

# Tehnike i metode procjene pouzdanosti i kompetentnosti zaposlenika u organizaciji

---

Ozimec, Klaudija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:235853>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-29**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 027/LIM/2023.**

**Tehnike i metode procjene pouzdanosti i kompetentnosti  
zaposlenika u organizaciji**

Klaudija Ozimec, 4030/336

Varaždin, kolovoz 2023. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za logistiku i održivu mobilnost

Završni rad br. 027/LIM/2023.

## Tehnike i metode procjene pouzdanosti i kompetentnosti zaposlenika u organizaciji

### Student

Klaudija Ozimec, 4030/336

### Mentor

Prof.dr.sc Krešimir Buntak

## Prijava završnog rada

### Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	pred-diplomski stručni studij Logistika i mobilnost - Varaždin		
PRISTUPITELJ	Klaudija Ozimec	MATIČNI BROJ	4030/336
DATUM	01.09.2023.	COLEGIJ	Upravljanje kvalitetom
NAZIV RADA	Tehnike i metode procjene pouzdanosti i kompetentnosti zaposlenika u organizaciji		

MAŠLOP RADA NA  
ZNIM. IZDAJU: Techniques and methods of assessing the reliability and competence of employees in the organization

MENTOR	dr.sc. Krešimir Buntak	ZVANJE	redovni profesor
ČLANOV. POVJERENSTVA	1. Doc.dr.sc. Ivana Martinčević, predsjednica		
	2. Doc.dr.sc. Vesna Sesar, član		
	3. prof.dr.sc. Krešimir Buntak, član, mentor		
	4. izv.prof.dr.sc. Predrag Brlek, zamjenski član		
	5. _____		

### Zadatak završnog rada

BPZJ 027/LIM/2023

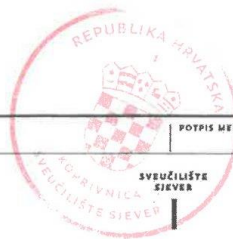
OPIS

Ljudi, odnosno zaposlenici ključni su dio organizacijske strukture, uz strojeve i postrojenja. Kao takvi zaposlenici su skloni pogreškama, te neke studije pokazuju da ljudske greške čine 60-90% svih nesreća prilikom rada, dok se tek manji dio odnosi na tehničke komponente. Prema tome što je više pogrešaka u proizvodnji, veći su organizacijski troškovi, te organizacija kao takva postaje nekonkurentna na tržištu. Kako bi se što više smanjile pogreške pri radu, i smanjili nepotrebni troškovi proizvodnje, nameće se potreba za korištenjem metoda za procjenu ljudske pouzdanosti. S obzirom na to zadatak završnog rada bio je:

- opisati organizacijsku kompetentnost
- opisati kompetentnost ljudskih potencijala
- opisati pouzdanost sustava i ljudskog rada
- dati pregled metoda i alata za procjenu ljudske pouzdanosti

ZADATAK URUŽEN 30.06.2023.

POTPIS MENTORA



## Sažetak

Posljednjih nekoliko godina bilježi se smanjenje tehničkih kvarova zahvaljujući tehnološkom razvoju i pojačanim mjerama zaštite i sigurnosti koje su sustave učinili pouzdanijima. Međutim nije moguće govoriti o pouzdanosti sustava bez rješavanja stope kvarova svih njegovih komponenata, među koje spada i čovjek. Doprinos ljudskog faktora u dinamici nesreća je kako statistički, tako i po težini posljedica veoma visok, te se procjenjuje da pogreške ljudskog faktora iznose od 60 – 90% svih nesreća, dok se tek ostatak pripisuje tehničkim nedostacima. Jasno je da su incidenti najočiglednije pogreške u industrijskim sustavima, no manji kvarovi mogu ozbiljno smanjiti performanse sustava u smislu produktivnosti i učinkovitosti. Zapravo, ljudska pogreška ima izravan utjecaj na produktivnost jer pogreške utječu na stope odbijanja proizvoda, povećavajući tako troškove proizvodnje, te smanjene prihode kod kasnije prodaje. Stoga postoji potreba za procjenom ljudske pouzdanosti kako bi se smanjili vjerojatni uzroci pogrešaka. Cilj ovog rada bio je proučiti današnje dostupne metode za analizu ljudske pouzdanosti (HRA), kvantitativne prve generacije (kao što su metode THERP i HEART), te one kvalitativne druge generacije (kao što su metode ATHEANA i CREAM). Ove metode imaju svrhu procijeniti vjerojatnost ljudske pogreške u industrijskim sustavima, za određenu operaciju, u određenom vremenskom intervalu i u određenom kontekstu. Spomenute metode nastoje na više ili manje pojednostavljen način, pomoću određenih modela opisati složene mehanizme koji leže iza određenih ljudskih radnji koje su podložne pogrešci.

Ključne riječi: pouzdanost, metode za procjenu pouzdanosti, pogreške, organizacija, zaposlenici, kompetentnost.

## **Abstract**

The last few years have seen a decrease in technical failures thanks to technological development and enhanced protection and security measures that have made the systems more reliable. However, it is not possible to talk about the reliability of the system without addressing the failure rate of all its components, including humans. The contribution of the human factor in the dynamics of accidents is very high, both statistically and in terms of severity, and it is estimated that human factor errors amount to 60-90% of all accidents, while only the rest is attributed to technical defects. It is clear that incidents are the most obvious errors in industrial systems, but a single failure can seriously reduce the performance of the system in terms of productivity and efficiency. In fact, human error has a direct impact on productivity because errors affect the rejection rate of products, thus increasing production costs, and reduced revenues in later sales. Therefore, there is a need to assess human reliability to reduce the likely causes of errors. The aim of this paper was to study the currently available methods for human reliability analysis (HRA), quantitative first generation (such as THERP and HEART methods), and qualitative second generation (such as ATHEANA and CREAM methods). These methods aim to estimate the probability of human errors in industrial systems, for a specific operation, in a specific time interval and in a specific context. The mentioned methods strive to describe the complex mechanisms that lie behind certain human actions that are subject to error, in a more or less simplified way, using certain models.

**Keywords:** reliability, reliability assessment methods, errors, organization, employees, competence.

## **Popis kratica**

**HRA** – Human reliability assesment (procjena ljudske pouzdanosti)

**TQM** - Total quality management (potpuno upravljanje kvalitetom)

**PDCA** - Plan-do-check-act (planiraj, učini, provjeri i djeluj)

**ISO** – Međunarodna organizacija za standardizaciju

**HRN** – Hrvatske norme

**DIN** – Njemački institut za standardizaciju

**VDI** (Verein Deutscher Ingenieure) - Udruga njemačkih inženjera

**BS** – British standards (Britanski standardi)

**HEP** - Human error probability (vjerojatnost ljudske pogreške)

**ERM** – Error reducement measures (mjere smanjenja pogreške)

**THERP** - Technique for human error-rate prediction (tehnika za procjenu ljudske pogreške)

**SRK** - Skill-based, rule-based, and knowledge-based behaviour (Ponašanje temeljeno na vještinama, pravilima i znanju)

**CREAM** - Cognitive reliability and error analysis method (Kognitivna pouzdanost i metoda analize pogrešaka)

**HEART** - Human error assessment and reduction technique (Tehnika procjene i smanjenja ljudske pogreške)

**ATHEANA** - A Technique for human event analysis (Tehnika analize ljudskih događaja)

**COCOM** - Contextual control model (Model kontekstualne kontrole)

**PSF** - Performance shaping factors (Čimbenici oblikovanja učinka)



## Sadržaj:

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
1.1.Problem, predmet i objekt završnog rada.....	2
1.2.Cilj i svrha završnog rada.....	2
1.3.Znanstveni i stručni doprinos.....	2
1.4.Sadržaj završnog rada.....	2
1.5.Znanstvene metode.....	4
<b>2. Sustav upravljanja kvalitetom.....</b>	<b>5</b>
2.1.Normizacija sustava upravljanja kvalitetom ISO 9001.....	7
2.2.Pouzdanost i kompetentnost.....	8
<b>3. Organizacijska kompetentnost.....</b>	<b>10</b>
3.1.Vrste organizacijske kompetentnosti.....	13
3.2.Kompetentnost ljudski potencijala.....	15
<b>4. Pouzdanost sustava.....</b>	<b>18</b>
4.1.Determinante pouzdanosti sustava.....	19
4.1.1. Kvarovi.....	20
4.2.Pouzdanost ljudskog rada.....	23
4.2.1. Stanja koja utječu na ljudsku pogrešku u proizvodnji.....	25
<b>5. Tehnike procjene pouzdanosti zaposlenika.....</b>	<b>28</b>
5.1.Pregled tehnika.....	28
5.1.1. THERP metoda (1. generacija).....	33
5.1.2. HEART metoda (1. generacija).....	36
5.1.3. ATHEANA metoda (2. generacija).....	37
5.1.4. CREAM metoda (2. Generacija).....	38
5.2.Komparativna analiza tehnika.....	39
<b>6. Zaključak.....</b>	<b>41</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>42</b>
7.1.Popis slika i tablica.....	45

## 1. Uvod

Ljudi tj. zaposlenici su uz strojeve i postrojenja u organizaciji jedni od organizacijskih ključnih elemenata. Od zaposlenika se, kao takvih, očekuje da tijekom svog radnog vremena kvalitetno i dosljedno odrade sve ono što se od njih iziskuje. U tom kontekstu, potrebno je osigurati da zaposlenici pouzdano izvršavaju zadatke koji su im definirani njihovim radnim mjestom, odnosno da posjeduju kompetencije koje će im omogućiti obavljanje danih poslova (Martinčević, 2020). Nadalje, uz pojedinačnu pouzdanost koja je primarno vezana uz zaposlenike, važna je i pouzdanost upravljanja kao i svi upravljački procesi budući da, ako zaposlenik kao takav ili menadžment ne posjeduju zadovoljavajuću razinu pouzdanosti postoji rizik od pojave varijabilnosti u procesu. Pouzdanost je ključan kriterij za ocjenu učinka zaposlenika. Točnost i pouzdanost na radnom mjestu imaju velik utjecaj na učinak pojedinog zaposlenika, kao i onih s kojima zaposlenik radi. Pouzdan član tima je onaj koji je dosljedno dokazao da se na njega može računati da će se na vrijeme pojaviti na poslu, poštovati rokove i pridonijeti kvalitetnim radom krajnjem proizvodu. Smatra se da ljudska pogreška doprinosi 60 - 90% svih nesreća prilikom rada dok se tek manji dio odnosi na strojeve (Kovačić, 2020). U tom kontekstu, nameće se potreba za korištenjem metoda i tehnika za procjenu pouzdanosti zaposlenika. Samo motiviran i zadovoljan zaposlenik u zdravom radnom okruženju obaviti će sve svoje zadatke koji se od njega traže na siguran i učinkovit način uz maksimalnu produktivnost, što bi na kraju trebao biti i cilj svake organizacije. Što je manje grešaka prilikom proizvodnje to će i troškovi same organizacije biti manji (Buntak S. i., 2016). Kako bi se ljudska greška minimizirala te zaposlenici bili zadovoljni, važnu ulogu u poslovanju organizacije igra odjel ljudskih resursa. Odjel ljudskih resursa bitna je komponenta u poslovanju organizacije bez obzira na njezinu veličinu. Važni zadaci u kojima odjel ljudskih resursa sudjeluje su pronalaženje, provjera, zapošljavanje i obuka kandidata za posao. Osim poslova vezanih uz zapošljavanje radnika bitan zadatak odjela ljudskih resursa je i maksimiziranje produktivnosti zaposlenika te zaštita organizacije od bilo kakvih problema koji se mogu pojaviti unutar radne snage. Drugim riječima, kroz upravljanje ljudskim potencijalima, organizacija osigurava da su svi njezini angažirani zaposlenici kompetentni te da posjeduju sposobnost obavljanja definiranih zadataka na njihovim radnim mjestima. No, jedno od pitanja koje se postavlja je i je li kompetentan zaposlenik pouzdan zaposlenik i postoji li poveznica između kompetentnosti zaposlenika i pouzdanosti zaposlenika.

## **1.1. Problem, predmet i objekt završnog rada**

S obzirom na opisanu problematiku i kontekst u Poglavlju 1, definiran je i istraživački problem u završnom radu koji glasi „*postojeće znanje znanstvenika i istraživača, odnosno praktičara o metodama i tehnikama procjene pouzdanosti i kompetentnosti zaposlenika u organizaciji*“. Tragom toga, definiran je i predmet istraživanja, a to su metode i tehnike procjene pouzdanosti i kompetentnosti zaposlenika organizaciji. Objekt istraživanja su varijable koje mogu determinirati pouzdanost i kompetentnost zaposlenika u organizaciji.

## **1.2. Cilj i svrha završnog rada**

Kako bi se riješio definirani istraživački problem u Poglavlju 1.1., odnosno istražio utjecaj kompetentnosti na pouzdanost zaposlenika, u završnom radu definirani su ciljevi istraživanja koji se svode na:

- Opisati pouzdanost ljudskih potencijala.
- Istražiti tehnike i metode za procjenu ljudskih potencijala.
- Istražiti primjenjivost tehnika i metoda procjene ljudskih potencijala.
- Istražiti i opisati determinante koje utječu na pouzdanost ljudskih potencijala.

Svrha završnog rada je dati pregled najčešće korištenih tehnika i metoda analize pouzdanosti ljudskih potencijala kao i opisati njihovu primjenjivost u praksi.

## **1.3. Znanstveni i stručni doprinos**

Stručni doprinos završnog rada odnosi se na mogućnost primjene postojećih metoda i procjena pouzdanosti zaposlenika u organizaciji. S druge strane, znanstveni se doprinos odnosi na pregled svih postojećih metoda i tehnika analize pouzdanosti i kompetentnosti zaposlenika što može biti osnova za razvoj novih modela procjene pouzdanosti prema kojima će se organizacije orijentirati kako bi smanjile dodatne nepoželjne troškove, te osigurale zadovoljstvo svih njenih zaposlenika.

## **1.4. Sadržaj završnog rada**

Rad je podijeljen na 6 poglavlja, te započinje opisom ljudi kao zaposlenika u organizaciji, kao i svih obaveza i zadataka koji se od njih očekuju. Važnu ulogu u organizaciji i vođenju zaposlenika, igra odjel ljudskih resursa, koji sudjeluje su pronalaženju, provjeri, zapošljavanju i obuci kandidata za posao. Osim poslova vezanih uz zapošljavanje radnika ljudski odjel sudjeluje u maksimiziranju produktivnosti zaposlenika, te osiguravanju da među radnom

snagom bude što manje problema i nesuglasica, zbog kojih bi se mogle javiti greške u radu, zbog kojih bi organizacija mogla imati gubitke u poslovanju. Pretpostavlja se da ljudska pogreška doprinosi 60 - 90% svih nesreća prilikom rada dok se tek manji dio odnosi na strojeve. Kako bi se minimizirale pogreške u radu zaposlenika, nameće se potreba za korištenjem metoda i tehnika za procjenu pouzdanosti zaposlenika. U drugom poglavlju opisan je pojam kvalitete, te njezini aspekti kao i stajališta o kvaliteti od strane potrošača, proizvođača i tržišta. Dalje je opisana normizacija sustava upravljanja kvalitetom kroz ISO 9001:2015 međunarodno priznatu normu za sustav upravljanja kvalitetom, koja je dio obitelji normi razreda 9 koji pokrivaju područje upravljanja kvalitetom. U istom poglavlju opisana je uključenost svih zaposlenika u organizaciji prema ISO 9001:2015 normi koja glasi "Ljudi na svim razinama bit su organizacije i njihova puna uključenost omogućuje da se njihove sposobnosti iskoriste za dobrobit organizacije". U trećem poglavlju definirane su organizacijske kompetentnosti, te kompetentnosti ljudskog potencijala. Organizacije definiraju kompetenciju kao mjerljivo ponašanje na poslu koje organizacija želi vidjeti kod svoje radne snage ili zaposlenika. Nadalje organizacijska kompetentnost dijeli se na četiri ključna elementa, kompetentnost ljudskog potencijala, tehnološka kompetentnost, tehnička kompetentnost i strukturna kompetentnost. U četvrtom poglavlju spominje se pouzdanost, definirana prema ISO standardima, a koja glasi da je pouzdanost „sposobnost funkcionalne jedinice da izvrši traženu funkciju u danim uvjetima u danom vremenskom intervalu“. Prema tome opisana je pouzdanost sustava, te zahtjevi pouzdanosti, koji se primjenjuje na strojeve i postrojenja. Dalje u poglavlju navedeni su kvarovi i greške koje se pojavljuju prilikom rada nekog sustava, te njihovi najčešći uzroci i učestalost pojavljivanja. Na sličan način opisana je i pouzdanost ljudskog rada, te svi unutarnji i vanjski čimbenici koji utječu na nju, a zbog kojih ljudi najčešće griješe prilikom obavljanja određenog zadatka. U petom poglavlju razrađene su metode za procjenu ljudske pouzdanosti (HRA). Dan je pregled većine znanih metoda, te detaljan proces analize sa svim koracima, koji koristi većina metoda za analizu. Detaljnije su opisane po dvije metode iz svake generacije, kao i prednosti i nedostaci svake metode. Za kraj metode su uspoređene u komparativnoj analizi. U šestom poglavlju dana su završna razmatranja, te preporuke za buduća istraživanja u području ljudske pouzdanosti.

## **1.5. Znanstvene metode**

U završnom radu korištene su slijedeće metode deskripcije, komparacije, analize, sinteze, matematička metoda, povijesna metoda, te metoda kompilacije.

## 2. Sustav upravljanja kvalitetom

Za kvalitetu kao takvu ne postoji jedinstveno pojmovno određenje budući da ona ovisi o gledištu pojedinaca, odnosno budući da sam pojedinac definira što je kvalitetno. No, unatoč tome, pojam kvaliteta proizlazi iz grčke riječi *qualitas* što označuje svojstvo, sposobnost, vrijednost, kakvoću. Temeljem toga proizlazi da je kvaliteta svojstvo ili osobina koja označava određeni predmet ili pojavu i razlikuje ih od ostalih predmeta ili pojava. Bitnu ulogu u pojmovnom određenju kvalitete ima sam potrošač, te se kvaliteta proizvoda ili usluge prilagođava njegovim potrebama i zahtjevima. Prema tome kvaliteta nije konstanta već se mijenja prema potrebama potrošača. Kvaliteta se može sagledati kroz dva ključna aspekta, varijable i atribute. Stavke koje se mogu mjeriti, te izraziti numerički su varijable (npr. gustoća tekućine izražena u kilogramima po kubnom metru), dok se one koje se ne mogu mjeriti nazivaju atributi (npr. je li boja auta zadovoljavajuća ili nije). Pošto definicija kvalitete uključuje zahtjeve potrošača, ti zahtjevi se moraju uvažiti. Značajke proizvoda i usluga mogu se svrstati u dvije osnovne skupine, a to su:

- značajke koje određuju funkcionalnu osnovu proizvoda ili usluge i
- značajke koje čine hedonistički dodatak proizvodu ili usluzi

Tehnička svojstva nekog proizvoda ili usluge određivat će njegovu funkcionalnost te pouzdanost i trajnost. Vrsta materijala korištenih u izradi proizvoda ili robusnost i stabilnost mrežne platforme putem koje kupac konzumira određenu uslugu su tipični primjeri značajki koje čine tehnička svojstva. Funkcionalnost i pouzdanost zajedno tvore funkcionalnu osnovu određenog proizvoda ili usluge te imaju za svrhu zadovoljavanje osnovnih potreba kupaca, a osim toga sadrže i vremensku komponentu u vidu trajnosti (Buntak e. a., 2021). Zbog fenomena globalizacije koji je potaknut tehnološkim razvojem, kod potrošača se sve više javlja porast zahtjeva uslijed čega do sve većeg izražaja dolaze značajke koje čine hedonistički dodatak proizvodu ili usluzi. Hedonistički dodatak se može definirati kao cilj udovoljavanja zahtjevima kupca na ugodan način. U hedonistički dodatak proizvodu ili usluzi pripada sve što daje dodatnu vrijednost izvan osnovne funkcionalnosti te na taj način udovoljava i neizrečenim zahtjevima korisnika (Buntak e. a., 2021). Poimanje kvalitete uvelike će ovisiti o stajalištu pojedinca ili organizacije. Učinak stajališta odnosi se na različita stajališta ključnih dionika koji sudjeluju u procesu nastanka, razmjene i korištenja nekog proizvoda ili usluge o njegovoj kvaliteti. Neke od ključnih razina kroz koje se kvaliteta može sagledavati kvaliteta sa stajališta potrošača, proizvođača i tržišta (Buntak e. a., 2021). Kvaliteta sa stajališta potrošača kao što je već spomenuto odnosi se na razinu zadovoljstva potrošač sa proizvodom ili uslugom koju je primio. Kvaliteta sa stajališta proizvođača odnosi se na uspjeh određenog proizvoda na tržištu, a podrazumijeva analizu kvalitete koncepcije,

konstrukcije i izvedbe određenog proizvoda ili usluge. Naposljetku kvaliteta sa stajališta tržišta odnosi se na stupanj do kojeg određeni proizvod ili usluga više zadovoljava kupca u odnosu na konkurentnu robu na tržištu (Buntak e. a., 2021). Najčešći aspekti kvalitete analizirani kroz stajališta navedenih dionika mogu se sagledati kroz Tablicu 1:

Tablica 1. Aspekti kvalitete

Aspekt kvalitete	Definicija
performanse	ispunjava li proizvod ili usluga zahtjev kupca na najbolji mogući način
karakteristike	svojstva koja određeni proizvod ili usluga posjeduju, a neki drugi proizvod ili usluga ne posjeduju
pouzdanost	dostupnost proizvoda ili usluge u trenutku kada se ukaže potreba za njima
sukladnost	proizvod ili usluga obavljaju ono što se od njih očekuje
trajnost	koliko dugo se određeni proizvod ili usluga mogu upotrebljavati
estetika	kakav je osjećaj korištenja određenog proizvoda ili usluge
uslužnost	koliko dugo treba da se proizvod ili usluga ponovno vrate u funkciju nakon što su onesposobljeni
percipirana kvaliteta	a subjektivni dojam kupca o nekom proizvodu ili usluzi stvoren temeljem ostalih aspekata kvalitete

Izvor: Prilagodila autorica prema <https://hgk.hr/documents/sveucilisni-prirucnik-kvaliteta-i-sustavi-upravljanja-kvalitetom618e70fc7168b.pdf>, datum pristupa: 15.11.2022.

Sustav upravljanje kvalitetom postao je raširen među organizacijama tijekom posljednjih desetljeća. Ciljevi organizacije mogu se razlikovati, no ono što je svima zajedničko jest briga o zadovoljstvu kupca, te sposobnost organizacije da se prilagodi svim kupčevim zahtjevima. Samo na taj način organizacija će osigurati svoj dugoročni uspjeh na globalnom tržištu. Kako bi upravljanje kvalitetom bilo uspješno važna je uključenost svih zaposlenika unutar organizacije. Potrebno je naglasiti kako organizacija može sustav upravljanja kvalitetom certificirati pomoću certifikacijske norme koja je detaljnije opisana u poglavlju 2.1. No, uz sustav upravljanja kvalitetom, potrebno je naglasiti i ostale norme sustava upravljanja kao što su to ISO 13485, ISO 14000/14001, ISO 14971, ISO 17025, ISO 22000, HACCP. Organizacije koje žele slijediti ove standarde moraju zadovoljiti sve kriterije i proći detaljne revizije. U nekim industrijama to je uvjet, dok u drugim industrijama može pružiti posebne pogodnosti koje odgovaraju ciljevima i općim ciljevima tvrtke. Nadalje, potrebno je naglasiti kako kroz implementaciju sustava upravljanja i stalna poboljša, organizacija može razviti poslovnu izvrsnost. No, osim toga, treba

naglasiti i ukupno upravljanje kvalitetom (TQM) koji podrazumijeva pristup upravljanju u kojem je kvaliteta naglašena u svakom aspektu poslovanja. Ciljevi su usredotočeni na dugoročni razvoj kvalitetnih proizvoda i usluga raščlanjivanjem svakog pojedinačnog procesa i aktivnosti kako bi se utvrdilo doprinosi li ili oduzima od ciljeva tvrtke u pogledu produktivnosti i kvalitete. Neusklađeni procesi i funkcije usklađuju se s ciljevima, vrijednostima i uvjerenjima tvrtke kroz razvoj fleksibilnih strategija.

## **2.1. Normizacija sustava upravljanja kvalitetom ISO 9001**

ISO 9001:2015 je međunarodno priznata norma za sustav upravljanja kvalitetom. Dio je obitelji normi razreda 9 koji pokrivaju područje upravljanja kvalitetom. Norma ISO 9001:2015 primjenjiva je na bilo koju vrstu industrije i organizacije svih veličina i mogu pomoći organizaciji u pružanju dosljednih proizvoda i usluga koji vode do zadovoljstva kupaca, usklađenosti s propisima i stalnog poboljšanja. Dokument ISO prvi put je objavljen 1987, dok se danas koristi verzija objavljena 2015 godine. Ako se detaljnije sagleda, riječ ISO potječe od grčke riječi *isos* što znači jednako, bez obzira na državu ili jezik uvijek vrijede ista pravila. Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) je neovisna, nevladina organizacija koja broji 163 člana, prema definiciji ISO okuplja stručnjake radi razmjene znanja i razvoja dobrovoljnih, tržišno relevantnih međunarodnih standarda koji se temelje na konsenzusu, te koji podržavaju inovacije i pružaju rješenja za globalne izazove. Zahtjevi sadržani u normi ISO 9001 pokrivaju područje cjelokupnog poslovanja organizacije, poboljšanje efikasnosti procesa te kontinuirano poboljšanje. To postiže kroz plan-do-check-act ciklus (skraćeno PDCA) i pruža procesno orijentiran pristup dokumentiranju i pregledu strukture, odgovornosti i postupaka potrebnih za postizanje učinkovitog upravljanja kvalitetom u organizaciji. ISO norme 9001 temelje se na 7 glavnih načela upravljanja kvalitetom, a čine ih fokus na kupca, vodstvo, uključivanje svih zaposlenih, procesni pristup, kontinuirano poboljšanje, donošenje odluka temeljem činjenica i upravljanje odnosima (Fahmi, 2020). Načelo fokus na kupca govori da kupci kao takvi trebaju biti u fokusu organizacije jer je njihovo zadovoljstvo organizacijskim proizvodima i uslugama determinira prihode organizacije. Nezadovoljan kupac predstavlja rizik za organizaciju, jer će se takav kupac orijentirati prema proizvodima i uslugama konkurencije te će se tako smanjiti prihod organizacije. Prema tome kupci i korisnici su ti koji definiraju kvalitetu proizvoda koju organizacija treba ostvariti (Buntak K. , 2020). Načelo vodstva podrazumijeva angažman i usmjeravanje ljudi tj. zaposlenika u organizaciji. Teži stvaranju jedinstva organizacijskih zaposlenika, te njihovo usmjeravanje kao temelj za usklađivanje strategije, politike, procesa i postupaka. Pri tome norma podrazumijeva i komunikaciju misije, vizije i ciljeva te promicanje vrijednosti koje organizacijski sustav upravljanja kvalitetom posjeduje (Buntak K. , 2020). Načelo uključivanje svih zaposlenih,



koji čine jedini živi dio svake organizacije, podrazumijeva njihovu uključenost u identifikaciju i poboljšanje određenih procesa u organizaciji pošto su oni ti koji su uključeni u odvijanje procesa. Detaljniji opis norme dan je u poglavlju 2.2. Načelo procesni pristup omogućuje mjerenje performansi koje sustav razvija, što je i pretpostavka za poboljšanje performansi sustava. Sustav upravljanja kvalitetom u organizaciji sastoji se od niza procesa koji su međusobno povezani i usmjereni prema optimizaciji i poboljšanju učinkovitosti i djelotvornosti organizacijskih procesa u cjelini (Buntak K. , 2020). Načelo kontinuirano poboljšanje predlaže provođenje stalnih poboljšanja organizacijskih procesa kako bi organizacija ostala i postala konkurentna. Međutim, da bi mogla poboljšavati procese, organizacija treba uspostaviti sustav pomoću kojeg će mjeriti performanse koje razvijaju procesi, isto kao što treba analizirati prilike u procesu na temelju kojih će provesti poboljšanja (Buntak K. , 2020). Načelo donošenja odluka temeljem činjenica govori da je za poboljšanje procesa neophodno osigurati dokaze pomoću kojih će se moći donijeti odluka je li planirano poboljšanje isplativo ili nije. Za stvaranje dokaza za odlučivanje predlaže se korištenje alata i metoda pomoću kojih je moguće provesti analize, a provedene analize postaju dokaz za odluku (Buntak K. , 2020). Načelo upravljanja odnosima govori o odnosima organizacije sa okolinom i zainteresiranim stranama. Kao jedna od posebno značajnih zainteresiranih strana s kojom organizacija mora upravljati su dobavljači s kojima organizacija teži stvoriti poslovni odnos (Buntak K. , 2020).

## **2.2. Pouzdanost i kompetentnost**

Jedno od načela upravljanja kvalitetom je uključenost zaposlenika, te vrijedi definicija koja glasi "Ljudi na svim razinama bit su organizacije i njihova puna uključenost omogućuje da se njihove sposobnosti iskoriste za dobrobit organizacije". Uključenost zaposlenika spominje se u normi ISO 9001:2015, te se bavi ulogom ljudi u organizaciji i njihovom okruženju. Za organizaciju je bitno da su svi njeni zaposleni kompetentni, ovlaštene te spremni za maksimalni angažman oko dobrobiti i uspješnosti poslovanja organizacije. Kompetentni, ovlaštene i angažirani zaposlenici u cijeloj organizaciji povećavaju njezinu sposobnost stvaranja vrijednosti. Kada se govori o uključenosti zaposlenika to znači da su svi zaposlenici kompetentni, osnaženi i da daju vrijednost. Uključeni zaposlenik imat će bolju percepciju važnosti posla, bolju jasnoću očekivanog posla, te će imati više prilika za poboljšanje i napredovanje. Uključeni zaposlenik davat će redovite povratne informacije i održavat će dijalog s nadređenima. Kvaliteta radnih odnosa uključenog zaposlenika s kolegama, nadređenima i podređenima biti će znatno poboljšana. Prema (Fahmi, 2020) tipične radnje za uključenost zaposlenika su:

- Međusobna komunikacija s zaposlenicima, te promicanje razumijevanja njihovog vlastitog doprinosa
- Promicanje suradnje kroz cijelu organizaciju
- Omogućiti otvorene diskusije, te dijeljenje znanja i iskustva
- Ohrabrivanje zaposlenika da odrede vlastite granice, te da preuzmu inicijative bez straha
- Prepoznavanje i priznavanje doprinosa učenju i napretku
- Omogućiti samoevaluaciju učinka prema osobnim ciljevima
- Provođenje anketa kako bi se procijenilo zadovoljstvo zaposlenika, saopćili rezultati, te poduzele odgovarajuće radnje

Također predloženi koraci u uključenju zaposlenika su :

- Osigurati da se ljudske sposobnosti koriste i cijene
- Dati ljudima određene odgovornosti
- Omogućiti sudjelovanje u stalnom poboljšanju
- Omogućiti učenje i dijeljenje znanja
- Osigurati otvorenu raspravu o problemima i ograničenjima

### 3. Organizacijska kompetentnost

Kompetencija se općenito definira kao kombinacija vještina, znanja, atributa i ponašanja koji pojedincu omogućuju uspješno obavljanje zadatka ili aktivnosti na određenom poslu. Sama riječ kompetencija dolazi od latinske riječi *competere* koja znači odlikovati, odnosno težiti čemu, a u hrvatskom jeziku ona predstavlja sposobnost, ovlaštenost i mjerodavnost. Organizacije definiraju kompetenciju kao mjerljivo ponašanje na poslu koje organizacija želi vidjeti kod svoje radne snage ili zaposlenika. To su kritične osobine ponašanja i vještine zaposlenika koje omogućuju organizaciji da postigne svoje poslovne ciljeve. Organizacije navode relevantne kompetencije prilikom definiranja zahtjeva posla i zapošljavanja te za zadržavanje i razvoj svog osoblja. Ovisno o opisu posla, vrsti, odjelu, industriji i stažu koji je potreban, organizacija može tražiti raznolik skup kompetencija. Za organizaciju, njezina temeljna kompetencija odnosi se na sposobnosti, znanje, vještine i resurse koji čine njezinu "definirajuću snagu" (Martinčević, 2020). Kompetentnost organizacije je sposobnost organizacije da se prilagodi i uspješno utječe na čimbenike koji utječu na njezino poslovanje i djelovanje, a nakon toga da uspješno odgovori na zahtjeve i potrebe potrošača što joj daje konkurentsku prednost na tržištu, i na kraju što duže i uspješnije zadržavanje na njemu. (Rašan, 2019) Temeljna kompetencija tvrtke je različita i stoga je nije lako preslikati u druge organizacije, bilo da se radi o postojećim konkurentima ili novim sudionicima na tržištu. Temeljne kompetencije organizacije objašnjavaju što ona može učiniti bolje od bilo koje druge organizacije i zašto. Ove sposobnosti pružaju snažnu osnovu s koje će poslovanje isporučiti vrijednost kupcima i dionicima, iskoristiti nove prilike i rasti. One izdvajaju organizaciju od svojih konkurenata i pomažu u stvaranju trajne konkurentske prednosti u svojoj industriji ili sektoru.

Organizacija može imati jednu ili više temeljnih kompetencija kao što su:

- Kvaliteta proizvoda
- Kupovna moć
- Prodajni i marketinški ekosustav
- Automatizirani tijek rada i procesi
- Korisnička podrška
- Veličina



Slika 1. Prikaz temeljnih kompetentnosti organizacije,

Izvor: Prilagodila autorica prema: Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990). "The core competence of the corporation", Harvard Business Review <https://www.wallstreetmojo.com/core-competencies/>, datum pristupa 23.2.2023.

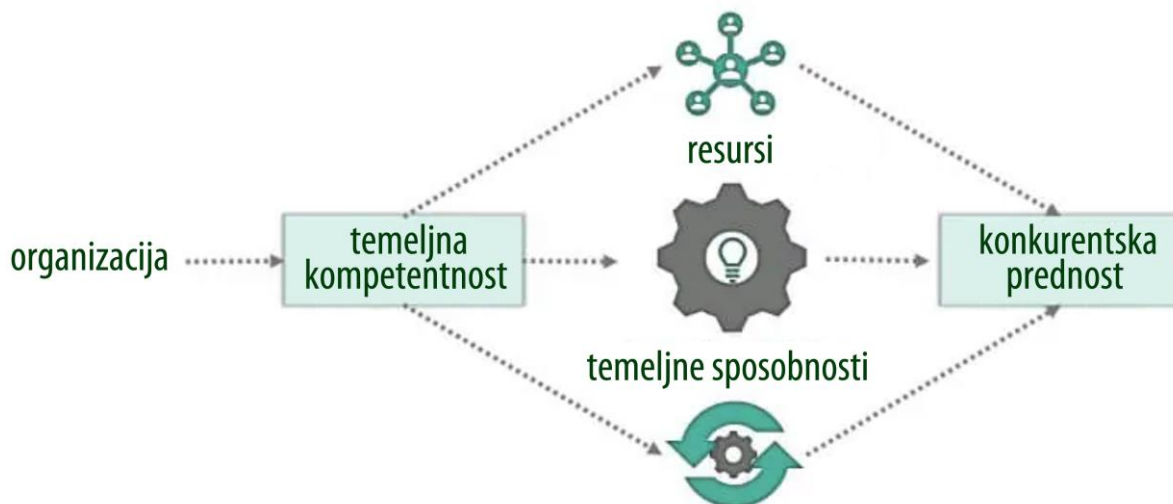
Svaka kompetencija je pozitivna karakteristika koja doprinosi jedinstvenom pozicioniranju tvrtke. Imati ih i koristiti ih je važno jer mogu prilično otežati konkurentima da točno kopiraju ponudu tvrtke ili repliciraju njezin uspjeh. Zbog toga je određivanje temeljnih kompetencija ključni korak u strateškom planiranju. Ključne kompetencije važne za organizaciju razlikuju se ovisno o industriji. Sposobnost tvrtke da se istakne u tim kompetencijama i idealno ih kombinira s drugim kompetencijama, može joj dati konkurentsku prednost u odnosu na konkurente u industriji.

Izvori ključnih kompetencija tvrtke mogu proizaći iz :

- Ljudi
- Kapitala
- Marke
- Imovine
- Intelektualnog vlasništva

Za dugoročni rast i uspjeh, važno je da organizacija razvija i njeguje sve te elemente. Treba dosljedno ulagati svoje resurse u izgradnju i održavanje vještina koje doprinose njegovim temeljnim kompetencijama. Razvojna strategija organizacije trebala bi se usredotočiti na razvijanje ovih vještina

i snaga na načine koji su jedinstveni od konkurencije i isporučuju povećanu vrijednost kupcima (Prahalad, 1990).



Slika 2. Prikaz elemenata organizacije,

Izvor: Prilagodila autorica prema: Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990). "The core competence of the corporation", Harvard Business Review <https://www.wallstreetmojo.com/core-competencies/>, datum pristupa 15.2.2023.

Kvalitetno upravljanje organizacijom kao posljedicu ima kvalitetan proizvod, odnosno kvalitetnu uslugu. Kvalitetno upravljana organizacija ima tri temeljne karakteristike (Buntak e. a., 2021):

1. Dokumentiranost. Sve što se događa u organizaciji mora biti dokumentirano jer ono što nije dokumentirano kao da se nije dogodilo. Kroz dokumentaciju se definiraju zahtjevi koje zainteresirane strane postavljaju na organizaciju, dokazuje se da organizacija ispunjava identificirane zahtjeve i da je provela poboljšanja.
2. Kompetentnost. Da bi organizacija zadovoljila zahtjeve zainteresiranih strana i razvila konkurentsku prednost neophodno je osigurati kompetentne zaposlenike, odnosno tehničku, tehnološku i strukturnu kompetentnost uz već spomenutu kompetentnost ljudskih potencijala.
3. Upravljivost. Neophodno je osigurati upravljivost čitavom organizacijom. Ako se organizacijom ne upravlja, zahtjevi zainteresiranih strana vjerojatno se neće moći ispuniti, odnosno u organizacijskim procesima događat će se nesukladnosti.

### 3.1. Vrste organizacijske kompetentnosti

Organizacijska kompetentnost može se podijeliti na četiri elementa, a to su prema (Martinčević, 2020):

1. Kompetentnost ljudskog potencijala
2. Tehnološka kompetentnost
3. Tehnička kompetentnost
4. Strukturna kompetentnost

Kompetencije ljudskog potencijala uključuju posjedovanje znanja i sposobnost koje radnik posjeduje kako bi obavio određeni zadatak. Čine ih sposobnosti koje pridonose poboljšanom učinku zaposlenika i u konačnici rezultiraju organizacijskim uspjehom. Bitne komponente koje čine kompetencije ljudskog potencijala su:

- **Znanje** je spoznaja o činjenicama, istinama i načelima stečena formalnom obukom i/ili iskustvom. Primjena i dijeljenje vlastite baze znanja ključni su za uspjeh pojedinca i organizacije.
- **Vještina** je razvijeno umijeće ili spretnost u mentalnim operacijama ili fizičkim procesima koja se često stječe kroz specijaliziranu obuku; izvođenje ovih vještina rezultira uspješnom izvedbom.
- **Sposobnost** je moć ili sposobnost obavljanja fizičkih ili mentalnih aktivnosti koje su često povezane s određenom profesijom ili zanatom, kao što je računalno programiranje, vodoinstalaterstvo, matematika i tako dalje. Iako organizacije mogu biti vješte u mjerenju rezultata, vještina i znanja u vezi s nečijim učinkom, često su nemare u prepoznavanju sposobnosti ili sklonosti zaposlenika, posebno onih izvan tradicionalnog dizajna posla.
- **Individualni atributi** su svojstva, kvalitete ili karakteristike pojedinaca koji odražavaju nečiji jedinstveni osobni sastav. Individualne osobine promatraju se kao genetski razvijene ili stečene nečijim akumuliranim životnim iskustvima. Iako su osobne karakteristike najsubjektivnije komponente, sve veći broj istraživanja povezuje specifične osobine ličnosti s uspješnim individualnim i organizacijskim učinkom.

Tehnološka kompetentnost podrazumijeva unutarnju organizacijsku sposobnost razumijevanja, korištenja i iskorištavanja relevantne tehnologije. One omogućuju organizaciji da bude pionir na tržištu kroz razvoj novih proizvoda ili korištenje novih proizvodnih procesa (Ritter, 2004). Tehnička kompetentnost predstavlja znanja i vještine koje su nužne za efektivno i efikasno korištenje resursa i metode rada na sredstvima za rad. Tehnika obuhvaća kombinaciju različitih postupaka koji se koriste

kod proizvodnje različitih proizvoda, a tehnologija je ta koja omogućuje provedbu tih postupaka (Herceg, 2019). Strukturna kompetentnost definirana je kao organizacijska znanja i vještine pomoću kojih se organizacija prilagođava promjenama i utjecajima iz okoline, preko organizacije rada i stvaranje optimalne organizacijske strukture kako bi se postigli odgovarajući ciljevi organizacije. Struktura predstavlja najvažniji element organizacije jer govori o podjeli zadataka te o odnosima između pojedinih razina i vrsta zadataka. Mijenja se ovisno o promjenama na dnevnoj bazi unutar organizacije. Struktura organizacije, kao i njezini elementi mijenjaju se pod utjecajem čimbenika organizacije koji moraju biti usklađeni s oblikom organizacijske strukture (Štabi, 2017.).



Slika 3. Vrste organizacijske kompetentnosti,

Izvor: Prilagodila autorica prema: Doc. dr. sc. Krešimir Buntak, Ivana Droždek univ.spec.oec, Ivana Rašan bacc. oec.: The interdependence of structural competence, organisational maturity and competitiveness, iii international conference, Vrnjačka Banja, 9. - 11. prosinac 2015., ISBN 978-86-80164-02-1, datum pristupa: 10.8.2023.

Komponente organizacijske kompetentnosti važne su za opstanak i konkurentnost organizacije na tržištu. Kompetentnost organizacije može se izraziti kao skup kompetentnosti ljudskog faktora i sume ključnih sposobnosti, prema slijedećoj formuli:

$$K_o = \{K_{lj}, S, a, r\},$$

Gdje je:

$K_o$  - kompetentnost organizacije,

$K_{lj}$  – kompetentnost ljudskog kapitala, odnosno zaposlenika,

$S$  - suma ključnih sposobnosti (organizacijske, tehničke i tehnološke) od  $S_1$  do  $S_n$  uz uvjet da je  $S \geq 2$ ,

$a$ -atributi, svojstva sustava,

$r$ -relacije, veze među elementima sustava (Buntak A. i., 2011).

To znači da su za održivo upravljanje organizacijom u neizvjesnom okruženju komponente organizacijske kompetentnosti ključne za adekvatan odgovor na razne utjecaje dinamičke okoline organizacije jer se njome umanjuje obilježje slučajnosti, odnosno neizvjesnosti u procesu upravljanja (Buntak A. i., 2011).

### **3.2. Kompetentnost ljudskih potencijala**

U današnje vrijeme glavna prednost organizacije nad konkurencijom su učinkoviti, moćni i kvalificirani ljudski resursi. Poslovna strategija zahtijeva od ljudskih potencijala da imaju odgovarajuće znanje, stručnost, iskustvo, vještine i entuzijizam, dok je vjerodostojan menadžerski tim s jasnom vizijom i sposobnošću motiviranja podređenih osnovna poluga provedbe strategije. Stoga znanje i kvaliteta ljudskih resursa i rada imaju veliku ulogu u održivom razvoju društva kao najvažniji i najznačajniji kapital organizacije. Upravljanje ljudskim resursima predstavlja aktivnosti zapošljavanja ljudskih potencijala, praćenje učinka, održavanje i razvoj njihove kompetencije, razvoj karijere i naknade. Ljudski resursi pored nabave, razvoja tehnologije, i infrastrukturnih aktivnosti, čine jednu od osnovnih aktivnosti podrške u takozvanom lancu vrijednosti. U strategijskom menadžmentu odavno je prihvaćeno da je znanje sa kojima raspolažu zaposlenici najznačajniji resurs poduzeća i ključni izvor konkurentske prednosti (Đuričin, 2009). ISO 9000:2015 definira kompetenciju kao sposobnost primjene znanja i vještina za postizanje željenih rezultata. ISO 9001 posebno se bavi kompetencijom u klauzuli 7.2 Kompetencija. Zahtjevi ove klauzule postavljaju temelje na kojima organizacije (bez obzira na njihovu veličinu, industriju ili djelatnost) mogu



ustupostaviti učinkovit program razvoja kompetencija. Zahtjevi koje postavlja ova klauzula su (Hulaj, 2022.):

1. Odrediti potrebnu kompetenciju
2. Osigurati da su zaposlenici kompetentni
3. Osigurati stjecanje potrebne kompetencije
4. Voditi evidenciju kao dokaz osposobljenosti osoblja

### **Utvrdjivanje potrebne kompetencije**

Prvi korak koji norma ISO 9001:2015 zahtijeva od organizacije je određivanje potrebnih kompetencija u vezi s određenim položajem ili odgovornošću. Ove potrebne kompetencije trebale bi biti specifične za posao i u skladu s ciljevima organizacije. Kao takva, organizacija bi trebala biti u mogućnosti definirati koje bi ključne kompetencije osoblje trebalo pokazati i koje tehničke kompetencije moraju imati kako bi uspješno obavljali svoje zadatke i aktivnosti. Identificirajući ključne kompetencije, organizacija omogućuje stvaranje kulture i okruženja za cijelu organizaciju, u kojem njezine procedure i upravljanje mogu učinkovito funkcionirati. S druge strane, utvrđivanjem tehničkih kompetencija organizacija može osigurati povećanje produktivnosti i učinkovitosti usluga koje osoblje obavlja. Za izvođenje ovog koraka mogu se koristiti različiti instrumenti kao što su npr. popis, registar, baza podataka, plan ljudskih potencijala, ugovor, plan projekta.

### **Osiguravanje kompetentnosti pojedinaca**

Osim utvrđivanja potrebnih kompetencija norma ISO 9001:2015 zahtijeva od organizacija da osiguraju da se kompetencije pojedinaca temelje na odgovarajućem obrazovanju, obuci ili iskustvu. Organizacije započinju proces zapošljavanja pisanjem opisa posla koji specificira zahtjeve u pogledu kompetencija kako bi zaposlili kompetentne pojedince. Kako bi se provjerilo ima li osoba potrebnu kompetenciju, mora se primijeniti postupak ocjenjivanja. Ovaj proces mora biti osmišljen u skladu sa zahtjevima posla kako bi se kompetencije osobe uspješno procijenile i analizirale. Dokazi o odgovarajućem obrazovanju ili obuci mogu se dobiti kao dokumentirane informacije tijekom razgovora, nadzora ili životopisa. Međutim, za specifične poslove (npr. medicinska sestra, kuhar i policajac) također je potrebna praktičnija procjena vještina. Proces ocjenjivanja mora biti odgovarajući i treba omogućiti kandidatima da pokažu svoje znanje i vještine. Osim toga, treba izbjegavati nepotrebne zadatke koji ne pridonose zahtjevima posla.

### **Stvaranje učinkovitih metoda za ispunjavanje potreba za kompetencijom**

U slučajevima kada postoje nedostaci u pogledu zaposlenika (npr. zaposlenik više ne ispunjava tražene kompetencije), organizacija mora poduzeti mjere da popuni nedostatke kako bi spriječila

utjecaj na kvalitetu rada. U takvim slučajevima, norma zahtijeva od organizacije da koriste učinkovite tehnike kako bi se ispunile potrebe za određenim kompetencijama. Kada zaposlenik više ne ispunjava potrebne kompetencije, organizacija mu može odlučiti pojednostaviti zahtjeve i proces rada ili ga može imenovati na drugo radno mjesto ili funkciju. Osim toga, moguće je organizirati i obuku kako bi se unaprijedile kompetencije zaposlenika. Ako organizacija utvrdi da je potrebno provesti obuku za zaposlenike, mora se uzeti u obzir nekoliko čimbenika. Prvo, organizacija mora identificirati potrebe za obukom i uskladiti ih sa zahtjevima i ciljevima organizacije. Potrebe za osposobljavanjem moraju se identificirati na odgovarajući način kako bi se smanjili svi postojeći nedostaci u razini kompetentnosti zaposlenika. Drugo, preduvjeti obuke, kao što su vrijeme, cijena, kvaliteta i količina, moraju se razmotriti i temeljito analizirati kako bi se predvidjeli i učinkovito procijenili predviđeni rezultati. Naposljetku, organizacija treba poticati razvoj kompetencija zaposlenika korištenjem kreativnih i inovativnih metoda obuke. Nakon što je zaposlenik označen kao kvalificiran, važno je zadržati razinu kompetencije koja je potrebna za ispunjavanje zahtjeva posla, što organizacija može postići korištenjem različitih metoda, poput redovite obuke, nadzora i revizije.

### **Čuvanje dokumentiranih informacija kao dokaz osposobljenosti zaposlenika**

Na kraju, organizacija mora čuvati evidenciju i dokumentirane informacije kao dokaz kompetentnosti zaposlenika. Valjani zapisi, kao što su zapisi o obuci, diploma, licenca, životopisi, potvrde ili povratne informacije, mogu se koristiti kao dokaz kompetencije.

## 4. Pouzdanost sustava

Prema ISO standardima pouzdanost je „ sposobnost funkcionalne jedinice da izvrši traženu funkciju u danim uvjetima u danom vremenskom intervalu“ (ISO/IEC 2382-14:1997(en), n.d.). Iz navedene definicije pouzdanosti mogu se uočiti tri osnovna elementa iz definicije (Kondić):

1. Izvršenje funkcije – znači da određeni sustav ostvari namjenu za koju je proizveden i kupljen.
2. Zadani uvjeti – predstavljaju uvjete okoline (temperatura, vlažnost i dr.).
3. Zadano vrijeme – označava vremenski period za koji se zahtijeva odgovarajući rad.

Pouzdanost predstavlja karakteristiku svojstvenu svakom tehničkom sustavu, čija početna vrijednost zavisi od niza čimbenika definiranih još u fazi razvoja, a neki od njih su kod tehničkih sustava izbor materijala, tolerancije i dosjedi, kinematičke veze, režimi opterećenja, i dr. Pouzdanost je funkcija vremena, pa tijekom eksploatacije sistema dolazi do pada vrijednosti za elemente, sklopove i sustav u cjelini, zbog raznih čimbenika.

Glavni ciljevi inženjeringa pouzdanosti, prema padajućem redoslijedu prioriteta su (Wessels, 2010):

1. Primijeniti inženjersko znanje i specijalističke tehnike za sprječavanje ili smanjenje vrijednosti ili učestalosti kvara
2. Identificirati i ispraviti uzroke kvarova koji se događaju unatoč naporima da se oni spriječe.
3. Utvrditi načine suočavanja s kvarovima koji se dogode, ukoliko njihovi uzorci nisu ispravljani
4. Primijeniti metode za procjenu vjerojatne pouzdanosti novih dizajna, i za analizu podataka o pouzdanosti

Primarne vještine koje su stoga potrebne su sposobnost razumijevanja i predviđanja mogućih uzroka kvarova, te znanje o tome kako ih spriječiti. Također je potrebno poznavati metode koje se mogu koristiti za analizu podataka. Općenito pouzdanost nekog sustava ovisi o broju kvarova koji se zabilježe. Što je broj kvarova u nekom sustavu veći to je i pouzdanost takvog sustava manja.

### 4.1. Determinante pouzdanosti sustava

Za bilo koji sustav, jedna od prvih zadaća inženjeringa pouzdanosti je adekvatno specificirati zahtjeve pouzdanosti i mogućnosti održavanja alociranih na temelju dostupnosti, i još važnije izvedena iz pravilne analize kvarova dizajna ili preliminarnih rezultata ispitivanja prototipa. Davanjem jasnih zahtjeva, trebalo bi se ograničiti dizajniranje određenih nepouzdanih stavki / konstrukcija / sučelja sustava. Zahtjevi pouzdanosti odnose se na sam sustav, uključujući zahtjeve za ispitivanje i ocjenjivanje, te povezane zadatke i dokumentaciju. Pouzdanost sustava je pojednostavljeno,

sposobnost tog sustava da se prilikom njegove eksploatacije ne događaju određeni kvarovi. Kada sustav funkcionira kada i koliko god se od njega očekuje, tada možemo kazati da je sustav pouzdan i da on kao takav funkcionira. Zadovoljavajuće performanse sustava bez kvarova, te spremnost na rad u bilo kojem trenutku smatra se pouzdanim. Sustav može biti jednostavan uređaj kao što je sklopka, diode, priključak, ili kompleksan, računalo, radar, zrakoplov. Pouzdanost kompleksnih sustava ovisi o pouzdanosti njegovih komponenata, između kojih postoji matematička relacija. Mjera pouzdanosti sustava je frekvencija po kojoj se javljaju kvarovi. Ako nema kvarova, može se reći da je sustav 100% pouzdan, ako je frekvencija pojave kvarova manja, pouzdanost sustava je prihvatljiva, no ako je frekvencija pojave kvarova visoka onda se smatra da je sustav nepouzdan. Dobro dizajniran i dobro projektiran, te temeljito ispitan sustav nikad ne bi trebao doživjeti kvar. Međutim u praksi to nije uvijek tako, pa čak i najbolje održavani i dizajnirani sustavi dožive neki kvar prije ili kasnije (Bazovski, 2004). Postoji puno razloga zašto proizvod može zakazati. Potencijalni uzroci neuspjeha ključni su za njihovo sprječavanje. Rijetko je izvedivo predvidjeti sve uzroke, pa je također potrebno uzeti u obzir neizvjesnost njihove pojave kako bi se oni minimizirali što je više moguće. Neki od glavnih razloga zašto se događaju kvarovi su (Breneman, 2022):

1. Dizajn je sam po sebi neučinkovit. Sustav može biti previše slab, trošiti previše energije, itd. Razloga može biti puno, a svaka greška u dizajnu predstavlja potencijalan problem, koji će se prije ili kasnije morati otkloniti.
2. Sustav je preopterećen. Ako opterećenje sustava prelazi opterećenje koje sustav može podnijeti, tada se povećava mogućnost pojave kvara. Kod elektroničkih komponenata, ako su opterećene višim naponom nego što mogu podnijeti dolazi do pregrijavanja, što može dovesti do velike štete. Takva opterećenja se danas sprječavaju postavljanjem specifikacija granica sigurnosti. Kod elektroničkih komponenata specifikacije se odnose na maksimalno opterećenje koje sustav može podnijeti, na što se onda mora paziti prilikom postavljanja takvog uređaja u sustavu.
3. Sustav može posustati zbog istrošenosti. Istrošenost se javlja kada sustav zbog eksploatacije s vremenom oslabi. Primjeri procesa zbog kojih dolazi do trošenja su zamor materijala, trošenje između površina u kontaktu prilikom trenja, korozija, trošenje izolacije.
4. Kvarovi prouzročeni greškom. Ovdje se ubrajaju kvarovi kao što su netočne specifikacije, problem u dizajnu ili softveru, pogreška pri sastavljanju ili testiranju, nepropisno održavanje i korištenje.

### 4.1.1. Kvarovi

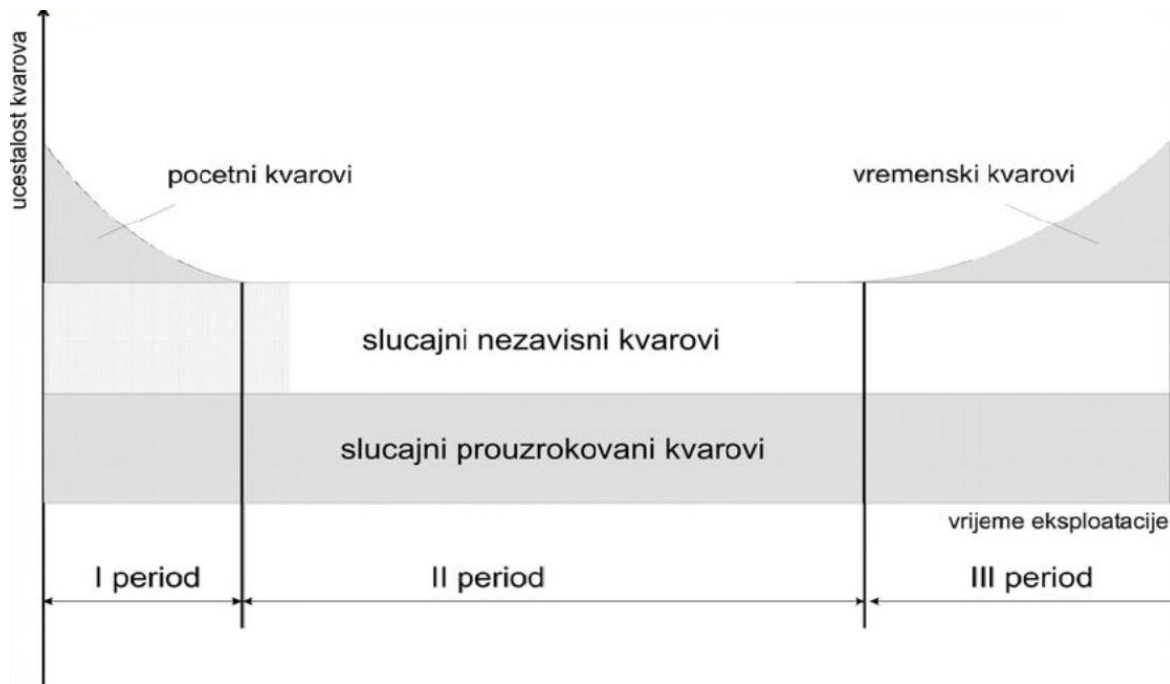
Na osnovu navedenog, kvar možemo definirati kao vrstu neispravnosti, koja se odlikuje prestankom mogućnosti daljnjeg funkcioniranja sistema. To znači da je svaki kvar ujedno i neispravnost, ali obrnuto ne vrijedi. Određivanje granice kvara nekog elementa ili sklopa vrši se uz pomoć dijagnostičke opreme. Pomoću mjernih uređaja, mjeri se neka karakteristika pomoću koje se može najlakše locirati neispravnost odnosno kvar. Za svaki kontrolni parametar (dimenzije, temperatura, vibracije, tlak, protok, itd.) potrebno je odrediti granice kvara. Predlaže se da se do granice kvara dolazi na sljedeću osnovu (Kondić, 2001):

- Preporuka proizvođača komponenata i tehničkih sistema
- Preporuka od strane proizvođača dijagnostičke opreme (dijagrami, tablice, formulari i sl.)
- Normi (ISO, DIN, VDI, BS, HRN, itd.)
- Iskustava kod sličnih sistema

U svakom slučaju izabrani parametri tehničkog stanja, trebaju u potpunosti definirati stanje sastavnih dijelova, što omogućava predviđanje trenutka kada će doći do izlaska iz zadanih granica. Pri izboru parametara treba također voditi računa o tome da njihov zbroj bude što je moguće manji. Postoji više kriterija na osnovu kojih se mogu klasificirati, no jedna od najčešćih podjela kvarova je na (Kondić, 2001):

- Početne
- Slučajne
- Vremenske
- Prouzročene

Početni kvarovi su kvarovi koji nastaju u početnom periodu eksploatacije sustava, ito zbog grešaka u konstrukciji, tehnologiji, proizvodnji, u materijalu ili grešaka pri montaži i puštanju u rad. Slučajni kvarovi nastaju iz nepoznatih razloga ili nemaju mnogo uzroka, koji se ne mogu prepoznati. Uzroci često mogu biti skrivene mane, nepoznata opterećenja i slično. Vremenski kvarovi su kvarovi koji nastaju zbog trošenja, korozije zamora, starenja i sličnih procesa, više ili manje proporcionalno s vremenom. Prouzročeni kvarovi su kvarovi koje svojim radom uzrokuju ljudi koji rade s tehničkim sistemom ili radnici zaduženi za njihovo servisiranje svojom nepažnjom ili neznanjem. Vjerojatnost pojave ovih kvarova na većem broju istovrsnih elemenata nekog tehničkog sistema najbolje prikazuje sljedeća slika.



Slika 4. Prikaz učestalosti kvarova po vrstama,

Izvor: I. Čala, Održavanje (2018), FSB Zagreb <https://slideplayer.com/slide/14083404/>, datum pristupa 23.3.2023.

Na slici se također mogu uočiti tri perioda koji se nazivaju:

1. Prvi period ili period ranih kvarova
2. Drugi period ili period „konstantnog“ intenziteta kvara
3. Treći period ili period starenja komponenata

Prvi period ili period ranih kvarova započinje kada se sustav stavlja u eksploataciju prvi put, te tada dolazi do kvarova na nepouzdanim komponentama. To je period kojeg karakterizira opadajuća stopa kvarova, a počinje visokom stopom pojave kvarova, koja se s vremenom smanjuje i stagnira. U ovom periodu kvarovi se najčešće događaju zbog grešaka u proizvodnji ili instalaciji, nedostataka u dizajnu, ili nepravilnih postupaka pokretanja. Drugi period ili period konstantnog intenziteta kvara je period koji dolazi jednom kada se stopa kvarova izjednači nakon početnog razdoblja rada, te su kvarovi u ovom periodu uglavnom slučajni. Ovo područje krivulje je također poznato kao razdoblje korisnog vijeka, u kojem se očekuje da sustav ima relativno konstantnu stopu kvarova. Većinu vremena sustav će provesti u ovom periodu. S povećanom upotrebom i kako se sustav troši, kvarovi postaju sve manje slučajni i predvidivi, što označuje početak slijedećeg perioda. Treći period ili period starenja nastupa kada se broj kvarova koje sustav doživljava povećava nakon određenog razdoblja korištenja. U ovom periodu kvarovi pretežno nastaju zbog dotrajalosti komponenata. Područje starosti u krivulji

karakterizira se naglim rastom krivulje, što označava sve viši intenzitet pojave kvarova. Kako bi se kvarovi minimizirali, te sustav funkcionirao što duže bez potrebe za popravcima javlja se funkcija održavanja. Održavanje znači da sustav odgovara namjeni, s maksimalnom dostupnošću uz minimalne troškove, a osobe koje se bave održavanjem nazivaju se inženjeri održavanja. Postoji više vrsta održavanja a to su, korektivno održavanje, preventivno, plansko i održavanje po stanju. Korektivno održavanje podrazumijeva popravak sustava, nakon što je sustav pretrpio neki kvar ili ne obavlja predviđenu funkciju, odnosno popravku se nastupa nakon pojave kvara. Ovaj način održavanja se najčešće primjenjuje za manje i jeftinije komponente sustava koje nisu najbitnija komponenta za sustav. Korektivno održavanje smatra se najjeftinijim načinom održavanja te se gotovo uvijek događa neplanski. Preventivno održavanje oslanja se na povremeni pregled s ciljem uočavanja malih problema i njihovog popravka prije nego što prijeđu u veći. Glavni cilj preventivnog održavanja je da sustav prijeđe od jednog planiranog servisa do drugog bez ikakvih kvarova. Preventivno održavanje vrši se kod sustava koji ne smiju dopustiti nastanak kvarova. Plansko održavanje je vrsta planiranog održavanja sustava ili dijela sustava. Konkretno plansko održavanje je zakazani servis koji provodi kompetentan i prikladan zaposlenik, kako bi se osiguralo da sustav i svaka njegova stavka funkcionira ispravno, te kako bi se izbjegao bilo kakav neplaniran kvar i zastoj. Održavanje po stanju je održavanje koje se provodi kada se za to pojavi potreba, odnosno praćenje degradacije dijelova kako bi se njihovi zamjenski dijelovi pripremili na vrijeme i zamijenili prije pojave kvara (Breneman, 2022).

## **4.2. Pouzdanost ljudskog rada**

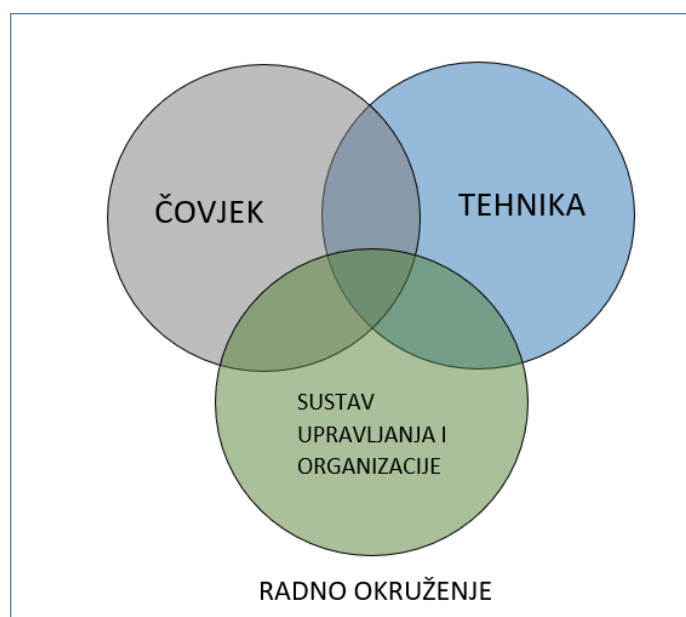
Ljudska pouzdanost odnosi se na vjerojatnost uspješnog ljudskog rada u određenim vremenskim okvirima i uvjetima okoline. To je ključno za cjelokupnu pouzdanost sustava i jedan je čimbenik koji pridonosi ili sprječava neželjene događaje. Ljudska pogreška ne samo da povećava troškove, već negativno utječe na zdravlje i sigurnost. Također, ljudska pogreška negativno utječe na kvalitetu proizvoda i procesa te posljedično na konkurentsku prednost koju tvrtka može imati na tržištu. Ljudska pogreška je višedimenzionalni problem, utječe na pouzdanost sustava i kvalitetu izlaza (proizvoda i usluga). Dakle, potrebno je od organizacije da organizacija smanji ljudske pogreške kako bi poboljšala svoj učinak. Da bi se upravljalo ljudskom pogreškom i posljedično pouzdanošću radne snage, potrebo je identificirati njezine uzroke i razumjeti mehanizam kojim se pogreške ponavljaju.

Najčešće ljudske pogreške događaju se zbog (Aggarwal, 1993):

- Nedovoljno razumijevanje opreme i postrojenja
- Nedovoljno razumijevanje procesa

- Neopreznost
- Zaboravljivost
- Slabe sposobnosti prosuđivanja
- Nepostojanje ispravnih radnih postupaka i instrukcija
- Fizička nesposobnost

Pojam ljudski čimbenik može se sagledati kroz interakcije čovjeka u procesu rada s: drugim ljudima (zaposlenicima), opremom i tehnikom, radnim zadatkom, mjestom rada, procedurama i pravilima te organizacijom i upravljanjem. U konačnici pojam i opseg ljudskih čimbenika može se svesti na tri bitne komponente: čovjek, oprema (tehnika), sustav upravljanja i organizacija u određenom radnom okruženju, kao što je prikazano na slici 6. Stanje sigurnosti postiže se interakcijom tehničkih, organizacijskih i individualnih ljudskih čimbenika. Kako bi se poboljšala interakcija među navedenim elementima i smanjili rizici na radnom mjestu, potrebna je integracija i primjena dostupnih znanstvenih saznanja o čovjeku, tehnici, organizaciji i upravljanju (Vukušić, 2016).



Slika 5. Opseg ljudskih čimbenika,

Izvor: Prilagodila autorica prema Vukušić, D. (2016). 'A NEW VIEW OF THE ROLE OF HUMAN FACTORS IN CAUSING ACCIDENTS', *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, 4(1), str. 193-



U gornjoj slici vidljiva su četiri ključna elementa sigurnosti:

- Sigurno radno okruženje
- Sigurna oprema (tehnika)
- Sustav upravljanja (organizacije) sigurnošću
- Ponašanje i djelovanje čovjeka u skladu s principima sigurnosti

#### **4.2.1. Stanja koja utječu na ljudsku pogrešku u proizvodnji**

Poznata je činjenica da u svakom radnom okruženju treba voditi računa o dobrobiti zaposlenika. Zaposlenici koji su zdravi psihički i fizički, bolje obavljaju svoj posao i kao rezultat imaju veće zadovoljstvo od obavljanja tog posla. Ono što možda nije tako jasno jest da mentalno i fizičko stanje zaposlenika izravno utječe na njihovu izvedbu i ovisi o tome koliko će im se grešaka i nezgoda događati prilikom rada. Činjenica je da psihički stres i fizički umor mogu dovesti do nenamjernih pogrešaka, pretpostavlja se da je u prosjeku 48.8% ljudske pogreške u proizvodnoj industriji izravno povezano sa stresom, ponavljanjem, umorom ili samim radnim okruženjem.

#### **Stres**

Stres se općenito označava kao odstupanje od normalnog funkcioniranja tijela i uma. Stres se može pojaviti u organizaciji zbog mnogih razloga kao što su kontrola nad radom, stil upravljanja menadžera itd. Stres u ograničenim količinama je koristan za organizaciju i zaposlenika također. Pomaže u postizanju osobnih ciljeva kao i ciljeva organizacije. Ali stres u prevelikim količinama može uzrokovati štetne učinke na tijelo, um i psihologiju zaposlenika. Uzroci stresa mogu se podijeliti u dvije kategorije na temelju izvora uzroka. Dva glavne uzroka stresa su:

- Unutarnji uzorci: Ovi uzroci uključuju mentalni sklop pojedinca, način razmišljanja itd. Potječu iz pojedinca i dovode do stresa, te se temelje na percepciji pojedinca. Čak i ako u okruženju ne postoji nikakva prijetnja, osoba može osjetiti situaciju ili neku drugu osobu prijetecom te doživjeti stres.
- Vanjski uzorci: uključuju mnoge vanjske čimbenike unutar organizacije koji utječu na izvedbu pojedinca u organizaciji, a to su (Panigrahi, 2017):
  1. Strah od gubitka posla.
  2. Radno vrijeme. Radno vrijeme koje je nejasno, isprekidano, ili je iznad propisane zakonske regulative.
  3. Kontrola koju zaposlenik ima nad svojim radom. Ako zaposlenik nema ili ima vrlo malo kontrole nad radom, tada on/ona gubi interes za posao i osjeća stres da ispuni očekivanja nadređenih.

4. Nadređeni. Kontrolirajući stil menadžera utječe na stres zaposlenika. Menadžeri s autokratskim stilom kontrole daju vrlo malo slobode zaposlenicima u donošenju odluka.
5. Preopterećenje ili pod opterećenje. Preopterećenje radom znači obavljanje velike količine posla u vrlo kratkom vremenu. S druge strane kod pod opterećenja zaposlenik im vrlo malo posla a puno slobodnog vremena, pa preispituje svoje sposobnosti.

### **Ponavljajući rad**

Ponavljajući rad odnosi se na rad koji uključuje stalno izvođenje iste jednostavne operacije. Ponavljajući rad sastoji se od operacija koje su slične po duljini, količini potrebne snage ili uključenoj fizičkoj radnji. Ponavljajući rad obično se definira kao svaki zadatak u kojem svaka operacija traje manje od 30 sekundi ili uključuje ponavljanje istih radnji više od polovice vremena, bez obzira na duljinu operacije. Baš kao što stres može pridonijeti problemima mentalnog zdravlja, kontinuirano ponavljanje jednostavnog zadatka može početi nepovoljno utjecati na mentalno stanje i dobrobit pojedinca. Ovakva vrsta rada često usporava produktivnost i motivaciju, čini zaposlenike nesretnima, te se nerijetko okreću novim poslovima u drugim organizacijama (htt).

### **Umor**

Umor je stanje psihičke i/ili fizičke iscrpljenosti koja smanjuje sposobnost da osoba sigurno i učinkovito obavlja posao. Umor se očituje privremenim mentalnim i fiziološkim promjenama i pogoršanjem radne sposobnosti. Obično ga karakterizira smanjena pažnja, pospanost, loša koordinacija pokreta, oslabljena oštrina vida i slično. Dugotrajno prevladavanje umora dovodi do fizičkog i psihičkog oslabljenja organizma. Ono se može manifestirati smanjenim imunitetom organizma, a osoba također može reagirati na male stvari agresivno i razdražljivo. Sagorijevanje i iscrpljenost nastaju kao posljedica izvanrednih zahtjeva prema osobi i kad zaposlenik ne može adekvatno podnijeti ono što organizacija od njega očekuje i pod kojim uvjetima. To može proizaći i iz činjenice da su zahtjevi rada objektivno nepodnošljivi, ali i iz činjenice da radnik nema odgovarajuće preduvjete zahtjevima rada (Žunac, 2022.). Umor se najčešće javlja kod dugih smjenskih poslova, kao što su pružatelji zdravstvenih usluga, vatrogasci, prijevoznici, policajci, građevinski radnici, itd.

### **Loše radno okruženje**

Radno okruženje je mjesto na kojem zaposlenici obavljaju svoj posao, te čini jedan od faktora koji utječe na performanse zaposlenika. Radno okruženje učinkovito utječe na dobrobit zaposlenika i razvija interakciju, suradnju i inovacije te povećava zadovoljstvo poslom. Dobro radno mjesto

pozitivno utječe na integraciju zaposlenika i radnog mjesta, što rezultira zadovoljnijim zaposlenicima i smanjenoj količini stresa. Faktori koji negativno ili pozitivno utječu na produktivnost zaposlenika su temperatura, vlažnost, protok zraka, buka, rasvjeta i učinkovita komunikacija. Buka je sastavni dio radnog okruženja, koja ima važnu ulogu u utjecaju na produktivnost zaposlenika. Višak buke sprječava koncentraciju zaposlenika na njihov posao i stvara distrakciju, što može smanjiti produktivnost i povećati razinu stresa. Prigušeno ili presvijetlo radno mjesto može dovesti do naprezanja očiju, glavobolje i razdražljivosti. Loš sustav rasvjete smanjuje učinak zaposlenika čiji je rad povezan s čitanjem, što dovodi do ozbiljnih problema s vidom. Također slabo osvijetljenje može dovesti do nepotrebnih i ozbiljnih ozljeda prilikom rada na postrojenju. S druge strane zaposlenici koji rade u boljem osvjetljenju radit će brže s manje grešaka. Učinkovita komunikacija je ključ za razvoj uspjeha i profesionalizma. Kada zaposlenici učinkovito komuniciraju jedni s drugima, produktivnost se povećava, jer učinkovita komunikacija znači manje pritužbi, više obavljenog posla, čini radno mjesto ugodnijim, te zaposlenici međusobno razvijaju pozitivan odnos. Na učinak zaposlenika također utječe i kvaliteta zraka. Loša kvaliteta zraka, visoke i niske temperature, slaba ventilacija, te postotak vlage u zraku imaju negativan utjecaj na zdravlje zaposlenika u vidu glavobolja, respiratornih problema i umora, koji dugoročno mogu smanjiti učinak zaposlenika. Razine unutarnje kontaminacije zraka često znaju prelaziti one vanjske, a jedni od najštetnijih zagađivača zraka su azbest, radon, anorganski materijali, organske tvari, neionizirajuće zračenje, dok je manje štetna prašina. (Ahmad, 2019).

## 5. Tehnike procjene pouzdanosti zaposlenika

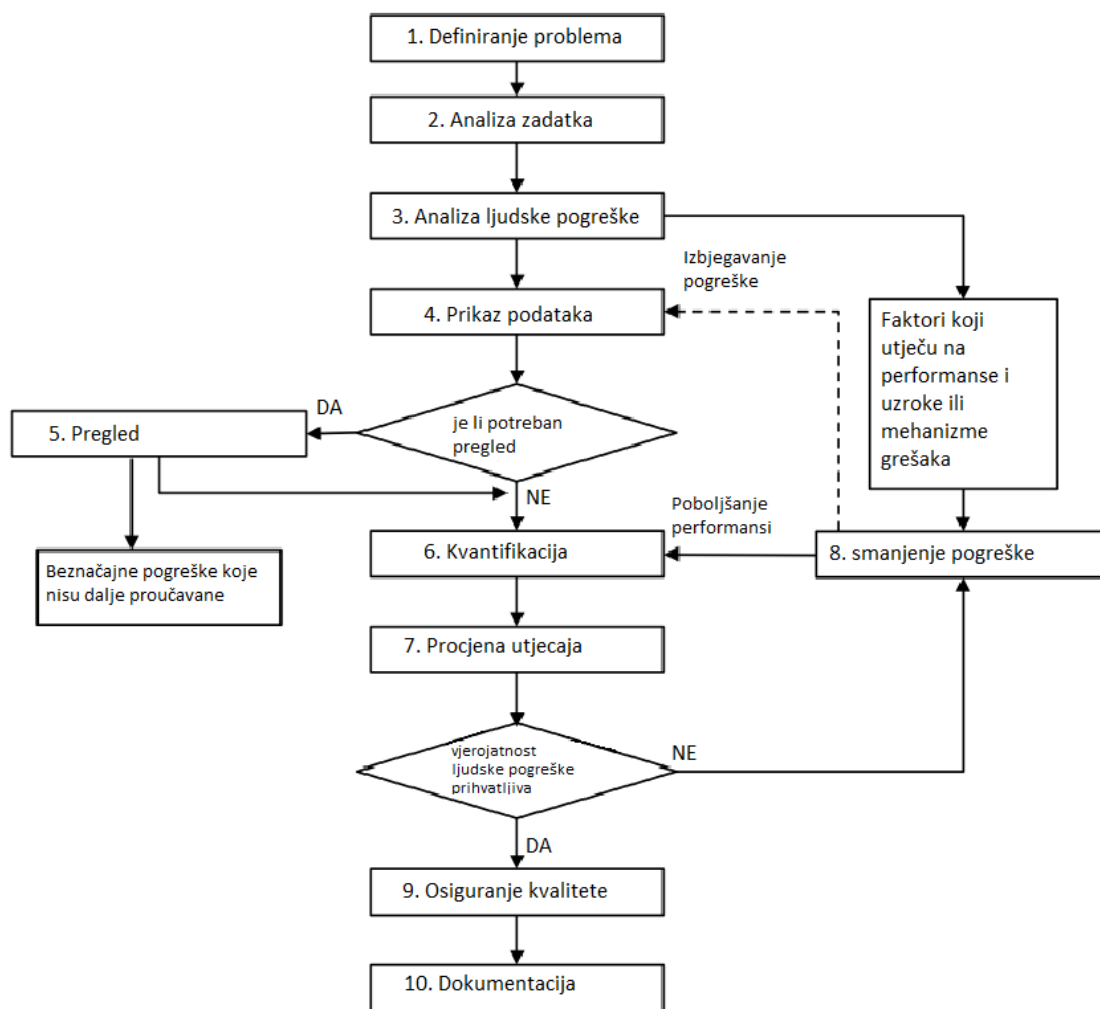
Procjena ljudske pouzdanosti (HRA) koristi se za prepoznavanje ljudskih pogrešaka koje imaju značajan učinak na ukupnu sigurnost sustava, te nastoji kvantificirati vjerojatnost njihove pojave. Postoji niz HRA tehnika i odabir odgovarajuće je često težak te ovisi o više faktora. Tehnike procjene ljudske pouzdanosti prvi put su razvijene u kontekstu vojnih i zrakoplovnih sustava u kasnim pedesetima prošlog stoljeća, gdje je bilo utvrđeno da je ljudska pogreška uzrok velikog udjela kvarova sustava. Rani pristupi analize ljudske pouzdanosti analizirali su čovjeka kao hardversku komponentu, a primarni je naglasak bio na kvantifikaciji vjerojatnosti ljudske pogreške za umetanje u stabla grešaka kao dio veće procjene pouzdanosti sustava. U novije vrijeme pristup izveden iz kognitivne psihologije analizira čovjeka kao ciljno usmjeren procesor informacija, te se naglašava važnost čovjekove uloge u funkciji više razine kao što su rješavanje problema i donošenje odluka (Embrey L. , 1989).

### 5.1. Pregled tehnika

Svrha proučavanja ljudske pouzdanosti je što više smanjiti vjerojatnost ljudske pogreške (HEP), odnosno da se ona što je više moguće svede na minimum. HRA se ponajviše smatra korisnom u smanjenju ljudskih pogrešaka, posebice pogrešaka u nuklearnoj industriji. HRA metode djeluju kroz tri glavna koraka, identifikacija ljudske pogreške (prepoznati koje se greške mogu dogoditi), kvantificiranje ljudske pogreške (odlučiti koliko je vjerojatno da će se pogreška dogoditi), i smanjenje ljudske pogreške (smanjiti vjerojatnost pogreške). Detaljan proces analize sa svim koracima prikazan je na slici 7, a vrijedi općenito za sve metode HRA. Na slici su vidljivi tipični koraci prilikom analize ljudske pouzdanosti. Analiza se sastoji od 10 aktivnosti opisanih u nastavku (Blackett, 2017).

- Definicija problema: Utvrđivanje opsega HRA, kriterija za postizanje opsega i ograničenja unutar kojih se HRA mora provoditi. U ovaj korak uključeno je određivanje treba li HRA biti kvantitativne ili kvalitativne prirode i treba li se usredotočiti samo na neuobičajene ili hitne zadatke ili treba uzeti u obzir i zadatke prije pokretanja.
- Analiza zadatka: Opis i analiza interakcije zaposlenik sa sustavom postrojenja i drugim osobljem koje radi u tom sustavu, s posebnim naglaskom na zadatke/radnje koje zaposlenik mora izvršiti kako bi postigao ciljeve sustava.
- Analiza ljudskih pogrešaka: Identifikacija i analiza ljudskih pogrešaka koje se mogu pojaviti prilikom izvođenja zadataka ili radnji navedenih u prethodnom koraku, a koje bi mogle utjecati na ciljeve sustava.

- Prikaz podataka: Razvoj modela (kao što je stablo događaja ili stablo grešaka) da se pokaže kako se identificirane ljudske pogreške mogu kombinirati da uzrokuju neuspjeh cilja sustava. Logika modela zatim se može koristiti za izračunavanje ukupne razine ljudskog doprinosa riziku u sustavu.
- Pregled: Procjena ljudskih pogrešaka kako bi se identificirale one koje bi se trebale poslati na detaljniju analizu. Pogreškama se dodjeljuje visoko pesimistična vjerojatnost kako bi se utvrdilo imaju li značajan utjecaj na ukupnu razinu rizika; ako nisu, tada se odstranjuju kako bi se izbjeglo trošenje resursa na procjenu pogrešaka koje nemaju ili imaju zanemariv utjecaj na rizik.
- Kvantifikacija: Izračun vjerojatnosti ljudske pogreške (HEP) za predstavljene pogreške i ukupni učinak ljudske pogreške na sigurnost ili pouzdanost sustava (na temelju logike modela)
- Procjena utjecaja: Procjena je li izračunata razina rizika za taj sustav prihvatljiva i koji događaji najviše pridonose razini rizika.
- Smanjenje pogreške: Istraživanje načina za smanjenje razine rizika na prihvatljivu razinu (ako se smatra previsokom) kroz razvoj mjera za smanjenje pogreške (ERM). Ovaj korak također uključuje ponovnu kvantifikaciju HEP-ova prema promjenama koje predlažu ERM-ovi do razina rizika je zadovoljavajuća.
- Osiguranje kvalitete: Razvoj sustava kako bi se osigurala učinkovita implementacija svih potrebnih ERM-ova i osiguralo da sve pretpostavke napravljene tijekom analize ostanu valjane tijekom životnog vijeka sustava.
- Dokumentacija: Dokumentacija rezultata analize.

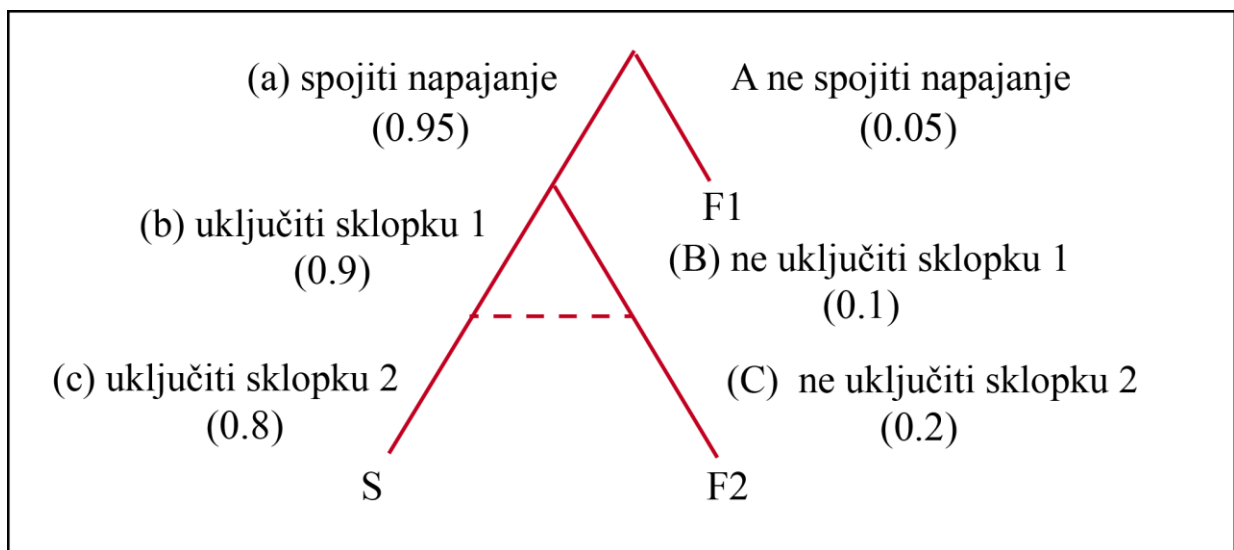


Slika 6. Prikaz procesa analize ljudske pouzdanosti,

Izvor: Prilagodila autorica prema [https://www.researchgate.net/figure/A-typical-HRA-process-adapted-from-7\\_fig2\\_317579546](https://www.researchgate.net/figure/A-typical-HRA-process-adapted-from-7_fig2_317579546)

Općenito HRA metode dijele se u dvije generacije. Prva generacija HRA metoda temelji se na premisi da inherentni nedostaci vode do toga da zaposlenici ne uspijevaju izvršiti zadatke koje mehaničke, električne ili strukturne komponente mogu. Točnije, u ranoj fazi razvoja, HRA je posudio primarne koncepte iz analize pouzdanosti hardverskih komponenti; ljudske pogreške smatrale su se pojavama sličnim kvarovima hardverskih komponenti. Pretpostavljeno je, dakle, da se zadaci zaposlenika mogu podijeliti na elementarne jedinice zadatka, a status svake jedinice zadatka može se opisati binarnom logikom uspjeha nasuprot neuspjehu. Tipičan primjer takve metode je tehnika za predviđanje stope ljudskih pogrešaka (THERP), koja je razvijena za potrebe analize kod rada sa lakovodnim reaktorima. U THERP-u, ljudski zadatak je modeliran korištenjem binarnog stabla događaja kao što je prikazano

na slici 7, koji prikazuje primjer zadatka koji se sastoji od tri koraka: (1) spajanje napajanja na opremu, (2) uključivanje prekidača 1 i (3) uključivanje prekidača 2. Svako grananje čvor odgovara elementarnoj jedinici zadatka, a lijeva i desna grana, redom, pokazuju uspješne i neuspješne staze zadatka. Jedan od nedostataka prve generacije HRA je njegova ograničena moć da opiše situacije ljudske izvedbe. Stoga je primjenjiv samo na zadatke koji su dobro definirani kao standardni operativni postupci. Zadaci koji zahtijevaju složene kognitivne procese prosuđivanja izvan su dosega HRA prve generacije.



Slika 7. Primjer THERP stabla događaja s vjerojatnostima,

Izvor: [https://ebrary.net/25634/environment/progress\\_human\\_reliability\\_analysis](https://ebrary.net/25634/environment/progress_human_reliability_analysis)

Svako grananje odgovara elementarnoj jedinici zadatka, a lijeva i desna grana redom pokazuju uspješne i neuspješne staze zadatka. Jedan od nedostataka prve generacije HRA je njegova ograničena moć da opiše situacije ljudske izvedbe. Stoga je primjenjiv samo na zadatke koji su dobro definirani kao standardni operativni postupci. Zadaci koji zahtijevaju složene kognitivne procese prosuđivanja izvan su dosega HRA prve generacije. Kako su istraživanja o ljudskom modeliranju i psihologiji pogrešaka napredovala, postalo je jasno da ljudske pogreške nisu uzroci nego posljedice nesigurnih incidenata. Na temelju tih istraživanja, 1990 – ih počele su se razvijati metode za HRA druge generacije. Među njima značajniji je sustav klasifikacija poznat kao vještina, pravilo znanje (SRK), koje je razvio J. Rasmussen u Danskom laboratoriju (Embrey). Osobni čimbenici, čimbenici okoline, društveni čimbenici skup situacijskih čimbenika i uvjeta koji okružuju ljudsku izvedbu ključni su koncepti u HRA druge generacije. Osobni čimbenici uključuju one koji se odnose na karakteristike

pojednog osoblja kao što su razina iskustva, razina vještina, fizičke i kognitivne značajke, osobine ličnosti i tako dalje. Okolišni čimbenici su hardverski i softverski atributi radnog mjesta kao što su alati, ambijentalni uvjeti, dizajn sučelja čovjek-stroj, dostupne informacije i tako dalje. Društveni čimbenici su atributi organizacijskih ili društvenih institucija kao što su pravila, programi obuke, sastav radne grupe, komunikacijski sustavi i tako dalje. Ovi čimbenici utječu na pouzdanost ljudske izvedbe kroz kognitivni mehanizam čovjeka. Kontekst ljudske izvedbe postao je meta analize u HRA drugoj generaciji, a ne sama ljudska izvedba. Važni kontekstualni čimbenici koji se analiziraju biraju se na temelju razmatranja kognitivnih procesa koji će proizvesti očekivanu ljudsku izvedbu. Jedan od važnijih metoda HRA druge generacije je CREAM metoda, koju je opisao E. Hollnagel 1993. metoda CREAM koristi model spoznaje, koji se usredotočuje na odabir radnji i pretpostavlja da je stupanj kontrole koji zaposlenik ima nad svojim radnjama varijabilan te da stupanj kontrole koju zaposlenik ima određuje pouzdanost njegove izvedbe (Hollnagel, 1998). Ovo je bio veliki pomak u konceptualizaciji od mehaničke slike ljudske izvedbe iz prve generacije HRA. U slijedećoj tablici dan je pregled svih 35 znanih metoda za procjenu ljudske pouzdanosti.

Tablica 2. Pregled metoda za procjenu ljudske pouzdanosti.

METODA	PUNI NAZIV METODE
ASEP	<i>Accident Sequence Evaluation Programme</i> (Program evaluacije slijeda nezgoda)
AIPA	<i>Accident Initiation and Progression Analysis</i> (Inicijacija i analiza napredovanja nesreće)
APJ	<i>Absolute Probability Judgement</i> (Apsolutna vjerojatnost suda)
ATHEANA	<i>A Technique for Human Error Analysis</i> (Tehnika za analizu ljudske pogreške)
CAHR	<i>Connectionism Assessment of Human Reliability</i> (Konekcionistička procjena ljudske pouzdanosti)
CARA	<i>Controller Action Reliability Assessment</i> (Procjena pouzdanosti djelovanja kontrolera)
CES	<i>Cognitive Environmental Simulation</i> (Kognitivna simulacija okoline)
CESA	<i>Commission Errors Search and Assessment</i> (Pretraživanje i procjena pogrešaka prilikom izvođenja zadatka)
CM	<i>Confusion Matrix</i> (Matrica zabune)



CODA	<i>Conclusions from occurrences by descriptions of actions</i> (Zaključci iz pojava, opisom radnji)
COGENT	<i>COGnitive EveNt Tree</i> (Kognitivno stablo događaja)
COSIMO	<i>Cognitive Simulation Model</i> (Kognitivni simulacijski model)
CREAM	<i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i> (Metoda analize kognitivne pouzdanosti i pogrešaka)
DNE	<i>Direct Numerical Estimation</i> (Izravna numerička procjena)
DREAMS	<i>Dynamic Reliability Technique for Error Assessment in Man-machine Systems</i> (Tehnika dinamičke pouzdanosti za procjenu pogrešaka u sustavima čovjek-stroj)
FACE	<i>Framework for Analysing Commission Errors</i> (Okvir za analizu pogrešaka prilikom izvođenja zadatka)
HCR	<i>Human Cognitive Reliability</i> (Ljudska kognitivna pouzdanost)
HEART	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i> (Tehnika procjene i smanjenja ljudske pogreške)
HORAAM	<i>Human and Organisational Reliability Analysis in Accident Management</i> (Analiza ljudske i organizacijske pouzdanosti u upravljanju nesrećama)
HRMS	<i>Human Reliability Management System</i> (Sustav upravljanja pouzdanošću ljudi)
INTENT	/
JHEDI	<i>Justified Human Error Data Information</i> (Podaci o opravdanoj ljudskoj pogrešci)
MAPPS	<i>Maintenance Personnel Performance Simulation</i> (Simulacija učinka osoblja za održavanje)
MERMOS	<i>Method d'Evaluation de la Realisation des Missions Operateur pour la Surete</i> (Metoda za procjenu postignuća sigurnosnih misija operatera)

NARA	<i>Nuclear Action Reliability Assessment</i> ( <i>Procjena pouzdanosti nuklearnog djelovanja</i> )
OATS	<i>Operator Action Tree System</i> ( <i>Sistem stabla radnji kod operatera</i> )
OHPRA	<i>Operational Human Performance Reliability Analysis</i> ( <i>Operativna analiza pouzdanosti ljudskih performansi</i> )
PC	<i>Paired comparisons</i> ( <i>Usporedbe</i> )
PHRA	<i>Probabilistic Human Reliability Assessment</i> ( <i>Probabilistička procjena ljudske pouzdanosti</i> )
SHARP	<i>Systematic Human Action Reliability Procedure</i> ( <i>Procedura pouzdanosti sustavnog ljudskog djelovanja</i> )
SLIM-MAUD	<i>Success likelihood index methodology, multi-attribute utility decomposition</i> ( <i>Metodologija indeksa vjerojatnosti uspjeha, dekompozicija korisnosti s više atributa</i> )
SPAR-H	<i>Simplified Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment</i> ( <i>Pojednostavljena analiza postrojenja, te procjena rizika ljudske pouzdanosti</i> )
STahr	<i>Socio-Technical Assessment of Human Reliability</i> ( <i>Socio-tehnička procjena ljudske pouzdanosti</i> )
TESEO	<i>Tecnica empirica stima errori operatori</i> ( <i>Empirijska tehnika za procjenu pogreške operatera</i> )
THERP	<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i> ( <i>Tehnika za predviđanje stope ljudskih pogrešaka</i> )

Izvor: <https://www.icheme.org/media/17251/rr679.pdf>, datum pristupa 28.5.2023.

Od navedenih 35 metoda, 17 ih se smatra potencijalno korisnim za daljnje razmatranje, a neke od najznačajnijih detaljnije su opisane u nastavku.

### 5.1.1. THERP metoda (1. generacija)

THERP modelira vjerojatnosti ljudske pogreške (HEP) koristeći pristup stabla grešaka, na sličan način kao inženjerska procjena rizika, ali također uzima u obzir faktore oblikovanja performansi (PSF) koji mogu utjecati na te vjerojatnosti. Rezultirajuće stablo prikazuje korak po korak prikaz faza uključenih u zadatak, u logičnom redosljedju. Tehnika za predviđanje stope ljudske pogreške

(THERP) je metodologija prve generacije, što znači da njezini postupci slijede način na koji konvencionalna analiza pouzdanosti modelira stroj. Tehnika je razvijena u Sandia Laboratories u Sjedinjenim Američki Državama za potrebe nuklearne regulatorne komisije. THERP se oslanja na veliku bazu podataka o ljudskoj pouzdanosti koja sadrži HEP-ove, a temelji se i na podacima o pogonu i na stručnim procjenama. Ta je tehnika bila prvi pristup u HRA koji je ušao u široku upotrebu i još uvijek se naširoko koristi u nizu primjena čak i izvan izvornog nuklearnog okruženja (Kirwan, 1994).

Metodologija za metodu THERP podijeljena je u 5 glavnih faza:

1. **Definirajte kvarove sustava od interesa.** Ovi kvarovi uključuju funkcije sustava kod kojih ljudska pogreška ima veću vjerojatnost utjecaja na vjerojatnost kvara, te one od interesa za procjenitelja rizika; operacije za koje možda nema interesa uključuju one koje nisu operativno kritične ili one za koje već postoje sigurnosne protumjere.
2. **Navedite i analizirajte povezane ljudske operacije i identificirajte ljudske pogreške koje se mogu dogoditi i relevantne načine oporavka od ljudskih pogrešaka.** Ova faza procesa zahtijeva sveobuhvatan zadatak i analizu ljudske pogreške. Analiza zadatka navodi diskretne elemente i informacije koje se zahtijevaju od zaposlenika koji obavlja zadatak. Za svaki korak zadatka analitičar razmatra i precizno definira moguće pogreške. Takve pogreške mogu se podijeliti u sljedeće kategorije:
  - Pogreške propusta – izostavljanje koraka zadatka ili cijelog zadatka
  - Pogreška provizije – uključuje nekoliko različitih vrsta pogreške:
  - Pogreške odabira – pogreška u korištenju kontrola ili u izdavanju naredbi
  - Pogreške slijeda – zahtijevana radnja provodi se pogrešnim redoslijedom
  - Pogreške u određivanju vremena – zadatak se izvršava prije ili poslije kada je to potrebno
  - Pogreške količine – neadekvatna količina ili višak
  - Zadaci i povezani ishodi unose se u HRAET kako bi se pružio grafički prikaz procedure zadatka. Stablo događaja vizualno prikazuje sve događaje koji se događaju unutar sustava. Započinje početnim događajem, zatim se grane razvijaju kao razne posljedice početnog događaja. Oni su predstavljeni u nizu različitih putanja, od kojih je svaka povezana s vjerojatnošću pojavljivanja. Kao što je ranije spomenuto, stablo radi na binarnoj logici, tako da svaki događaj ili uspije ili ne uspije. Uz dodatak vjerojatnosti za pojedinačne događaje duž svake staze, tj. grane, može se pronaći vjerojatnost različitih ishoda.
3. **Procijenite relevantne vjerojatnosti pogreške.** HEP-ovi za svaki podzadatak se unose u stablo; potrebno je da sve grane neuspjeha imaju vjerojatnost, inače sustav neće uspjeti pružiti konačan odgovor. HRAET-ovi pružaju funkciju rastavljanja primarnih zadataka zaposlenika

na finije korake, koji su predstavljeni u obliku uspjeha i neuspjeha. Stablo pokazuje redosljed kojim se događaji događaju i također razmatra vjerojatne kvarove koji se mogu dogoditi na svakoj od predstavljenih grana. Stupanj do kojeg se svaki zadatak visoke razine raščlanjuje na zadatke niže razine ovisi o raspoloživosti HEP-ova za uzastopne pojedinačne grane. HEP-ovi se mogu izvesti iz niza izvora kao što su: baze podataka THERP; simulacija podataka; povijesni podaci o nezgodama; stručna prosudba.

4. **Procijenite učinke ljudske pogreške na događaje kvara sustava.** Dopršetkom HRA ljudski doprinos kvaru može se procijeniti u usporedbi s rezultatima ukupne analize pouzdanosti. To se može dovršiti umetanjem HEP-ova u stablo događaja kvara cijelog sustava, što omogućuje razmatranje ljudskih čimbenika u kontekstu cijelog sustava.
5. **Preporučite promjene u sustavu i ponovno izračunajte vjerojatnosti kvara sustava .** Nakon što je poznat doprinos ljudskog faktora , analizom osjetljivosti može se utvrditi kako se određeni rizici mogu poboljšati u smanjenju HEP-ova. Putovi oporavka od pogreške mogu se uključiti u stablo događaja jer će to pomoći procjenitelju pri razmatranju mogućih pristupa kojima se identificirane pogreške mogu smanjiti.

Prednosti THERP-a:

- THERP je moguće koristiti u svim fazama projektiranja. Nadalje, THERP nije ograničen na procjenu već postojećih dizajna i zbog razine detalja u analizi može se posebno prilagoditi zahtjevima određene procjene.
- THERP metoda je transparentna, strukturirana i daje logičan pregled ljudskih faktora koji se razmatraju u procjeni rizika; to omogućuje da se rezultati ispituju na jednostavan način i da se pretpostavke osporavaju.
- Metoda se može koristiti unutar širokog raspona različitih domena ljudske pouzdanosti i ima visok stupanj učinkovitosti.
- Jedinstvena metodologija, koja ističe oporavak od pogreške i također kvantitativno modelira odnos ovisnosti između različitih radnji ili pogrešaka.

Nedostaci THERP-a:

- THERP analiza zahtijeva mnogo resursa i može zahtijevati veliki napor da se proizvedu pouzdane HEP vrijednosti.
- Metoda nije pogodna za poboljšanje sustava. U usporedbi s nekim drugim alatima za procjenu ljudske pouzdanosti kao što je HEART, THERP je relativno ne sofisticiran alat budući da je

raspon razmatranih PSF-ova općenito nizak, a temeljni psihološki uzroci pogrešaka nisu identificirani.

- U praksi su pronađene velike razlike u procjeni rizika povezanih s istim zadacima od strane različitih analitičara. Takva odstupanja mogu proizaći ili iz mapiranja procesa dotičnih zadataka ili u procjeni HEP-ova povezanih sa svakim zadatkom korištenjem THERP tablica u usporedbi s, na primjer, stručnom procjenom ili primjenom PSF-ova.

### **5.1.2. HEART metoda (1. generacija)**

HEART je metoda koja se koristi u području procjene ljudske pouzdanosti, za potrebe procjene vjerojatnosti ljudske pogreške koja se događa tijekom obavljanja određenog zadatka. Iz takvih analiza se tada mogu poduzeti mjere za smanjenje vjerojatnosti pojave grešaka unutar sustava i stoga dovesti do poboljšanja ukupnih razina sigurnosti. Metoda HEART temelji se na načelu da svaki put kad se zadatak obavlja postoji mogućnost neuspjeha i da na vjerojatnost toga utječu jedan ili više uvjeta koji uzrokuju pogreške, kao što su: rastresenost, umor, skućeni uvjeti itd. – u različitim stupnjevima. Čimbenici koji imaju značajan učinak na performanse su od najvećeg interesa. Ti se uvjeti zatim mogu primijeniti na procjenu vjerojatnosti neuspjeha u "najboljem scenariju" pod idealnim uvjetima kako bi se zatim dobila konačna mogućnost pogreške (Kirwan, 1994).

1. Prva faza procesa je identificirati puni raspon podzadataka koje bi zaposlenik u sustavu trebao izvršiti unutar danog zadatka.
2. Nakon što je opis zadatka konstruiran, utvrđuje se nominalna ocjena ljudske nepouzdanosti za određeni zadatak, obično konzultirajući stručnjake. Na temelju ove izračunate točke uspostavlja se raspon pouzdanosti od 5. do 95. percentila .
3. Zatim se razmatraju greške, koje su očite u danoj situaciji i vrlo je vjerojatno da će imati negativan učinak na ishod, te se raspravlja i dogovara opseg u kojem se svaka greška može pojaviti prilikom obavljanja određenog zadatka.
4. Na kraju se izračunava konačna procjena HEP-a, u čijem određivanju identificirane greške igraju veliku ulogu.

Prednosti HEART-a:

- HEART je relativno jednostavna metoda za korištenje.
- Daje korisniku korisne prijedloge kako smanjiti pojavu pogrešaka
- Omogućuje provođenje analize troškova i koristi
- Vrlo je fleksibilna metoda i primjenjiva je u širokom rasponu područja što pridonosi popularnosti njezine uporabe

Nedostaci HEART-a:

- Podatci o greškama nikad nisu u potpunosti bili objavljeni, stoga nije moguće u potpunosti izvući podatke iz baza podataka.
- HEART se u velikoj mjeri oslanja na mišljenje stručnjaka, najprije u točkama vjerojatnosti ljudske pogreške, a također i u procijenjenom udjelu učinka grešaka.

### **5.1.3. ATHEANA metoda (2. generacija)**

Metoda ATHEANA se koristi nakon pojave incidenta. Različiti pokretači incidenta i mogući ishodi kategorizirani su u jednu od sljedećih skupina: organizacijski utjecaji; faktori oblikovanja učinka; mehanizmi grešaka; nesigurne radnje; događaj ljudske pogreške; neprihvatljivi ishod. Rezultirajući model može ukazivati na rješenja za poboljšanje pouzdanosti, međutim nema numeričkih aspekata uključenih u metodologiju korištenu za izradu modela. Zbog ove karakteristike, tehnika se ne smatra prikladnom za upotrebu u određenim područjima kao što je usporedni dizajn ili analiza osjetljivosti. Metodologija ATHEANA nije prediktivna, ali služi kao alat za dijagnostičko modeliranje. Nadalje, njezin nedostatak vjerojatnosti ljudske pogreške (HEP) kao izlaza, značajna je razlika u usporedbi s HRA metodologijama prve generacije. Ishod koji daje ATHEANA identificira različite ljudske radnje unutar sustava, dok također iznudi mnoge kontekstualne situacije unutar ovog sustava, koje utječu na to hoće li radnja biti uspješno izvedena ili će dovesti do neuspjeha. Sedam je osnovnih koraka u metodologiji ATHEANA (Forster, 2004):

1. Definirajte i protumačite problem koji se razmatra
2. Detaljno navedite potrebni opseg analize
3. Opišite scenarij osnovnog slučaja uključujući normu operacija unutar okruženja, uzimajući u obzir akcije i postupke.
4. Definirajte događaje ljudske pogreške i/ili nesigurne radnje koje mogu utjecati na problem koji se razmatra.
5. Nakon identifikacije ljudske pogreške, treba ih dalje kategorizirati u dvije primarne skupine, sigurne i nesigurne radnje. Nesigurna radnja je radnja u kojoj dotični zaposlenik može propustiti izvršiti zadatak ili to učiniti neispravno, a što posljedično rezultira nesigurnim radom sustava.
6. Potražite odstupanja od osnovnog scenarija u smislu bilo kakvog vjerojatnog odstupanja u normalnom radnom ponašanju u kontekstu situacijskog scenarija.
7. Primijenite metodu ATHEANA

Prednosti ATHEANA metode:

- Pruža puno bogatije i cjelovitije razumijevanje konteksta koji se tiče ljudskih faktora za koje se zna da su uzrok incidenta, u usporedbi s većinom drugih metoda prve generacije.
- Povećava vjerojatnost da su identificirani ključni rizici povezani s dotičnim ljudskim greškama.
- Koristeći metodologiju ATHEANA, moguće je procijeniti vjerojatnosti ljudske pogreške uzimajući u obzir niz različitih faktora i kombinacija.

Nedostaci ATHEANA metode:

- Ishodi ljudskih pogrešaka koje se razmatraju ograničeni su prethodno definiranim sekvencama nesreća.
- Iako je metoda očigledna u kategorizaciji ljudskih čimbenika koji doprinose greški, ona ne uspijeva odrediti prioritet niti utvrditi pojedinosti o uzročno-posljedičnim odnosima između tih čimbenika.

#### **5.1.4. CREAM metoda (2. generacija)**

Tehnika CREAM koristi klasifikacijsku shemu koja se sastoji od niza grupa koje opisuju fenotipove (načine pogrešaka) i genotipove (uzroke) pogrešnih radnji. CREAM metoda može se koristiti i prediktivno, za predviđanje potencijalne ljudske pogreške, i retrospektivno, za analizu i kvantificiranje pogreške, također metoda CREAM sastoji se od klasifikacijske sheme i modela. CREAM koristi model spoznaje, Contextual Control Model (COCOM). COCOM se usredotočuje na odabir radnji i pretpostavlja da je stupanj kontrole koju zaposlenik ima nad svojim radnjama varijabilan te da stupanj kontrole koji zaposlenik ima određuje pouzdanost njegove izvedbe. CREAM metoda provodi se kroz 4 primarna koraka (Hollnagel, Cognitive Reliability and Error Analysis Method – CREAM, 1998):

1. Korak: Analiza zadatka. Prvo je važno analizirati situaciju ili zadatak. U ovom koraku treba se razmotriti organizacija i tehnički sustav, kao i zaposlenici i zadatak koji se obavlja.
2. Korak: Opis konteksta. U ovom koraku treba opisati kontekst u kojem se odvija scenarij koji se analizira. Za ovaj korak koriste se već predloženi uvjeti izvedbe, koje predlaže ova metoda.

3. Korak: Specifikacija početnih događaja. U ovom koraku treba specificirati događaje, te odrediti zadatke ili korake zadataka koji će biti predmet predviđanja pogreške.
4. Korak: Predviđanje pogreške. Koristeći CREAM, potrebno je opisati kako početni događaj može dovesti do pogreške. Kako bi se predvidjele pogreške treba konstruirati modificiranu posljedično – uzročnu matricu. Redovi na matrici pokazuju moguće posljedice, dok stupci prikazuju moguće uzroke.

Prednosti CREAM metode:

- CREAM je jasan, strukturiran i sustavan pristup identifikaciji/kvantificiranju pogrešaka.
- Metoda nije specifična za određenu domenu, te se može primjenjivati u različitim domenama.
- CREAM-ova klasifikacijska shema je širokog spektra i detaljna.
- Može se koristiti i kvalitativno i kvantitativno.

Nedostaci CREAM metode:

- Metoda CREAM na prvi pogled čini se komplicirana i opširna.
- CREAM ne nudi mjere oporavka, tj. nisu dati/razmotreni načini za oporavak ljudskih grešaka.
- Vrijeme primjene je dugo, čak i za vrlo osnovne analize.
- Zahtijeva poznavanje ljudskih faktora i kognitivne spoznaje.

### **2.3. Komparativna analiza tehnika**

Kao što je već spomenuto metoda THERP spada u metode analize ljudske pouzdanosti prve generacije, te je njezino pojavljivanje bio važan prvi korak u razvijanju HRA metoda za potrebe industrije. Zbog činjenice da je THERP metoda prve generacije, tablice kvantifikacije ljudskih pogrešaka temelje se na taksonomiji koja ne uzima u obzir mehanizme ljudskih pogrešaka. THERP se u većini slučajeva bavi s pogreškama koje se događaju na perceptivno-motoričkoj razini (podražaj-odgovor), u usporedbi s već prije spomenutim Rasmussenovim sustavom klasifikacija koja koristi tri kognitivne razine; vještina, pravilo znanje, za kognitivnu obradu informacija kod ljudi a koju koriste većina metoda druge generacije, kao što su ATHEANA i CREAM metoda (Alvarenga, 2009). U metodi ATHEANA kontekst je ključ koji stvara granicu između prve i druge generacije metoda za procjenu ljudske pouzdanosti. Metode prve generacije uglavnom nisu uspjele razmotriti kontekst u kojem su ljudi pogriješili, dok su metode druge generacije pažljivo razmotrile i modelirale utjecaje konteksta na pogreške. Daljnja razlika među generacijama odnosi se na izbor i upotrebu faktora koji



utječu na izvedbu, takozvanih PSF-a. Nijedan od HRA pristupa prve generacije ne pokušava objasniti kako PSF-ovi utječu na učinak; štoviše, PSF-ovi – kao što su menadžerske metode i stavovi, organizacijski čimbenici, kulturne razlike i iracionalno ponašanje – nisu adekvatno tretirani u ovim metodama. PSF u prvoj generaciji uglavnom su izvedeni fokusiranjem na utjecaje okoline na zaposlenike, dok su PSF u drugoj generaciji kao što je već spomenuto izvedeni fokusiranjem na kognitivne utjecaje na operatere. Većina metoda HRA primjenjiva je na sve sektore gospodarstva i industrije, te nije potrebno praviti razliku među metodama za pojedinačne sektore. Međutim, različiti alati mogu biti prikladni ovisno o „zrelosti“ okoline s obzirom na kvantificiranu procjenu ljudske pouzdanosti. Na primjer, alati prve generacije mogu biti najprikladniji za ona mjesta koja tek počinju razmatrati kvantifikaciju ljudskih rizika jer, iako možda ne daju informacije o pitanjima kao što je pogreška kod krivo izvođenog zadatka, ili o čemu ona ovisi, dat će osnovni uvid u problematiku. Dok alati druge generacije mogu biti više korisni za ona mjesta koja su već prije koristila metode prve generacije i sada im je više potreban uvid u rizik (npr. oni u nuklearnom sektoru). Iako među metodama postoje razlike, sve metode su široko primjenjive, te izbor ovisi isključivo o vlastitim preferencijama, a metode se također mogu i kombinirati, ovisno o potrebi.

## 6. Zaključak

Ljudi su ključni dio kod poslovanja i uspješnosti svake organizacije. Te čine bitnu kariku organizacijske kompetentnosti, koja uz ljudsku kompetentnost sadrži još i tehnološku, tehničku i strukturnu, bez i jedne od tih komponenata organizacija postaje ne konkurentna na tržištu, te samim time trpi financijske gubitke. Od ljudi, odnosno zaposlenika se očekuje posjedovanje određenih znanja i sposobnost kako bi uspješno i efikasno obavljao određeni zadatak koji se od njega očekuje. Bitne komponente za koje se očekuje da ih zaposlenik posjeduje su: znanje, vještina, sposobnost, te individualni atributi odnosno kvalitete ili karakteristike pojedinaca koji odražavaju nečiji jedinstveni osobni sastav. Znanje i kvaliteta ljudskih resursa i rada imaju veliku ulogu u održivom razvoju društva kao najvažniji i najznačajniji kapital organizacije, prema tome norma ISO 9000:2015 definira kompetenciju kao „sposobnost primjene znanja i vještina za postizanje željenih rezultata“. U klauzuli 7.2 Kompetencija ove norme, detaljnije su opisani zahtjevi, koji postavljaju temelje na kojima organizacije (bez obzira veličinu, industriju ili djelatnost) mogu uspostaviti učinkovit program razvoja kompetencija svojih zaposlenika. Slijedeća bitna komponenta kod zaposlenika je njihova pouzdanost. Prema ISO standardima pouzdanost je „sposobnost funkcionalne jedinice da izvrši traženu funkciju u danim uvjetima u danom vremenskom intervalu“. Ljudi su za razliku od strojeva, skloni čestim pogreškama, a smatra se da ljudske pogreške čine čak nešto više od 60% svih nesreća prilikom rada, što je znatno veće od pojave pogrešaka kod strojeva. Ljudska pogreška je višedimenzionalni problem koji utječe na pouzdanost sustava i kvalitetu proizvoda i usluga. Na ljudsku pogrešku ponajviše utječu stanja kao što su stres, za koji se pretpostavlja da u prosjeku čini 48.8% ljudske pogreške u proizvodnoj industriji, a slijede ga ponavljajući rad, umor i loše radno okruženje. Kako bi se ljudske pogreške pokušale svesti na minimum, nameću se metode za procjenu ljudske pouzdanosti (HRA). Prema nekim istraživanjima, smatra se da metoda za procjenu ljudske pouzdanosti ima 35, a od njih 35 u radu su opisane njih 4, po dvije iz svake generacije. Prva generacija sagledava zaposlenike kroz svojstva mehaničkih komponenata, točnije ljudske pogreške smatrale su se pojavama sličnim kvarovima hardverskih komponenti, a same metode koriste se metodom binarnog stabla događaja. Zbog svojih nedostataka da opišu složenije kognitivne procese javlja se potreba za poboljšanim metodama, odnosno metodama druge generacije. Metode druge generacije temelje se na 3 ključna čimbenika, osobni čimbenici, čimbenici okoline i društveni čimbenici, te ih sagledavaju kroz kognitivan mehanizam čovjeka. Također oslanjaju se na već gotove sheme i popise grešaka. Iako se metode prve i druge generacije razlikuju po mehanizmima djelovanja, široko su primjenjive, te izbor metode ovisi isključivo o vlastitom izboru.

## 7. Literatura

### Knjige i članci

1. Aggarwal, K.K. (1993). Reliability engineering. Springer; 1993rd edition
2. Ahmad, B., Khan, F.A. (2019). Influence on work environment on employee performance.
3. Alvarenga, M.A.B., Fonseca, R.A. (2009). Comparison of the THERP quantitative tables with the human reliability analysis techniques of second generation.
4. Bazovskiy, I. (2004). Reliability theory and practice.
5. Blackett, C. (2017). Integrating Human Reliability Analysis and Human Factors Engineering for Risk-Informed Plant Design and Improvement.
6. Breneman, J.E., Sahay, C., Lewis, E.E. (2022). Introduction to reliability engineering.
7. Buntak, et. all. (kolovoz 2021). Kvaliteta i sustavi upravljanja kvalitetom. Zagreb.
8. Buntak, K., Kovačić, M. (2020). Upravljanje kvalitetom 1. Koprivnica: Sveučilište Sjever.
9. Đuričin, D., Janošević, S. (2009). STRATEGIJSKA ANALIZA LJUDSKIH RESURSA. "EKONOMSKE TEME", str. 3.
10. Embrey, D. (n.d.). Understanding Human Behaviour and Error.
11. Embrey, D.E., Lucas, D.A. (1989). Human Reliability Assessment and Probabilistic Risk Assessment.
12. Fahmi, A (2020). Quality management systems. GAVIN eBooks
13. Forster, et. all, (2004). Expert elicitation approach for performing ATHEANA quantification. Reliability Engineering and Safety System, 207-220
14. Funda, D. (2010). SUSTAV UPRAVLJANJA KVALITETOM U LOGISTICI. Visoka škola za poslovanje i upravljanje, s pravom javnosti „Baltazar Adam Krčelić“ Zaprešić, Hrvatska
15. Hollnagel, E. (1998). Cognitive Reliability and Error Analysis Method – CREAM.
16. Hulaj, F. (2022.). Competence Development and ISO 9001.
17. Kirwan, B. (1994). A Guide to Practical Human Reliability Assessment.
18. Kondić, Ž. (2001). Kvaliteta i pouzdanost tehničkih sustava. Sveučilište Sjever.
19. Panigrahi, A. (2017). Managing stress at workplace.
20. Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990). "The core competence of the corporation", Harvard Business Review
21. Shandu, L.M. (2023). The similarities and potential interrelationships (correspondences) between ISO 14001, ISO 9001, ISO 45001 (previous BS OHSAS 18001), and ISO 19011
22. Wessels, W. (2010). Practical reliability engineering and analysis for system design and life-cycle sustainment.

23. Žunac, A.G., Ercegovac, P. (2022.). Temeljne pretpostavke organizacijskog ponašanja, Školska knjiga

### **Radovi na konferenciji**

1. Buntak, K., Sesar, V., & Kovačić, M. (2016). Business Process Controlling. V. International Conference QUALITY SYSTEM CONDITION FOR SUCCESSFULL BUSINESS AND COMPETITIVENESS PROCEEDINGS, 19-28.
2. Kovačić, M., Buntak, K., & Forjan, E. (2020). Komparativna analiza norme ISO 45001:2018 i Zakona o zaštiti na radu. 22. Međunarodni simpozij o kvaliteti KVALITETA – JUČER, DANAS, SUTRA, 219-230.
3. Martinčević, I., Kovačić, M., & Rašan, I. (2020). Metodološki pristup ocjenjivanju strukturne kompetentnosti organizacije. 21. Međunarodni simpozij o kvaliteti - KVALITETA – JUČER, DANAS, SUTRA
4. Ritter, T.; Gemünden, H. G. (2004.). The impact of a company's business strategy on its technological competence, network competence and innovationsuccess. Journal of Business Research. 57. 548 –556

### **Kvalifikacijski radovi**

1. Herceg, L. (2019). Utjecaj procesnog pristupa na definiranje kompetentnosti ljudskog potencijala u organizaciju. Varaždin: Sveučilište Sjever.
2. Rašan, I. "Metodologija ocjenjivanja strukturne kompetentnosti organizacije", Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Koprivnica, 2019.
3. Rašan, I. (2019). Metodologija ocjenjivanja strukturne kompetentnosti. Diplomski rad. Varaždin: Sveučilište Sjever.
4. Štabi, D. (2017.). Definiranje ključnih parametara upravljanja kompetentnošću ljudskih resursa Diplomski rad. Sveučilište sjever. Varaždin
5. Vukušić, D. "A NEW VIEW OF THE ROLE OF HUMAN FACTORS IN CAUSING ACCIDENTS", Zbornik Veleučilišta u Rijeci, vol.4, br. 1, str. 193-212, 2016.

### **Časopis**

1. Ahmad, B., Khan, F.A. (2019). INFLUENCE OF WORK ENVIRONMENT ON EMPLOYEE PERFORMANCE: A CRITICAL REVIEW
2. Buntak, K., Adelsberger, Z., Adelsberger, D. (2011.). Kompetentnost - ključna karakteristika organizacije upravljane na načelima kvalitete. Kvalitet (7-8). 33-35.

## Web izvori

1. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/core-competency>, datum pristupa 23.10.2022.
2. <https://extranet.who.int/lqsi/sites/default/files/attachedfiles/LQMS%206%207%208%20Quality%20Control.pdf>, datum pristupa 23.10.2022.
3. <https://hgk.hr/documents/sveucilisni-prirucnik-kvaliteta-i-sustavi-upravljanja-kvalitetom618e70fc7168b.pdf>, datum pristupa 15.11.2022.
4. <https://asq.org/quality-resources/iso-9001>, datum pristupa 15.11.2022.
5. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/core-competency>, datum pristupa 15.11.2022.
6. [http://www.ekonomsketeme.rs/pdf/et2009en1\\_01.pdf](http://www.ekonomsketeme.rs/pdf/et2009en1_01.pdf), datum pristupa 2.2.2023.
7. <https://pecb.com/article/competence-development-and-iso-9001>, datum pristupa 2.2.2023.
8. <https://www.tyosuojelu.fi/web/en/working-conditions/physical-workload/repetitive-work>, datum pristupa 2.2.2023.
9. <https://www.humanreliability.com/downloads/Understanding-Human-Behaviour-and-Error.pdf>, datum pristupa 9.2.2023.
10. <https://www.icheme.org/media/17251/rr679.pdf>, datum pristupa 20.3.2023.
11. [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/40/103/40103869.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/40/103/40103869.pdf), datum pristupa 19.5.2023.
12. <https://www.opentextbooks.org.hk/ditatopic/27214>, datum pristupa 2.2.2023.

## Ostalo

1. HRN EN ISO 9000:2015 Sustavi upravljanja kvalitetom – Temeljna načela i terminološki rječnik, Hrvatska norma, Peto izdanje, Hrvatski zavod za norme
2. ISO/IEC 2382-14:1997(en)

## Materijal s predavanja

1. Buntak, K.(2019.).Određivanje kompetencija zaposlenika primjenom procesnog pristupa u organizaciji, Beograd, predavanja.

## **Popis slika**

Slika 1. Prikaz temeljnih kompetentnosti organizacije .....	11
Slika 2. Prikaz elemenata organizacije .....	12
Slika 3. Vrste organizacijske kompetentnosti .....	14
Slika 4. Prikaz učestalosti kvarova po vrstama .....	21
Slika 5. Opseg ljudskih čimbenika.....	24
Slika 6. Prikaz procesa analize ljudske pouzdanosti.....	29
Slika 7. Primjer THERP stabla događaja s vjerojatnostima.....	31

## **Popis tablica**

Tablica 1. Aspekti kvalitete .....	6
Tablica 2. Pregled metoda za procjenu ljudske pouzdanosti .....	32



### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, KLADIJA OZIMEC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom TEHNIKE I METODE PROJEKTOVANJE RUKODANOSTI I KOMPETENTNOSTI ZAPOSLENIKA U ORGANIZACIJI (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Kladija Ozimec  
(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

