih parametara rizika. U nedostatku podataka, pristupa se procjeni tako da se pojedinim parametrima pridružuje ocjena iz unaprijed definirane skale ocjena. Skala može biti grublja ili finija (1-3, 1-5, 1-7, 1-10). Ponder ili ocjena se dodjeljuje pojedinom parametru na temelju iskustva, podataka iz literature ili jednostavno predviđanja. U slučajevima kad posjedujemo podatke, moguće ih je statističkom obradom pretvoriti u informacije koje onda omogućavaju precizniju procjenu parametara rizika.

U području procjene rizika najkompleksnija je norma AS/NZS 4360:2004. U radu su opisani zahtjevi norme i statističke metode primjerene za obradu prikupljenih podataka. Za svaku statističku metodu dan je kratki opis i područje njene primjene.

Ključne riječi: *statističke metode, upravljanje rizicima, opisna statistika, planiranje pokusa, statistika odstupanja.*

1. UVOD

Norma AS/NZS4360:2004 zahtijeva stalno poboljšavanje sustava upravljanja rizikom. Jedan od temeljnih načela sustava kvalitete je donošenje odluka na temelju činjenica. Do činjenica se dolazi prikupljanjem, obradom i analizom podataka ili opažanja. Statističke metode su alati menadžera kvalitete za utvrđivanje zakonitosti ili uočavanje trendova tijekom realizacije procesa. U ovom je modulu dan prikaz statističkih metoda koje se mogu primijeniti u procesu upravljanja rizicima i za dokumentiranje sustava u skladu sa zahtjevima norme.

Norma zahtijeva dokumentiranje sustava upravljanja rizicima te ugradnju neprekidnih poboljšanja. U Tablici 1.1 dane su točke norme u kojima se traže kvantificirani podaci za dokumentiranje sustava. Podaci prikupljeni promatranjem ili mjerenjima predstavljaju informacije o tijeku procesa, tj. o načinu transformiranja ulaznih zahtjeva u izlaze. U mnoštvu tako prikupljenih podataka teško je uočiti bitne od nebitnih informacija.

Nažalost, u postupku procjene rizika teško je doći do pravih podataka jer su incidenti događaji koji se ne ponavljaju pod istim uvjetima i zato je teško odrediti zakonitost pojavljivanja. Budući se većina događaja ne ponavlja pod istim uvjetima teško je odrediti pravu vjerojatnost da će se dogoditi događaj koji je izvoz ugrožavanja. Najčešće se pristupa procjeni vjerojatnosti na temelju osobnih saznanja i pretpostavki. Svaka takva procjena je subjektivna i razlikuju se od procjenitelja do procjenitelja.

Tamo gdje se događaji ponavljaju pod približno istim uvjetima moguće je primijeniti statističke metode obrade podataka. Odgovarajućim metodama obrade i prikazivanja podataka, a najčešće su to statističke metode, potrebno je izvući bitne informacije koje upućuju na stanje procesa ili proizvoda (sažimanje broja podataka). Analizom dobivenih, obrađenih podataka moguće je donositi odluke o vođenju i usmjeravanju procesa, odnosno unositi poboljšanja u sustav upravljanja kvalitetom i kvantificirati efikasnost poduzetih mjera i radnji u poboljšanju procesa. U Tablici 1.1 dane su najčešće primjenjivane statističke metode obrade podataka koje se primjenjuju u sustavu upravljanja rizicima u skladu s normom AS/NZS 4360:2004.

Tablica 1.1. Zahtjev norme AS/NZS 4360:2004 i primjenljive statističke metode

Točka norme	Zahtjev norme	Podaci koji se traže	Primjenljiva statistička metoda
3.	Proces upravljanja rizikom		
3.1	Komunikacija i konzultacije	Zapisi o komunikaciji i konzultaciji Percepcije rizika, koristi zainteresiranih strana identificirati i dokumentirati	Opisna statistika, regresijska analiza;
3.2	Utvrđivanje konteksta	Definirati osnovne parametre unutar kojih se mora upravljati rizicima. Izrada kriterija rizika	Opisna statistika
3.3	Identifikacija rizika	Što se može dogoditi? Kako i zašto se to može dogoditi?	Opisna statistika, regresijska analiza;
3.4	Analiza rizika Izrada kriterija za procjenu rizika	Identifikacija faktora koji utječu na posljedice i vjerojatnost. Analiza kako bi se slični rizici kombinirali, a malo utjecajni rizici isključili Odluke u svezi prihvatljivošću i obradom rizika temeljiti na operativnim, tehničkim, financijskim, pravnim, socijalnim, humanitarnim i dr. kriterijima	Opisna statistika; analiza mjerenja; regresijska analiza; kontrolne karte; simulacija, analiza vremenskih serija
3.4.2	Procjena postojećih kontrola	Identifikacija postojećih procesa, uređaja ili praksi koje djeluju na smanjenje negativnih rizika ili povećanje pozitivnih rizika	Opisna statistika
3.4.3	Posljedice i vjerojatnost	Učinkovitost postojećih strategija i kontrola Vjerojatnost događaja i s njim povezanih posljedica ocjenjuje se u kontekstu postojećih kontrola.	Opisna statistika, analiza mjerenja, kontrolne karte, simulacija

3.4.4	Tipovi analiza	<p>a) kvalitativna analiza</p> <p>b) kvantitativna analiza</p> <p>Procjena posljedica. Vjerojatnost, učestalost ili kombinacija izlaganja i vjerojatnosti</p>	Opisna statistika, analiza mjerenja
3.4.5	Analiza osjetljivosti	Analiza osjetljivosti da se testira učinak netočnosti u pretpostavkama i podacima	Opisna statistika, analiza, simulacija
3.5	Procjena rizika	Donošenje odluka utemeljenim na rezultatima analiza rizika Usporedba razine rizika, pronađene tijekom procesa analize, s prethodno utvrđenim kriterijima rizika.	Opisna statistika, regresijska analiza; simulacija
3.6	Obrada rizika	Identifikacija raspona opcija za obradu rizika, ocjena tih rizika Identifikacija raspona opcija za obradu rizika, ocjenu tih opcija, pripremu planova obrade rizika	Opisna statistika,
3.7	Praćenje i preispitivanje	Pratiti promjenu faktora koji mogu utjecati na vjerojatnost i posljedice rezultata, faktori koji utječu na prikladnost i trošak opcija obrade	Opisna statistika, regresijska analiza; kontrolne karte, analiza vremenskih serija
3.8	Zapisivanje procesa upravljanja rizikom	Zapisati treba pretpostavke, metode, izvore podataka, analize, rezultate i razloge za odluke	Opisna statistika
4	Uspostavljanje učinkovitog upravljanja rizikom		
4.2	Procjena postojećih praksa i potreba	Kritički preispitati i ocijeniti proces upravljanja rizikom koji već postoji	Opisna statistika, regresijska analiza; simulacija
4.3	Planiranje upravljanja rizikom		Opisna statistika
4.3.4	Uspostavljanje odgovornosti i ovlasti	Uspostavljanje procesa mjerenja performansi i izvještavanja	Opisna statistika
4.3.6	Osiguranje odgovarajućih resursa	Identificirati zahtjeve za resursima za upravljanje rizikom	Opisna statistika

2. OPIS STATISTIČKIH METODA

Opisna statistika

Pod pojmom «opisna statistika» podrazumijevaju se procedure prikupljanja, sažimanja i prezentiranja podataka prikupljenih tijekom odvijanja procesa ili ispitivanja. Jedan od načina prezentiranja podataka je njihovo grafičko prikazivanje u obliku histograma (stupčastih dijagrama) ili u obliku torti. Od posebnog su značaja procedure kojima se opisuje srednja vrijednost i rasipanje prikupljenih podataka. Veličine koje opisuju srednju vrijednost populacije jesu: medijan, mod i aritmetička srednja vrijednost. Raspon, varijanca i standardno odstupanje su veličine koje kvantificiraju rasipanje podataka oko srednje vrijednosti.

Opisna statistika prethodi svim ostalim statističkim metodama. Opis procesa bit će bolji ukoliko su prikupljeni podaci vjerna slika analizirane populacije.

Ispitivanje hipoteze

Ispitivanje hipoteze je statistička procedura za određivanje razine rizika u postupku donošenja ocjene o tome je li skup podataka (obično dobivenih uzorkovanjem) u skladu s određenom pretpostavkom (hipotezom).

Ova se procedura primjenjuje kad se želi uz određenu razinu povjerenja donijeti odluku o tome je li ili nije valjana hipoteza koja se odnosi na neki parametar populacije. Njom se može ispitati udovoljava li parametar populacije ili ne zahtjevima neke norme ili postoje li ili ne postoje statističke razlike između dvije ili više populacija.

Ispitivanjem hipoteze može se provjeriti slijedi li distribucija nekog parametra populacije ili ne slijedi normalnu distribuciju.

Analiza mjerenja

Analiza mjerenja sastoji se od niza procedura kojima se procjenjuje mjerna nesigurnost u radnim uvjetima mjernog sustava. Mjerna se nesigurnost mora uzimati u obzir i tijekom prikupljanja podataka. Analizom mjerenja procjenjuje se udovoljava li mjerni sustav, uz deklariranu razinu povjerenja, ili ne njegovoj namjeravanoj primjeni. Ovim se procedurama može izabrati mjerni uređaj ili odlučiti je li mjerilo sposobno s određenom mjernom nesigurnošću kvantificirati određeni parametar procesa.

Analiza sposobnosti procesa

Analiza sposobnosti procesa predstavlja ispitivanje rasipanja procesa i je li ono unutar dopuštenih tolerancija procesa danih gornjom i donjom graničnom vrijednošću GGV i DGV. Proces se promatra unutar $\pm 3\sigma$ od srednje vrijednosti procesa u kojemu se nalazi 99,73% populacije.

Sposobnost procesa kvantificira se potencijalnom sposobnošću procesa C_p koja je definirana kao odnos širine tolerancije GGV-DGV i 6σ procesa. To je potencijalna, teorijska sposobnost procesa kad je srednja vrijednost procesa točno u sredini propisanih tolerancija, što obično u praksi nije slučaj. Kritična sposobnost procesa C_{pk} definirana je odnosom udaljenosti srednje vrijednosti procesa do najbliže granične vrijednosti i 3σ procesa. Obično se zahtijeva da vrijednosti C_p i C_{pk} budu jednake ili veće od 1,33.

Analiza sposobnost procesa primjenjuje se za ocjenu sposobnosti pretvaranja ulaznih veličina u izlazne veličine koje udovoljavaju propisanim zahtjevima ili se primjenjuje za procjenu očekivanog udjela nesukladnih proizvoda.

Vrijednosti koeficijenata C_p i C_{pk} predstavljaju mjeru koja upućuje na zaključak o tome treba li unositi poboljšanja u proces, odnosno daju objektivnu mjeru učinkovitosti poduzetih mjera radi poboljšanja procesa.

Regresijska analiza

Ove se procedure primjenjuju kad je potrebno ocijeniti povezanost, odnosno ovisnost izlazne varijable (odziva) od promjene neke od ulaznih varijabli (pobuda) ili promjene neke od utjecajnih veličina. Regresijskom se analizom mogu razumjeti varijacije izlaznog parametra proizvoda ili procesa i odrediti koliko koji parametar procesa utječe na promjenu izlaznog parametra. Regresijskom se analizom može zaključiti koje se parametre procesa mora pratiti, a o kojim se parametrima može odlučivati na temelju poznavanja međusobnih odnosa.

Simulacije

Simulacija je skupni naziv za procedure kojima se neki sustav, uporabom računalnih programa, matematički opisuje u cilju rješavanja nekog problema, predviđanja vrijednosti izlaza ili za optimizaciju sustava. Simulacije se najčešće provode kad su empirijska istraživanja suviše komplicirana ili je cijena tih ispitivanja previsoka. Simulacijom se dolazi do rješenja problema u vrlo kratkom vremenu i s malo novca. Temeljni je problem kako adekvatno matematički opisati sustav.

Kontrolne karte

Kontrolne su karte grafički prikaz obrađenih podataka kojima se prati je li proces statistički pod kontrolom. S njima se može otkriti je li proces samo pod djelovanjem utjecajnih veličina na statistički slučajni način ili postoje neka predvidiva djelovanja (trendovi). Obično se nadzire srednja vrijednost i rasipanje tijekom procesa i to se unosi u odgovarajuće karte. Na ordinati se nanosi veličina koja opisuje srednju vrijednost (broj nesukladnosti u uzorku, broj nesukladnosti po jedinici, medijan, aritmetička srednja vrijednost), odnosno vrijednost koja opisuje rasipanje procesa oko srednje vrijednosti (raspon i standardno odstupanje). Na apscisi se nanosi redni broj uzorka ili vrijeme uzimanja uzorka.

Kad se prati broj nesukladnih elemenata u uzorku, primjenjuju se **p** i **np** kontrolne karte. Za praćenje broja pogrešaka po jedinici proizvoda primjenjuju se **c** i **u** kontrolne karte. Kad se o sukladnosti proizvoda zaključuje na temelju mjerenja primjenjuju se **X**, \bar{x} , **R**, **s** - kontrolne karte. Uočavanjem redoslijeda susjednih 3 do 6 točaka moguće je otkriti sustavne pogreške u odvijanju procesa.

Analiza vremenskih serija

Analiza vremenskih serija predstavlja skup metoda za proučavanje vrijednosti podataka sakupljenih tijekom odvijanja procesa. Vremenske serije podataka su korisne u planiranju, u kontroli proizvodnje, identificiranju promjena tijekom procesa, u predviđanjima daljnjeg odvijanja procesa te u ocjeni efikasnosti poduzetih preventivnih i popravnih radnji. Analiza vremenskih serija podataka je koristan alat za usporedbu projektiranih značajki procesa s očekivanim vrijednostima kad se u proces uvode neke promjene. Analizom vremenskih serija mogu se izdvojiti sustavne od slučajnih veličina koje utječu na izlaz procesa, te uočiti cikličke, sezonske i trendovske sastavnice procesa. Na temelju praćenja trenda odvijanja procesa može se zaključiti o potrebi poduzimanja preventivnih i popravnih mjera te analizirati njihovu učinkovitost. Iz oblika vremenske serije podataka može se zaključiti o vrijednostima

koje su atipične i kojima treba posvetiti posebnu pozornost kako bi se otkrili uzroci takvih pojava. Vremenske serije su korisne i za razumijevanje ponašanja procesa u posebnim uvjetima, te s kojim se podešavanjima može utjecati kako bi proces poprimio ciljnu vrijednost, odnosno koja podešavanja mogu smanjiti rasipanje oko srednje vrijednosti.

3. ZAKLJUČAK

Poznavanje statističkih metoda može biti od velike koristi organizaciji i menadžeru kvalitete tijekom razvoja, implementacije, održavanja i poboljšanja sustava upravljanja rizicima.

Primjenom statističkih metoda moguće je otkriti i analizirati rasipanja kao posljedicu vanjskih ili unutarnjih čimbenika koji utječu na izlaze procesa. Rasipanja značajki procesa mogu se kvantificirati i promatrati tijekom cijelog vremenskog razdoblja odvijanja procesa. Analiza može pomoći boljem razumijevanju prirode, veličine i uzroka varijabilnosti značajki procesa. Isto tako, može pomoći kod rješavanja ili izbjegavanja pojave problema koji nastaju uslijed neizbježne pojave varijabilnosti tijekom procesa.

Nažalost, u postupku procjene rizika teško je doći do pravih podataka jer su incidenti događaji koji se ne ponavljaju pod istim uvjetima i zato je teško odrediti zakonitost njihovog pojavljivanja. Budući se većina događaja ne ponavlja pod istim uvjetima teško je odrediti pravu vjerojatnost da će se dogoditi događaj koji je izvor ugrožavanja. Najčešće se pristupa procjeni vjerojatnosti na temelju osobnih saznanja i pretpostavki. Svaka takva procjena je subjektivna i razlikuju se od procjenitelja do procjenitelja. Budući su ukupni rizik i rang rizika funkcija vjerojatnosti pojave ugrožavanja i cijeli postupak procjene rizika je subjektivan i uglavnom se temelji na subjektivnim ocjenama i procjenama.

LITERATURA

- [1] AS/NZS 4360:2004
- [2] ISO/TR 10017:2003, Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2000, Second edition
- [3] HRN EN ISO 9001:2000, Quality management system – Requirements
- [4] HRN EN ISO 9004:2000, Quality management system – Guidance to performance improvements
- [5] QM 3, Statističke metode za donošenje odluka, OSKAR
- [6] John Neter, William Wasserman, G. A. Whitmore: Applied Statistics, Fourth edition, Allyn and Bacon, 1992
- [7] J. M. Juran, Frank M. Gryna: Planiranje i analiza kvalitete, Biblioteka «Gospodarska misao», MATE, Zagreb, 1999
- [8] Ivan Šošić: Primijenjena statistika, Školska knjiga, 2004
- [9] THE MEMORY JOGGER, Džepni vodič kroz alate za kontinuirano poboljšanje i djelotvorno planiranje, Informator, 1997.

STATISTICAL METHODS FOR DECISION-MAKING IN THE FIELD OF RISK MANAGEMENT

Summary

In the process of risk assessment for a certain activity, it is necessary to assess the sources of danger, the sensitivity and resistance of the system, the probability that a danger will appear, and the consequences of the activities of the sources of danger. Unfortunately, in the process of assessment we do not have enough data for an exact evaluation of certain risk parameters. In the absence of data, an assessment is approached by associating, with those parameters, a mark from a previously defined mark-scale. The scale can be rougher or finer (1-3, 1-5, 1-7, 1-10). A ponder or mark is given to each parameter based on experience, data from the

literature, or simply prediction. In cases where we possess data, it is possible to transform it through statistical process into information that then enables a more precise evaluation of the risk parameters. In the field of risk assessment, the most complex norm is AS/NZS 4360:2004. This work describes the demands of the norm and the statistical methods appropriate for processing the data collected. For each statistical method, a short description and area of application are given.

Key words: *Statistic methods, risk management, descriptive statistic, test development, measurement, tolerance statistic.*