Sistemski pristup

Šimić, Dinko

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:805746

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution







SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

DINKO ŠIMIĆ

SISTEMSKI PRISTUP

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

STUDIJ: NAUTIKA

SISTEMSKI PRISTUP

DIPLOMSKI RAD

MENTOR: **STUDENT:**

dr. sc. Vinko Vidučić **Dinko Šimić (MB: 0083207241)**

SPLIT, 2017.

SAŽETAK

Ekonomisti, inženjeri i stručnjaci raznih drugih profila svakodnevno nailaze na probleme za čije je rješavanje potrebno znanje opće teorije sustava i sistemske analize.

Teorija sustava interpretira se kao šire područje istraživanja od teorije upravljanja, međutim u praksi analiza sistema gotovo je uvijek povezana s problemom upravljanja. Stoga, teorija sustava multidisciplinarnog je karaktera, uključuje različite nauke i podjednako je koriste stručnjaci raznih profila.

Sistemska analiza nezamjenjiva je znanstvena metoda koja se primjenjuje u istraživanju raznih pojava i sustava. Univerzalna je metoda i često se koristi kod izgradnje složenih poslovnih sustava, a danas su to najčešće informacijski sustavi.

Kako bi informacijski sustavi zaživjeli, izuzetno je važna kibernetika, znanost o općim zakonitostima vođenja, reguliranja, dobivanja, pohranjivanja, pretvorbe i prijenosa informacija u sustavima neovisno o njihovoj fizikalnoj prirodi.

Ključne riječi: sistemski pristup, teorija sustava, sistemska analiza, kibernetika

SUMMARY

Many kind of experts face problems on a daily basis which requires knowledge from general system theory and system analysis.

System theory is interpreted as a wide area of research from management theory, but in practice, system analysis is almost always associated with the management problem. Therefore, the theory of the system is transdisciplinary, it involves different sciences and it's equally used by experts of various disciplines such as economy and engineering.

Systematic analysis method is an indispensable scientific method used to explore various phenomens and systems. It is a universal method often used in the construction of complex business systems, today most common information systems.

Cybernetics is a very important science for these information systems. It is a science of general principles of managing, regulating, obtaining, storing, transforming and transmitting informationing systems, irrespective of the irphysical nature.

Keywords: expert system, an expert, computer technology, artificial intelligence

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. OPĆA TEORIJA SUSTAVA 2

2.1. POJAM SUSTAVA 3

2.2. IDENTIFIKACIJA SUSTAVA 9

2.3. SISTEMSKI PRISTUP 10

2.4. POSLOVNI INFORMACIJSKI SUSTAV 12

2.4.1. Komponente poslovnog informacijskog sustava 12

2.4.2. Funkcije poslovnog informacijskog sustava 14

2.4.3. Dokumentiranje (trajno pohranjivanje) informacija 16

2.4.4. Koncept životnog ciklusa poslovnog informacijskog sustava 17

3. SISTEMSKA ANALIZA 20

3.1. KLASIFIKACIJA SUSTAVA 20

3.2. SISTEMSKA ANALIZA 21

3.3. FAZE SISTEMSKE ANALIZE 22

4. KIBERNETIKA 24

4.1. POJAM KIBERNETIKE 24

4.2. KIBERNETSKI MODEL SUSTAVA 26

4.3. POVRATNE VEZE 26

4.4. DERIVATI KIBERNETIKE 29

4.4.1. Teorija komunikacije 29

4.4.2. Teorija odlučivanja 30

4.4.3. Teorija programiranja 30

4.4.4. Teorija povratne veze 30

4.4.5. Opća teorija sustava 31

5. PODUZEĆE KAO SUSTAV 32
5.1. TEORIJA ORGANIZACIJE 32
5.2. TEORIJSKE OSNOVE POSLOVNOG SISTEMA 33
6. ORGANIZACIJSKA DINAMIKA 35
6.1. NELINEARNI SUSTAVI 35
6.2. KONTROLA I KIBERNETIKA 36
7. SISTEMSKA DINAMIKA 38
7.1. INDUSTRIJSKA DINAMIKA 38
7.2. STRUKTURNI MODEL RIBLJE POPULACIJE (PRIMJER) 39
8. ZAKLJUČAK 40
LITERATURA 41
POPIS ILUSTRACIJA 42

1. UVOD

Svrha je diplomskog rada približiti čitatelju metodološka i teorijska znanja o sistemskom pristupu i analizi, objasniti teoriju sustava te naglasiti ulogu kibernetike sa svojom povratnom vezom.

Teorija sustava interdisciplinarna je znanost koja opisuje i objašnjava zakonitosti postanka, razvoja, organizacije i ponašanja sustava. Cilj joj je stvaranje metoda i reda u proučavanju i rješavanju problema što se postiže razvojem apstraktnoga sustava, a koji nastaje kao rezultat matematičkog opisa stvarnoga sustava. Upravljanje složenim ekonomskim sustavima samo je jedan od brojnih ogranaka kibernetike, no sustav s povratnom vezom smatra se najvažnijim oblikom osnovnog sustava za kibernetiku. Potrebno je naglasiti kako je sustav s povratnom vezom svojstven tehničkim, biološkim, socijalnim, političkim, psihološkim i inim sustavima. Dakle, regulacija ili upravljanje nisu samo postupci u tehnici, nego su prije svega – prirodni zakoni.

Primjerice, vozač automobila predstavlja upravljajući sistem, a njegov automobil upravljani sistem, odnosno proces kretanja automobila. Tijekom vožnje vozač odlučuje i uspoređuje trenutno stanje sa željenim, tj. djeluje nogom na papučicu gasa ili na kočnicu radi postizanja željene brzine, i upravlja volanom radi postizanja pravca kretanja. Takav proces upravljanja prisutan je kod poslovnih sustava i bit će prikazan kroz sistemski pristup.

Rad je koncipiran u osam poglavlja. U prvom dijelu objašnjava se teorija sustava, a u drugom dijelu objašnjava se sistemski pristup i detaljnije se istražuje poslovni informacijski sustav. U trećem dijelu objašnjava se sistemska analiza koja je jedna od tekovina sistemskog pristupa. Nakon toga, u četvrtom dijelu riječ je o kibernetici i objašnjava se kibernetski model sustava. U petom dijelu obrađuje se poduzeće kao sustav i navode se najpoznatije teorije organizacije. Organizacijska i sistemska dinamika istražuju se u šestom i sedmom dijelu, a u potonjem je prikazan strukturni model riblje populacije. U posljednjem dijelu istaknut je značaj i cilj sistemskog pristupa na osnovi čega je izveden zaključak teme ovog diplomskog rada.

2. OPĆA TEORIJA SUSTAVA

Opća teorija sustava (ili samo teorija sustava) interdisciplinarna je znanost koja se bavi formulacijom i derivacijom principa koji vrijede općenito za sve sustave. Naime, nagli razvoj znanstvenih disciplina, kako prirodnih tako i društvenih, rezultirao je potrebom da se nadiđe njihova podijeljenost. Cilj je opće teorije sustava postavljanje zajedničkih osnova i zajedničke metodologije pristupa izučavanja svih znanstvenih disciplina. [4]

Opću teoriju sustava prvi je predložio biolog Ludwig von Bertalanffy 30-ih godina, no u znanstvenim krugovima pojam teorije sustava zaživio je tijekom 1950-ih. Teorija sustava danas ima važnu ulogu u suvremenoj znanosti. Omogućuje rješavanje mnoštva problema raznih znanstvenih disciplina (npr. tehnika, ekonomija, sociologija, biologija itd.).

Poslije je ta teorija primijenjena na mnogobrojna druga područja, npr. zemljopis, sociologiju, polit. znanosti, organizacijske teorije, psihoterapiju te ekonomske znanosti. Danas je šest ključnih znanosti integrirano u teoriju sustava i sve su u međusobnom odnosu. To su:

1. opća teorija sustava (ima metodološki pristup u proučavanju teorije sustava),
2. kibernetika,
3. matematička teorija sustava (daje modele za upravljanje sustavima na apstraktnoj razini),
4. teorija informacija,
5. semiotika i
6. informatika.

Opća teorija sustava zasniva se na kibernetici pa se pojmovi teorija sustava i kibernetika ponekad rabe kao istoznačnice, jednako kao i pojmovi poput sustavne znanosti i kompleksnih sustava.

Opća teorija sustava polazi od vrlo zahtjevnih teorijskih pretpostavki: [2]

1. Pokazuje pretenzije da prevlada duboki rascjep između prirodnih i društvenih znanosti, odnosno želi biti mjesto konvergencije tih znanosti. Samim time na neki način oponira onom metodologijskom zahtjevu kojega je, po našem stajalištu, najizrazitiji predstavnik neokantovska škola koja polazi od supozicije apriorne nesvodivosti prirodne i društvene zbilje na isti nazivnik;
2. S tim je u izravnoj svezi namjera da pristup teorije sustava postane dominirajuće i univerzalno načelo unutar različitih znanstvenih disciplina čiji će se rezultati i spoznaje moći podjednako primjenjivati, kako na društvenu tako i na prirodnu Zbilju. Drugim riječima, cilj

je svih tih istraživanja konstituiranje jedne nove discipline, opunomoćene da objektivno formulira valjana načela za sve sustave i objasni mnoštvo sveza putem koncepta aplikativnog u svim oblastima znanja.

2.1. POJAM SUSTAVA

Moglo bi se kazati da pri određenju pojma sustav postoji određeni pluralizam shvaćanja, međutim, unutar mnoštva definicija postoje i konvergentni stavovi. Tako, primjerice, Lozina u svom radu daje tri definicije sustava različitih autora. [3]

Pusić određuje sustav na sljedeći način: "*Sistem bismo mogli definirati kao skup elemenata koji se nalaze u takvom odnosu da su međusobno ovisni, a u isti mah svaki je donekle individualno neovisan*".

Ruski autor Afanasijev pak određuje sustav ovako: "*Pod cjelovitim sustavom podrazumijeva se sveukupnost dijelova čije uzajamno djelovanje rađa nova svojstva koja nisu imanentna njegovim dijelovima*".

Buckley određuje sustav kao "*skup elemenata ili komponenata koje su u direktnom ili indirektnom odnosu u uzročnoj mreži, na način da se svaka komponenta odnosi naspram drugim komponentama na manje-više stabilan način u određenom vremenskom razdoblju"*.

Iz ovih nekoliko odrednica, koje su na neki način reprezentativne u definiranju sustava, sasvim je razvidno da je naročito naglašen element međuovisnosti njegovih dijelova, koji daje jedno novo jedinstvo, koje ne niječe potpuno slobodu sastavnih komponenti sustava.

Ne postoji jednoznačna i precizna definicija sustava. Mnogi su autori dali svoje definicije tog pojma. Većina definicija sadrži nekoliko istih kategorija. U svakom sustavu postoje elementi, određene veze među elementima, svrsishodna funkcionalna skladna cjelina, realne ili imaginarne granice sustava koje ga izdvajaju od njegova okoliša te određeni odnos sustava s okolišem. Prema tome, može se dati sljedeća definicija: sustav je skup objekata (elementi sustava ili podsustavi) koji stoje u određenoj međusobnoj interakciji s okolinom sustava, tako da grade funkcionalnu, svrsishodnu i skladnu cjelinu. Podsustavi se po potrebi mogu razložiti na manje cjeline, dok se elementi ne mogu raščlaniti ili to nije od interesa.

Sustavi mogu biti različitih priroda; tehničkih, bioloških, ekonomskih itd. Primjer je tehničkog sustava termoenergetski blok sa svojim elementima: ložište, isparivač, pregrijači pare i turbina. Čovjek je biološki sustav čiji su elementi organi. Narodna privreda primjer je

ekonomskog sustava. Studenti na fakultetu primjer su socijalnog sustava. Postoje i kombinirani sustavi koji su sastavljeni od različitih sustava, npr. tvornica je primjer sustava koji se sastoji od gore navedenih sustava. [4]

Glavno je obilježje sustava proces kojim se ulazne veličine (djelovanje okoline na sustav) transformiraju u izlazne (djelovanje sustava na okolinu). Zakonitosti ponašanja nekog sustava najčešće se opisuju matematičkim modelom što predstavlja osnovu za projektiranje njegovog sustava upravljanja ili služi za simulaciju i predviđanje njegovog budućeg ponašanja. [9]

U teoriji sustava sustavom se smatra skup objekata (elementi sustava ili podsustavi) ujedinjenih vezama među njima, pri čemu objekti djeluju kao cjelina. Podsustavi se prema potrebi mogu razložiti na svoje komponente, a elementi ne mogu. Svaki je sustav podsustav nekoga nadsustava koji se obično označuje njegovom okolinom, a s kojim razmjenjuje tvari, energiju ili informacije. Nasuprot klas. analizi teorije sustava, sustavna analiza proučava sustav kao dio okruženja, a promjene koje se u njemu događaju tumači kao posljedicu prilagođivanja okruženju. Glavno je obilježje sustava proces kojim se ulazne veličine transformiraju u izlazne. Dio ulaznih veličina transformira se u korisne izlazne veličine kojima se ostvaruje cilj sustava, a dio se troši na funkcioniranje samoga sustava, tj. transformira se u nekorisne (neiskoristive) izlazne veličine. Kako bi sustav mogao ostvarivati postavljene ciljeve, njim se mora upravljati. Sustav bez upravljanja teži stanju maksimalne entropije koja se tumači kao kvantitativna mjera nereda u sustavu. Upravljanje sustavom, tj. njegovo održavanje u željenom stanju, svodi se na dodavanje novih informacija u sustav čime se smanjuje entropija. Za ostvarivanje ciljeva sustava, odnosno povećanje njegove učinkovitosti, ključne su specijalizacije i integracije. [2]

Na internetskim stranicama leksikografskog zavoda, sustav je opisan u šest točaka:

1. Općenito, sustav predstavlja skup elemenata (prirodnih, organskih, tehničkih, apstraktnih, misaonih i dr.) povezanih u funkcionalnu cjelinu (npr. Sunčev sustav, probavni sustav, energetski sustav, koordinatni sustav, filozofijski sustav); ukupnost načela, pravila, propisa, postupaka kojima se uređuje neko područje (školski, politički, ekonomski, prometni sustav) ili nastoji ostvariti neki cilj (sustav obrane optuženika);
2. U filozofiji, sustav se poima kao cjelina iznutra povezanih dijelova, pri čemu je ta cjelina veća od svojih dijelova ne samo zato što ih povezuje nego i zato što određuje način toga povezivanja. Pojam sustav najčešće se javlja u dva osnovna značenja: kao objektivni (vanjski) red svijeta i kao subjektivni, projektirani skup spoznaja. U prvom značenju koje se javlja već kod Pitagore, Parmenida i osobito kod stoika, od kojih potječe i sam izraz,

implicira se ideja o uređenosti kozmosa prema jedinstvenom zakonu koji je istodobno uvjet opstojnosti pojava i uvjet koji omogućuje da ih se spozna. U drugom značenju izrazitije se javlja u subjektivizmu moderne filozofije od R. Descartesa do I. Kanta kada se pojam sustava prvenstveno veže uz osobine umske spoznaje, veza koje je s vanjskim poretkom stvari hipotetična (D. Hume). Posebno je značenje pojam sustava dobio u Hegelovoj filozofiji prema kojoj je sama zbilja, prema razvoju njoj imanentne ideje, zamišljena kao sustav, a njezin je najpotpuniji izraz sama Hegelova filozofija. Posthegelijanska filozofija, od S. Kierkegaarda i F. Nietzschea do danas, uglavnom odbacuje svaki pokušaj izgradnje filozofije kao zatvorenoga sustava, vezujući takvu filozofiju uz napuštene pozicije apriorizma. Stanovito oživljavanje ideje sustava javlja se, međutim, s koncepcijom otvorenih sustava u kojima se sustavna organizacija fenomena i spoznaje, kao npr. kod N. Hartmanna, ne javlja u isključivom obliku, nego prije kao njihova konceptualizacija;

3. U lingvistici jezik se promatra kao sustav (sistem) zbog toga što se na određenoj razini (fonema, morfema, sintagme) ili pak u nekom razredu, među elementima uspostavlja skup relacija (odnosa) koje ih povezuju jedne s drugima pa zbog toga svaka promjena u jednom elementu utječe na ravnotežu sustava. Posebice u glosematici, pojam sustava (sistema) povezan je s pojmom procesa; sustav je okarakteriziran pojmom relacije ili (aut) (npr. zamjenom d u b u riječi dan dobit ćemo ban, zamjenom n sa r dobit ćemo dar itd.; takve komutacije tvore → paradigmu);
4. U teoriji književnosti, sustav predstavlja skup uvjeta mogućnosti za pojavu kakva konkretnoga značenja (tekstnoga, diskursnoga, žanrovskoga, znakovnoga, iskaznoga). Riječ je o uređenoj cjelini istovrsnih elemenata povezanih međusobnim odnosima što ga dovodi u vezu s pojmovima strukture i koda. F. de Saussure i L. Hjelmslev zagovarali su statičan model sustava što znači da je riječ o paradigmatičkim nizovima vrijednosti koji se međusobno isključuju. Odabirom alternanata govor se oblikuje se po Saussureu, a po Hjelmslevu tekst. Pojam sustava postao je popularan u književnoj teoriji zahvaljujući strukturalističkim nastojanjima da se, analogno gramatičkoj uvjetovanosti jezika, konvencijama ograniči funkcioniranje književnosti. U okviru Praške škole, teorije recepcije, socijalne povijesti književnosti, empirijske znanosti o književnosti, novoga historizma, teorije sistema i povijesti mentaliteta postupno se prebacivala pozornost s pojedinačnoga teksta na književnu instituciju koja ga određuje. To znači da se ni autor ni žanr više ne promatraju izolirano, nego kao sastavni dio sustava koji im dodjeljuje status, položaj, djelokrug i značenjsko polje. U Njemačkoj je 1980-ih Luhmannova teorija sistema izazvala veliku pozornost na području društvenih i humanističkih znanosti. U okviru dotadašnje

(statične) koncepcije sustava T. Parsonsa (kao i Saussurea, Hjelmsleva, R. Jakobsona, A. Martineta) funkcija proizlazi iz zadaće koju sustav dodjeljuje vlastitim strukturnim elementima radi samoodržanja. Prema Luhmannu, naprotiv, funkcija ima prednost nad strukturom. Takvo određenje pruža bolje objašnjenje socijalne mijene. To znači da sistemi (za razliku od strukturno stabilnih sustava) nastaju prigodnim smisaonim povezivanjem određenoga skupa radnji koji se u svakoj etapi svojega opstanka iznova razgraničuje prema svemu što mu ne pripada kao prema svojoj okolini. Naglasak više nije na održanju trajne naravi sustava, nego na promjenljivu odnosu sistema i svijeta. Pritom sistem u svakom trenutku provodi redukciju kompleksnosti s obzirom na svoju okolinu. Nisu svi sistemi podjednako kompleksni, a što su kompleksniji bolje će se suočiti s promjenljivom okolinom. Riječ je o teoriji koja svoj predmet koncipira tako što se u njem i sama ocrtava. Luhmann drži da je to nužnost svake univerzalističke teorije;

5. U fizici, sustav se odnosi na cjelokupnost fizikalnih objekata koji se promatraju u cjelini s obzirom na njihovo uzajamno djelovanje i djelovanje vanjskih faktora. Sustav je homogen ako se sastoji od jedne faze, a heterogen ako je sastavljen od više faza. Tako je npr. čisti zrak homogeni sustav, dok je zrak u kojem ima čestica prašine ili čađe heterogeni sustav. Često se umjesto naziva sustav upotrebljava naziv podsustav ili izolirani podsustav da bi se naglasila mogućnost interakcije s okolinom (drugim podsustavima). U takvu kontekstu fizikalni pojam sustava obuhvaća sav materijalni svijet i sve interakcije među njegovim dijelovima;
6. U kristalografiji i mineralogiji, kristalni sustavi, prirodni koordinatni sustavi kojima se opisuje makrosimetrija i mikrosimetrija kristala, morfologija kristalnih poliedara i kristalna struktura. Sve forme kristala mogu se svrstati u šest koordinatnih sustava odabranih tako da se koordinatne osi (nazivaju se i kristalografske osi) podudaraju s bridovima ili okomicama na ravnine simetrije kristala i moraju biti u potpunom skladu s cjelokupnom simetrijom kristala.

Najvažniji elementi sustava su: [1]

- komponente,
- granice,
- struktura,
- okolina,
- veze,

- cilj,
- funkcije i
- procesi.

Komponente su pojedini dijelovi sustava koje mogu biti dvojake. Ako se neka komponenta ne razlaže na jednostavnije dijelove, naziva se element. Međutim, ako se neka komponenta razlaže na njene komponente, naziva se podsustav. Strogo gledano, svaki se sustav sastoji od podsustava i ujedno je podsustav nekog nadsustava. Hoće li u konkretnom slučaju neka komponenta biti element ili podsustav, stvar je procjene s aspekta ostvarivanja ciljeva analize sustava. Ako je komponenta presložena da bi se mogla u cijelosti analizirati, onda se tretira kao podsustav i raščlanjuje na svoje komponente.

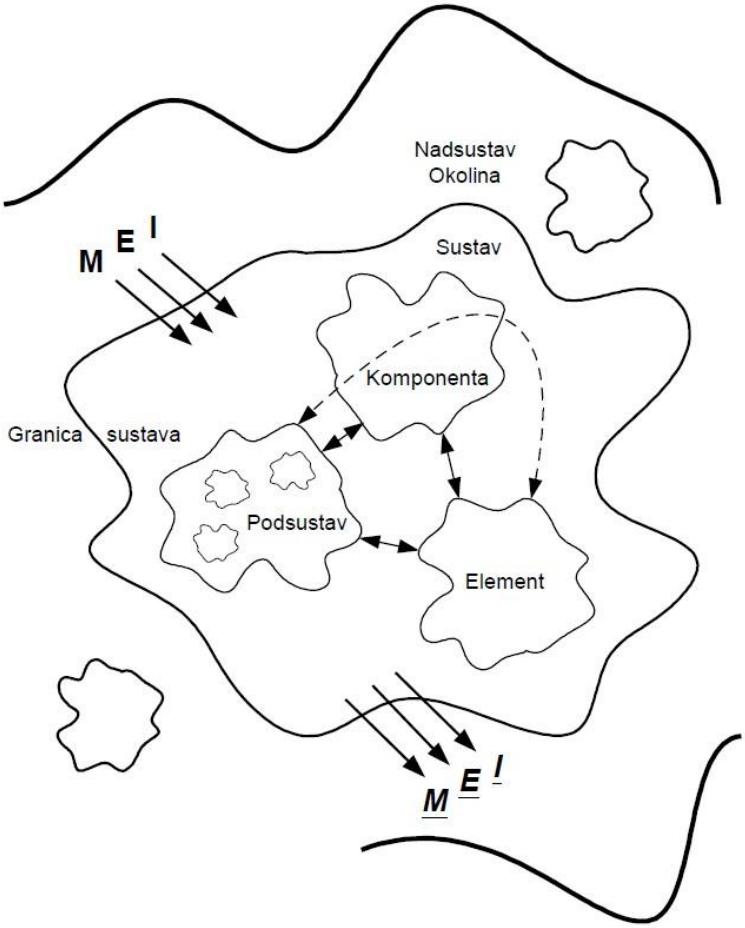
Granica omeđuje sustav. Sve izvan granice sustava njegova je okolina. Granice se s vremenom mogu mijenjati, a utvrđene su prirodno ili proizvoljno. Određivanje granice sustava svodi se na određivanje toga je li neka komponenta pripada sustavu ili njegovoj okolini.

Sustav uspostavlja veze i sa svojom okolinom. S jedne strane materija, energija i informacije ulaze u sustav iz okoline, a s druge strane izlaze iz sustava u okolinu u izmijenjenom obliku. Materija dijelom izlazi izmijenjena ilitransformirana kao dio ostvarivanja cilja sustava koji je postavila okolina. To su korisna dobra. Dio materije napušta sustav kao otpad i zagađuje okolinu. Energija je transformirana iz iskoristivog u neiskoristivi oblik i kao takva prelazi u okolinu, a informacije kojima je na ulazu okolina sustavu prenijela ciljeve i uvjete, iz sustava izlaze kao informacije okolini o ispunjavanju postavljenih ciljeva.

Procesi su način kojim sustav ispunjava svoje funkcije i ostvaruje ciljeve te su glavna osobina sustava. Stanje sustava određeno je skupom vrijednosti pojedinih svojstava komponenti sustava u određenom trenutku. U narednom trenutku promijenit će se neke od vrijednosti i sustav će prijeći u novo stanje. Vremenski slijed promjena stanja sustava naziva se proces. Ovisno o tipu sustava, promjene se mogu događati glatko ili skokovito pa govorimo o kontinuiranim ili diskretnim sustavima odnosno procesima.

Upravljanjem se utječe na procese u sustavu, usmjereno se djeluje na varijable sustava. Na taj način sustav može prelaziti iz jednog u određeno drugo željeno stanje. Do gubitka kvalitativne određenosti i mogućnosti ostvarivanja ciljeva dolazi ako se sustavom ne upravlja.

Slika 1. prikazuje konceptualni model sustava. Osim komponenti, granica i okoline označene su i veze među komponentama te veze sustava s okolinom. Sve što se nalazi izvan granica sustava naziva se okolina.



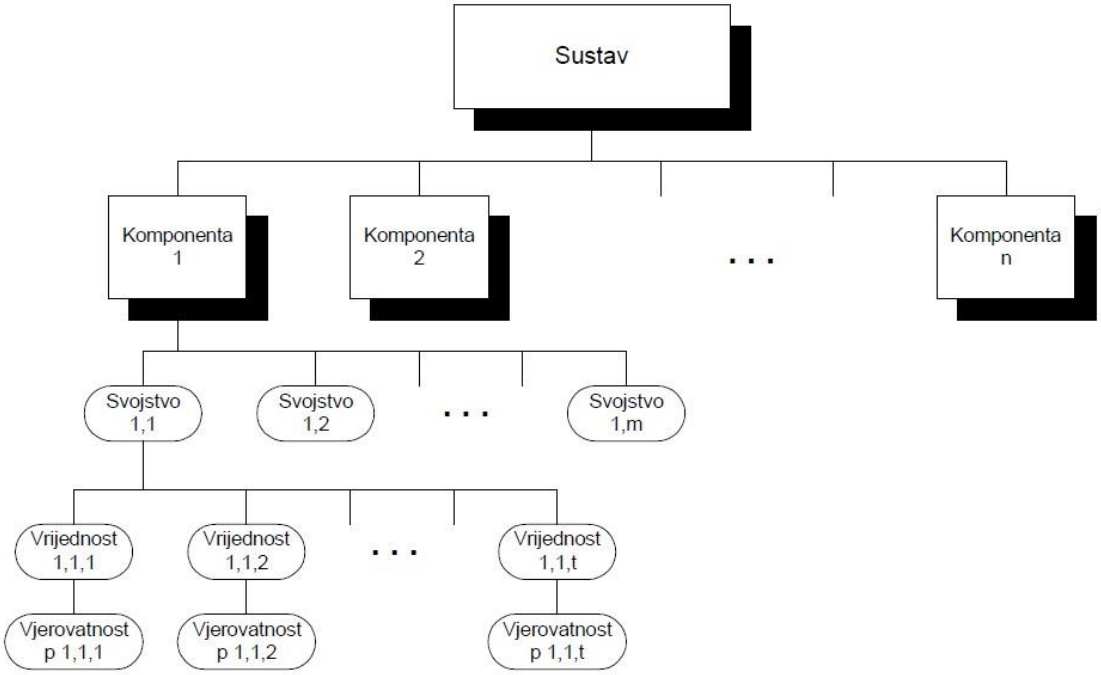
Slika 1. Konceptualni model sustava [1]

Strukturu sustava čine komponente i veze među njima. Između pojedinih komponenti sustava veze se mogu uspostaviti neposredno ili preko trećih elemenata, a one mogu biti materijalne, energetske ili informacijske.

Ulazi iz okoline nužni su preduvjeti postojanja sustava, a njima primarno upravlja okolina. Ako okolina ocijeni da sustav ne ispunjava postavljene ciljeve, obustavit će pritjecanje materije i energije koji su neophodni za funkcioniranjesustava i on će odumrijeti.

Na procese u sustavu utječe se upravljanjem, odnosno usmjerenim djelovanjem na varijable sustava kako bi sustav prelazio iz jednog u neko drugo željeno stanje. Ako se sustavom ne upravlja, s vremenom prirodno gubi kvalitativnu određenost i mogućnost ostvarivanja cilja, odnosno raste neodređenost sustava čiji se stupanj iskazuje entropijom.

Na slici 2. prikazana je dekompozicija stanja sustava do razine vjerojatnosti pojedinih vrijednosti u sustavu.



Slika 2. Dekompozicija stanja sustava [1]

2.2. IDENTIFIKACIJA SUSTAVA

Matematički model sustava određuje se teoretskom ili eksperimentalnom analizom ili njihovom kombinacijom. Kod tehničkih sustava teoretskom analizom moguse dobiti fizikalni matematički modeli sustava. Postupak dobivanja takvog modela naziva se modeliranje sustava. Eksperimentalna analiza sustava podrazumijeva dobivanje niza vrijednosti ulaza i pripadnih izlaza za niz mjerenja. Taj postupak naziva se identifikacijom sustava. Model sustava dobiven teoretskom analizom daje dobar uvid u unutarnja zbivanja u procesu, no obično je previše složen i ne opisuje ispravno sustav (npr. smetnje, gubitci itd.). Takav je model neprikladan za projektiranje sustava upravljanja ili simulacije. Nasuprot takvom modelu postoji model dobiven eksperimentalno, odnosno identifikacijom sustava koji ne daje dobar uvid u fizikalnost zbivanja u procesu, ali je jednostavniji i bolje opisuje ulazno-izlazno ponašanje procesa. Te prednosti čine ga pogodnijim za projektiranje sustava upravljanja i simulacije. [8]

Postupak identifikacije odvija se u nekoliko osnovnih koraka: [4]

1. modeliranje – postavljanje strukture različitih modela procesa,

2. procjena parametara (estimacija) – izvođenje eksperimenta (snimanje ulaznih i pripadajućih izlaznih veličina) i procjena parametara procesa i
3. provjera (validacija) – testiranje i odabir najboljeg modela.

Postupak je iterativan i treba ga ponavljati dok se ne dobije model koji s propisanom točnošću opisuje promatrani proces što se lako može provesti primjenom neuronskih mreža zbog njihovih osobina kao što su učenje iz primjera, generalizacija, nelinearna aktivacijska funkcija itd.

2.3. SISTEMSKI PRISTUP

Sistemski (sustavski) pristup nalaže da se sve pojave u stvarnom pa i u zamišljenom svijetu shvaćaju i promatraju kao cjeline (sustavi) koje postoje i djeluju u bližoj i/ili daljoj okolini, odnosno okruženju.

Taj se pristup u punoj mjeri afirmira tridesetih godina 20. stoljeća i on danas predstavlja temelj metodike istraživanja u fundamentalnim, ali i primijenjenim znanostima. Na tom se pristupu gradi velik broj znanstvenih disciplina, među kojima je i informatika.

Pod pojmom sustava podrazumijeva se svaki uređeni skup koji se sastoji od najmanje dva elementa koji međusobnim djelovanjem (interakcijom) ostvaruju neku jednostavnu ili složenu funkciju cjeline. Broj elemenata koji tvore sustav nije ograničen, ali to mora biti konačan broj. Sustav je dio univerzuma, odnosno svoje vlastite okoline u kojoj djeluje i s kojom održava određene veze. [6]

S obzirom na orijentiranost (smjer) razlikuju se:

- ulazne veze (simbolički označene kao U),
- izlazne veze (simbolički: I).

S obzirom na prirodu veza razlikuju se:

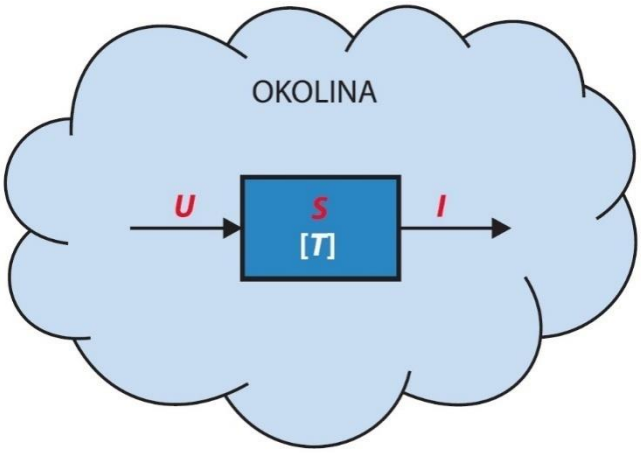
- materijalne,
- energetske i
- informacijske veze.

Unutar sustava odvija se određeni proces pretvorbe (transformacije, simbolički iskazane kao T) ulaza u izlaze sustava, što se može formulirati izrazom:

$$I = U \cdot T$$

Dakle, sistemski se izlaz (funkcija sustava) ostvaruje djelovanjem procesa (operatora) transformacije na sistemski ulaz.

Za shematsko prikazivanje odnosa promatranoga sustava i njegove okoline te eventualno istraživanje tih odnosa najčešće se koristi metoda crne kutije (engl. *Black BoxMethod*). Hipotetički sustav navedenom metodom prikazan je na slici 3.



Slika 3. Prikaz sustava metodom crne kutije [6]

Važno je upozoriti na zakonitost hijerarhije i relativnosti definicije sustava. Sukladno toj zakonitosti, svaki se sustav smatra podsustavom sustava višega reda, dok se istovremeno svaki sustav može raščlaniti na podsustave nižega reda. Gornju granicu takvoga relativnog shvaćanja sustava čini beskonačni sustav, a donju granicu nedjeljivi element. Pojavu čijim je sastavnim dijelom sam promatrač, on će definirati kao sustav, a pojave koje su mu logički podređene kao podsustave.

Sustav je prema okolini omeđen granicama koje mogu biti fizičke ili logičke. Prije svakog istraživanja sustava, njegovih svojstava i funkcija valja precizno odrediti njegove granice prema okolini.

Ovisno o prirodi elemenata od kojih se sastoje, sustavi mogu biti konkretni, apstraktni ili hibridni (mješoviti), a s obzirom na ponašanje u vremenu statički (vremenski nepromjenjivi) i dinamički (vremenski promjenjivi).

Mjera organiziranosti, odnosno reda (ili nereda) u sustavu je entropija. Ta se veličina, uz netom navedeni, može interpretirati na još nekoliko načina relevantnih sa stajališta teorije sustava i, posljedično, informatike. Najvažnije takva tumačenja entropije su sljedeća: [5]

- Entropija je mjera transparentnosti (prozirnosti) sustava, odnosno mogućnosti dobivanja uvida u aktualno ponašanje sustava;
- Entropija je mjera neizvjesnosti utvrđivanja nastupa nekog budućeg događaja;
- Entropija je mjera neizvjesnosti predviđanja ponašanja sustava u budućnosti;
- Entropija je mjera količine informacija potrebnih za upravljanje sustavom.

2.4. POSLOVNI INFORMACIJSKI SUSTAV

Unutar sustava ulazne se informacije obrađuju, tj. preoblikuju ili transformiraju u izlazne informacije. U elementarnoj definiciji stoga se pod pojmom informacijskog sustava podrazumijeva onaj dio stvarnoga (realnog, konkretnog) sustava koji služi transformaciji ulaznih u izlazne informacije.

No, u praksi je cjelokupan problem obrade informacija ipak nešto složeniji. Naime, informacije treba prije svega prikupiti, odnosno zahvatiti iz izvora u kojemu nastaju. Potom ih je potrebno pohraniti, odnosno memorirati u određenim prikladnim medijima ili na određenim prikladnim medijima kako bi bile raspoložive na duži rok ili trajno. Slijedi obrada ulaznih informacija koja se može opisati kao primjena aritmetičko-logičkih postupaka, odnosno operacija kojima se informacije pretvaraju (transformiraju) iz izvornog u neki drugi, željeni oblik. I tako preoblikovane informacije nerijetko će se također pohranjivati odnosno memorirati iz razloga sličnih onima zbog kojih se to čini i s izvornim informacijama. Konačno, izlazne informacije treba dostaviti, odnosno diseminirati korisnicima (konzumentima).

Imajući u vidu sve navedeno, može se formulirati i šire određenje pojma informacijskog sustava:

„Informacijski je sustav uređeni skup elemenata, odnosno komponenata koje u interakciji obavljaju funkcije prikupljanja, obrade, pohranjivanja i diseminacije (izdavanja na korištenje) informacija.“ [6]

U poslovnim sustavima informacijski sustavi podržavaju i informacijski poslužuju poslovne procese i operacije, poslovno odlučivanje te razvijanje i implementaciju kompetitivnih strategija poslovanja. U tom smislu može se govoriti o poslovnim informacijskim sustavima (engl. Enterprise Information System, EIS).

2.4.1. Komponente poslovnog informacijskog sustava

Na današnjoj se razini razvijenosti teorije i tehnologije poslovnim informacijskim sustavom smatra sustav koji se sastoji od sljedećih komponenata:

1. materijalno-tehničke,
2. nematerijalne,
3. ljudske,
4. mrežne i
5. organizacijske komponente.

Materijalno-tehničku (sklopovsku) komponentu (engl. *Hardware*) poslovnih informacijskih sustava čine svi strojevi, uređaji i sredstva namijenjena isključivo ili pretežito obradi (procesiranju) podataka, odnosno informacija. To su svi fizički, „opipljivi“, ali neživi elementi poslovnog informacijskog sustava.

Nematerijalna komponenta (engl. *Software*) poslovnih informacijskih sustava predstavlja ukupnost ljudskoga znanja ugrađenog u strojeve, opremu i uređaje koje je samo po sebi predmet obrade ili pak diktira način obrade u sustavu. Predmet su obrade poslovno relevantni podaci kao manifestacija činjeničnog (faktografskog) ljudskog znanja raspoloživoga u poslovnom informacijskom sustavu, dok se metodološka znanja u taj sustav ugrađuju u obliku računalnih programa.

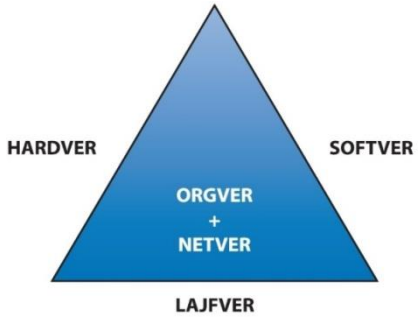
Ljudsku komponentu (engl. *Lifeware*) poslovnih informacijskih sustava čine svi ljudi koji u bilokojoj funkciji i s bilokakvom namjerom sudjeluju u radu sustava i koriste rezultate njegova rada. S jedne strane, to je skupina profesionalnih informatičara koji djeluju u sustavu i njihov je brojčani udio u ukupnom ljudskom potencijalu sustava daleko manji u odnosu na drugu skupinu – skupinu korisnika rezultata rada sustava.

Mrežna, odnosno prijenosna komponenta (engl. *Netware*) poslovnog informacijskog sustava tvori komunikacijsku infrastrukturu za prijenos podataka na veće ili manje udaljenosti među hardverskim elementima unutar samog sustava ili u njegovim vezama s okolinom. Pasivni elementi te infrastrukture razni su oblici materijalnih (žičnih) ili nematerijalnih (bežičnih) komunikacijskih kanala i oni ni na koji način ne preoblikuju (transformiraju) podatke, dok aktivni elementi – različiti namjenski, specijalizirani mrežni i komunikacijski uređaji – preoblikuju podatke prije, za vrijeme ili nakon njihova prijenosa kako bi sam prijenos i/ili korištenje podataka učinili učinkovitijim.

Organizacijska komponenta (engl. *Orgware*) poslovnog informacijskog sustava predstavlja ukupnost standarda, mjera, postupaka i propisa kojima se funkcionalno i vremenski usklađuje rad prethodno navedenih četiriju komponenata kako bi one tvorile skladnu cjelinu.

Ove komponente poslovnog informacijskog sustava su u interakciji, pri čemu glavnu ulogu imaju orgver i netver, ulogu sprege između hardvera, softvera i lajfvera.

Na slici 4. shematski je prikaz komponenata poslovnog informacijskog sustava.
Funkcionalno usklađivanje rada tih komponenata naziva se koordinacijom, dok se vremensko usklađivanje naziva sinkronizacijom rada sustava.Sve su navedene komponente poslovnog informacijskog sustava u interakciji, pri čemu orgver i netver igraju ulogu sprege među preostalim trima komponentama. [6]



Slika 4. Komponente poslovnog informacijskog sustava [6]

2.4.2. Funkcije poslovnog informacijskog sustava

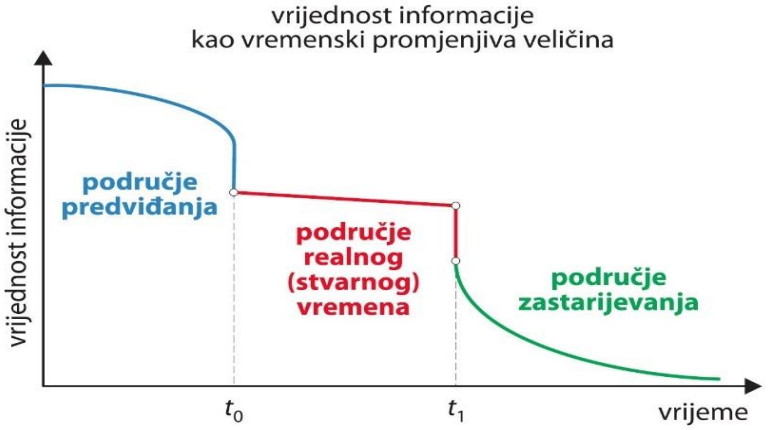
Suvremeni poslovni informacijski sustavi trebaju izvršavati, najopćenitije govoreći, dvije osnovne funkcije:

- pripremu informacijske podloge za donošenje poslovnih odluka,
- dokumentiranje, odnosno trajno pohranjivanje ranije generiranih informacija.

Funkcija vrijednosti informacije u vremenu ima tri karakteristična područja. Prvo je područje prognoziranja kada se odgovarajuća informacija dobiva i prije no što je potrebno donijeti odluku. Njena je vrijednost tada najveća i ona nelinearno opada. Drugo je karakteristično područje stvarnog (realnog) vremena u kojemu se informacija dobiva (odnosno stvara) upravo onda kada treba donijeti odluku. Vrijednost informacije gotovo je nepromjenjiva sve do područja zastarijevanja koje nastupa onda kada se informacija dobiva prekasno, kada odluka više nije potrebna ili nije relevantna za daljnji tijek događaja (procesa). U ovome području vrijednost informacije strmo eksponencijalno pada.

Suvremeni poslovni menadžment zahtijeva raspoloživost informacije tijekom prognoziranja, odnosno u stvarnom vremenu kada njezina vrijednost nadmašuje „težinu“ odluke koju treba donijeti ili je uravnotežena s njom. Pri donošenju odluka na temelju informacija iz područja prognoziranja potrebna je ipak određena doza opreza jer znanost još uvijek ne poznaje posve sigurne prognostičke metode. Zato se u praktičnim uvjetima obično postavlja zahtjev za posjedovanjem informacija iz područja stvarnog vremena koje će omogućiti pravovremeno donošenje dobrih odluka.

Graf funkcije vrijednosti informacije u vremenu prikazan je na slici 5.



Slika 5. Vrijednost informacije u vremenu [6]

Priprema informacijske podloge za poslovno odlučivanje zahtijeva poduzimanje sljedećih aktivnosti: [7]

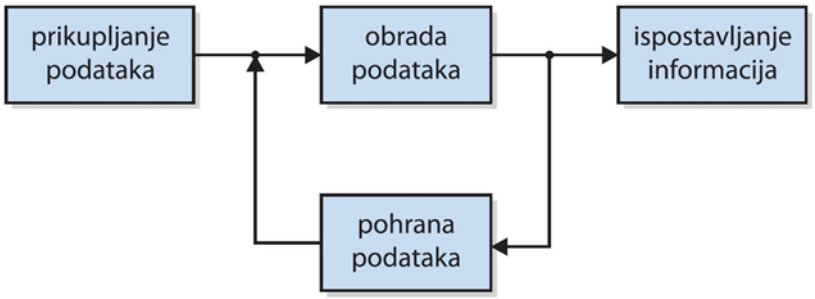
- prikupljanje poslovno relevantnih podataka,
- obradu (procesiranje) tih podataka, tj. njihovu pretvorbu u poslovno relevantne informacije,
- ispostavljanje (diseminaciju) informacija korisnicima.

Poslovno relevantne podatke valja prikupljati iz svih raspoloživih izvora. Izvori su takvih podataka odgovarajući poslovni događaji i poslovni procesi. Ovisno o tome gdje se takvi događaji i/ili procesi zbivaju, postoje unutarnji (interni) i vanjski (eksterni) izvori podataka. Unutarnji su izvori poslovni događaji i procesi koji se zbivaju unutar poslovnog sustava (poduzeća, kompanije), dok su vanjski izvori podataka događaji i procesi koji su se zbili ili se upravo događaju u okruženju (okolini) tog poslovnog subjekta (primjerice, na tržištu, u političkom sustavu, u ostalim poslovnim subjektima itd.).

S druge strane, može se također govoriti o primarnim i sekundarnim izvorima poslovno relevantnih podataka. Primarni su izvori sami poslovni događaji i/ili procesi koji su se upravo zbili (neovisno gdje) ili se događaju, a podaci koji se zahvaćaju njihova su manifestacija. U slučaju sekundarnih izvora podataka riječ je o poslovnim događajima i/ili procesima koji su se već ranije zbili, u bližoj ili daljoj prošlosti, a čije su manifestacije (podaci) zabilježene (evidentirane) i pohranjene na nekom trajnom nositelju podataka (primjerice, na papiru, u računalnoj memoriji ili memoriji nekog drugog uređaja pa, u nekim slučajevima, čak i u memoriji odnosno pamćenju ljudi).

Prevladava težnja da obradu podataka u suvremenim poslovnim informacijskim sustavima pretežito ostvaruju strojevi (hardver) namijenjeni upravo obradi podataka

primjenom odgovarajućih programa (softvera). Ručni zahvati, odnosno intervencije čovjeka pritom se nastoje izbjeći, tj. minimalizirati u što je moguće većoj mjeri kako bi se povećala brzina, točnost, preciznost i pouzdanost obrade podataka. Sama obrada ostvaruje se primjenom odgovarajućih aritmetičko-logičkih operacija nad podacima sa svrhom njihove preobrazbe u poslovno relevantne informacije.
Shematski je prikaz slijeda navedenih aktivnosti na slici 6.



Slika 6. Priprema informacijske podloge za poslovno odlučivanje [6]

Rezultati obrade podataka trebale bi biti relevantne informacije koje mogu poslužiti pri donošenju kvalitetnih poslovnih odluka bilo koje vrste, odnosno na bilo kojoj razini odlučivanja. Cilj je pritom u praksi ostvariti dobro poznatu maksimu prava informacija na pravom mjestu, u pravo vrijeme, u odgovarajućem obliku (formatu) i uz najniže troškove.
U prikazanoj blok shemi vidljiva je povratna veza, ali o njoj u nastavku rada, u četvrtom poglavlju gdje se piše o kibernetici.

2.4.3. Dokumentiranje (trajno pohranjivanje) informacija

Jedna je od temeljnih funkcija svakog, pa tako i poslovnog informacijskog sustava, omogućiti „preživljavanje“ podataka i informacija u nekom kraćem ili dužem vremenu. Ta se funkcija obično naziva dokumentiranje informacija. Funkcija dokumentiranja informacija osigurava trajnu i, općenito, neograničenu dostupnost tzv. povijesnih informacija, odnosno informacija koje su nastale u nekom prošlom vremenu, a odnose se na povijesne događaje i procese u sustavu ili u njegovu okruženju. U poslovnom smislu, na taj će se način osigurati kontinuitet poslovanja i uvid u povijesna zbivanja u poslovnom sustavu i njegovu okruženju, ma kakva ta zbivanja bila.

Rezultat ostvarivanja funkcije dokumentiranja poslovnih informacija jesu poslovni dokumenti, odnosno poslovna dokumentacija. Ona može biti konvencionalna, kada je riječ uglavnom o papirnatoj dokumentaciji, ali i digitalna, tj. elektronička ili strojno čitljiva dokumentacija. I jedna i druga vrsta dokumentacije može poslužiti svojoj osnovnoj svrsi –

produljenju životnog vijeka informacija. No, suvremena je tendencija stvaranje i korištenje što je moguće više digitalne dokumentacije zbog njenih brojnih i značajnih prednosti u odnosu na konvencionalnu.

Tako se, primjerice, digitalna dokumentacija uporabom ne oštećuje i ne troši, dok konvencionalna gubi na kakvoći zbog nepoželjnih mehaničkih, kemijskih, optičkih i drugih utjecaja. U krajnjem slučaju to može rezultirati gubitkom informacija što može biti vrlo neugodna pa i opasna situacija. Nadalje, digitalna dokumentacija omogućuje daleko bržu obradu informacija koje sadržava jer se ta obrada obavlja strojno, a ne ručno. Rezultati takve obrade nerijetko su precizniji, točniji i pouzdaniji jer su elektronički uređaji koji je obavljaju daleko manje podložni pogreškama u radu od ljudi kada koriste konvencionalnu dokumentaciju. Naposljetku, digitalna je dokumentacija ekonomičnija i ekološki prihvatljivija s obzirom na to da eliminira potrebu za korištenjem fizičkih nositelja (medija), u prvom redu papira, čime se omogućuju gdjekad i znatne izravne uštede u troškovima i neizravne ekološke koristi (štedi se na sirovinama potrebnima za proizvodnju papira i sličnih nositelja podataka, odnosno informacija).

Tendencija sve šireg i intenzivnijeg generiranja i korištenja digitalne dokumentacije u suvremenim poslovnim informacijskim sustavima dovela je do stvaranja vizije tzv. ureda bez papira (engl. *Paperless Office*) što je metaforički naziv za potpuno automatizirane poslovne sustave u kojima se konvencionalna dokumentacija uopće ne koristi pa je u potpunosti otklonjena i potreba za ručnom (manualnom) obradom podataka. Iz mnogo razloga, od tehnoloških do organizacijskih, kulturalnih i psiholoških, u praksi informacijskih sustava to je danas još uvijek ipak samo vizija, cilj kojemu se teži, ali je nedvojbeno da će u budućnosti taj cilj biti i ostvaren. [6]

2.4.4. Koncept životnog ciklusa poslovnog informacijskog sustava

Upravljanje poslovnim informacijskim sustavom danas polazi od općeg koncepta životnog ciklusa sustava (engl. *System Life Cy*cle). Bit koncepta životnog ciklusa poslovnog informacijskog sustava jest shvaćanje prema kojemu svaki takav sustav u nekoj točki u vremenu nastaje, potom se razvija sukladno određenim zakonitostima da bi nakon određenog vremena nestao, odnosno bio zamijenjen nekim novim sustavom.

U „grubom“, općem prikazu, životni ciklus poslovnog informacijskog sustava karakteriziraju četiri osnovne razvojne faze:

1. faza inicijalizacije (nastajanja),
2. faza ekspanzije (rasta),

3. faza konsolidacije (sazrijevanja),
4. faza zrelosti sustava.

Krivulja životnog ciklusa poslovnog informacijskog sustava prikazana je na slici 7.



Slika 7. Životni ciklus poslovnog informacijskog sustava [6]

Faza inicijalizacije (nastajanja) sustava započinje davanjem poticaja za razvitak novog poslovnog informacijskog sustava. Takve poticaje daju menadžeri i djelatnici poslovnog sustava (poduzeća, kompanije itd.) koji se intuitivno osjećaju nedovoljno informiranima, dakle posljedično nesposobnima za učinkovito upravljanje sustavom i ostvarivanje optimalnih rezultata svojega rada u okvirima sustava. U ovoj fazi obavljaju se opsežne konzultacije i razgovori te pripreme za izgradnju novoga poslovnog informacijskog sustava. Premda faktički još ne postoji, sustav ipak već u ovoj fazi počinje „živjeti“, odnosno počinju se ocrtavati njegovi budući obrisi.

Nakon određenog vremena ulaganjem odgovarajućih sredstava, znanja i truda poslovni se informacijski sustav dovodi u fazu ekspanzije kada je uočljiv pretežito kvantitativan rast sustava u svim njegovim segmentima. Nabavljaju se strojevi i oprema, pripremaju se programi, obrazuju se djelatnici, razvijaju organizacijske metode i pribavljaju, odnosno razvijaju mrežne komponente sustava.

Krivulja životnog ciklusa sustava u ovoj je fazi eksponencijalne prirode i izrazito strmo rastuća. To, međutim, obično dovodi do određenih problema u funkcioniranju sustava i njegovu razvoju. Oni se ogledaju u nedovoljno ostvarivom stupnju kontrole nad radom sustava i suboptimalnimmogućnostima upravljanja njime.

Kada je dosegnuta određena razvojna razina poslovnog informacijskog sustava koja na krivulji životnog ciklusa predstavlja točku infleksije, njegov se daljnji rast svjesno usporava kako bi se ostvarila prijeko potrebna kontrola nad njegovim radom i uspostavile

željene mogućnosti upravljanja. Time se sustav dovodi u fazu konsolidacije (sazrijevanja). Naglasak je pritom na standardizaciji aktivnosti, procesa i procedura, usklađivanju rada komponenata i tzv. „finog podešavanja“ (engl. Fine Tuning) poslovnog informacijskog sustava.

Nakon što je poslovni informacijski sustav zadovoljio postavljene kriterije kvalitete, učinkovitosti i djelotvornosti, prevodi ga se u fazu zrelosti kada počinje davati optimalne rezultate rada i stvarati očekivanu poslovnu vrijednost. Nastojat će se da ova faza životnog ciklusa poslovnog informacijskog sustava potraje što duže kako bi se što više iskoristila dotadašnja ulaganja u njegov razvitak, no na tome ipak ne treba pretjerano „tvrdo“ inzistirati kako sustav ne bi u međuvremenu tehnološki i „moralno“ zastario te zapravo postao kontraproduktivan sa stajališta poslovanja tvrtke.

Unatoč svemu, iz raznoraznih objektivnih (primjerice, promjene u okolini sustava, zaostajanje za najsuvremenijim tehnološkim i ostalim rješenjima i sl.) i subjektivnih razloga (nepažnja, nebriga, inercija itd.) sustav će pomalo, katkad čak isprva i neprimjetno, početi zastarijevati, odnosno davati suboptimalne rezultate rada i iznevjeravati očekivanja. To su prvi signali da valja inicirati novi životni ciklus sustava, odnosno životni ciklus novog poslovnog informacijskog sustava. [6]

3. SISTEMSKA ANALIZA

3.1. KLASIFIKACIJA SUSTAVA

Jedan od prvih vidova analize sustava njihova je klasifikacija. Ne postoji jedinstvena metodologija podjele sustava na različite vrste, već se temeljem nekih bitnih kriterija ocjenjuju osobine sustava i po tome ih se svrstava u pojedinu kategoriju. Kriteriji se pri tome ne isključuju pa se sustav može vrjednovati prema više kriterija. Prema nekim od tih kriterija sustavi mogu biti: [1]

- Sustavi s ciljem i bez cilja. Prema sistemskoj teoriji sustav ima smisla samo ako ima cilj. Ciljeve postavlja okolina, a sustav nastaje da bi ispunio postavljeni cilj i traje dok ispunjava te ciljeve. Ako nema cilja, nema niti sustava pa su sustavi bez cilja klasifikacijska kategorija. Ako cilj prestane vrijediti, sustav gubi smisao postojanja, odumire ili se prilagođava novim ciljevima;
- Mehanični i organizmični sustavi. Strogo slijedeći sistemsku teoriju, sustavi su organizmični, tj. gube svoja temeljna svojstava ako im se odstrani neki od bitnih podsustava. Nasuprot tome mehanični sustavi zadržavaju svoja svojstva i kada im se odstrani neki njihov dio;
- Apstraktni, materijalni i socijalni sustavi. U apstraktnom sustavu strukturu čine pojmovi međusobno povezani definicijama, aksiomima ili zahtjevima. U materijalnom sustavu komponente su fizički objekti, dok su komponente socijalnog sustava ljudi. Vrlo su česta pojava mješoviti sustavi;
- Deterministički i stohastički sustavi. Deterministički sustav funkcionira u skladu s unaprijed poznatim i stabilnim pravilima. Naredno stanje sustava u potpunosti je određeno trenutnim stanjem sustava, te ga možemo s potpunom sigurnošću predvidjeti. Kod stohastičkih sustava buduće stanje sustava možemo samo predviđati s određenim stupnjem vjerojatnosti. Što je raspored vjerojatnosti stanja sustava ravnomjernije raspoređen, sustav je utoliko neodređeniji. Krajnji slučaj je uniformna raspodjela vjerojatnosti stanja sustava što je značajka potpuno neodređenih sustava;
- Otvoreni i zatvoreni sustavi. Svaki sustav je otvoren. To se očituje postojanjem veza s okolinom. Zatvoreni su sustavi teorijska kategorija. Ako bi sustav bio zatvoren i ne bi s okolinom razmjenjivao materiju, energiju i informacije, okolina ne bi bila u stanju prepoznati sustav što onda znači da on zapravo ne postoji. Situacije u kojima možemo

zanemariti veze sustava s okolinom u određenom vremenskom intervalu, a sa ciljem pojednostavljenja problema koji se istražuje dovode do pojma zatvorenog sustava;

- Statični i dinamični sustavi. Svaki sustav je dinamičan što znači da je promjenjiv u vremenu. Svaki sustav nastaje, razvija se i nestaje. Promjene su uvjetovane prije svega utjecajem okoline sustava te unutrašnjim potrebama sustava. Statični su sustavi teorijska kategorija. Situacije u kojima možemo zanemariti promjene sustava u određenom vremenskom intervalu, a sa ciljem pojednostavljenja problema koji se istražuje dovode do pojma statičnog sustava.

3.2. SISTEMSKA ANALIZA

Uz opću teoriju sustava i kibernetiku, sistemska je analiza još jedna tekovina sistemskog pristupa i to na metodološkom planu. Naime, sistemska analizauniverzalna je znanstvena metoda koja se primjenjuje pri istraživanju složenih pojava i sustava.

Sistemska analiza heuristička je metoda pomoću koje se prvo istražuju nepoznati elementi, odnosi i načini ponašanja nekog sistema u smislu sukcesivne spoznaje problema. Predstavlja strategiju postupnog determiniranja sistema koji valja objasniti ili oblikovati, a kod čega se uzimaju u obzir međuzavisnosti dijelova sustava.

Objekt istraživanja promatra se u njegovoj cjelovitosti i dinamičnosti te u uzajamnoj povezanosti i zavisnosti s objektima iz okoline. Odgovarajuća djelotvornost i pouzdanost upravljačkih procesa može se ostvariti na različite načine.

Osnovna načela primjene postupka sistemske analize okarakterizirana su sljedećim: [1]

- prvo se istražuje sustav kao cjelina, njegovi ciljevi, funkcije i veze s okolinom,
- unutrašnja organizacija sustava, njegova struktura i veze među komponentama istražuju se nakon spoznaje sustava kao cjeline,
- zakonitosti rada sustava, djelotvornost i pouzdanost istražuju se i koncipiraju nakon spoznaje unutrašnje organizacije sustava i njihovih veza s okolinom.

Djelotvornost sistema mjeri se bonitetom izvršavanja postavljenih zadataka pa se mora poći od pretpostavke da je djelotvornost ovisna o nizu ograničenja. Ta se ograničenja javljaju kao vanjske i unutrašnje varijable. Da bi se moglo utjecati na unutrašnje varijable, valja ih odgovarajuće istražiti.

Sistemska analiza kao sistemska metoda odražava osnovne postavke sistemskog pristupa i opće teorije sustava.

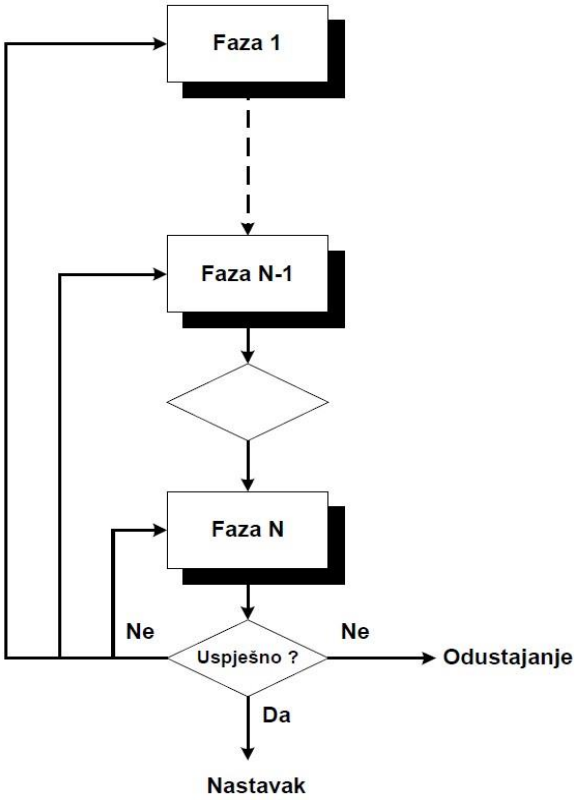
3.3. FAZE SISTEMSKE ANALIZE

Faze sistemske analize s osnovnim aktivnostima koje seobavljaju u pojedinoj fazi pri izgradnji složenih sustava su: [1]

1. Prethodno istraživanje:
    - identifikacija problema,
    - postavljanje ciljeva i
    - razgraničenje sustava.
2. Istraživanje i analiza postojećeg sustava:
    - snimanje postojećeg stanja,
    - prikaz kvantitativnih podataka i
    - analiza troškova.
3. Izrada koncepta novog rješenja:
    - analiza mogućih rješenja,
    - izrada konceptualnog modela i
    - ocjena modela.
4. Detaljna razrada novog rješenja:
    - utvrđivanje detaljne strukture sustava,
    - utvrđivanje detaljne strukture procesa i
    - izrada organizacijskih uputa.
5. Izgradnja novog sustava:
    - izgradnja pojedinih dijelova sustava,
    - nabavka opreme i
    - obuka.
6. Provjera novog sustava:
    - pojedinačni test,
    - globalni test i
    - provjera performansi.
7. Uvođenje novog sustava:
    - organizacijske promjene,
    - kadrovske promjene i
    - tehnološke promjene.
8. Ocjena rada sustava:

- ocjena učinkovitosti,
- ocjena efikasnosti i
- ocjena isplativosti.

Nakon svake faze sistemske analize mora se ocijeniti uspješnost provedenog postupka, što je ilustrirano na slici 8. Ovisno o ocjeni uspješnosti, moguće je donijeti jednu od pet odluka.



Slika 8. Odlučivanje o uspješnosti provedenog postupka [1]

Sistemska analiza univerzalna je znanstvena metoda, ali se često spominje u kontekstu projektiranja i izgradnje složenih informacijskih sustava. Tada se pod tim pojmom podrazumijeva i skup metoda i tehnika posebno namijenjenih projektiranju informacijskih sustava pri čemu postoji niz specifičnosti, a jedna je od njih podjela ukupnog procesa na tri projekata: [1]

- Idejni projekt obuhvaća prve tri faze sistemske analize;
- Glavni projekt razrađuje i detaljizira konkretna rješenja novog sustava;
- Izvedbeni projekt stvarna je realizacija informacijskog sustava.

4. KIBERNETIKA

4.1. POJAM KIBERNETIKE

Još od kraja 18. stoljeća i izuma centrifugalnog regulatora brzine vrtnje parnog stroja Jamesa Watta 1788 godine. istraživanjem je primijećeno da je ponašanje stroja slično ponašanju živih bića. Stoga je američki znanstvenik NorbertWiener zaključio da poznata saznanja, metode i principi automatskog upravljanja tehničkim uređajima vrijede kako za živa bića tako i u ekonomiji, biologiji, društvu itd. Svoja razmatranja Norbert Wiene objavio je 1948. godine u knjizi pod naslovom „Kibernetika“. NorbertaWienera smatraju ocem moderne automatizacije. U prijevodu s grčkog jezika, riječ kibernetika znači „voditi“, a u nekim prijevodima koristi se izraz „kormilar"“.

Općenito, kibernetika (engl. *Cybernetics*) je znanost o komunikaciji i upravljanju kod živih bića i tehničkih sustava. Preciznije, kibernetika je znanost o općim zakonitostima procesa vođenja, reguliranja, dobivanja, pohranjivanja, pretvorbe i prijenosa informacija u sustavima, neovisno o njihovoj fizikalnoj prirodi. Riječi „sustav“ ili „sistem“ su istoznačnice ili sinonimi. Riječ „sistem“" starogrčkog je korijena, dokle je riječ „sustav“ preuzeta iz češkog jezika. U znanosti i tehnici riječ „sistem“ usvojena je u gotovo svim europskim jezicima. Automatska regulacija jedna je od brojnih ogranaka kibernetike, no sustav s povratnom vezom smatra se najvažnijim oblikom osnovnog sustava za kibernetiku i automatizaciju. Potrebno je naglasiti da sustav s povratnom vezom nije nužno tehnički, nego je svojstven i biološkim, ekonomskim, socijalnim političkim, psihološkim i inim sustavima. Dakle, regulacija nije samo postupak u tehnici, nego je prije svega prirodni zakon. [8]

Kibernetika se kao znanost dijeli na teoretsku, primijenjenu i praktičnu. Za naše područje izlaganja zanimljiva je primijenjena kibernetika koja ima nekoliko podjela i to tehničku, biološku i socijalnu. U stvarnosti su najprije nastali biološki sustavi, zatim socijalni i tek onda tehnički. Najrazvijenija grana je tehnička kibernetika. Ona obuhvaća naše područje istraživanja, i to automatiku, uz digitalna računala i telekomunikacije kao međudjelovanje ta tri područja primjene.

Kibernetika nadzire rad sustava i njihovu vezu s okolinom preko informacijskih ulaza i izlaza pri čemu se djelovanje sustava usmjerava k ispunjenju postavljenih ciljeva. Kibernetika se bavi proučavanjem uređenih, tj. organiziranih sustava s unutrašnjim i vanjskim informacijskim tijekovima. Tri su ključne specifikacije kojima se bavi kibernetika

i to, metoda „crne kutije“, metoda modela, metoda povratne veze, odnosno kruga povratnog djelovanja.

U kibernetici se najviše primijenjuje metoda „crne kutije“ kojom se proučava odnos izlaza i ulaza u neki sustav bez obzira na unutrašnju građu sustava koja čak ne mora biti ni poznata. Ovakvi su sustavi u literaturi poznati kao sustavi s otvorenim upravljanjem.

Ovom metodom snima se odziv sustava na neku pobudu. Sustavi se najčešće prikazuju kutijama sa strelicama. Strelice prikazuju tok informacija ili signala. Strelica s lijeve strane predstavlja pobudu ili ulazni signal, odnosno ulaz u sustav. Pobuda se još zove referentna veličina ili zadana vrijednost. S desne je strane strelica koja označava odziv sustava ili izlazni signal. Izlaz se još zove regulirana veličina. Grafički prikaz crne kutije nalazi se u drugom poglavlju (Slika 3.).

Metodom crne kutije mogu se analizirati bilo kakve vrste sustava, npr. biološki organizam, državna privreda, elektronička pojačala i sl. Metoda otvorenog sustava bit će zanimljiva u području upravljanja i nadzora na brodu u narednim poglavljima.

Metodom razvoja modela najprije se napravi model za ono što se želi istraživati jer se ne može istraživati na realnom sistemu. Model treba sadržavati ključne karakteristike realnog sistema i apstraktan je prikaz realnog svijeta. Model je uvijek pojednostavljen prikaz znatno složenijih struktura, procesa i funkcija fizičkih ili društvenih zbivanja ili ideja.

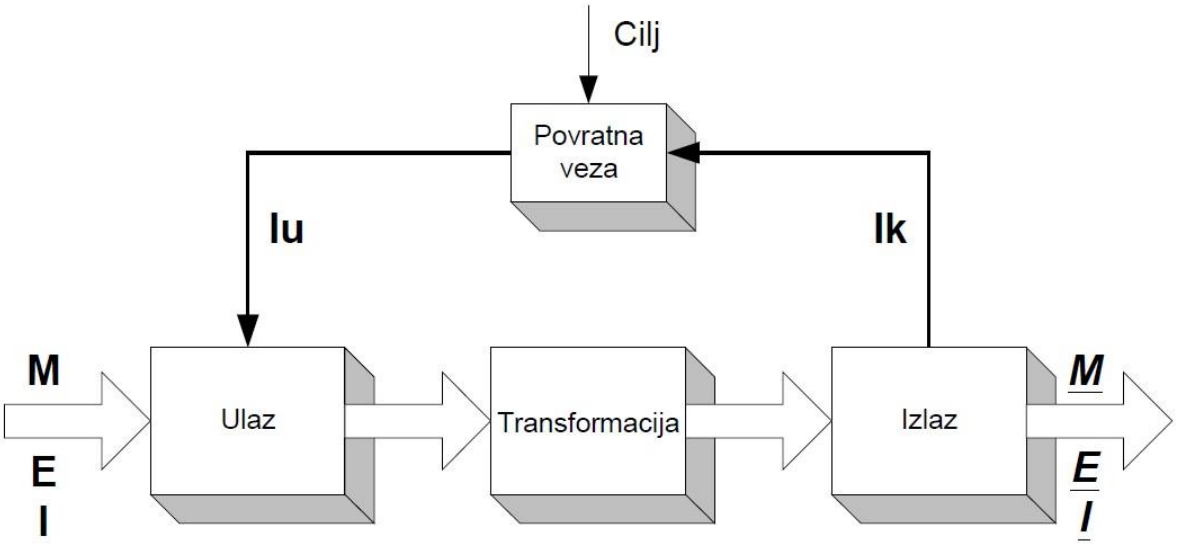
Osnovna ideja povratne veze jest usporediti aktualni rezultat sa željenim rezultatom i djelovati na temelju njihove razlike.

S obzirom na cilj upravljanja sistemom, odnosno prema vrsti upravljačkih aktivnosti, razlikuju se dva tipa povratne veze, negativna povratna veza i pozitivna povratna veza. Djelovanje negativne povratne veze koristi se kad se sustav nastoji održati u nekom željenom stanju. Kod pozitivne povratne veze smjer upravljačkih aktivnosti ima isti smjer kao i promjene u sustavu, te ubrzavaju započete promjene, odnosno ubrzavanje odumiranja sistema.

Kibernetički sustav iskazuje se kao samoupravljiv, samoregulirajući i samoorganizirajući što znači da u njemu dominiraju negativni krugovi povratnog djelovanja. Samoorganizirajući informacijski sistem sposoban je primati, uspoređivati, predavati podatke, kao i koristiti informacije za osiguranje optimalnih uvjeta za funkcioniranje sistema.

4.2. KIBERNETSKI MODEL SUSTAVA

Slika 9. prikazuje dijagram kibernetskog modela sustava. U sustav ulaze regularni ulazi i smetnje. Prihvaća ih upravljački član, analizira ih i, popraćene naredbama o načinu izvođenja procesa transformacije, prosljeđuje izvršnom članu. Izvršni član provodi proces transformacije stvarajući sustavski izlaz. Etalon (reprezentativni uzorak) generiranog sustavskog izlaza vraća se u obliku povratne veze kao dodatni ulaz u sustav. Povratnom vezom (engl. *Feed-Back*) ostvaruje se funkcija kontrole (samokontrole) nad radom sustava i vrsnoćom njegova izlaza. Utvrdi li se na temelju povratne veze da sustav ne proizvodi izlaze željene kvantitete (količine) i/ili kvalitete (vrsnoće), upravljački će član definirati dodatne naredbe (korektive) kojima će nastojati poništiti (kompenzirati) možebitni negativni utjecaj smetnji na djelovanje sustava. Postupak se ponavlja sve dok se sustavski izlaz ne dovede u željene okvire. [5]



Slika 9. Kibernetski model sustava [1]

U novije vrijeme regulacijski se krug uobičajeno naziva upravljačkim sustavom. Kontrolna funkcija takvoga sustava ostvaruje se mehanizmom povratne veze, odnosno izravnim uvidom u obilježja generiranoga sustavskog izlaza ili pak prijenosom informacija (komukacijom) o porizvedenom izlazu sistema.

4.3. POVRATNE VEZE

S obzirom na cilj upravljanja sustavom, odnosno prema vrsti upravljačkih aktivnosti, razlikuju se dva tipa povratne veze: [1]

- negativna povratna veza i

- pozitivna povratna veza.

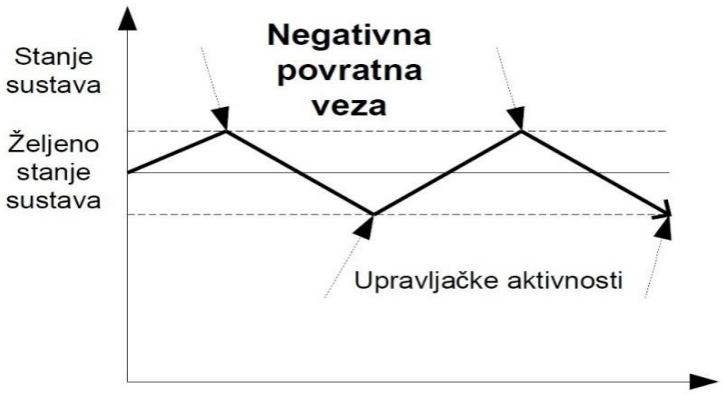
Upravljački koncept *negativne povratneveze*koristi se kada se sustav nastoji održati u nekom željenom stanju. Sustavi koji ostvaruju postavljenje ciljeve nalaze se u stanju labilne ravnoteže, odnosno zbog različitih nepoželjnih utjecaja i smetnji, sustav bi se počeo kretati k stabilnom stanju ako se to ne spriječi. Mehanizam koji to sprječava je upravljanje. Problem je u tome što je to stabilno stanje, stanje maksimalne entropije, odnosno nereda u kome sustav gubi svoj smisao i prestaje postojati pa ne može niti ostvarivati postavljeni cilj i svrhu svog postojanja.

Željeno stanje sustava definira se preko potrebnih parametara u kontrolnom elementu. Pomoću senzora izlazima sustava prikupljaju se informacije o stvarnom stanju sustava te se šalju u kontrolni mehanizam i uspoređuju s postavljenim parametrima. Ako se javlja odstupanje željenih i stvarnih vrijednosti stanja sustava, kontrolni mehanizam šalje upravljačke informacije na ulaz sustava kojima je cilj poduzimanje upravljačkih aktivnosti koje trebaju otkloniti nastalo odstupanje i vratiti sustav u željeno stanje. Odstupanje se može otkloniti ako upravljačka aktivnost ima suprotan smjer od smjera ili trenda promjena u sustavu. Upravo zbog tog suprotnog smjera upravljačkih aktivnosti ovaj tip povratne veze ima atribut negativna.

Mnogo je primjera negativne povratne veze – od svakodnevnog života do sofisticiranih tehničkih sustava, od održavanja tjelesne temperature, vožnje bicikla ili automobila, proizvodnih robota, tržišta do populacije živih organizama. U ovom slučaju najprimjerenije je negativnu povratnu vezu pokazati na primjeru upravljanja zalihama materijala na skladištu proizvodnog poduzeća. Zbog neometanja proizvodnog procesa uobičava se definirati optimalna razina zaliha materijala na skladištu. Zbog diskretnosti, skokovitosti, potrošnje i sustava nabave materijala dodatno se definiraju minimalne i maksimalne zalihe materijala koje omeđuju dopušteno stanje zaliha.

Zbog procesa proizvodnje i utroška materijala stanje zaliha se smanjuje. Kada sustav upravljanja zalihama detektira da su zalihe smanjene na minimalno propisane, kreira se upravljačka informacija na osnovi koje se poduzima nabavka novih količina materijala od dobavljača, pa nakon isporuka stanje zaliha počinje rasti. Kada pak zalihe dosegnu maksimalno dopuštene vrijednosti, upravljačka informacija će uvjetovati prestanak daljnje nabavke nakon čega će stanje zaliha ponovo opadati, a upravljački ciklus stalno se ponavlja.

Slika 10. prikazuje ovakav primjer funkcioniranja negativne povratne veze u kojoj se stanje sustava kreće unutar dozvoljenih granica jer upravljačke aktivnosti korigiraju smjer promjena stanja sustava.



Slika 10. Funkcioniranje negativna povratne veze [1]

Pozitivna povratna vezajednostavniji je slučaj jer je na neki način prirodna za ponašanje sustava u uvjetima bez ograničenja. Tipična je za objašnjenje fenomena rasta sustava.

Povratna veza je pozitivna jer upravljačke aktivnosti imaju isti smjer kao i promjene sustava te ubrzavaju započete promjene. Ovisno o započetom trendu, promjena te veze može biti dobra ili loša za sustav.

Kako je već rečeno, ovaj oblik ponašanja sustava pretpostavlja nepostojanje ograničenja što je realno u konačnom vremenskom intervalu. Nakon toga nastupaju kontrolni mehanizmi okoline koja će svojom negativnom povratnom vezom nastojati zadržati ravnotežu utječući na svoje podsustave.

Krivulja koja opisuje ovakav tip ponašanja sustava ima karakterističnu eksponencijalni oblik što je prikazano na slici 11.



Slika 11. Funkcioniranje pozitivne povratne veze [1]

4.4. DERIVATI KIBERNETIKE

Kibernetika je općenita, temeljna (fundamentalna) znanost koja se bavi općim pitanjima, a ne pojedinostima funkcioniranja sustava i upravljanja njime. Kako se, međutim, sustavi u stvarnosti mogu po mnogo čemu međusobno razlikovati, razlikovat će se i načini upravljanja takvim sustavima. Imajući to u vidu, znanstvenici, suvremenici N. Wienera prionuli su istraživanju brojnih aspekata i načina upravljanja sustavima različitih vrsta, svojstava i tipova. Tako je u razmjerno kratkom vremenu nakon pojave kibernetike razvijeno nekoliko desetaka različitih novih teorija koje svoje uporište nalaze u kibernetici, a nastoje objasniti pojedine aspekte procesa upravljanja sustavima. Takve su izvedene, specijalizirane znanstvene discipline nazivaju derivatima (izvedenicama) kibernetike.

Sa stajališta razvitka znanstvene discipline – informatike, od posebnog su interesa sljedeći derivati kibernetike: [5]

- teorija komunikacija,
- teorija odlučivanja,
- teorija programiranja,
- teorija povratne veze i
- opća teorija sustava.

4.4.1. Teorija komunikacije

Ova se teorija bavi definiranjem različitih odnosa do kojih dolazi među zainteresiranim stranama pri razmjeni informacija, te obilježja samog predmeta razmjene – informacija. Kako je i ova teorija razmjerno općenita, ona se i dalje specijalizira tako da se razvijaju teorija informacija, teorija kodiranja i teorija znakova (semiotika).

Teorija informacija bavi se istraživanjem i utvrđivanjem kvantitativnih i kvalitativnih obilježja informacija pri njihovu nastajanju u njihovu prijenosu između komunikacijskih partnera te pri njihovu prijemu i korištenju.

Teorija kodiranja definira načine iskazivanja (prikazivanja) informacijskog sadržaja (smisla, odnosno značenja koje informacija nosi) te mogućnosti prevođenja jednog načina iskazivanja informacijskog sadržaja u neki drugi, uz uvjet nepostojanja gubitaka u takvoj pretvorbi.

Teorija znakova (semiotika) definira elemente iskazivanja (prikazivanja) informacijskog sadržaja (znakove, simbole, signale, itd.), njihove odnose i mogućnost povezivanja u smislene cjeline (nizove ili višedimenzionalne tvorevine). [5]

4.4.2. Teorija odlučivanja

Postupak donošenja odluka (odlučivanja) postupak je izbora najpovoljnije iz skupa mogućih opcija, te, nastavno, poduzimanja odgovarajućih akcija. Zasniva se na obradi informacija o mogućim izbornim opcijama. Kako količina i vrsnoća takvih informacija može varirati, odlučivanje će se u različitim situacijama provoditi na različite načine. Karakterističnim primjerima mogućih načina donošenja odluka bave se tri komplementarne teorije: teorija racionalnog odlučivanja, teorija intuitivnog odlučivanja i heuristika.

Teorija racionalnog odlučivanja određuje načine postupanja pri donošenju odluka onda kada o svakoj mogućoj opciji postoji potpuna informacija, odnosno onda kada su posljedice svake donesene odluke poznate ili utvrdive.

Teorija intuitivnog odlučivanja definira postupke pri donošenju odluka u uvjetima informacijske oskudice, tj. onda kada o pojedinim opcijama nema dovoljno ili nema uopće nikakve informacije.

Heuristika je teorija odlučivanja koja nastoji „pomiriti“ postavke teorije racionalnog i teorije intuitivnog odlučivanja pri čemu se od doslovno racionalnog odlučivanja u pravilu ne odstupa zato što ne postoji dovoljno zadovoljavajuće dobrih informacija o opcijama, već zato što odluku treba donijeti brzo, pa makar i uz rizik donošenja možebitno pogrešne odluke. [5]

4.4.3. Teorija programiranja

Ova se teorija bavi definiranjem načina sustavnog korištenja prikupljenih odnosno postojećih informacija (znanja) u upravljanju sustavima. Njome su obuhvaćene dvije specijalne teorije: teorija algoritma i teorija automata.

Teorija algoritma određuje načine sustavnog prikazivanja metodološkog znanja u obliku konačnog broja nedvosmislenih koraka (dakle, algoritama), koji sigurno vode do rješenja nekog problema upravljanja ako takvo rješenje postoji.

Teorija automata definira moguće algoritamske konstrukcije (izvedbe) strojeva, odnosno tehničkih uređaja i aparata namijenjenih obavljanju nekih fizičkih ili logičkih operacija. [5]

4.4.4. Teorija povratne veze

U najgrubljima crtama klasifikacije raščlanjuje se na tehničku teoriju povratne veze i socijalnu teoriju povratne veze.

Tehnička teorija povratne vezebavi se utvrđivanjem mogućih načina ostvarivanja povratne veze u tehničkim sustavima (strojevima, postrojenjima, pogonima, itd.).
Socijalna teorija povratne veze bavi se utvrđivanjem načina ostvarivanja povratne veze u društvenim skupinama i zajednicama. [5]

4.4.5. Opća teorija sustava

Opća teorija sustava (eng. *General System Theory*) nastala je svjesnom akcijom znanstvenika različitih profila okupljenih u američkom Društvu za opću teoriju sustava (osnovanom 1954. godine) koji su nastojali spriječiti daljnje „cjepkanje“ znanosti u sve uže i uže discipline, te time spriječiti neracionalno poduzimanje neusklađenih istraživačkih projekata. Ovom teorijom nastoje se istražiti i definirati opće strukture, dakle cjeline koje mogu ostvarivati neke zadane ciljeve. Ako su takve strukture dovoljno precizno i rigorozno definirane, one se mogu uobličiti u matematičke izraze primjenjive u različitim situacijama upravljanja. [5]

5. PODUZEĆE KAO SUSTAV

5.1. TEORIJA ORGANIZACIJE

Pojam organizacija ima više značenja. Osnovno značenje tog pojma odnosi se na uređenje odnosa unutar sustava koji osiguravaju ispunjavanje njegovogcilja. Slijede kratke naznake o nekim najpoznatijim teorijama organizacije.

Klasična teorija organizacije polazi od postavke da su ljudi u organizacijskom smislu produžetak strojeva i da ljudska proizvodnost prvenstveno ovisi o njihovim kapacitetima, brzini rada, itd. Najvažnije tekovine klasične organizacijske teorije su: [1]

- racionalizacija rada,
- podjela organizacije na pojedine poslovne funkcije,
- izgradnja hijerarhijskih organizacijskih struktura,
- princip podjele poslova između funkcija u organizaciji.

Neoklasična teorija organizacije u žarište svoga interesa stavlja individualno i grupno ponašanje ljudi u organizaciji. Ona predstavlja reakciju na mehanicistički pristup čovjeku, a njezina dostignuća su:

- psihološki motivirana podjela rada,
- specijalizacija,
- obogaćenje i proširenje radnih zadataka.

Moderna organizacijska teorija stavila je težište na ispitivanje ljudskog ponašanja u organizacijskim strukturama, a s druge strane na kvantitativne metode i modele organizacije kao sustava.

Rani sistemski pristup karakteriziran je oduševljenjem s kibernetikom. Glavni nedostatak mu je kruta primjena kibernetskih modela sustava s povratnom vezom koji ne uvažavaju neke, prije svega psihološke, ljudske osobine.

Moderni sistemski pristup ističe složenost organizacije kao sustava, njezinu tijesnu povezanost s okolinom i posebno naglašava da je organizacija komunikacijska mreža u kojoj pojedinci i grupe razmjenjuju informacije.

5.2. TEORIJSKE OSNOVE POSLOVNOG SISTEMA

Kada govorimo o sistemu, onda prije svega mislimo na skup povezanih elemenata (podsistema) među kojima postoji interakcija, a oni zajednički čine cjelinu. Sistem djeluje u određenoj okolini i to tako da postoji interakcija između pojedinih elemenata. Preko graničnih elemenata sistem komunicira s okolinom. Da bismo definirali poslovni sistem, moramo definirati: [10]

- ciljeve poduzeća kao sistema,
- elemente sistema i okolicu
- interakciju elemenata
- odnose sistema s okolicom,
- upravljanje sistemom (funkcioniranje sistema)

Osnovni ciljevi bilo kojeg sistema, pa prema tome i poslovnog sistema, mogu se definirati kao:

- opstanak poslovnog sistema,
- rast i razvoj poslovnog sistema.

Osnovna obilježja poslovnih sistema jesu: dinamičnost, fleksibilnost, otvorenost, stohastičnost. Ako želimo izgraditi poduzeće kao poslovni sistem, treba u organizacijska rješenja u smislu teorije sistema ugrađivati navedena obilježja.

Elemetni poslovnog sistemapredstavljaju dijelove (podsisteme) preko kojih se realiziraju ciljevi sistema. Dakle, unutar poslovnog sistema treba definirati ciljeve, podciljeve i njihovu hijerarhiju kako bi se sistemom moglo upravljati pomoću ciljeva. Svaki elemenat definira svoj podsistem ciljeva, npr. nabava, prodaja, financije,proizvodnja, razvoj, a svi ti podciljevi u funkciji su osnovnih ciljeva poduzeća kao cjeline.

Okolicasistema predstavlja cjelokupno okruženjepoduzeća (tržište, privredni sistem zemlje, znanost i drugo). Faktori iz okolice u većoj ili manjoj mjeri uvjetujudefiniranje i realizaciju ciljeva sistema. Komuniciranje s okolicom u smislu razmjene informacija, robe i novca odvija se preko graničnih elemenata sistema(nabava, prodaja, financijska ili razvojna funkcija). Osnovni je zahtjev ovog komuniciranja istraživanje i analiza stanja i tendencije u okolici da se izvršiodređeni utjecaj na okolicu, odnosno da se na temelju prikupljenih informacija iz okolice izvrši određena transformacija u sistemu (poduzeću) u smislunjegova prilagođavanja okolici. U toj neprestanoj transformaciji unutar sistema i u komunikaciji s okolicom moguće je i potrebno je optimirati ciljeve sistema, kao i ostvarivati uspješnost, stabilnost, rast i razvoj sistema.

Interakcija elemenata sistema. Svaki sistem ima svoje elemente koji su međusobno povezani, uvjetovani, koji međusobno komuniciraju i zajednički ostvaruju rezultate.
Optimalni rezultat sistema označava najbolje usklađen odnos elemenata. On istovremeno ne znači i jednostavan zbroj optimuma podsistema. Stoga optimiranjerezultata sistema znači sinergiju djelovanja, a s druge strane uključuje faktore ograničenja.

Upravljanje sistemomu suštini je transformacija svih informacija, bilo iz sistema ili okolice, i njihovo korištenje za definiranje ciljeva i njihovu realizaciju. Zapravo, to znači da svaki podsistem na osnovi informacija definira svoje ciljeve (podciljeve) pa se zatim svi ti podciljevi na višoj razini (poduzeću) integriraju i koordiniraju u ciljeve sistema kao cjeline. Za realizaciju svih tih ciljeva određuju se načini, metode, sredstva i putevi, koji tada ciljevima daju obilježje konkretnosti, realnosti i izvedivosti.
Definirani ciljevi, metode, sredstva, načini za njihovu realizaciju predstavljaju poslovnu politiku poduzeća koja se razrađuje i konkretizira preko planskih zadataka svih dijelova i poduzeća kao cjeline. Dijelovi poduzeća u tom slučaju mogu djelovati autonomno u okviru razrađenog sistema ciljeva vodećiračuna onužnosti koordiniranog djelovanja s ostalim dijelovima poduzeća.

Za uspješno upravljanje sistemom nužno je postojanje menadžera kao foruma odlučivanja koji koordinira aktivnosti pri definiranju prijedloga ciljeva, podciljeva, mjera, vlasnicima kapitala i predlaže usvajanje ciljeva poslovanja i njihovu konkretizaciju u vidu plana, a zatim u duhu usvojenihciljeva. Taj menadžer autonomno određuje zadatke, organizira, povezuje, koordinira i kontrolira izvršenje zadataka i o tome, po potrebi ili u određenim vremenskim razdobljima, informira direktore ili vlasnike poduzeća.
Ciljevi, prema tome, predstavljaju polazište, podlogu i orijentir za uspješno upravljanje poslovnim sistemom.

6. ORGANIZACIJSKA DINAMIKA

6.1. NELINEARNI SUSTAVI

Sustavi s povratnom vezom, bez obzira na to je li ona pozitivna ili negativna, dodatno se razvrstavaju na linearne i nelinearne sustave. Većina je složenih sustava, pa tako i organizacija koje spadaju među najsloženije sustave, nelinearna. Nelinearnost sustava ima presudno značenje za njihovo ponašanje, ali i znatno utječe na način njihova izučavanja i upravljanja.

Linearni sustavi mogu se opisati kao sustavi kod kojih će jednaka promjena ulazne ili nezavisne varijable uvijek izazvati jednaku promjenu izlazne ili ovisne varijable, dakle bez obzira na to u kom se stanju sustav nalazi.

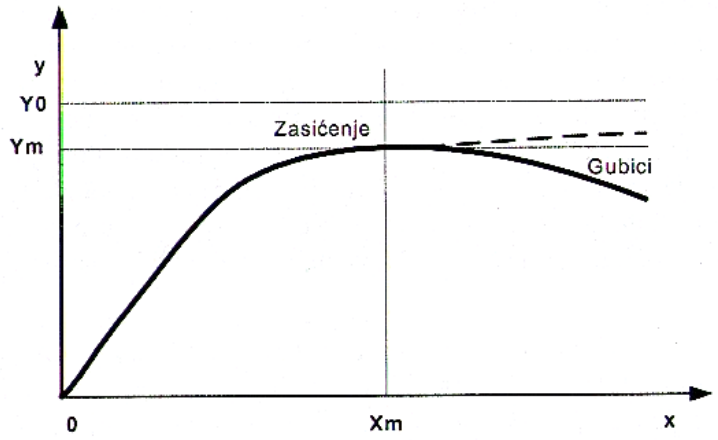
Nelinearnost sustava očituje se u situacijama kada neki uvjet ili akcija različito utječe na ponašanje sustava ovisno o njihovoj vrijednosti ili intenzitetu, ovisno o stanju sustava. Stupanj iskorištenja proizvodnih kapaciteta različito utječe na mogućnost prilagodbe povećanoj potražnji za proizvodima. Pri relativno niskom stupnju iskorištenja kapaciteta moguće je relativno jednostavno udovoljiti povećanoj potražnji. Pri visokom stupnju iskorištenja kapaciteta to je znatno teže. Visoki stupanj iskorištenja kapaciteta, odnosno njihovo opterećenje može dovesti do povećanog broja kvarova što čak može umanjiti raspoložive proizvodne kapacitete, te tako smanjiti mogućnosti proizvodnje.

Osim tehničkog, pri određenju nelinearnosti organizacija veoma je značajan ljudski faktor. Razlog je prije svega u nelinearnosti ljudi kao podsustava organizacije. Ako se povećava radno opterećenje radnika te tako stvara psihološki pritisak, obično dolazi do povećanog broja pogrešaka što može bitno umanjiti ukupni učinak.

Nelinearnost organizacija kao ekonomskih sustava proizlazi iz nelinearnosti ekonomskih zakona i zakonitosti ljudskog ponašanja. Profit poduzeća primarno ovisi o količini prodanih proizvoda ili usluga. Pri višoj razni prodaje fiksni se troškovi raspoređuju na veći broj jedinica proizvoda te profit raste. Ovisno o potražnji, može biti potrebno smanjiti cijenu proizvoda da bi se prodala sva proizvedena količina što onda smanjuje profit.

Ako se pokuša grafički prikazati bilo koji ekonomski proces, rezultat neće biti ravna crta već nekakva krivulja što je posljedica nelinearnih povratnih veza u ekonomskim sustavima. Ekonomske zakonitosti su nelinearne što je neposredna posljedica nelinearnosti zakonitosti opće teorije sustava.

Može se reći da je uzrok nelinearnosti sustava s povratnom vezom u ograničenjima sustava, bilo da se radi o unutrašnjim ili vanjskim ograničenjima. Kada ograničenja ne bi postojala, sustavi bi bili linearni.Što je stanje sustava bliže ograničenjima, utoliko je njihova nelinearnost naglašenija. Fizička ograničenja sustava, prije svega ograničenja okoline ali i unutarnja, ne samo da mogu ograničiti njegov rast nego njihovo nepoštivanje ima negativne učinke na stanje sustava, pa čak i njegovo odumiranje. Ovaj problem ilustriran je dijagramom na slici 12. [1]



Slika 12. Ograničenje rasta sustava, zasićenje i gubici [1]

6.2. KONTROLA I KIBERNETIKA

Upravljačka funkcija kontroliranja sastoji se u mjerenju odstupanja stvarnog stanja od željenog stanja organizacije te ispravljanju njezinog djelovanja s ciljem osiguranja ispunjenja ciljeva organizacije, odnosno pripadajućih planova. Planiranje i kontrola su usko povezani da se čak mogu smatrati i neodvojivima jer bez planiranja nema ni kontrole. S obzirom na različite metode i tehnike provođenja ovih poslovnih funkcija, one se u pravilu razmatraju odvojeno. Tako se i u ovoj situaciji posebno mjesto posvećuje pitanju kontrole zbog njezine veze s kibernetikom, posebice negativnom povratnom vezom.

Metode i tehnike kontrole u suštini su identične za sve vidove poslovanja. Neovisno o mjestu ili objektu kontrole, osnovni oblik kontrole obuhvaća tri koraka:

- izbor pokazatelja i određivanje njihovih željenih, odnosno planiranih vrijednosti,
- mjerenje stvarnih vrijednosti odabranih pokazatelja i određivanje odstupanja od željenih, odnosno planiranih vrijednosti,
- otklanjanje utvrđenih odstupanja pomoću upravljačkih aktivnosti.

Osnovno mjerilo pomoću kojeg menadžeri provode kontrolu su planovi. S obzirom na različitosti u detaljnosti i složenosti planova, nije uvijek moguće nadzirati sve elemente planova te je potrebno izdvojiti pojedine točke u procesu planiranja, odnosno pokazatelje koji pokazuju ključne kriterije učinkovitosti.

Mjerenje odabranih pokazatelja nije uvijek praktično o čemu treba voditi računa prilikom njihova odabira. Jedna od bitnih funkcija menadžerskog informacijskog sustava je osiguravanje mjerenja odabranih pokazatelja. Ispravak nastalih odstupanja mjesto je gdje se kontrola može promatrati kao dio ukupnog sustava menadžmenta, odnosno gdje se kontrola povezuje s drugim funkcijama menadžmenta.

S obzirom na složenost organizacija i vrlo velik broj varijabli, uspjeh je moguć samo primjenom računalnih simulacijskih modela, odnosno izgradnjom različitih sustava za podršku odlučivanju u sklopu informatički podržanog poslovnog informacijskog sustava. Osnovni kibernetski model poduzeća prikazan je prethodno naSlika 9., a može se proširiti blokom ili komponentom koja služi za predviđanje budućih stanja što uključuje okolinu i sam poslovni sustav.

Značenje pojedinih blokova u modelu anticipativne kontrole ukratko je opisano kako slijedi uzimajući u obzir samo informacijsku razinu sustava. [1]

- Ciljevi — skup parametara definiranih primarno od strane okoline te sekundarno od strane same organizacije u formi planskih informacija;
- Ulaz — one točke upravljanog sustava u kojima je moguće djelovati na njegovo ponašanje pomoću upravljačkih informacija;
- Proces je željeno stanje sustava koje treba održavati u ravnoteži suprotstavljajući se silama koje to stanje narušavaju;
- Izlaz — one točke upravljanog sustava u kojima je moguće mjeriti stanje pojedinih komponenti sustava u formi kontrolnih informacija;
- Regulacija — kibernetski pojam za upravljanje gdje se uspoređuju planske i kontrolne informacije i temeljem odstupanja kreiraju upravljačke;
- Predviđanje — model realnog sustava koji na temelju dinamičkog oponašanja sustava i scenarija promjena utjecaja okoline na sustav sugerira buduća stanja sustava kreirajući informacije predviđanja na temelju kojih je moguće mijenjati sekundarne ciljeve organizacije. To se odvija na način da se na vrijeme usklade sekundarni ciljevi s očekivanim promjenama primarnih.

7. SISTEMSKA DINAMIKA

7.1. INDUSTRIJSKA DINAMIKA

Sve je počelo krajem pedesetih godina prošlog stoljeća kada je JayForrester, profesor na poznatom MIT-u (*Massachuattes Institute of Technology*) razvio način modeliranja složenih sustava i početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća objavio knjigu Industrial Dynamics u kojoj je predstavio principe, koncepte i metode modeliranja složenih sustava. Radilo se o potpuno novom pristupu razumijevanja društveno ekonomskih sustava zasnovanom na konceptima pozitivne i negativne povratne veze u nelinearnim sustavima. Taj novi pristup oslikan je na primjeru proizvodno-distribucijskog lanca, a ime mu je isto kao i naslov knjige u kojoj je objavljen industrijska dinamika. [1]
Danas sve prisutnija računalna simulacija koristi se u proučavanju apsolutno svih sustava. Zasigurno, postoji mnogo različitih tipova simulacijskih tehnika, međutim originalno je poznata kao Forresterova „industrijska dinamika“.

Ova je metoda polako prerasla u teoriju što povezuje strukturu sustava s njegovim dinamičkim ponašanjem i prihvaćen je novi naziv: „sustavna dinamika“. Prema prof. dr. J. Forresteru sustavna je dinamika filozofija o sustavu, u osnovi kvalitativnoga karaktera. Zatim, to je prepoznavanje dominacije krugova povratne veze na osnovi dinamičkoga ponašanja sustava, a koji su ujedno i pod utjecajem funkcioniranja samog sustava. Osnova sustavne dinamike je prepoznavanje unutarnje strukture sustava, tj. razumijevanje dinamike ponašanja koja može proizaći iz samog sustava. Ova teorija, koja je danas potpuno opravdano prerasla u novu znanstvenu disciplinu, povezuje strukturu sustava s njegovom vlastitom dinamikom ponašanja, ali i s uzajamnim djelovanjem relevantne okoline promatranog sustava. Kod bioloških sustava interakcije mnogih njegovih elemenata tvore odgovor sustava ili njegovo ponašanje.

Forrester industrijsku dinamiku definira kao istraživanje svojstava informacijskih povratnih veza u industrijskim sustavima i upotrebu modela za dizajniranje unaprijeđenih organizacijskih formi i politika upravljanja. Industrijska dinamika temelji se na četiri ranije ostvarena istraživačka dostignuća:

- teorija povratne veze,
- automatizacija vojnog taktičkog odlučivanja,
- dostignuća u dizajniranju složenih sustava,
- digitalna računala niskih troškova uporabe.

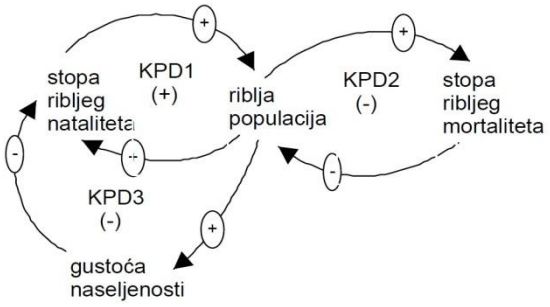
Drugim riječima, industrijska dinamika je izučavanje informacijskih povratnih veza industrijskih aktivnosti s ciljem da se pokaže kako organizacijska struktura, politike upravljanja i vremenska kašnjenja u odlučivanju, prenošenju poruka i aktivnostima utječu na ponašanje poduzeća i u konačnici na njegov uspjeh. Ona se bavi interakcijama između tokova informacija, novca, narudžbi, materijala, ljudi, opreme i kapitala u poduzeću,pojedinoj industriji ili nacionalnom gospodarstvu.

Industrijska dinamika je ujedno i jedinstveni okvir za integraciju različitih funkcijskih područja menadžmenta od proizvodnje i marketinga do financija i investicija. Ona je kvalitativna, ali i kvantitativna i eksperimentalna metoda za usklađivanje organizacijske strukture ekonomskih sustava s potrebama rasta i stabilnosti.

7.2. STRUKTURNI MODEL RIBLJE POPULACIJE (PRIMJER)

Utjecaj stope nataliteta na riblju populaciju očituje se time što će njezin porast izazivati sve veću brojnost riblje populacije a to je (+) pozitivna uzročno-posljedična veza jer povećanje (uzrok) jedne varijable izaziva (posljedica) povećanje druge varijable.

Slika 13. prikazuje općeniti model riblje populacije s naznačenim krugovima povratnog djelovanja (KPD) i međusobnim uzročno-posljedičnim vezama između pojedinih elemenata sustava.



Slika 13. Strukturni model riblje populacije [9]

Iz strukturnog dijagrama, bez poznavanja kvantitativnih podataka, može se uočiti koji će krugovi povratnog djelovanja biti presudni za opstanak riblje populacije. Zatim, vidljivo je koji elementi potiču rast populacije (u našem slučaju KPD1(+)), a koji djeluju kao regulatori porasta populacije (u našem slučaju KPD2(-) i KPD3(-), jer negativna povratna veza ima zadatak da održava sustav u ravnoteži. [9]

8. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu detaljnije se analizirala opća teorija sustava, sistemska analiza te kibernetika koja sami sustav usmjerava prema ostvarivanju zacrtanih ciljeva.

Kombiniranje teorije sustava s konkretnim teorijama u realnom svijetu daje uvid u gotovo sve pojave u prirodnoj ili društvenoj okolini. U tom smislu sistemska analiza pruža mogućnost bržeg i detaljnijeg razumijevanja i tumačenja za nas značajnih društvenih, političkih, ekonomskih, kulturnih i drugih entiteta pod pretpostavkom, dakako, da su ti entiteti na određen način označeni i definirani. Iz toga slijedi veličina i nedostatak sistemske analize. Ona može biti komplementaran dio svakog znanstvenog istraživanja bez obzira na početno stajalište i vrijednosnu orijentaciju – ona teži da trajno bude vrijednosno neutralna, no baš zato sistemska analiza postaje krajnje manipulirana znanstvena metodologija svake ideologijske orijentacije.

S druge strane, opća teorija sustava postaje jedan od znanstvenih medija kroz koji je moguć razgovor dosad zatvorenih sustava, barem u onom dijelu stvarnosti koji se modelira kao kibernetski ili otvoreni sustav.

U osnovi kibernetike leži ideja o mogućnosti općeg prilaza u razmatranju procesa upravljanja u sistemima različite prirode. Kibernetika ne proučava upravljanje sistemima u statičkom stanju, već u njihovom kretanju i razvoju, tj. proučava dinamičke sisteme. Dinamički sistemi tokom vremena mijenjaju stanja, a promjena stanja sistema u vremenu su procesi. Najrazvijenija grana kibernetike je tehnička kibernetika koja je bitna za naše područje istraživanja, automatiku, a ima primjenu još i za digitalna računala i telekomunikacije.

Kibernetika kao znanost se bavi općim pitanjima, a ne kako sustav funkcionira ili kako se njime upravlja. Ali sustavi se u stvarnosti međusobno razlikuju, pa se razlikuju i načini upravljanja tim sustavima. Tako su nastali derivati kibernetike koji nastoje objasniti način upravljanja pojedinim sustavima. Od posebnog su značaja teorija komunikacija, teorija odlučivanja, teorija programiranja, teorija povratne veze i opća teorija sustava.

Jedan od važnijih ciljeva sistemskog pristupa danas je sve veća automatizacija rada radi smanjenja grešaka, utrošenog vremena i troškova izvođenja procesa, a uz to i težnja prema što kvalitetnijem učinku. Sistemski pristup najbolja je metoda razvoja optimalnih planova za velike i složene projekte, kao i za kontrolu opsega i projektnu administraciju.

LITERATURA

[1] GARAČA, Ž. *Poslovni informacijski sustavi*, Sveučilište u Splitu, Split, 2008.

[2] LOZINA, D. *Teorija sustava kao instrument društvene analize*, Pravni fakultet, Split, 1993.

[3] NOVAKOVIĆ, B. *Regulacijski sistemi*, Sveučilišna naklada, Zagreb, 1990.

[4] NOVAKOVIĆ, B., MAJETIĆ, D., ŠIROKI, M. *Umjetne neuronske mreže*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2011.

[5] PANIAN, Ž. *Poslovna informatika (koncepti, metode i tehnologija)*, Potecon, Zagreb, 2001.

[6] PANIAN, Ž., ĆURKO, K. *Poslovni informacijski sustavi*, Element, Zagreb, 2010.

[7] PETRIĆ, J. *Automatska regulacija: Uvod u analizu i sintezu*, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, 2012.

[8] PETROVIĆ, I., BAOTIĆ, M., PERIĆ, N. *Inteligentni sustavi upravljanja: Neuronske mreže, evolucijski i genetički algoritmi*, skripta, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2011.

[9] SLIŠKOVIĆ, M., JELIĆ, G., HELL, M. *Sustavno dinamičko modeliranje obnovljivih morskih resursa*, Naše more, 2004.

[10] ZVER, B. *Poduzeće kao poslovni sistem*, Zbornik radova str. 245-256, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, 1989.

[11] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, www.enciklopedija.hr, (pristupljeno 27.06.2017.).

POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Konceptualni model sustava [1] 8

Slika 2. Dekompozicija stanja sustava [1] 9

Slika 3. Prikaz sustava metodom crne kutije [7] 11

Slika 4. Komponente poslovnog informacijskog sustava [7] 14

Slika 5. Vrijednost informacije u vremenu [7] 15

Slika 6. Priprema informacijske podloge za poslovno odlučivanje [7] 16

Slika 7. Životni ciklus poslovnog informacijskog sustava [7] 18

Slika 8. Odlučivanje o uspješnosti provedenog postupka [1] 23

Slika 9. Kibernetski model sustava [1] 26

Slika 10. Funkcioniranje negativne povratne veze [1] 28

Slika 11. Funkcioniranje pozitivne povratne veze [1] 28

Slika 12. Ograničenje rasta sustava, zasićenje i gubici [1] 36

Slika 13. Strukturni model riblje populacije [9] 39