

# SISTEMSKO UPRAVLJANJE KVALITETOM ENERGETSKIH SISTEMA U FAZI RAZVOJA

## SYSTEM QUALITY MANAGEMENT OF ENERGY SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT PHASE

Mitar BIJELIĆ, Zdravko BIJELIĆ\*

*Projektovanje je ključna faza razvoja i osvajanja koja određuje karakter kvaliteta energetskeg sistema. Energetski sistemi su izuzetno složeni sistemi koji se u uslovima dinamičnosti i otvorenosti prema okruženju ne mogu posmatrati samo kao tehničko pitanje. Potrebno je da se posmatraju sa više aspekata kao što su: tehničko-tehnološki, ekonomsko-organizacioni, prirodno-biološki, socio-psihološki, ekološko-bezbjednosni, obrazovno-etički, pravno-zakonodavni i slično. Aspekti i korelacije tehničkog karaktera se mogu veoma pouzdano opisati primjenom rigidne matematike. Međutim, aspekte i korelacije drugih karaktera nije moguće opisivati rigidnom matematikom. U ovakvoj situaciji u cilju matematičkog modeliranja u funkciji odlučivanja o zadovoljavajuće optimalnim razvojnim rješenjima problem se može rješavati primjenom fazi logike. U ovom radu je prikazan model matematičke optimizacije integrisanog kvaliteta energetskeg sistema u fazi razvoja primjenom tehnologije fazi skupova. Posmatrano matematički model je dosta jednostavan, jer predstavlja funkciju jedne nezavisno promjenljive.*

**Ključne reči:** energetski sistemi, integrisani kvalitet; upravljanje, matematička optimizacija.

*Design is a key phase of development and conquest that determines the character of the quality of the energy system. Energy systems are extremely complex systems that in conditions of dynamism and openness to the environment cannot be viewed only as a technical issue. They need to be observed from several aspects, such as: technical-technological, economic-organizational, natural-biological, socio-psychological, ecological-security, educational-ethical, legal-legislative and similar. Aspects and correlations of a technical nature can be described very reliably by applying rigid mathematics. However, aspects and correlations of other characters cannot be described by rigid mathematics. In this situation, for the purpose of mathematical modeling in the function of deciding on satisfactorily optimal development solutions, the problem can be solved by applying the logic stage. This paper presents a model of mathematical optimization of integrated quality of energy systems in the development phase using the technology of phase sets. Observed, the mathematical model is quite simple, because it represents a function of one independently variable. Observed, the mathematical model is quite simple, because it represents a function of one independently variable.*

**Key words:** energy systems, integrated quality; management, mathematical optimization.

### 1 Uvod

U uslovima izuzetno dinamičnih vrijednosnih promjena na tržištu, upravlja kvalitetom energetskeg sistema u fazi razvoja je ne samo tradicionalno zahtjevna planska i projektantska tehnička aktivnost, već i izuzetno rizična aktivnost iz ugla dužine trajanja trenutnih parcijalnih vrijednosnih sistema kvaliteta za određeni energetski sistem.

Sa druge strane osnovna svrha postojanja privrednog subjekta koji razvija i proizvodi energetske sisteme, je da stvara profit i kapital. Viši nivo kvaliteta podrazumijeva veće ulaganje u razvoj proizvoda u fazi razvoja. Ulaganje u fazi razvoja je trošak koji treba da se vrati kroz proces operative proizvodnje i prodaje proizvoda na tržištu. Razvojna promjena stepena kvaliteta na višem nivou iziskuje brži rast ulaganja od rasta stepena kvaliteta proizvoda. Ova činjenica zahtjeva sistemski pristup upravljanju kvalitetom proizvoda još u fazi razvoja. Razvoj je najsloženija ljudska djelatnost i u uslovima dinamičnog tržišnog okruženja jako rizična. Da bi se rizik sveo na prihvatljiv nivo potrebno je

---

\* Corresponding author's e-mail: bijeliczdravko51@gmail.com

optimalno privređivanje, odnosno odlučivanje o optimalnom stepenu integrisanog kvaliteta proizvoda. Bazni upravljački aspekt efikasnosti korporacije danas je određen spregom trougla: kvalitet, troškovi i tržišna cijena. Ova sprega postala je sistemski vrijednosni kriterijum ponašanja korporacija koje proizvode konkurentne proizvode. Kvalitet, troškovi i tržišna cijena su tri strane jednog trougla koje su međusobno zavisne [11]. Pored ovog baznog upravljačkog aspekta koji je u osnovi tehničko-tehnološke i ekonomske prirode, danas na efikasnost korporacije snažan uticaji imaju i faktori: obrazovanja, psihosociološki, bezbjednosni, ekološki, zdravstveni i drugi koji su međusobno isprepleteni i moraju se sistemski posmatrati kao dio jedne cjeline. Kad je u pitanju kvalitet mora se imati u vidu da svi napred navedni faktori imaju svoju komponentu kvaliteta, a integrisani kvalitet proizvoda u sebi ima ugrađen sve druge navedene dimenzije uticaja na efikasnost korporacije. Kad je u pitanju tradicionalni i savremeni pristup upravljanju kvalitetom, veoma je bitno doći do spoznaje da su danas najuspješnije svjetske kompanije one koje veoma efikasno sistemski kombinuju tradicionalni i savremeni sistem upravljanja kvalitetom.

Savremeno i tradicionalno su u osnovi odrednice vremena, a ne efikasnosti upravljanja. Danas najmoćnije multinacionalne korporacije u svome sistemu upravljanja kvalitetom, izvanredno kombinuju savremene i tradicionalno provjerene metode upravljanja kvalitetom.

Naučnoistraživački problem kojim se bavi ovaj rad je razvoj matematičkog modela za sistemsko upravljanje integrisanim kvalitetom energetskih sistema u fazi razvoja. Cilj rada je da se pokaže, da je primjenom tehnologije fazi logike, moguće razviti matematički model u funkciji odlučivanja o optimalnim rješenjima o integrisanom kvalitetu energetskih sistema. Drugi cilj rada je da se pokaže da je za ostvarenje prvog cilja potrebno multidisciplinarno znanje. U radu su korošćene sljedeće naučnoistraživačke metode: metod indukcije i dedukcije, metoda systemske analize i sinteze, matematičko modeliranje, metoda posmatranja I metoda logičkog zaključivanja.

## 2 Opšte o kvalitetu i energetskim sistemima

### 2.1 Opšte o kvalitetu

Kvalitet se može definisati kao skup preformansi jednog proizvoda ili usluga, a koje se različito vrednuju u zavisnosti od toga ko vrednuje i u kojem vremenu se vrednuje. Znači kvalitet je relativna, a ne apsolutna kategorija. Kad je u pitanju stepen odgovornosti za kvalitet, veom važno je znati ko definiše kvalitet proizvoda kroz sve životnr faze. Po ovom pitanju postoje poprečna mišljenja. Posmatrano sa aspekta proizvodnje i tehnologije. Kvalitet određuje proizvođač proizvoda kroz proces upravljanja proizvodnim sistemom. Međutim posmatrano sa aspekta tržišta, kvalitet određuje kupac, jer proizvođač mora da zadovolji potrebe kupca. Kvalitet sa aspekta upravljanja svaki dan postaje kompleksnije pitanje. Kvalitet određuje sve veći broj, ne samo tehničko-tehnoloških vrijednosti, već i drugih isprepletenih vrijednosti vazano za ekonomsko, bezbjednosno, emocionalno i druga pitanja. Kvalitet je integrisani skup vrijednosti koje određuje: razvoj, proizvodno-tehnološki proces, dobavljači, koperanti, propisi, kontrola kvaliteta, cijena na tržištu i naravno kupac. Sve ove vrijednosti se integrišu u vrijednost proizvoda. Posmatrano iz ugla ekonomije, ključno pitanje je da se uspostavi sistem-ska integracija sa aspekta troškova razvoja i proizvodnje, cijene na tržištu i kvaliteta proizvoda. Ova integracija je osnova za optiizaciju na bazi ekonomije optimuma, tehnološkog progressa i operativnog privređivanja [4]. Danas upravljanje nije više miz, već realan svakodnevni proces koji neminovno prati sve društvene aktivnost. Svaka aktivnost ima kvalitet i kvalitetom se mora upravljati., odnosno isti se mora planirati, organizovati, voditi i kontrolisati,

Kvalitet privređivanja u svim ljudskim djelatnostima postao je dominantan faktor upravljanja. Kvalitet se ne može više posmatrati kao parcijalna preformansa nekog proizvoda ili usluge, već se mora posmatrati kao sistemsko pitanje.[4] Kvalitet energetskih sistemi je izuzetno složeni pitanje ne samo sa tehničko-tehnološkog aspekta, već i ekonomsko-organizacionog, ekološko-bezbjednosnog, zakonodavno- pravnog, socopsihološkog i političkog aspekta. Složenost upravljanog sistema kvaliteta energetskih sistema, apriori ne znači da i upravljački sistem mora biti istog stepena složenosti. Kvalitet upravljanja složenim sistemima čini i jednostavnost upravljačkog sistema, odnosno modela koji je baza za uspostavljanje optimalnog sistema.

## 2.2 Opšte o energetske sistemima

Potreba za potrošnjom energije stalno raste. Da bi se pratio proces rasta potrebe za potrošnjom, energija se mora proizvesti ili uvesti. Energetski sistemi su sistemi koji su u funkciji proizvodnje, transformacije, prenosa i potrošnje energije. Danas oko 80% primarne energije ima porijeklo u fosilnim gorivima. U principu energija može biti u primarnom, prelaznom i finalnom obliku. Primarna energija je rezultat pretvaranja prirodne energije u odgovarajuću vrstu energije. Porijeklo primarne energije su obnovljivi izvori (sunce, vjetar, voda, geotermalni izvori, biomasa i plima i oseka) i neobnovljivi (fosilna goriva, sirova nafta, prirodni gas, ugalj, lož ulje i škriljice). Finalna energija je transformisana u oblik koji je potreban za potrošnju bilo za industrijske potrebe ili opštu potrošnju. [24]. Zbog stalnog rasta potrošnje energije sa jedne strane, a sa druge strane zbog stalnog smanjenja prirodnih energetske potencijala, energija je postala razvojni faktor kojim se diktiraju globalni društveno-ekonomski odnosi. Cijene energije će stalno rasti, dok će se rezerve smanjivati, jer su obnovljivi izvori energije konstanta, a neobnovljivi se stalno smanjuju. Proces proizvodnje, pretvaranja i potrošnje energije neminovno prate sekundarni produkti koji imaju negativne uticaje na bezbjednost i kvalitet životne sredine. Ekološki problem su postali faktor kojim se mora upravljati integralno sa proizvodnjom i potrošnjom energije.

Energetski sistemi su izuzetno složeni sistemi kako sa aspekta strukture, tako i sa aspekta dinamičnosti, a time i sa aspekta upravljanja. Energetski sistemi mogu biti: tehničko-tehnološki, organizaciono-ekonomski i prirodno-biološki. Sve ove tri osnovne vrste sistema, na današnjem nivou društvenog, ekonomskog i tehničko-tehnološkog razvoja, a u uslovima intenzivnih i brzih promjena, su međusobno isprepleteni. Rezultat isprepletenosti je činjenica da svi energetski sistemi istovremeno u sebi sadrže i tehničko-tehnološku, organizaciono-ekonomsku i biološko prirodnu komponentu. O ovoj sistemskoj kompleksnosti se naročito mora voditi računa kad je u pitanju upravljanje razvojem, odnosno razvojnim promjenama. Za upravljanje energetske sistemima u potpunosti važe opšti principi kibernetičkog upravljanja sistemima. Međutim, to ne znači da sami principi nisu podložni promjenama, a pogotovo u uslovima nove naučne spoznaje. Zbog velike isprepletenosti aspekata upravljanja energetske sistemima, neophodno je pri kreiranju rješenja upravljanja koristiti multidisciplinarna znanja i to ne samo iz više tehničko-tehnoloških naučnih područja, već i iz oblasti ekonomije, prava, politike, sociopsihologije, bezbjednosti itd. Istraživanja vezano za razvoj energetske sistema na prostoru bivše Jugoslavije, pokazuju da su postojeće promjene u segmentu energetike uglavnom rezultat politike Evropske unije, a u skladu sa ekonomskim i političkim interesima razvijenih zemalja Evropske Unije. Mehanizam edukacije naših stručnjaka i finansijka podrška energetske projektima, stvorili su ambijent energetske siromaštva, a ne ambijent mogućnosti rasta proizvodnje i potrošnje energije. Energijom se ne upravlja sa aspekta integrisanih faktora vrijednosti. U procesu donošenja razvojnih planova koristi se sistem energetske strategija čiju izradu finansira Evropska Unija, dok se ne koristi sistem integrisanog programskog razvoja.

Pri svakom upravljanju veoma važno je efikasno dinamičko uravnoteženje [19]. Svaki energetski sistem treba da u što kraćem mogućem vremenu pređe iz stanja uravnoteženja u stanje ravnoteže. Kad je u pitanju upravljanje razvojem, odnosno razvojnim promjenama onda se proces projektovane razvojne promjena ne može smatrati periodom neuravnoteženja, jer je razvojna promjena projektovana kao cilj upravljanja. Razvojne promjene i razvojni sistemi su dio jedne cjeline i ne mogu se odvojeno posmatrati, jer razvojni sistem je upravljani podsistem, a razvojna promjena je upravljački podsistem, odnosno mehanizam za upravljanje razvojnim sistemom. Da bi sistem bio razvojni, promjena vrijednosti sistema poslije dejstva razvojne promjene izraženo numerički mora biti pozitivna ( $dV = VS1 - VS0 > 0$ ) [14]. Za razvojne promjene potrebna je energija, tako da se može reći da su svi realni sistemi istovremeno i energetski. Za razvojne promjene odnosno upravljanje razvojnim sistemima potrebna je veća energija nego za upravljanje operativnim sistemima. Posebno velika energija potrebna je za proaktivno upravljanje razvojnim promjenama energetske sistema. U ovom nepobitnom stavu treba tražiti sve veći jaz između bogatih i siromašnih društvenih sistema, odnosno bogatih i siromašnih zemalja, bogatih i siromašnih naroda, bogatih i siromašnih korporacija i naravno siromašnih i bogatih pojedinaca. Da bi upravljanje sistemima, a time i energetske sistemima bilo naučno i stručno, ljudi koji odlučuju o razvojnim promjenama, odnosno koji planiraju, organizuju, vode i

kontrolišu upravljanje razvojem energetskeg sistema moraju biti časni, moralni, etični i ne bi smjeli pri odlučivanju o sistemskim vrijednostima rukovoditi se ličnim materijalnim interesima i drugim društvenim devijacijama. Energija i energetske sistemi su postali ključno globalno pitanje preko kojeg se pored razvojnog pitanja lome razni projektovani konflikti između razvijenih i nerazvijenih odnosno bogatih i siromašnih. Bogati veoma uspješno upravljaju razvojnim procesima siromašnih primjenom mehanizma obrazovanja i mehanizma lateralnog marketinga. Siromašni, postaju sve više zavisni od bogatih i njihove promjene su uglavnom adaptivnog karaktera. Pokretačka snaga promjena je znanje. Udio znanja u stvaranju novih vrijednosti stalno raste [34]. U dvadeset prvom vijeku u razvijenim zemljama, znanje je postaje dominantni dio ekonomije, odnosno privedivanja u svim segmentima ljudske aktivnosti. Znanje je ključni faktor uspješnosti i konkurentnosti na tržištu [30]. Znanje je postalo proizvod koje donosi najveći profit onima koji uspješnost upravljaju, na mako i mikro nivou. zasnivaju na integrisanim dinamičkim znanjima, odnosno sistemu obrazovanja zvanom ekonomija znanja.[6]. Ekonomija znanja, energiju i energetske sisteme vidi kao ključni faktor upravljanja razvojem i rastom ekonomije i standarda svakog organizacionog entiteta počev od porodice, preko kompanija i lokalnih zajednica pa do državne zajednice.

U vremenu intenzivnih i dinamičnih promjena opšteg karaktera na zemaljskoj kugli, problem dualnog, a veoma četo i višepolnog vrednovanja je izuzetno izražen u oblasti energije i energetskeg sistema. Zbog ove činjenice latentna su očekivanja da će tržište kao ekonomski regulator uspostaviti prave vrijednosne sisteme. Svakodnevna praksa pokazuje da najveći uticaj na vrijednosne sisteme imaju moćni sistemi odlučivanja, koji veoma uspješno koriste i nauku u funkciji ostvarenja svojih ciljeva. Da bi se izbjegle negativne posledici za razvojne promjene siromašnih entiteta na svim nivoma, a mjereno stalnim rasom razvojnog jaza između bogatih i siromašnih moguće rješenje problema je da se globalne vrijednosti zamjene sa sistemski optimalnim vrijednostima. Naučna doktrina “Ekonomija optimum, optimalni tehnološki progres i optimalno privređivanje” je naučni mehanizam koji bi mogao pomoći u rješavanju navedenog pitanja [5]. Energija i energetske sistemi su veoma pogodno polje, na kojem se dosta brzo i efikasno može primjeniti princip optimalnog planiranja i projektovanja u praksi. Energija, kao prirodna pojava, je od nastanka čovjeka postal njegovu osnovnu vrijednosna potreba i sa tehnokoškim razvojem njen značaj stalno raste. Ova činjenica obavezuje nauku da stalno traga za novim saznanjima vezano za efikasno upravljanje energijom i energetskeg sistemima kroz sve životne faze, a posebno kroz fazi razvoja. Faza razvoja određuje karakter energetskeg sistema sa aspekta parcijalnih i integrisanih vrijednosti kvaliteta.

### **3 Sistemski višedimenzionalni pristup upravljanju – Integrisani kvalitet energetskeg sistema**

Upravljanje energetskeg sistemima se može posmatrati sa dva aspekta. Prvo, problem upravljanja je čisto tehničko pitanje, a drugi aspekt je kompleksniji i odnosi se na odlučivanje vezano za izbor najkvalitetnije varijante energetskeg sistema sa aspekti četiri osnovne funkcije energetskeg menadžmenta: planiranja, organizovanja, vođenja i kontrole. Veoma važno pitanje upravljanja energetskeg sistemima je pitanje vezano za problem optimizacije energetskeg sistema i procesa. U zavisnosti od toga da li se traži optimalno rješenje za čisto tehnička, odnosno pitanja fizike, ili se posmatraju i drugi aspekti (tehnološki, ekonomski, bezbjednosni, socijalnopsihološki, obrazovni, pravni, politički, medicinski i slično), pristupa se odgovarajućem matematičkom modeliranju upravljanja energetskeg sistemima. Matematičko modelovanje je ključ za uspješno sistemsko višedimenzionalno upravljanje energetskeg sistemima. Na žalost u praksi se veoma malo koristi višedimenzionalno matematičko upravljanje. Čak i u visokom obrazovanju, nivoa doktorskih studija, energetska politika se ne posmatra kao komponenta višedimenzionalnog upravljanja i vrijednosno se ne iskazuje u kvantitativnoj mjeri.

Pitanje optimizacije zahtjeva izvrsno poznavanje oblasti kojoj pripada problem upravljanja i poznavanje matematičkih modela optimizacije. Kad su u pitanju modeliranje u svrhu upravljanja čisto tehničkim problemom, onda matematički model sadrži rigidne veze između matematičkih varijabli. Problem optimizacije u ovakvoj situaciji se najčešće i najuspješnije rješava primjenom diferencijalnog računa. U drugom slušaju, kad se problem upravljanja posmatra ne samo sa čisto tehničkog

aspekta, već i ekonomskog, bezbjednosnog, zdravstvenog, obrazovnog, sociopsihološkog, pravnog, kulturnog, pa čak i političkog, metod rigidne matematike ne može pomoći pri traganju za optimalnim rješenjem. Problem se rješava sistemskim putem primjenom matematičkog programiranja i meke matematike. Posebno je kompleksan problem istovremenog upravljanja iz ugla više aspekata. U nauci i struci problem se rješava primjenom integrisanog upravljanja. Energetski sistemi su po prirodi stvari izloženi uticajima iz bližeg i daljeg okruženja: tehničko-tehnološkog karaktera, ekonomskog, bezbjednosnog, sociopsihološkog, pravnog i drugih karaktera. Zbog isprepletenosti raznih ovih uticaja upravljanje energetskim sistemima je naučno i stručno izuzetno kompleksan problem. Eksperti koji kreiraju matematičke modele u cilju višedimenzionalne optimizacije moraju posjedovati multidisciplinarna znanja ili se problem mora rješavati u okviru multidisciplinarnih timova [13, 18]. Veoma važan je princip trajnog formalnog i neformalnog učenja [31] u cilju vladanja najsavremenijim metodama upravljanja energetskim sistemima.

Sistemski pristup upravljanju kvalitetom energetskih sistema podrazumijeva da na izlazu iz sistema imamo informaciju o stanju kvaliteta koja se u svojstvu povratne sprege koristi kao uticaj na ulazu u sistem sa ciljem održavanja projektovanog stepena kvaliteta. Kad je u pitanju razvojni poslovni sistem projektovane karakteristike imaju rastuću formu. Informacija na izlazu iz razvojnog sistema ima ulogu da upravljački organ, na bazi kvantitativnih podataka, blagovremeno donese odluku na menadžerskom nivou o razvojnem dejstvu na ulaz u poslovni sistem. Kad je u pitanju upravljanje kvalitetom informacije se odnose na odabrane karakteristike kvaliteta proizvoda. Ukoliko su odabrane karakteristike kojima se upravlja tako da su u funkciji cilja kvaliteta cjeline, onda imamo kibernetiski odnosno sistemski pristup upravljanju integrisanim kvalitetom. Znači informacija je uvijek relevantna za buduće poslovne odluke. Ukoliko ne bi bilo tako, onda je to samo istorijski podatak. Ono što je dalje bitno to je da se upravljanje kvalitetom mora zasnivati na standardima kvaliteta koje donosioci odluka moraju poštovati da bi njihov poslovni sistem mogao biti dio jedinstvenog tržišta. Upravljanje kvalitetom nije moguće bez vrednovanja karakteristika kvaliteta. Vredovanje može biti kvalitativno i kvantitativno. Međutim i kvalitativno se može vrednovati kvantitativno i obrnuto kvantitativno kvalitativnom mjerom vrijednosti [9.11]. Iz ugla primenjene teorije sistema to znači da su kvantitativni i kvalitativni kvalitet dio jedne nerazdvojive cjeline. Predmet upravljanja kvalitetom može biti veoma raznovrstan u zavisnosti od projektovanog sistema upravljanja kvalitetom za određeni poslovni sistem.<sup>1</sup> Sistemski pristup podrazumijeva da se svi faktori (komponente) istovremeno i raznovrsto posmatraju i tretiraju. Sa aspekta razvojnih promjena integralno se posmatraju sve komponente integrisane razvojne promjene ( $X_{ij}$ ) kao ulaz sistema i sve komponente mjere vrijednosti upravljanja ( $Y_j$ ) kao izlaz sistema. Sistemsko upravljanje podrazumijeva, ne samo to da je izlaz funkcija ulaza, već da stanje izlaza, putem informacija preko povratnih spregea utiče na stanje ulaza. Za razliku od tradicionalne analize koja se bavi posmatranjem dijelova, pri sistemskoj analizi se posmatra cjelina. [26]

Savremena analiza kvaliteta energetskih sistema počiva na primenjenoj teoriji sistema. Proces analize i sinteze se posmatra kao integrisana celina, odnosno sistem. Paralelno se posmatraju međusobni uticaji elemenata analize na efikasnost i efektivnost sistema kao cjeline i obrnuto. Sistemski pristup je sistemski mehanizam za efikasno upravljanje sistemom donošenja odluka [3]. Odluka je rezultat sistema odlučivanja koji je: dinamičan, složen, otvoren i uglavnom stohastički sistem [14]. Pored toga treba da je upravljiv. Upravljanje analizom kao sistemom čine standardne četiri upravljačke funkcije: planiranje (projektovanje), organizovanje, vođenje i kontrolisanje.

Sistemski pristup podrazumijeva da se sve dimenzije kvaliteta iskazuju kvantitativno. Sociopsihološke i drugi stohastički dimenzije mogu se kvantitativno iskazati primenom fazi skupova. Kvantitativno iskazivanje traži vrijeme i logiku posmatranja, pa samim time vremenski dužu posvećenost iz ugla multidisciplinarnih nauka. Posvećenost na bazi šireg fonda znanja i dužeg vremena posmatranja omogućuje uspješnije vrednovanje, a time i upravljanje. U procesu izrade upravljačke analize, danas se pored metode raščlanivanja, upoređivanja, izolacije i eliminacije, veoma često koristi SWOT analiza. Smisao SWOT analize je u tome da se preko sagledavanja određenih faktora definišu: snage,

slabosti, šanse i prijetnje. Snaga i slabosti su faktori koji određuju mogućnosti, a šanse i prijetnje određuju ograničenja vezano za objekat koji je predmet analize.

Efikasno upravljanje kvalitetom energetske opreme moguće je jedino ako je model upravljanja kvalitetom razvojnog karaktera, odnosno projektovan na principima upravljanja razvojnim promjenama. Sistemi razvojnih promjena, po prirodi stvari su dinamični, upravljivi i otvoreni. Kvalitet energetske opreme je vrednosna dimenzija koja se mijenja u vremenu zbog stalnih promjena u užem i širem okruženju sistema energetske opreme. Ove promjene su pogotovo intenzivne i dinamične u oblasti integrisanog kvaliteta. Nekada su poslovni sistemi koristili prirodne resurse za ljudske potrebe, a pri tome nije dolazilo do ugrožavanja životne sredine. Današnja savremenena proizvodnja i potrošnja sve više u određenom stepenu ugrožava prirodnu životnu sredinu. Tradicionalno konkurentnost energetske opreme na tržištu kao svih drugi proizvodi je funkcija kvaliteta, troškova i cijene. Kvalitet je skup raznih performansi i to je prije svega tehničko pitanje koje se решава kroz fazu razvoja, osvajanja i proizvodnju proizvoda. Troškovi su tehničko-tehnološko i ekonomsko pitanje, cijena je čisto ekonomska vrijednosna dimenzija proizvoda koju određuje tržište. Danas savremeni sistemi vrednosti ne vrednuju samo tehničku dimenziju kvaliteta. Efikasnost energetske opreme je složen sistemski pokazatelj. Tradicionalno energetska efikasnost, a time efikasnost energetske opreme se mjeri čisto tehničkim pokazateljom, a to je prvenstveno stepen uštede energije. Međutim, problem energetske efikasnosti se mora posmatrati sistemski i mnogo šire sa aspekta proizvodnje, transformacije, prenosa, skladištenja, potrošnje i upravljanja produktima. Sve navedene dimenzije kvaliteta, a time i efikasnosti energetskih sistema ne mogu se posmatrati odvojeno, već kao dio jedne cjeline zbog međusobne poveanosti i uticaja. Troškovi proizvodnje imaju direktan uticaj na cijenu, a time i na konkurentnost. Cijena ima direktan uticaj na potrošnju i profitabilnost.

Energija je faktor koji ima najveći uticaj na tehnološki i ekonomski razvoj svakog organizacionog sistema, jer se energija kao utrošak ugrađuje u svaki proizvod i ualugu. Zbog ove činjenice svaka zemlja mora voditi energetske politiku koja za rezultat ima korišćenje domaćih prirodnih resursa, domaće energetske opreme i domaćeg znanja [16, 17]. Energetske efikasnost energetskog sistema, prvenstveno određuje tehničko-tehnološki nivo i kvalitet energetske opreme. Međutim, energetska efikasnost u određenoj mjeri zavisi od prirodnih faktora, domaćeg znanja, a u posljednje vrijeme i interesa pojedinaca koji su dio sistema koji kreira i odlučuje o energetske politici i razvojnim projektima u oblasti energetskih sistema. Pored tri tradicionalne dimenzije konkurentnosti svakog proizvoda na konkurentnost energetskih sistema, a time i energetske efikasnost veliki uticaj imaju: faktor bezbjednosti, faktor uticaja na životnu sredinu, obrazovanje, nauka, pravna regulativa, razni sociopolitički faktori i naravno politika. Vremenom se javljaju novi faktori, kao što je danas pandemija covid-19 [2]. Ovakva situacija traži od nauke i struke da traga za novim modelima sistemskog upravljanja efikasnošću energetskih sistema. Efikasnost se mora posmatrati kao funkciju n dimenzija koja je primjenljiva u praksi. Sve moguće uticajne dimenzije integrisanog kvaliteta treba postaviti na jednu posmatračku ravan i odrediti im kvantitativnu vrijednost primjenom tehnologije meke matematike, odnosno fazi skupova.

Upravljanje kvalitetom energetskih sistema u fazi razvoja, zbog neizvjesnosti budućnosti i složenosti razvojne aktivnosti je izuzetno rizično pitanje. Problem dodatno usložnjava dinamičnost promjena u vrijednosnom sistemu proizvođača i potrošača energije. Zbog ove činjenice planeri, projektanti i drugi donosioci odluka o sistemu kvaliteta u fazi razvoja moraju biti vizionarski inovativni i sposobni da preuzmu visok stepen rizika. Oni moraju biti sistemski društveno odgovorni. Pod tertom profitne orijentacije današnji donosioci razvojnih odluka u oblasti energetskih sistema u nerazvijenim zemljama koriste tradicionalni, a ne savremeni preduzetnički stil upravljanja. Savremeni stil preduzetničkog upravljanja karakteriše: orijentacija na kapital, inovativnost, rizik i veliki stepen društvene odgovornosti, a tradicionalni: orijentacija na profit, rizik, inovativnost i nizak stepen društvene odgovornosti [40].

Kvalitet proizvoda nije sam sebi cilj, već sredstvo osvarenja ljudskih potrebe da u svojoj potrošnji koristi kvalitetan proizvod koji će omogućiti kvalitetniji život. Pored osnovne tri dimenzije kvaliteta zvane trougao troškovi, cijena i kvalitet, danas se nametnula i bezbjednost proizvoda kao ključnu vrijednosno pitanje integrisanog kvaliteta. Da bi se mijenjala svijest o značaju integrisanog

kvaliteta i potrebi optimizacije neophodno je stalno prosvjećivanje ne samo proizvođača, već i potrošača proizvoda. Samo prostori, odnosno entiteti koji budu imali kvalitetno integrisano obrazovanje razvijeno na bazi ekonomije znanja mogu računati na manju opasnost, posledica sve intenzivnijih i dinamičnijih bezbjednosnih i sigurnosnih rizika.

## 4 Model sistemskog upravljanja kvalitetom energetskih sistema

### 4.1 Opšti sistemski model upravljanja kvalitetom energetskih sistema

Projektovani nivo kvaliteta je konstanta u nekom diskretnom vremenu, ali posmatrano na duži rok to je razvojna promjenljiva i funkcija je vremena. Ako polje upravljanja integrisanim kvalitetom označimo sa  $S$ , ciljeve upravljanja sa  $G$ , a skup ograničenja sa  $L$ , onda se opšti matematički model upravljanja kvalitetom u vremenu  $t$  može napisati u formi:

$$S_{Kt} = f(S, G, L, t) \quad (1)$$

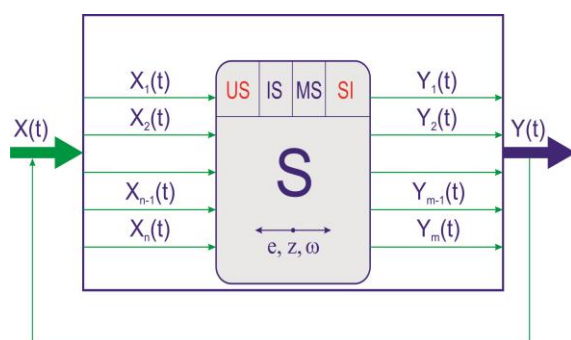
Posmatrano sa aspekta integrisanog upravljanja kvalitetom  $S$ ,  $G$  i  $L$  su takođe integrisani sistemi polja, ciljeva i ograničenja čiji kvalitet se posmatra. Relativno je lako dati preciznu definiciju upravljanja i napraviti opštu matematičku formu. Međutim, izuzetno je teško odrediti smisao svakog od elemenata skupa, pogotovo sa aspekta matematičkog modeliranja [36]. Integrisano upravljanje kvalitetom u fazi razvoja energetskih sistema traži dodatna znanja izvrsnosti. Ta znanja su matematičko modeliranje na bazi tehnologije meke matematike, odnosno fazi logike. Međutim, to ne znači da je nemoguće i nekorisno, jer je matematička optimizacija izuzetno efikasan upravljački mehanizam [14]. Ovo navodi na zaključak da se može optimizirati kvalitet kao funkcija niza faktora kojima se stvara kvalitet ili da se kvalitet posmatra kao nezavisna varijabla, a optimizira neki od faktora razvoja kvaliteta u okviru integrisanog sistema kvaliteta [11]. Ključni mehanizam efikasnog upravljanja integrisanim sistemom kvaliteta je znanje angažovanih u svim fazama upravljanja kvalitetom. Kako je kvalitet višedimenzionalni upravljački problem, to i znanja potrebna za upravljanje kvalitetom moraju biti multidisciplinarna.

Mnogobrojna globalna istraživanja pokazuju da je kvalitet ključni faktor konkurentnosti svakog proizvoda na tržištu [30]. Međutim, kvalitet nije apsolutna kategorija, jer zavisi od toga šta se pod kvalitetom podrazumijeva, ko donosi sud o kvalitetu i od vremena posmatranja kvaliteta. U suštini kvalitet određuje sistem vrijednosti na prostoru posmatranog entiteta. Danas, većinu proizvoda karakteriše dualni sistem vrednosti, posledica intenzivnih promjena u okruženju svakog entiteta. Zbog navedenih činjenica nameće se potreba da se kvalitetom upravlja proaktivno, tako što se efikasno koristi tehnologija lateralnog marketinga kojom proizvođač kpcu nameće svoj sistem vrijednosti o kvalitetu proizvoda. Sa druge strane potrebno je da i kupci koriste sistem proaktivnog razvojnog djelovanja, a ne samo da slijepo prihvataju vrijednosti proizvođača. Kupci na prostorima siromašnih zemalja trebali da se ponašaju optimalno sa aspekta svojih kriterijuma vrijednosti, a ne kriterijuma multinacionalnih korporacija sa prostora razvijenih zemalja. Ovaj problem je naročito izražen u oblasti kvaliteta proizvoda i kvaliteta upravljanja kvalitetom. Da bi se entiteti na prostorima siromašnih zemalja ponašali optimalno moraju da nauče da koriste metode optimizacije u procesu donošenja razvojnih odluka. Posebno je rizičan proces donošenja odluka u fazi razvoja proizvoda. Praksa veoma malo koristi matematiku u procesu upravljanja sistemima i procesima. Da bi se smanjio jaz između teorijske matematike koja se uči na fakultetima i matematike koja se koristi u praksi, potrebno je naći neko optimalno rješenje koje će omogućiti da praksa počne koristiti matematiku u funkciji donošenja optimalnih razvojnih odluka. Na osnovu istraživanja koja je sprovodio autor rada za potrebe drugog projekta optimalno rješenje je da se koristi funkcija jedne promjenljive, tako što će se mnogobrojne dimenzije kvaliteta i drugih pojava svesti na funkciju jedne promjenljive primjenom tehnologije meke matematike, odnosno fazi logike. Osnovna vrijednost optimalnog upravljanja na bazi matematičke analize jedne promjenljive je u tome što se mora modelirati matematički model u formi jedne nezavisne promjenljive integracijom više promjenljivih u jednu. Proces integracije zahtjeva vrijeme i duže posmatranje problema kako bi se došlo do zadovoljavajućeg matematičkog modela. Vremenska posvećenost je istovremeno komponenta kvaliteta upravljanja odnosno pripreme upravljačkih odluka vezano za razvoj.

Razvojem meke matematike stvoreni su uslovi za razvoj efikasnih metoda koje tretiraju problem sa stanovišta nepreciznosti. Fazi logika pripada tim sistemima, kojima je glavni cilj eksploatacija tolerancije koja postoji pri nepreciznosti, nejasnoći i parcijalnoj istinitosti u cilju postizanja robusnijih i jeftinijih relacija [34]. Karakteristično je da pojedini eksperti i naučnici imaju teškoće u artikulaciji, dokumentovanju i prenošenju svoga znanja drugim ljudima, tako da se ta činjenica mora uzeti u obzir. Najbolji način da oni izraze svoje znanje je njihov svakodnevni verbalni način izražavanja. Upravo zbog toga su pogodni fazi logički sistemi, pošto je njihova suština rad sa znanjem koje može biti veoma neprecizno i izraženo u verbalnom obliku [34].

#### 4.2 Model optimizacije upravljanja kvalitetom energetskih sistema u fazi razvoja

Na slici 1 dat je grafički prikaz sistemskog upravljanja integrisanim kvalitetom energetskih sistema u fazi razvoja.. Ulaz sistema čini n dimenzija koje utiču na kvaitet upravljanog sistema ili procesa kvaliteta, a izlaz sistema čini m dimenzija kvaliteta sistema odnosno čiji kvalitet se posmatra i čijim kvalitetom se upravlja. Kako je kibernetički sistem dinamički sistem, to su ulazi i izlazi iz sistema funkcija vremena. Pošto se radi o razvojnom sitemu, vrijeme t je vezano za buduće vrijeme [14]. Integraciju više dimenzija sistema kvaliteta moguće je matematički izvesti na više načina. Iz ugla prakse zadovoljavajuće je koristiti metod integracije kvaliteta na bazi aritmetičke ponderacije vrednovanja dat formulama (2) i (3). Ovaj model veoma uspješno koriste ekonomisti pri procjeni vrijednosti preduzeća i imovine [27]. Za koeficijente ponderacije najčešće koriste tržišne cijene parcijalnih elemenata integrisanog sistema procjene. Eliminacijom vremena (t) može se dobiti funkcijska zavisnost između izlaza sistema, odnosno integrisanog kvaliteta (Y) i integrisanog ulaza u sistem (X) (formula 4).



Slika 1: Grafički prikaz sistemskog upravljanja integrisanim kvalitetom energetskih sistema u fazi razvoja; S-Sistem; e-Elementi sistema, z- Zavisnost uticaja i elemenata, u-Uticaji, US-Upravljački sistem; IS-Izvršni sistem; Menadžment sistem i SI-Sistem informisanja

$$X_t = a_{1t}X_{1t} + a_{2t}X_{2t} + \dots + a_{nt}X_{nt} \quad (2)$$

$$Y_t = b_{1t}Y_{1t} + b_{2t}Y_{2t} + \dots + b_{mt}Y_{mt} \quad (3)$$

$$Y(t) = F(X(t)) \quad (4)$$

Kad je u pitanju upravljanje integrisanim kvalitetom enegetskih sistema u fazi razvoja moguće dimenzije ulaza u sistem upravljanja kvalitetom energetskih sistema su:

1. Kvalitet tehnološkog procesa,
2. Kvalitet organizacije,
3. Kvalitet menadžmenta,
4. Kvalitet informacija i informcionih tehnologija,
5. Kvalitet repromaterijala,
6. Kvalitet ljudski resursa,
7. Kvalitet energije koja se koristi u procesu razvoja energetskih sistema,
8. Edukacija i druga ulaganja uzaposlene,
9. Intenzitet i brzina promjena,
10. Kvalitet sistema za upravljanje kvalitetom,



11. Kvalitet organizacione klime,
12. Bezbjednosni uslovi rada,
13. Step en efikasnosti razvojnih promjena i
14. Ostalo.

Moguće dimenzije izlaza iz sistema upravljanja kvalitetom energetske sistema su:

1. Efektivnost proizvodnje,
2. Efikasnost proizvodnje,
3. Vijek trajanja energetske sistema,
4. Troškovi održavanja energetske sistema,
5. Investicije u energetske sisteme,
6. Motivacija i zadovoljstvo zaposlenih,
7. Konkurentnost proizvoda na tržištu,
8. Zaštita životne sredine,
9. Pouzdanost i bezbjednost proizvoda,
10. Procijenjeni profit i kapital,
11. Značaj projekta za državnu i lokalnu zajednicu,
12. Upravljujivost projektom,
13. Integrisani kvalitet energetske sistema,
14. Intenzitet i brzina razvojnih promjena i
15. Ostalo.

U fazi modeliranja matematičkog modela u funkciji optimizacije integrisanog kvaliteta energetske sistema planeri i projektanti, odnosno eksperti za modeliranje moraju uvijek imati u vidu sledeća probleme koji neizbežno prate proces modeliranja.

Energetski sistem je veoma složen sistem, kako sa aspekta razvoja tako i sa aspekta proizvodnje, korišćenja i održavanja. Pri vrednovanju svih razvojnih sistema, pa time i energetske, neizbežno se srećemo sa problemom vezano za dualno vrednovanje razvojnih promjena. Često puta praksa nameće potrebu da pored dualnog vrednovanja projektuje višepolno vrednovanje. Pri kvantitativnom vrednovanju sa aspekta gomile polova, naravno da nije moguće uspostaviti čvrstu matematičku vezu između vrijednosti koje nose obilježja na svakom polu. U ovakvoj situaciji problem numeričkog vrednovanja se može riješiti jedino primenom meke matematike, konkretno fazi skupova [14, 34]. Razvojna promjena u konkretnoj situaciji upravljanja razvojem energetske sistema može se posmatrati kao ulaz ili kao izlaz sistema, a nikako istovremeno i jedno i drugo. Ako razvojnu promjenu posmatramo kao ulaz sistema, onda je to tehničko-tehnološki mehanizam promjene, a ako posmatramo kao izlaz onda je to rezultat upravljanja koji se najčešće mjeri kvalitetom, troškovima i cijenom energetske sistema, odnosno trouglom kvalitet, cijena troškovi. Međutim, ovdje se ne radi o suprotnosti tipa crno–bijelo, već tipa dan-noć. U prvom slučaju imamo isključivost, jer može jedno ili drugo, a u drugom slučaju dan i noć su dio jedne cjeline koja se može podeliti na veliki broj načina. Kad su u pitanju ne samo opšti tehničko-tehnološki energetski razvojni sistemi, već bilo koje druge prirode, dualnost može dovesti do dvije krajnje kvantitativne vrednosti, a to su jedan (1) i nula (0). U slučaju više polnog vrednovanja imamo mnogo mogućnosti vrednovanja u rasponu od 0 do (Nxd), gdje je N-prirodan broj, a d-korak aritmetičkog niza.

Posmatrano sa dužeg vremenskog aspekta razvojne promene tehničko-tehnoloških energetske sistema uglavnom prati zamjena stare tehnologije novom. Međutim, za razuman vremenski period, moguće je projektovati jednu ili drugu tehnologiju. Tehnologija koja je iz ranijeg doba obično se naziva tradicionalna, a novijeg doba savremena. Pošto je tehnološki sistem veoma složen sa aspekta strukture tehnoloških jedinica, u praksi se najčešće primjenjuje kombinovani model. Kad problem posmatramo kao upravljanje sistemom razvojnih promena, tehnologije su u jednom slučaju izlaz sistema koji se zove tehnološki progres, a u drugom slučaju tehnologija je ulaz u sistem koji se transformiše u neki proizvod za tržište. Kad je u pitanju sistem upravljanja kvalitetom u industriji proizvodnje energetske sistema i korišćenju istih, tada su razna tehnička sredstva i ljudi ulaz u sistem, a proizvod, zaštita životne sredine, zdravlje ljudi, finansijski efekti i motivacija ljudi izlaz iz sistema. Danas na tržištu tehnologija i proizvoda imamo rat korporacija zbog konkurencije i borbe za profitom.

Multinacionalne korporacije mnoge tehnologije kupcima u siromašnima i nerazvijenima zemljama prodaju kao savremene, a u cilju stvaranja tehnološke zavisnosti. Preduzeća iz svih oblasti siromašnih i nerazvijenih zemalja da bi bila u poziciji da proizvode savremene energetske sisteme treba da se ponašaju optimalno. Ne smiju dozvoliti da ih multinacionalne kompanije edukuju putem nametnutih njihovih sistema vrednosti, a najčešće preko mehanizma visokog obrazovanja i lateralnog marketinga. Savremeno ne mora biti najbolje, jer je to odrednica vremena. Rešenje problema je u tome da se primjenjuje nova naučna doktrina „Optimalno privređivanje-ekonomija budućnosti [5, 14, 16].

Bogati ne vode računa da li je ono što oni nude optimalno rješenje za siromašne, već vode računa o svojoj optimalnosti i sa tog aspekta edukuju siromašne. Drugi, problem sa kojim se danas susrećemo sa aspekta tehnologija, pa time i energetske sisteme je konflikt tehnologija sa prirodnim sistemima. Nekad su tehnologije prirodne sisteme koristile kao resurs za ljudske potrebe, a da pri tome nije bila ugrožena životna sredina. Današnje savremene tehnologije u najvećem broju sa određenim stepenom opasnosti ugrožavaju prirodu životne sredine. Ovo je dodatni argument, da nerazvijene zemlje moraju naći mehanizam za optimizaciju sa aspekta svojih vrijednosti i svoje koristi. U integrisanu optimizaciju treba uključiti razna ograničenja i mogućnosti u posmatranom vremenu. Integrisanu optimalnu efikasnost razvojnih promjena uvijek određuje niz faktora koji imaju visok stepen vrednovanja samo u posmatranom vremenu. Tako promjena u stepenu motivacije zaposlenih utiče na produktivnost, a time i na ukupni finansijski efekat posmatranog poslovnog sistema.

Opšti modela optimizacije upravljanja integrisanim kvalitetom energetske opreme dat u opštoj matematičkoj formi (4), za primjenu u praksi veoma korisno je svesti na polinomsku matematičku formu oblika datog jednačinom (5). Da bi se optimalno upravljalo razvojem energetske sisteme, potrebno je razvojne promjene, u granicama mogućnosti realno planirati (projektovati), organizovati, voditi i kontrollisati. Na slici 2 data je grafička ilustracija mogućeg modela optimizacije integrisanog efekta upravljanja razvojnim promjenama (Y) u zavisnosti od stepena integrisanog kvaliteta energetske sisteme (X) u fazi razvoja. Kao mjera vrijednosti efikasnosti upravljanja najčešće se uzimaju finansijski troškovi ili rizik projekta. Operativni troškovi sa rastom kvaliteta energetske sisteme (X) rastu, a troškovi rizika opadaju sa rastom integrisanog kvaliteta energetske sisteme. Ako je smanjen nivo kvaliteta imamo manje troškove razvoja, ali i veće troškove rizika zbog povećanog škarta. Optimalna mera efikasnosti je  $Y_0$ , a mera optimalnog integrisanog kvaliteta je  $X_0$ . Za proces upravljanja vezano za programsko razvojno odlučivanje u praksi o razvojnim promjenama vezano za energetske sisteme, zadovoljavajuću matematičku aproksimaciju grafičkog modela datog na slici 2 daje polinomska matematička funkcija oblika datog jednačinom (5). Konstante: a, b, m, n, C, metodom ekspertske procjene u formi fazi logike najuspješnije procjenjuju eksperti koji poznaju razvoj i proizvodnju posmatranog proizvoda iz oblasti energetske sisteme. Optimalno rješenje određuje se na jednostavan način primjenom diferencijalnog računa za funkciju sa jednom promjenljivom. Optimalno rješenje je tamo gdje je minimalni rizik ili minimalni troškovi razvojnih promjena.

$$Y = aX^n + bX^{-m} + C \quad (5)$$

Funkcija (5) optimalne vrijednosti ulaza i Izlaza imaće u tački u kojoj je prvi izvod jednak nuli, formula (6).

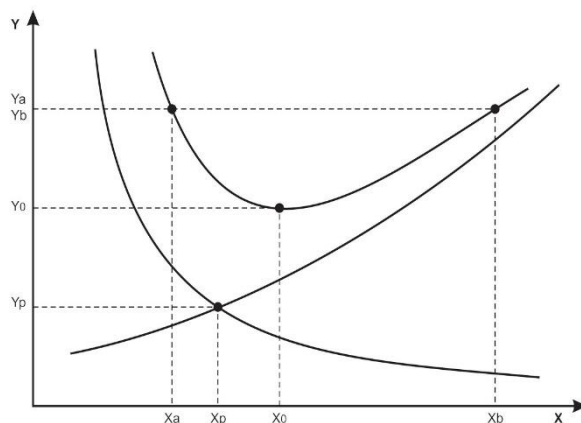
$$Y' = naX^{n-1} - mbX^{-(m+1)} = 0 \quad (6)$$

Optimalna vrijednost nezavisno promjenljive ( $X_0$ ), odnosno integrisanog kvaliteta energetske sisteme (ulaza sistem) biće:

$$X_0 = [mb/na]^{1/(n+m)} \quad (7)$$

Optimalna vrijednost zavisno promjenljive ( $Y_0$ ), odnosno troškova razvojnog energetske sisteme (izlaza sistema) određuje se tako što se vrijednost nezavisno promjenljive (X) zamjeni sa ( $X_0$ ) u formuli (5).

$$Y_0 = aX_0^n + bX_0^{-m} + C = a[(mb/na)^{1/(n+m)}]^n + b[(mb/na)^{1/(n+m)}]^{-m} + C \quad (8)$$



Slika 2: Grafička ilustracija optimizacije upravljanja integrisanim kvalitetom energetske oprema

Moguće je napraviti i inverznu funkciju tako da integrisani kvalitet predstavlja zavisno promjenljivu, a troškovi ili rizik nezavisno promjenljivu. Ovu situaciju treba koristiti u uslovima ograničenih finansijskih i drugih resursa u fazi razvoja energetske opreme. Na niskom stepenu kvaliteta i imaju eksponencijalan rast sa smanjenjem kvaliteta ispod nekog graničnog minimuma. U slučaju nezadovoljavajućeg kvaliteta imaćemo pojavu velikog škarta, a time velike i troškove. Na višem stepenu kvaliteta, vjerovatnoća pojave škarta je mala pa samim time mali su i troškovi rizika. Pored prikaza pomoću dijagrama moguće je navedene troškove prikazati i tabelarno na osnovu ocjene primjenom fazi logike. Pored optimizacije troškova u funkciji stepena kvaliteta energetske opreme, analogno se može utvrditi korelacija između drugih dimenzija izlaza i ulaza u sistem upravljanja integrisanim kvalitetom energetske opreme. Uspješnost razvoja modela optimizacije koji bi se mogli koristiti u svrhu odlučivanja u raznim fazama razvoja u najvećem obimu zavisi od stepena sprege upravljačkih i čisto tehnoloških znanja.

### 4.3 Rezultati istraživanja primjeri dobre primjenjeni u praksi

U radu su postavljene sledeće istraživačke hipoteze:

1. *Osnovna istraživačka hipoteza:* Moguće je razviti model matematičke optimizacije za upravljanje integrisanim kvalitetom energetske opreme u fazi razvoja primjenom tehnologije fazi logike.
2. *Dodatna hipoteza:* Za uspješnu primjenu razvijenog modela potrebna su multidisciplinarna znanja rezultat učenja u fazi formalnog obrazovanja i trajnog učenja u praksi.
3. *Posebna hipoteza:* Pored mnogobrojnih efekata koji bi se postigli primjenom razvijenog modela, postoje i trenutna ograničenja organizacione prirode na nivou državne zajednice i nivou korporacija. Potrebno je uspostaviti odgovarajuće organizacione i formalne zakonodavne mehanizme.

Sve tri hipoteze su potvrđene.

Konkretan energetske opreme je elektronski specijalni termički upaljač za diverzantska dejstva. Matematički model koji izvršno oslikava zavisnost troškova i stepena kvaliteta upaljača mjereno pouzdanošću je dat jednačinom (9).

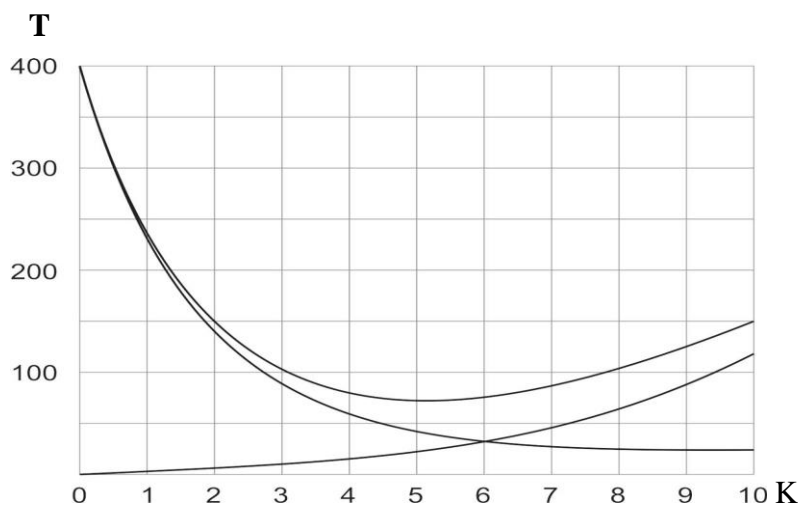
$$T = K^2 + 250/K + C \quad (9)$$

$$T' = 2K - 250/K^2 = 0 \quad (10)$$

U formuli (9) K je kvantitativni rast stepena kvaliteta u odnosu na minimalno prihvatljiv za kupca sredstava naoružanja i vojne opreme. U ovom primjeru minimalno prihvatljiva pouzdanost je 90%. Konstanta C je fiksni finansijski trošak koji ne zavisi od stepena kvaliteta.

Rezultat optimizacije je da je optimalni kvalitet  $K = 5$ , a optimalni troškovi  $(T = 75 + C)$ . Na slici 3 dat je projektovan dijagram zavisnosti troškova (T) od stepena kvaliteta (K). Za projektovanje matematičkog modela za konkretan energetske opreme korišćenja je naučna metoda posmatranja i fazi logiku i vojna i inženjerska ekspertna znanja. Matematički model se može koristiti kao izvrstan

upravljački alat. Analogno metodu utvrđivanja zavisnosti troškova od nivoa kvaliteta mogu se kreirati i zavisnosti drugih pokazatelja efikasnosti i efektivnosti energetskih sistema.



Slika 3: Dijagram projektovane zavisnosti troškova upravljanja od stepena kvaliteta

Projektovana pouzdanost upaljača je 95%, što iznosi (90%+5%). Maksimalno moguća teoretska pouzdanost je (90%+10% = 100%) . Međutim poznato je da elektrnski sistemi nikad ne mogu imati stoposto pouzdanost I sigurnost zbog elektromagnetnih smetnji . Optimalna pouzdanost se poklapa sa projektovanom, što je pokazatelj da se izuzetno efikasno upravljalo kvalitetom upaljača u fazi razvoja. Projektovana pouzdanost je potvrđena i u dugogodišnjoj serijskoj proizvodnji.

Praktičan primjer dobre prakse je Livnica eksloziva napravljena u ratnim uslovima u Republici Srpskoj. Ovaj primjer pokazuje kako je u ratnim uslovima u situaciji ograničenih resursa i uz veliki rizik, moguće uz visoku motivaciju zaposlenih i kompetentno vođenje projekta, na niskom tehnološkom nivou postići visok kvalitet proizvoda. Primjer dobre prakse optimalnog upravljanja integrisanim kvalitetom je slučaj dislokacije fabrike za preradu drveta koja je iz naseljenog mjesta dislocirana na nenaseljenu lokaciju ubog ugrožavanja životne sredine. Iz napred navedenih praktičnih situacija dolazi se do naučne spoznaje da upravljanje kvalitetom nije samo čisto tehničko-tehnološko pitanje, već da je to višedimenzionalni problem i da se kvalitetom mora upravljati sistemski.

## 5 Zaključci

Matematički model optimizacije razvijen primjenom tehnologije fazi logike, može se uspješno koristiti za optimizaciju stepena integrisanog kvaliteta energetskih sistema u fazi razvoja. Za uspješnu primjenu modela potrebna su multidisciplinarna znanja širokog spektra. U cilju primjene u praksi potrebno je naučnu i stručnu javnost upoznati sa rezultatima istraživanja. Potrebna je makro organizaciona podrška na nivou državne i mikro na nivo korporacija koje imaju sopstvenu funkciju istraživanje i razvoj. Potrebna su dalja sveobuhvatnija istraživanja u funkciji optimalnog upravljanja integrisanim kvalitetom za konkretne praktične situacije razvoja energetskih sistema.

Problem upravljanje kvalitetom energetskih sistema mora se posmatrati višedimenzionalno sa aspekta: tehničko-tehnološkog, ekonomsko-organizacionog, bezbjednosnog (ekološkog, zdravstvenog i tehničke sigurnosti), socijalnopsihološkog, obrazovnog, pravnog, političkog, kurološkog i drugih faktora). Svi ovi faktori moraju imati optimalnu kombinaciju tradicionalnog i savremenog. Svaki entitet treba da ima mogućnost da odredi svoje optimalno ponašanje po pitanju upravljanja kvalitetom, uz poštovanje preuzetih ograničenja kroz dobrovoljno prihvatanje standarda kvaliteta.

Može se optimizirati kvalitet kao funkcija niza faktora kojima se stvara kvalitet ili da se kvalitet posmatra kao nezavisna varijabla, a optimizira neki od faktora razvoja kvaliteta u okviru integrisanog sistema kvaliteta. Ključna dimenzija efikasnog upravljanja integrisanog sistema kvaliteta je znanje angažovanih u svim fazama upravljanja kvalitetom. Kako je kvalitet višed-

menzionalni upravljački problem, to i znanja potrebna za upravljanje kvalitetom moraju biti multidisciplinarna. Bez multidisciplinarnih znanja vezano za: opštu teoriju sistema, upravljanje sistemima, matematičko modeliranje, tehničko-tehnološka znanje, ekonomiju, bezbjednost, ekologiju, sociopsihologiju, pravnu regulativu i slično nije moguće u praksi efikano i efektivno kreirati odgovarajuće modele za optimalno upravljanje integrisanim kvalitetom energetske opreme.

Primjeri dobre prakse pokazuju da postoji veoma široko polje primjene optimalnog upravljanja integrisanim kvalitetom energetske opreme na bazi razvijenog modela.

## 6 References

- [1] **Bašić, Đ.** (1998), Simulacija i modeliranje sistema, Institut za energetiku i procesnu tehniku, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad.
- [2] **Bijelić, Z., Milanović, B., Bijelić, M.** (2021), Model optimalnog sistemskog upravljanja u vojnoj proizvodnoj industriji u uslovima COVID-19, Procenjeni`21, Međunarodni kongres o proizvodnoj industriji, Zbornik rezimea radova, pp 41, Novi Sad.
- [3] **Bijelić, Z., Pavlović, D., Bijelić, M., Bijelić, Ž.** (2021), Upravljanje integrisanim prostornim razvojem na nivou lokalne zajednice, Naučno.stručna konferencija Prostorno planiranje razvoj lokalne zajednice, Udruženje inženjera Beograd, Zbornik radova, pp 236-245, Beograd.
- [4] **Bijelić, Z.** (2019), Višedimenzionalno integrisano upravljanje razvojnim promjenama termoelektričnih sistema, Kongres KGH 2019, Zbornik rezimea radova, pp 23, Beograd.
- [5] **Bijelić, Z., Milanović, B.** (2018), Optimalno privređivanje-ekonomija budućnosti, Monografija Ekonomska teorija u periodu 1958-2018, pp 291-313, Institut ekonomskih nauka, Beograd.
- [6] **Bijelić, Z., Pavlović, D., Milanović, B.** (2019), Model upravljanja energijom i ekologijom na bazi znanja o razvojnim promjenama, Konferencija VODA 2019, Zbornik radova, pp 29-36, Zlatibor.
- [7] **Bijelić, Z., Bijelić, M., Milanović, B.** (2019), Istraživanje efekata i ograničenja izgradnje obnovljivih izvora električne energije na bazi domaćeg znanja, Međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije, Zbornik radova, pp 71-76, Beograd.
- [8] **Bijelić, Z., Milanović B., Miletić D.** (2018), Development of mathematical model for optimal management of technological development changes, International Scientific Conference MMA 2018, Fakultet tehničkih nauka, pp 297 -300 Novi Sad.
- [9] **Bijelić, Z., Milanović, B., Bijelić, M., Bijelić, Ž.** (2018), Upravljanje integrisanim kvalitetom sa aspekta optimizacije integrisanih razvojnih promjena, Naučni skup sa međunarodnim učešćem ETIKUP 2018, pp. 61-64, Novi Sad.
- [10] **Bijelić, Z., Milanović, B., Bijelić, M., Miletić, D.** (2018), Tradicionalno i savremeno sistemsko upravljanje kvalitetom NVO, Naučni skup sa međunarodnim učešćem ETIKUP 2018, pp. 65-68, Novi Sad.
- [11] **Bijelić, Z., Milanović, B., Bijelić, M.** (2017), Razvoj integrisanih modela primenom integralne optimizacije u funkciji integrisanog kvaliteta, Naučna skup sa međunarodnim učešćem ETIKUM 2017, pp. 9-12, Novi Sad.
- [12] **Bijelić, Z., Miletić, D.** (2018), Economic effects of investment in hydro-electric power plants in the Republic of Serbia and Bosnia and Hercegovina. International Scientific Conference IES 2018, pp 139-141, Beograd.
- [13] **Bijelić, Z.** (2019), Multidisciplinarna znanja kao ključ za preventivu tehnogenih katastrofa, Međunarodna naučna konferencija: Uticaj prirodnih i tehnoloških katastrofa na životnu sredinu i privredu, Knjiga apstrakata, pp 92. Beograd.
- [14] **Bijelić, Z.** (2018), Razvoj modela optimizacije upravljanja integrisanim razvojnim promjenama, Druga doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad.
- [15] **Bijelić, Z.** (2014), Ograničenja i mogućnosti upravljanja krizom i razvojem Republike Srpske, Međunarodni naučni skup OD KRIZE DO RAZVOJA 2014, pp 305-315, Banja Luka.
- [16] **Bijelić, Z., Milanović, B., Jovišić, M., Jelačić, B.** (2017), Research of development and production effects machinery and electric system for hydro power plants on the basis of its technologies, IRMES 2017, pp 429-437.

- [17] **Bijelić, Z., Milovanović, B., Bijelić, M., Stankić, M.** (2017), Mathematical modeling of development structures of hydro power plant in the optimal technological development function, International Conference IEES 2017, pp 326-331, Zrenjanin.
- [18] **Bijelić, Z., Milovanović, B., Stankić, M. Bijelić, M.** (2017), Znanjem do intenzivnog rasta i razvoja proizvodnje električne energije, Međunarodna naučna konferencija Inovacijama do održivog razvoja 2017, pp 173-184.
- [19] **Bulat, V.** (2000), Opšti zakon diamičkog uravnotežavanja, ICIM, Kruševac.
- [20] **Grković, V., Jovanović, A.** (2010), Termoenergetska postrojenja – Procesi i oprema, FTN Izdavaštvo, Novi Sad.
- [21] **Grković, V., Jovanović, A.** (2011), Termoenergetska postrojenja – Projektovanje, tehnologija rada i upravljanje rizicima, FTN Izdavaštvo, Novi Sad.
- [22] **Grković, V., Guteša, M.** (2014), Lekcije iz termoenergetskih postrojenja, FTN Izdavaštvo. Novi Sad.
- [23] **Kanović, Ž., Jeličić, Z., Rapaić, M.** (2017), Evolutivni optimizacioni algoritmi u inženjerskoj praksi, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Izdavaštvo.
- [24] **Maslov, A.** (2001), O životnim vrednostima, IP „Žarko Albulj“, Beograd.
- [25] **Milanković, M., Perić, D.** (2002), Osnovi elektroenergetike, Viša tehnička škola Beograd.
- [26] **Milanović, B., Bijelić, Z., Bijelić, M., Bijelić, Ž.** (2021), Sistemska analiza mogućnosti i ograničenja razvoja i proizvodnje električne energije u malim obnovljivim izvorima, Processing 21, Međunarodni kongres o procesnoj industriji, Zbornik rezimea radova, pp 36, Novi Sad.
- [27] **Milanović, B., Bijelić, Z.** (2015), Razvoj modela za upravljanje integrisanom procenom vrednosti, Međunarodna konferencija SM 2015, Ekonomski fakultet, Subotica, Zbornik radova, pp 432-444.
- [28] **Morvaj, Z., Gvozdenac, D., Tomšić, Ž.** (2016), Sustavno gospodarenje energijom upravljanje uticajima na okoliš u industriji, Energetika marketing, Zagreb.
- [29] **Petrović, R.** (1977), Specijalne metode optimizacije sistema, Tehnička knjiga Beograd.
- [30] **Porter, M.** (2007), Konkurentna prednost, Asee Books, Novi Sad.
- [31] **Sengi, P.** (2003), Peta disciplina, Asee Books, Novi Sad.
- [32] **Spasojević, M.** (2018), Uređaji u procesnoj industriji, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Izdavaštvo.
- [33] **Stanić, J.** (1998), Uvod u teoriju tehnoeкономске optimizacije, Mašinski fakultet Beograd.
- [34] **Tadić, D. i drugi** (2006), Teorija fazi skupova – Primena u rešavanju menadžment problema, Mašinski fakultet, Kragujevac.
- [35] **Tisen, R. I drugi** (2006), Dividenta znanja, Asee books, Novi Sad.
- [36] **Tomović, R. Karplus W.J.** (1979), Ograničanja formalne teorije upravljanja sistemima, Građevinska knjiga, Beograd.
- [37] **Zelenović, D.** (2011). Inteligentno privređivanje, Prometej, Novi Sad.
- [38] **Zvonarević, M.** (1978), Socijalna psihologija, Školska knjiga, Zagreb.
- [39] **Vujanović, B., Spasić, D.** (2009), Metode optimizacije, FTN Izdavaštvo.
- [40] **Vukmirović, N.** (2008), Savremeno preduzetništvo, Ekonomski fakultet Banja Luka.