Pregledni znanstveni članak

Procjena rizika i osiguranje u projektiranju proizvodnih sustava

Leon Jakopović[1]

Sažetak: *U diplomskom radu "Procjena rizika i osiguranje u projektiranju proizvodnih sustava" istražuje se mogućnost sustavne integracije djelatnosti osiguranja u najranijim fazama projektiranja proizvodnih sustava. Tema proizlazi iz pretpostavke da što raniji angažman osiguratelja posredstvom procjenitelja rizika značajno pridonosi sigurnosti, učinkovitosti i održivosti postrojenja.*

U radu su analizirane postojeće prakse, te je predložen inovativan model integracije pri suradnji osiguratelja, projektanta i investitora, koji se zasniva na načelima istodobnog inženjerstva i primjeni digitalnih alata kao što su CAD (eng. Computer Aided Design – konstruiranje pomoću računala), BIM (eng. Building Information Modeling – modeliranje informacija o zgradi) i ERP (eng. Enterprise Resource Planning – upravljanje resursima kompanije), čime se otvara put ka stvaranju „digitalnih blizanaca", koncepta koji omogućuje bolju kontrolu troškova investitoru, precizniju procjenu rizika i izračun premije osiguratelju, te učinkovitije projektiranje sigurnijih sustava projektantu.

Rad postavlja nekoliko ključnih pitanja:

- *Kako integrirani pristup osiguranju može poboljšati sigurnost proizvodnih sustava?*
- *Na koji način digitalni alati omogućavaju koordinaciju između uključenih strana?*
- *U kojoj će mjeri osvješćivanje važnosti sigurnosti i osiguranja, te na osnovi toga poduzete mjere u projektiranju, umanjiti broj štetnih događaja kroz cijeli životni ciklus projektiranog sustava?*

1 Leon Jakopović, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje; skraćeni diplomski rad - dobitnik Nagrade Hrvatskog ureda za osiguranje 2025. g. u kategoriji najbolji diplomski rad; mentor Prof.dr.sc. Zoran Kunica

Kroz teorijski i analitički pristup, obrađene su osnove osiguranja, relevantni zakonski okviri Republike Hrvatske, proces procjene rizika te mogućnost njihovog povezivanja s fazama planiranja izgradnje i eksploatacije proizvodnih sustava, dok se posebna važnost pridaje ulozi inženjera za procjenu rizika kao tehničkog savjetnika u izradi projektne i osigurateljne dokumentacije.

Predloženi integrirani pristup bi uz sveobuhvatne police osiguranja projekata (CPI, eng. Comprehensive Project Insurance) mogao postati norma u industrijskoj praksi koji bi svim dionicima donio korist kroz smanjenje troškova i povećanje razine sigurnosti.

Ključne riječi: *proizvodni sustav, projektiranje, rizik, osiguranje, istodobno inženjerstvo*

1. UVOD

Osiguranje imovine nije sastavni dio funkcioniranja proizvodnog pogona, no usprkos tomu, važno je na njega obratiti pozornost već u samom početku nastanka proizvodnog sustava. Naime, u samom početku izrade projekta proizvodnog sustava potrebno je obratiti pažnju na potencijalne rizike koji bi mogli ugroziti sigurnost imovine i ljudi koji su u izravnom ili posrednom doticaju sa sustavom. Ako se procesu projektiranja pristupi savjesno, odgovorno i organizirano, izloženost rizicima se može umanjiti, a štete prevenirati. Ovakvim pristupom izbjegavaju se zastoji u proizvodnji te umanjuju rizici ljudske ozljede i štete na imovini.

Svaki proizvodni proces uz sebe veže specifične vrste rizika koje je potrebno prepoznati u ranim fazama projektiranja, u svrhu izbjegavanja, pored ostalih, i financijskih gubitaka: kako bi se izbjegnuo nastanak štete, ili kako bi se posljedice štetnog događaja sanirale u najkraćem mogućem roku. Posljednje navedenim nastoji se postići što brži nastavak svih redovnih proizvodnih operacija. Sa željom izbjegavanja velikih financijskih gubitaka uslijed nastalih šteta, mnogi se investitori i vlasnici odlučuju svoje sustave osigurati od štetnih posljedica nepredvidivih događaja. Uz samo predviđanje potencijalnih rizika i opasnosti, tijekom eksploatacije treba biti na oprezu i poduzimati sve radnje da do štete ne dođe. Procjena rizika i prevencija šteta nisu jednokratne radnje, to su kontinuirani procesi koje treba provoditi stručna i odgovorna osoba koja je upoznata sa samim sustavom i njegovom okolinom.

Najčešći uzrok velikih imovinskih šteta u industriji je požar, a kvarovi električnih instalacija vodeći su razlog požara. Zakonskim okvirima strogo

su definirani načini gradnje i mjere zaštite od požara, no osiguratelj često predlaže i strože tehničke smjernice svojim klijentima, kako bi se na obostranu korist rizik dodatno umanjio.

Ovaj rad razmatra djelatnost osiguranja u okviru proizvodnih sustava, a u skladu s načelom istodobnog inženjerstva će se obraditi mogućnost što ranijeg uključenja poslova osiguranja u djelatnost projektiranja s ciljem povećanja kvalitete i skraćenja vremena projektiranja odnosno izrade projektne i osigurateljne dokumentacije.

2. RAZRADA

Sigurnost i zaštita u svakodnevnom se govoru koriste kao istoznačnice no njihovo se značenje razlikuje u potpunosti. Sigurnost podrazumijeva stupanj zaštite od neke opasnosti, dok zaštita podrazumijeva radnju koja je poduzeta za obranu od potencijalno štetnih utjecaja okoline, pa tako u prvi plan često dolazi osobna zaštitna oprema za glavu, lice, ruke i tijelo.

Iz čovjekove svijesti da zaštitnim sredstvima poveća vlastitu sigurnost, već se u antičko doba počeo pojavljivati koncept osiguranja. U samim počecima čovjek se nastoji osigurati raspodjelom rizika – na nesigurnim vodama teret je raspodijeljen na više plovila, dok danas osiguranje podrazumijeva prijenos rizika na treću osobu u zamjenu za dogovorenu naknadu.

Djelatnost osiguranja na području Republike Hrvatske uređena je Zakonom o osiguranju i Zakonom o obveznim odnosima, a unutar tih zakona definirana su prava i obaveze uključenih strana, dok je svaka polica osiguranja pobliže definirana općim i posebnim uvjetima svakog osiguravajućeg društva. Zakon prepoznaje 25 vrsta životnih i neživotnih osiguranja, a u fokusu ovog rada su:

- *08. osiguranje od požara i elementarnih šteta*
- *09. ostala osiguranja imovine*
- *16. osiguranje raznih financijskih gubitaka.*

Na prostoru Republike Hrvatske djeluje 14 osiguravajućih društava čije djelovanje nadzire Hrvatska agencija za nadzor financijskih aktivnosti (HANFA). Prema podacima iz 2023. godine, ukupna uprihođena bruto premija iznosila je 1,75 milijardi eura na 11 903 694 izdanih polica neživotnog i 1 363 856 polica životnih osiguranja, a čak 29 % izdanih polica neživotnog osiguranja otpada na osiguranje od odgovornosti za upotrebu motornih

vozila. Tek 7,4 % izdanih polica odnosi se na osiguranje imovine od požara i elementarnih šteta, dok je 8,1 % premije uprihođeno na temelju ostalih osiguranja imovine.

Tijekom životnog ciklusa jednog proizvodnog sustava, osiguranje se nudi kroz više vrsta polica osiguranja. U fazi izgradnje sustava, pokriće se nudi policama CAR (eng. *Construction All Risk* – svi rizici pri izgradnji), u fazi montaže opreme sustava i samog objekta pokriće se nudi policama EAR (eng. *Erection All Risk* – svi rizici pri montaži), dok u eksploataciji sustava osiguratelj pokriće nudi policama PD (eng. *Property Damage* – imovinska šteta) i BI (eng. *Business Interruption* – prekid rada). Iako na tržištu postoji i opcija osiguranja policama CPI (eng. *Comprehensive Project Insurance* – sveobuhvatno osiguranje projekta), one nisu mnogobrojne i investitori se rijetko odlučuju na korištenje takve vrste pokrića. Upravo je ovom vrstom police osiguranja osiguratelj uključen u cijeli proces projektiranja proizvodnog sustava od samog početka, od najranijih faza projektiranja do samog dokinuća sustava.

Procjena rizika jedna je od ključnih radnji u procesu osiguranja čiji je krajnji rezultat izvještaj rizika, tekstualni dokument kojim se preuzimatelja rizika informira o detaljima, kako bi mogao donijeti odluku o preuzimanju u portfelj te izračunati premiju osiguranja. Procjenu obavlja stručna osoba tehničke struke koja je posebno educirana za obavljanje te djelatnosti (inženjer za procjenu rizika, eng. *risk engineer*), koja je upoznata s funkcioniranjem različitih sustava i kombinira stečena tehnička znanja s iskustvima osiguratelja temeljenih na povijesti šteta kroz velik broj polica osiguranja. U postojećoj praksi, procjena se uvriježeno obavlja u eksploatacijskoj fazi proizvodnog sustava, rijetko kada prije puštanja u rad. Tako proces procjene rizika započinje prikupljanjem relevantne dokumentacije o sustavu (glavni projekt, procjena ugroženosti od požara i tehničke eksplozije i elaborat zaštite od požara), nakon čega slijedi pregled proizvodnog sustava kako bi se dobio uvid u izvedenu situaciju i tijek procesa. Pregled je poželjno dokumentirati fotografijama, ako je moguće. Izvještaj rizika koji nastaje kao rezultat pregleda, sastoji se od osnovnih informacija o klijentu, lokaciji i povijesti šteta te detaljnog opisa građevine, procesa koji se odvijaju na lokaciji, požarnog opterećenja i organizacijskih procedura koje se primjenjuju s ciljem umanjenja izloženosti rizicima. Zaključni dio izvještaja je dodjela brojčane vrijednosti koja iskazuje stanje pregledanog sustava i opisno mišljenje procjenitelja za preuzimatelja rizika. Brojčana vrijednost iskazuje se unutar sustava ocjenjivanja koji specifičan za svakog osiguratelja. Osim izvještaja namijenjenog preuzimatelju rizika, procjenitelj rizika izrađuje i niz preporuka temeljenih na postojećem stanju sustava kako bi se dodatno umanjila izloženost osiguranim i drugim rizicima. Navedene preporuke nisu

obvezujuće za klijenta niti bi njihova primjena utjecala na visinu premije već je njihovo ispunjavanje na obostranu korist osiguratelja i osiguranika.

Proizvodni su sustavi kompleksna postrojenja koja se sastoje od velikog broja podsustava u međusobnoj interakciji s ciljem zadovoljavanja ljudskih potreba za određenom vrstom proizvoda ili usluge, a proces njihovog projektiranja prati metodologiju koja je detaljno razrađena po etapama od same inicijative za nastankom do dokinuća proizvodnog sustava. Kako bi rezultat projektiranja bio čim sigurniji sustav, u cijelom je procesu projektiranja u projektna rješenja potrebno konstantno ugrađivati načela i značajke sigurnosti, što rezultira integriranim i optimiranim projektnim rješenjima i sa stanovišta funkcionalnosti i sa stanovišta sigurnosti (sigurnosni dizajn, eng. *safety design*, *Prevention through Design*). Pritom, posebno treba voditi računa da svaku verziju rješenja treba detaljno provjeriti i po potrebi revidirati, jer čak i one promjene koje su zamišljene da otklone jednu vrstu rizika mogu uzrokovati pojavu druge vrste rizika.

Rano uključenje djelatnosti osiguranja u proces projektiranja proizvodnog sustava, moguće je već u fazama postavljana ciljeva i tehnološke koncepcije proizvodnog sustava: posredstvom procjenitelja rizika kako bi svojim tehničkim znanjima i osiguranjeljnim iskustvima pružio savjetodavne usluge s ciljem čim boljeg sustava u smislu sigurnosti ovdje nešto konkretnije dati (ciljevi: proizvodni program; tehnol. koncepcija: strojevi i oprema).

Projektiranje sustava izvodi se u okviru zakonskih regulativa i tehničkih normi važećih na prostoru Republike Hrvatske, no smjernice osiguravajućih društava često su strože i restriktivnije, a kroz povijest su i referencirane prilikom donošenja tih istih zakonskih regulativa i tehničkih normi. Primjer toga su građevinski elementi i materijali koji su danas veoma uobičajeni u izgradnji, no nisu u interesu osiguravajućih društava. Na primjer, vrsta izolacijske ispune sendvič panela za fasadnu oblogu objekta definirana je predviđenim požarnim opterećenjem u objektu i investitor se vrlo lako odluči za izradu fasade od panela ispunjenih poliuretanskom pijenom (PUR). No, PUR se kao materijal kategorizira kao zapaljiv i goriv te samim time dodatno povisuje požarno opterećenje objekta. Kako bi se umanjila dostupna količina gorivih materijala u slučaju požara, preporuča se izrada zidova od sendvič panela s ispunom od mineralne ili kamene vune. Osim vrste građevinskih materijala i elemenata, procjenitelj rizika može preporučiti i požarno sektoriranje unutar objekta i tehničke mjere zaštite poput sprinkler sustava ili drugih stabilnih automatskih sustava za gašenje.

Princip istodobnog inženjerstva podrazumijeva sustavno − organizirano i plansko izvođenje različitih djelatnosti i poslova uz velik stupanj vremenskog preklapanja, s malim vremenskim pomakom i istovremeno. Tako se mogu

izvoditi različite vrste projekata (arhitektonski, građevinski, strojarski i elektrotehnički...), koji slijede odnosno odvijaju se zajedno s projektiranjem proizvodnog sustava. Na taj se način može značajno skratiti vrijeme realizacije nekog pothvata, uz postizanje više kvalitete projektnih rješenja, uključujući i izbjegavanje neočekivanih i neželjenih događaja. Isti princip može se primijeniti i u korelaciji s osiguratelјem kako bi se osigurao stalan kontakt projektnog ureda s osiguranjem za izmjenu informacija o toku i rezultatima pojedinih projektnih koraka te eventualnih preporuka.

Brojni faktori utječu na izloženost sustava rizicima, a među prvima se nalazi odabir makrolokacije prema izloženosti prirodnim katastrofama. Potresne karte nadležnih institucija za određenu lokaciju pružaju povijesne podatke o najvećem zabilježenom ubrzanju površine tla u prethodnom periodu na temelju kojih se trebaju definirati potrebna protupotresna konstrukcijska rješenja, dok poplavne karte daju informaciju o izloženosti riziku od poplave koja se također temelji na povijesnim podacima, ali i o konstrukciji terena na kojem se planira izgradnja proizvodnog sustava. Osim navedenih rizika prirodnih katastrofa, slične baze podataka mogu dati i informacije o izloženosti drugim rizicima poput erupcije vulkana, otvaranja klizišta, oluja, tuča i tsunamija. Odabir makrolokacije na temelju ovih podataka mogu se smatrati preventivnom mjerom, a smještaj sustava u odnosu na lokacije hitnih interventnih službi direktno utječe na vrijeme reakcije, a posljedično na razmjer štete koja može nastati u tom periodu.

Na razini idejnog projekta potrebno je izabrati novu ili procijeniti postojeću mikrolokaciju, odnosno smještaj proizvodnog sustava na samom građevinskom zemljištu. Kako proizvodni sustavi nisu izolirani od okoline, tako je potrebno prikupiti informacije o okolnim objektima i njihovom razredu rizika te tako dogovoriti na pitanje – može li štetni događaj do kojeg je došlo na susjednom objektu prouzročiti štetu širenjem na projektirani objekt. U ovoj fazi odabire se i proizvodni program na temelju kojeg je potrebno koncipirati tehnologije i procese koji će se odvijati na lokaciji. Kada su obrađivani materijali i procesi definirani, moguće je predvidjeti potencijalne rizike koji nastaju kao rezultat korištenih materijala i tehnologija na temelju sličnih primjera iz industrije, a sama djelatnost na lokaciji određuje razred rizika na temelju kojeg preuzimatelj rizika kalkulira premiju police osiguranja. Kapacitivnim se dimenzioniranjem na ovoj projektnoj razini odabiru vrste i količine strojeva, a ti podaci procjenitelju daju informaciju o potencijalnim štetnim događajima koji mogu biti prouzrokovani njihovim radom ili štetama nastalima na samim strojevima. U fazi prostornog dimenzioniranja definiraju se funkcionalne površine za predviđene strojeve koje uključuju prostor potreban za njihov smještaj i neometan pristup za redovan rad i održavanje, a uz to je potrebno i razraditi požarno sektoriranje kako bi se fizičkim barijerama spriječilo

širenje štetnih posljedica incidenata poput požara. U tom smislu definiraju se i ostale površine potrebne za smještaj radnih materijala i sirovina te njihov smještaj i dovoljna prostorna odvojenost u slučaju izostanka fizičkih barijera. Jednom kada su dimenzionirani prostori potrebni za proizvodnu opremu, dodatno se definira koncepcija transporta i skladištenja.

U smislu transporta, predviđaju se putevi i prostori za manipulaciju, a ovisno o vrsti pogonskog goriva transportnih vozila, potrebno je predvidjeti prostor za punjenje i parkiranje, dok se za skladišne prostore trebaju predvidjeti tehničke mjere zaštite koje odgovaraju vrstama skladištenih materijala. Rezultat prethodnih radnji je idealan plan, verzija projekta koja predstavlja optimalan proizvodni sustav u smislu njegove funkcionalnosti i sigurnosti, no to uobičajeno nije ono što će biti izgrađeno. Naime, idealan plan prilagođava se ograničenjima mikrolokacije na kojoj će se sustav izgraditi, te prerasta u plan izgradnje. Ta projektna evolucija prema izvedbenom projektu i materijalizaciji proizvodnog sustava, manifestira se i novim zahtjevima prema procjeni rizika, koja je i sama postala projektni sadržaj primjenom istodobnog inženjerstva.

Izvedbeni projekt je tehnička dokumentacija kojom se razrađuje tehničko rješenje dano glavnim projektom i prethodi samoj realizaciji projekta. I ova etapa izrade projektne dokumentacije podrazumijeva nastavak dobre prakse komunikacije kako bi se razradili tehnički detalji pri izgradnji samog sustava. Oni uključuju, između ostaloga, izbor električnih vodiča s obzirom na vrstu izolacijskog materijala, trase svih instalacija i njihova križanja i drugi detalji koji potencijalno utječu na sigurnost i izloženost rizicima. Ako su prilikom izrade izvedbenog projekta komunikacija i koordinacija između odgovornih projektanata i osiguravajućeg društva bile potpune, može se pretpostaviti da su svi značajni izvori rizika prepoznati te da su zajedničkim naporima umanjeni do zadovoljavajuće razine za sve sudionike u procesu ili da su pak u potpunosti uklonjeni, a njihovim umanjenjem ili uklanjanjem nisu nastali nikakvi novi izvori rizika, tj. da je u cijeloj fazi izrade idejnog projekta poštivano načelo sigurnog dizajna.

Pošto su svi detalji u potpunosti definirani, slijedi faza izgradnje samog objekta i montaže opreme za proizvodnju, a tijekom tog perioda osiguratelj investitora prati izdavanjem polica osiguranja izgradnje i montaže koje se protežu i na period probnog rada i uhodavanja proizvodnog sustava.

Kada je napokon proizvodni sustav u potpunosti izgrađen i opremljen, kada su svi strojevi i uređaji podešeni i u probnom radu već ostvaren željeni rezultat, sustav kreće u eksploatacijsku fazu koja će trajati sve do njegovog dokinuća. U ovoj se fazi smatra da su sva tehnička rješenja koja čine sustav sigurnim već postavljena te će tu i ostati sve dok je sustava

odnosno do njegove eventualne rekonstrukcije, uz redovne provjere i održavanje.

U eksploatacijskoj fazi naglasak je na organizacijskim mjerama za umanjenje izloženosti osiguranim rizicima. Na primjer, svaki zaposlenik na stroju treba nastojati svoje radno mjesto i opremu jedinicu održavati urednim i funkcionalnom, a služba održavanja trebala bi se orijentirati ka prediktivnom jer relevantna istraživanja pokazuju da takav pristup, osim što pruža sigurnost, štedi i do 30 % sredstava u odnosu na reaktivno održavanje. Zakonski su propisani razni pregledi instalacija i ostale kontrole unutar sustava, različitih učestalosti. Sa stanovišta osiguratelja, te kontrole nisu dovoljno česte jer velike štete mogu nastati zbog kvarova koji se razviju u mnogo kraćem vremenu pa se zato preporučaju procedure kojima bi takve kontrole postale dio redovne rutine održavanja. Osim održavanja stanja strojeva i samog pogona, potrebno je ulagati i u ljude, njihove vještine, ali i njihovu sigurnost. Svaki radnik treba biti dobro obučen kako bi vješto upravljao svojim strojem, ali i za reakciju u hitnim slučajevima poput nastanka inicijalnog požara. Kako bi reagirao staloženo, pravovremeno i na pravilan način, radnik mora biti upoznat s opremom i kako njome pravilno rukovati. Preporuča se i suradnja s lokalnim vatrogasnim postrojbama jer one mogu pomoći u edukaciji zaposlenika, a ako su upoznati sa sustavom, njihova reakcija će biti efikasnija.

3. ZAKLJUČAK

Oprez, sigurnost i zaštita, urođeni su čovjekov instinkt kojim nastoji zaštititi sebe, svoje bližnje i stečenu imovinu. Osiguranje se kao materijalizacija tog primarnog instinkta pojavljuje od najranije povijesti, iako ne otpočetka u danas poznatom premijskom obliku, već raspodjelom rizika s ciljem samoosiguranja. U Republici Hrvatskoj, djelatnost osiguranja definirana je Zakonom o osiguranju koji, između ostalog, definira djelatnosti osiguranja, te Zakonom o obveznim odnosima koji definira prava i obaveze koje preuzimaju osiguratelj i osiguranik po sklapanju ugovora i izrade police osiguranja. Na tržištu osiguranja u Republici Hrvatskoj postoji 14 osiguravajućih društava čiju djelatnost nadzire Hrvatska agencija za nadzor financijskih aktivnosti, a osiguravajuća društva nude 18 vrsta neživotnog i sedam vrsta životnog osiguranja.

Razvojem industrije, djelatnosti osiguranja pronašle su svoje mjesto i u tom sektoru, od izgradnje i montaže sustava sve do osiguranja imovine i poslovanja. Ovim radom su obuhvaćene one vrste koje svoju primjenu nalaze u osiguranju industrije – osiguranje od požara i elementarnih šteta, ostala osiguranja imovine te osiguranje od financijskih gubitaka,

s naglaskom na rizik od požara koji je dokazano najčešći uzrok šteta u industriji.

U ovom su radu razmatrane su pojedine etape projektiranja proizvodnih sustava prema definiranoj metodologiji, od inicijative sve do kraja eksploatacije i dokinuća proizvodnog sustava, s ciljem uključivanja djelatnosti osiguranja u svaku od njih posredstvom procjenitelja rizika, odnosno inženjera rizika, a na temelju načela istodobnog inženjerstva. Svojim tehničkim znanjima stečenim obrazovanjem i praksom te iskustvom stečenim u osiguranju, inženjer rizika daje preporuke za umanjenje rizika koji prijete iz okoline i samog proizvodnog procesa. Od najranije etape i izrade prethodne studije, suradnja projektanata i osiguravatelja može utjecati na odabir makrolokacije s ciljem umanjenja izloženosti rizicima prirodnih katastrofa, a kasnije, kroz idejni projekt, inženjer rizika predlaže mjere za unaprjeđenje sigurnosti samog objekta prema vrsti industrije definirane proizvodnim programom i koncipiranim tehnologijama, umanjenje izloženosti rizicima sa strojeva određenih kapacitivnim dimenzioniranjem te izbjegavanje širenja šteta na elemente proizvodnog sustava koji su definirani prostornim dimenzioniranjem. Za plan izgradnje, koji nastaje u zadnjoj etapi idejnog projekta kao posljedica idealnog plana, potrebno je analizirati i ocijeniti njegovu sigurnost, a po potrebi uvesti potrebne promjene u idealnom planu kako bi se svi rizici umanjili ili u potpunosti otklonili. Tijekom cijelog procesa projektiranja proizvodnog sustava, inženjer rizika također priprema dokumentaciju potrebnu za izradu police osiguranja. Suradnja osiguranika i osiguravatelja nastavlja se u izgradnji i montaži opreme koje su pokrivene zasebnim policama, ali i u eksploataciji osiguranjem imovine i financijskih gubitaka uzrokovanih prekidom rada.

Komunikacija među svim uključenim stranama važan je dio procesa projektiranja a kasnije i rada proizvodnih sustava, a pravovremena razmjena informacija danas je ostvariva posredstvom infrastrukture, programa i sustava za projektiranje i vođenje poslovanja kompanije. U budućnosti, izvjesno je da će se postizati još viši stupnjevi integracije različitih djelatnosti u projektiranju proizvodnih sustava i automatizirano stvarati još kvalitetnija projektna rješenja (na osnovi modeliranja mogućih scenarija osiguranja, osmišljavanje algoritama umjetne inteligencije).

Risk assessment and insurance in production system planning

Summary: *"Risk assessment and insurance in production system planning" master's thesis explores possibility of systematic integration of insurance-related activities into the earliest stages of production system planning.*

Topic is based on an assumption that the early involvement of insurers through the participation of risk engineers significantly contributes to the safety, efficiency, and sustainability of industrial facilities.

The thesis analyses existing practices and proposes an innovative integration model for cooperation among insurers, designers, and investors. This model is based on the principles of concurrent engineering and the application of digital tools such as CAD (Computer Aided Design), BIM (Building Information Management), and ERP (Enterprise Resource Planning). The use of these tools paves the way toward the creation of digital twins, a concept that enables investors to achieve better cost control, insurers to conduct more accurate risk assessments and premium calculations, and designers to develop safer and more efficient systems.

The paper addresses several key questions:

- *How can an integrated insurance approach enhance the overall safety of production systems?*
- *In what ways do digital tools facilitate coordination among involved parties?*
- *To what extent can raising awareness of safety and insurance aspects, and implementing corresponding design measures, reduce the frequency of loss events throughout the systems life cycle?*

Through theoretical and analytical framework, the thesis examines the fundamentals of insurance, the relevant legal frameworks of the Republic of Croatia, the process of risk assessment, and the potential for linking these aspects with the planning, construction, and operational phases of production systems. Special emphasis is placed on the role of the risk engineer as a technical advisor in the preparation of the design and insurance documentation.

The proposed integrated approach, combined with the comprehensive insurance (CPI) policies, could become an industry standard that benefits all parties by reducing costs and the overall level of safety.

Keywords: *production system, planning, risk, insurance, concurrent engineering*

Navedeni izvori i korištena literatura

Aling d.o.o. - protupožarni i sigurnosni sustavi | Članak | Deluge/ Drencher, https://www.aling.hr/clanak/65/delugedrencher (posjećeno 09. studenog 2024.)

Aling d.o.o. - protupožarni i sigurnosni sustavi | Članak | Novec 1230, https://www.aling.hr/clanak/64/novec-1230 (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Anlar D., Protupožarni premazi, Sveučilište u Zagrebu, 2019.

Ávila, C. A. M., Sánchez-Romero, F.-J., López-Jiménez, P. A., Pérez-Sánchez, M., Improve leakage management to reach sustainable water supply networks through by green energy systems. Optimized case study, Sustain. Cities Soc., sv. 83, str. 103994, kol. 2022, doi: 10.1016/j. scs.2022.103994.

BOSCH FAP-425-O-R Detektor dima, optički – PROALARM Projekt, https://www.proalarm.hr/proizvod/fap-425-o-r-detektor-dima-opticki/ (posjećeno 22. rujna 2024.)

Burkinshaw, A., ESG regulation in 2024: Everything you need to know [updated], Sustainability News: The latest news, insights and analysis for business, https://sustainability-news.net/policy-andregulation/2024-guide-to-esg-regulation/ (posjećeno 03. listopada 2024.)

Can AI Be Used for Risk Assessments?, ISACA, https://www.isaca.org/ resources/news-and-trends/industrynews/2023/can-ai-be-used-for-risk-assessments (posjećeno 09. studenog 2024.)

CatNet® | Swiss Re“. http://www.swissre.com/reinsurance/property-and-casualty/solutions/propertysolutions/catnet.html (posjećeno 03. listopada 2024.)

Cota H., Contractors All Risks & Erection All Risks, Zagreb, 29. listopada 2024.

CO2 sustavi | Članak |, Aling d.o.o. - protupožarni i sigurnosni sustavi, https://www.aling.hr/clanak/68/co2-sustavi (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Definition of the concept of safety | INSPQ“, Institut national de santé publique du Québec, https://www.inspq.qc.ca/en/quebec-collaborating-centre-safety-promotion-and-injuryprevention/definition-concept-safety (posjećeno 14. veljače 2024.)

Doormouse fire door holder | Hard-Wired, Geofire, https://www.geofire.co.uk/products/doormouse-fire-doorholder/ (posjećeno 09. studenog 2024.)

Eko tankvana, Tehnix d.o.o., http://www.tehnix.hr/shop/eko-tankvana-46 (posjećeno 13. listopada 2024.)

Engineered Panels in Construction (EPIC), Oldham, K., „IR – the facts, part 1, https://www.epic.uk.com/pirthe-facts-part-1/ (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Evakuacija i spašavanje. https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/evakuacija-i-spasavanje (posjećeno 03. studenog 2024.)

Fire and steel construction", https://steelconstruction.info/Fire_and_steel_construction (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Fire in Industrial or Manufacturing Properties | NFPA Research, https://www.nfpa.org/education-andresearch/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/fires-in-us-industrial-or-manufacturing-properties (posjećeno 16. lipnja 2024.)

Fire resistance classes of the components quickly explained, https://www.cws.com/en/fire-safety/news/fireresistance-classes-of-components (posjećeno 11. srpnja 2024.)

FLIR E5 PRO, Metroteh.hr. https://www.metroteh.hr/flir-e5-pro (posjećeno 03. studenog 2024.)

GFT Smaragd Compliance Suite, GFT, https://www.gft.com/int/en/solutions/smaragd-compliance-suite (posjećeno 03. listopada 2024.)

GRANULAT ZA UPIJANJE ULJA-TIP III-10KG | Würth Hrvatska". Pristupljeno: 09. studenog 2024. https://eshop.wuerth.com.hr/890%2061/granulat-za-upijanje-ulja-tip-iii-10kg

HANFA, O nama, https://www.hanfa.hr/o-nama/ (posjećeno: 23. rujna 2024.)

History - Lloyd's, https://www.lloyds.com/about-lloyds/history/ (posjećeno 22. travnja 2024.)

Hot Work Permit, https://www.nfpa.org/downloadable-resources/forms/hot-workpermit (posjećeno 03. studenog 2024.)

Hörmann protupožarna klizna vrata| T30 / T90, https://www.hormann.hr/industrijski-program/industrijskavrata/protupozarna-klizna-vrata/ Geoportal NIPP-a, https://geoportal.nipp.hr/viewer (posjećeno 13. listopada 2024.)

HUO, Ključne informacije o tržištu osiguranja u Republici Hrvatskoj, 2023.

HUO, Tržište osiguranja u Republici Hrvatskoj, 2023.

Hydrogen Detection for Battery Charging Rooms, https://www.weatherall-uk.com/articles/hydrogen-detection-forbattery-rooms/ (posjećeno 03. studenog 2024.)

Inspekcija zaštite od požara i civilne zaštite, https://civilna-zastita.gov.hr/inspekcijazastite-od-pozara-i-civilne-zastite-5896/5896 (posjećeno 03. studenog 2024.)

Is it true that, The earliest known life insurance policy was made in Royal Exchange, London on 18 June 1583. A Richard Martin insured a..., https://www.quora.com/Is-it-true-that-The-earliestknown-life-insurance-policy-was-made-in-Royal-Exchange-London-on-18-June-1583-A-Richard-Martin-insured-a-William-Gybbons-paying-thirteen-merchants-30-poundsfor-400-if-the-insured-dies (posjećeno 22. travnja 2024.)

Jug, A., Protupožarna zaštita solarnih (fotonaponskih) panela- iskustva, smjernice i regulativa iz Slovenije, predstavljeno na Vatrodojava i zaštita od požara, Zagreb, 01. listopada 2024. https://zastita.info/hr/konferencije/vatrodojava-2024/prezenntacije/

Karte potresnih područja Republike Hrvatske, http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php (posjećeno 03. listopada 2024.)

Kunica, Z., Primjena istodobnog inženjerstva, Zagreb, 2019.

Kunica, Z., Projektiranje proizvodnih sustava, FSB, Zagreb, 2019.

Large fire losses: Unlocking the sources of ignition | Swiss Re, https://corporatesolutions.swissre.com/insights/knowledge/large-fire-losses-the-sourcesof-ignition.html (posjećeno 16. Lipnja 2024.)

Legrand, M., What is industrial safety? What protections are required for industrial safety? https://www.lebonprotection.com/en/what-is-industrial-safety-what-protections-arerequired-for-industrial-safety/ (posjećeno 14. veljače 2024.)

Linkedin, Complete Guide on Safe Design of a New Production/Manufacturing Plant, https://www.linkedin.com/pulse/complete-guide-safe-design-new-plant-prabhatbhardwaj-1d/ (posjećeno 28. ožujka 2024.)

Mornar A., Preuzimanje rizika u kontekstu osiguranja motornih vozil", Masters, University of Split, Split, 2022.

Minimum Bend Radius | Anixter, https://www.anixter.com/en_us/resources/literature/wirewisdom/minimum-bend-radius.html (posjećeno 13. listopada 2024.)

Natural Hazards Edition | Risk Management Partners, Munich Re, https://www.munichre.com/rmp/en/products/location-riskintelligence/natural-hazards-edition.html (posjećeno 03. listopada 2024.)

Nick, What is an Automatic Fire Detection System?, Sovereign Fire & Security, https://www.sovereignfireandsecurity.co.uk/what-is-an-automatic-fire-detection-system/ (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Novosti - CDT organizuje vatrogasne vježbe za zaposlene kako bi upoznali i isprobali opremu za gašenje požara, http://bs.cdtaviation.com/news/cdt-organizes-fire-drills-for-employees-to-know-and-tryout-fire-fighting-equipment (posjećeno 03. studenog 2024.) /

OSHA Hazard Information Bulletins Fire Hazard of Polyurethane and Other Organic Foam Insulation Aboard Ships and in Construction, https://www.osha.gov/publications/hib19890510 (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Osiguranje izgradnje i montaže, https://www.allianz.hr/hr_HR/poslovni-korisnici/zastitite-svojeposlovanje/osiguranje-izgradnje-i-montaze.html (posjećeno 03. studenog 2024.)

Osobna zaštitna oprema - Humas d.o.o., https://www.humas.hr/usluge/36-zastita-na-radu/osobna-zastitna-oprema (posjećeno 22. rujna 2024.)

(posjećeno 01. veljače 2024.)

Polica osiguranja objekta u izgradnji, Uniqa osiguranje d.d.

Polica osiguranja imovinske štete. 2024., Uniqa osiguranje d.d.

Polystyrene and Fire, https://www.polyform.com/newsletter/polystyrene-and-fire-139/?lang=en (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Povezivanje na vatrodojavu, Javna vatrogasna postrojba Grada Osijeka, https://www.vatrogasci-osijek.hr/pristupinformacijama/povezivanje-na-vatrodojavu/ (posjećeno 03. studenog 2024.)

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara", https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_03_29_505.html (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Pravilnik o rasporedu vrsta rizika po skupinama i vrstama osiguranja odnosno reosiguranja, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_03_23_653.html

Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe - pročišćeni tekst, https://www.zakon.hr/cms.htm?id=52723 (posjećeno 03. listopada 2024.)

Project Insurance: What it is & who needs it, Thimble, https://www.thimble.com/small-business-insurance/projectinsurance (posjećeno 11. srpnja 2024.)

(posjećeno 03. listopada 2024.)

PROTUPOŽARNA BRTVLJENJA - NADING d.o.o., https://www.nading.hr/za-projektiranje/ (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Risk Assessment: Process, Examples, & Tools, https://safetyculture.com/topics/risk-assessment/ (posjećeno 01. veljače 2024.)

Rječnik osiguranjnih termina, https://www.generali.hr/rjecnik-osiguranjnih-termina (posjećeno 22. travnja 2024.)

Safety Definition - an overview | ScienceDirect Topics, https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/safetydefinition (posjećeno 14. veljače 2024.)

Smanjenje emisija ugljičnih plinova: ciljevi i mjere EU-a, Europski parlament, https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20180305STO99003/smanjenjeemisija-ugljicnih-plinova-ciljevi-i-mjere-eu-a

Smoke Ventilation Systems | Fire Safety Solutions, https://www.secontrols.com/en-gb/installations/smokeventilation/guidance-regulations-(1)/ (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Sprinkler sustav | Članak |, Aling d.o.o. - protupožarni i sigurnosni sustavi, https://www.aling.hr/clanak/38/sprinklersustav (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Team, I., Maintenance Statistics 2024: Trends, Challenges and Metrics, https://blog.infraspeak.com/maintenance-statistics-trends-challenges/ (posjećeno 03. studenog 2024.)

Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije, https://www.zakon.hr/cms.htm?id=6010 (posjećeno 13. listopada 2024.)

Tim Kabel - NHXH FE180/E30". https://www.tim-kabel.hr/content/view/279/366/lang,english/ (posjećeno 13. listopada 2024.)

Vertically mounted bifacial solar panels – vertical solar by Over Easy, Vertical bifacial solar PV installations, https://vertical.solar/ (posjećeno 03. listopada 2024.)

Vertikalna i bočna raspršivača za strop 68 Proizvođači i dobavljači - Kina Tvornica -PRI-SIGURNOST, http://hr.automaticextinguisher.com/water-system/upright-and-side-type-sprinkler-forceiling (posjećeno 22. rujna 2024.)

Vježba evakuacije u školi – edukacija djece i zaposlenika kako bi znali reagirati u stvarnoj situaciji – VZG, https://vzg-koprivnica.hr/2023/05/10/vjezba-evakuacije-u-skoli-edukacija-djece-izaposlenika-kako-bi-znali-reagirati-u-stvarnoj-situaciji/ (posjećeno 03. studenog 2024.)

What is Concurrent Engineering?, https://www.concurrent-engineering.co.uk/what-is-concurrentengineering (posjećeno 22. rujna 2024.)

What is digital-twin technology? | McKinsey, https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinseyexplainers/what-is-digital-twin-technology (posjećeno 09. studenog 2024.)

What is ERP? | SAP. https://www.sap.com/croatia/products/erp/what-is-erp.html (posjećeno 09. studenog 2024.)

Wikipedia, Building information modelling, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Building_information_modeling&oldid=1257383524 (posjećeno 15. Studenog 2024.)

Wikipedija, CAD, https://hr.wikipedia.org/w/index.php?title=CAD&oldid=6908569 (posjećeno 22. studenog 2024.)

Wikipedia, Concurrent engineering, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Concurrent_engineering&oldid=1173659070 (posjećeno 03. listopada 2024.)

Wikipedia, Gas detector, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Gas_detector&oldid=1231510349 (posjećeno 11. srpnja 2024.)

Wikipedia, History of insurance, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_insurance&oldid=1190737576 (posjećeno 01. veljače 2024.)

Wikipedia, Insurance, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Insurance&oldid=1198083643 (posjećeno 01. veljače 2024.)

Wikipedija, Normizacija, https://hr.wikipedia.org/w/index.php?title=Normizacija&oldid=5266962 (posjećeno 22. studenog 2024.)

Wikipedia, Peak ground acceleration, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Peak_ground_acceleration&oldid=1243704731 (posjećeno 03. listopada 2024.)

Wikipedia, Protection, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Protection&oldid=1199252101 (posjećeno 01. veljače 2024.)

Wikipedia, Safety, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Safety&oldid=1196721658, (posjećeno 01. veljače 2024.)

Wikipedia, Sigurnost, https://hr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sigurnost&oldid=6318185 (posjećeno 11. veljače 2022.)

Zakon o gradnji, https://www.zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji (posjećeno 16. lipnja 2024.)

Zakon o obveznim odnosima, https://www.zakon.hr/z/75/Zakon-o-obveznim-odnosima (posjećeno 01. veljače 2024.)

Zakon o osiguranju, https://www.zakon.hr/z/369/Zakon-o-osiguranju (posjećeno: 01. veljače 2024.)

Zakon o zaštiti od požara, https://www.zakon.hr/z/349/Zakon-o-za%C5%A1titi-od-po%C5%BEara (posjećeno 16. lipnja 2024.)

1898 – Pioneer of On-Demand Insurance: 1898, the Insurance Vending Machine – Generali Heritage, https://heritage.generali.com/en/two-centuries-of-history/pionieri-dellassicurazione-ondemand-1898-il-distributore-automatico-di-polizze/ (posjećeno 22. travnja 2024.)